

**IEEE Computer Society**  
**Казанский национальный исследовательский технический университет**  
**им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ)**  
**Университет Иннополис, Казань**  
**Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН, Новосибирск**  
**Совет Виртуального компьютерного музея, Москва**  
**Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, Москва**

## **ТРУДЫ SORUCOM-2014**

**Третья Международная конференция**

**Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения**  
**в России и странах бывшего СССР:**  
**история и перспективы**

13–17 октября, Казань, Россия

**Под редакцией**  
д.ф.-м.н. А.Н. Томилина

**Казань, 2014**

**IEEE Computer Society**  
**Kazan National Research Technical University A.N. Tupolev-KAI (KNRTU-KAI)**  
**Innopolis University, Kazan**  
**A.P. Ershov Institute of Informatics Systems SB RAS**  
**Scientific Council of the Russian Virtual Computer Museum, Moscow**  
**S. Vavilov Institute for the History of Science and Technology RAS, Moscow**

**SORUCOM-2014 PROCEEDINGS**

**Third International Conference on the History of Computers and Informatics  
in the Soviet Union and Russian Federation:  
History and Prospects**

13–17 October, Kazan, Russia

**Edited by** prof. A.N. Tomilin

**Kazan, 2014**

## Предисловие

Проведение очередной конференции исторической направленности запланировано в соответствии с решением конференции «Развитие вычислительной техники в России и странах бывшего СССР: история и перспективы (SORUCOM)», успешно прошедшей осенью 2011 г. в Великом Новгороде. На 2014 год приходится ряд заметных дат: 120 лет со дня рождения основателя кибернетики Норберта Винера, 90 лет со дня рождения создателя Фортрана Дж. Бэкуса, 80 лет исполнится выдающимся ученым – программистам Никлаусу Вирту и сэру Энтони Хоару. Даты и события, которые пришлись на период между конференциями, также найдут свое отражение в тематике SORUCOM: 110-летие со дня рождения академика С.А. Лебедева и член-корреспондента АН СССР И.С. Брука (2012 г.), 90-летие академика М.М. Глушкова и создателя семейства ЭВМ М-2, М-10, М-13 М.А. Карцева (2013 г.). Следует также отметить 30 лет со дня создания Института программных систем им. А.К. Айламазяна (Переславль-Залесский) и 30 лет со дня основания журнала «Микропроцессорные средства и системы», главным редактором которого был академик А.П. Ершов, 90-летие со дня рождения члена-корреспондента С.С. Лаврова и другие события.

*Программный комитет*

## Preface

This historically-oriented conference is to be held according to the resolution of the Second International Conference on the History of Computers and Informatics in the Soviet Union and Russian Federation (SORUCOM-2011), successfully held in Velikiy Novgorod. The year 2014 features several anniversaries: 120th anniversary of Norbert Wiener, the originator of cybernetics; 90th anniversary of John Backus, the author of FORTRAN; and 80th anniversary of Nicklaus Wirth and of Sir C.A.R. Hoare. This is also the year of 30th anniversary of the Program Systems Institute, Russian Academy of Sciences (Pereslavl-Zalessky), and 30th anniversary of the journal «Mikroprotsessornye sredstva i sistemy», whose editor-in-chief was Academician A. Ershov. Also included in the conference topics will be dates and events of the period 2011-2013: 110th anniversary of Academician S.A. Lebedev and Corresponding Member I.S. Brook (2012), 90th anniversary of M.A. Kartsev, the creator of M-2, and 90th anniversary of Corresponding Member S.S. Lavrov (2013), among others.

*Program committee*



## Содержание

<i>Leipälä T.</i> Arithmometer production in Leningrad.....	1
<i>Pakstas A.</i> Aspects of Computer Design and Manufacturing in Lithuania.....	5
<i>Tuugu E.</i> Beginning of Computing in the Soviet Baltic Region.....	12
<i>Александров Т.М., Матюхина Е.Н.</i> Член-корреспондент Академии наук СССР Н.Я.Матюхин – конструктор ЭВМ для систем ПВО страны.....	18
<i>Александрова Л.А.</i> Социальные сети: возможности, недостатки, преимущества.....	21
<i>Алешаев А.Н., Белов С.Д., Козак В.Р., Пискунов Г.С., Тарарышкин С.В.</i> Использование микроЭВМ Одренок в фундаментальных научных проектах ИЯФ СО АН СССР и ИЯФ СО РАН в период 80-х годов прошлого века и до наших дней.....	24
<i>Аникин И.В.</i> Исторический путь развития хакерства в России.....	25
<i>Ачкасова В.А.</i> «Демассифицированное общество»: соотношение реального и мифического.....	28
<i>Бадрутдинова М.Ш., Гусев В.Ф., Абдрахманов А.Х., Якимов И.М.</i> Роль Казанского завода ЭВМ в развитии вычислительной техники и информатики в России и в странах СЭВ.....	30
<i>Базлов И.Ф., Вус М.А., Игнатьев М.Б.</i> Вычислительная техника в школах Ленинграда и Санкт-Петербурга.....	34
<i>Банникова Н.Ф.</i> Вклад самарских ученых в создание и применение информационных систем.....	41
<i>Баранов С.Н.</i> Становление дисциплины программирования в России.....	44
<i>Богоявленская О.Ю.</i> Протокол TCP как средство распределенного управления инфраструктурой сетей передачи данных: история и перспективы развития.....	49
<i>Бондаревский А.С.</i> Аксиоматическая информатика по К. Штайнбуху–Ф.Е. Темникову.....	55
<i>Брусенцов Н.П., Маслов С.П., Рамиль Альварес Х.Р.</i> Микрокомпьютерная система обучения «Наставник».....	64
<i>Вагапова И.Д.</i> Электронное правительство как эффективный инструмент взаимодействия государства и общества.....	67
<i>Воронин А.В., Богоявленский Ю.А., Кузнецов В.А.</i> Преподавание прикладной математики и информационных и коммуникационных технологий в Петрозаводском государственном университете: история становления.....	71
<i>Гатаулина И.А.</i> Воспоминания казанских разработчиков ЭВМ как источник по истории создания отечественной техники.....	79
<i>Глебовский А.Ю., Иванов В.М.</i> К истории создания информационно-измерительных, вычислительных и управляющих комплексов для космических исследований в СССР (Вклад учёных Ленинградского политехнического института имени М.И. Калинина).....	84
<i>Громов Г.Р.</i> Из истории журнала «Микропроцессорные средства и системы».....	91
<i>Захаров В.Н.</i> Вычислительная техника и ее использование в СССР в середине 1980-х: состояние, предпринимавшиеся меры, прогнозы развития.....	95
<i>Захаров В.М., Шалагин С.В.</i> О развитии аппаратных средств статистического моделирования.....	103
<i>Зиновьев П.А.</i> Опыт создания и развития инструментальных средств САПР.....	109
<i>Златопольский Д.М.</i> Музей истории вычислительной техники.....	115
<i>Иванников В.П., Гайсарян С.С., Томилин А.Н.</i> Системное программное обеспечение вычислительной системы «Электроника ССБИС».....	117
<i>Ичкикава Х.</i> Что стоит за двумя подходами к развитию вычислительных технологий на заре советской компьютерной эры.....	126
<i>Казаков В.В., Верецагина А.В., Алексеева Т.Е.</i> Технология публикации в Интернет малых музеев на основе специализированного инструментального портала.....	130
<i>Казаков В.Г., Карпенко И.Н.</i> Являются ли социальные сети социальными сетями?.....	134
<i>Карпова В.Б., Карпов Л.Е.</i> В.А. Мельников – архитектор отечественных вычислительных машин и систем.....	138
<i>Касьянов В.Н.</i> Российская информатика в лицах: мои учителя.....	143
<i>Кетков Ю.Л.</i> О некоторых пионерских работах на первых ЭВМ.....	150
<i>Кетков Ю.Л.</i> Разработка диалоговых систем программирования в Нижегородском университете.....	157
<i>Кириянов Б.Ф., Кузнецов В.М., Песошин В.А.</i> Вычислительные машины и устройства на вероятностном принципе.....	161
<i>Китов В.А.</i> Влияние М.В. Келдыша на развитие ЭВМ в СССР.....	167
<i>Китов В.А.</i> ЭВМ «Стрела» при создании оборонного щита СССР.....	171
<i>Китов В.А., Приходько А.Я.</i> 60 лет Вычислительному центру № 1 Министерства обороны СССР.....	173
<i>Козлова О.В., Козлова Л.Д.</i> Влияние информационных технологий на процесс формирования идентичности.....	176
<i>Корниенко Л.Н.</i> Андрей Петрович Ершов, Нина Ароновна Юнерман в моей жизни.....	179
<i>Косцов Э.Г.</i> Становление микроэлектроники в Новосибирске.....	182
<i>Криворученко В.С.</i> Компьютерные технологии поддержки научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в проекте авиационно-космической системы БУРАН.....	188
<i>Крупский А.А., Зенин В.Н.</i> Устройства и системы внутренней памяти в разработках М.А. Карцева.....	196
<i>Крюков В.А.</i> Автоматизация программирования в Институте прикладной математики (ИПМ) им. М.В. Келдыша РАН.....	202
<i>Куперитох Н.А.</i> Академик Г.И. Марчук: документальные страницы биографии.....	206
<i>Курляндчик Г.В.</i> Судьба семьи в эпоху компьютеров.....	210
<i>Лашевский Р.А., Хавкин В.Е., Лаврентьев Р.Н.</i> Интегральные Кубы памяти.....	217
<i>Луканина М.В.</i> Использование информационных технологий в организации самостоятельной работы студентов (при преподавании иностранного языка).....	221
<i>Макаревич О.Б.</i> Разработки ЭВМ под руководством академика А.В. Каляева.....	224
<i>Мальшев К.К., Лазукина О.П., Волкова Е.Н.</i> От базы данных к автоматизированной информационно-расчетной системе «Высококачественные вещества и материалы».....	227
<i>Мартыненко Б.К.</i> К 80-летию Н. Вирта: Синтаксические диаграммы Н. Вирта в SYNTAX-технологии.....	233

<i>Марчук А.Г., Крайнева И.А.</i> Междисциплинарное взаимодействие точных и гуманитарных наук: методология и история.....	242
<i>Минаева Л.В.</i> К вопросу о корпоративной коммуникации в социальных сетях .....	250
<i>Николаева А.Б., Тумбинская М.В.</i> Киберпреступность: история развития, проблемы практики расследования .....	253
<i>Оганджян С.Б.</i> Развитие электроники и информатики в Армянской ССР (1960-1988 гг.).....	259
<i>Панина Н.Л.</i> Виртуальная музеефикация социального поля науки .....	264
<i>Панкрашкина Н.Г., Савельев В.П.</i> Музей факультета ВМК ННГУ в образовательном процессе .....	270
<i>Парамонов В.Н.</i> Внедрение АСУ в народном хозяйстве СССР в 1960-1970-х годах: замыслы и реализация.....	275
<i>Парамонова Р.Н.</i> Советский опыт внедрения отраслевых АСУ: к истории создания единой энергосистемы СССР (1957–1975 гг.).....	281
<i>Песошин В.А.</i> История создания и развития кафедры ЭВМ в Казанском авиационном институте.....	289
<i>Петровский В.И., Тумбинская М.В.</i> История и перспективы развития системы защиты информации на предприятиях России .....	293
<i>Подловченко Р.И.</i> О создании и работе ереванской школы программирования.....	299
<i>Поляк Ю.Е.</i> К 20-летию Рунета (взгляд из ЦЭМИ) .....	303
<i>Пройдаков Э.</i> Виртуальный компьютерный музей.....	307
<i>Прохоров С.П.</i> Первые шаги советской информатики.....	308
<i>Прохоров С.П.</i> Сергей Львович Соболев – основатель отечественной информатики.....	312
<i>Рамиль Альварес Х., Владимирова Ю.С.</i> Программное обеспечение малой ЭВМ «Сетунь» .....	315
<i>Рогачев Ю.В.</i> Начало информатики и создание первых ЭВМ в СССР.....	319
<i>Рябов Г.Г.</i> На заре создания управляющих программ реального времени.....	328
<i>Смолевецкая М.Э.</i> На пути к новой экспозиции по истории вычислительной техники в Политехническом музее.....	330
<i>Сыченкова А.В., Вахрушева Д.И.</i> Интернет-технологии в политической жизни современной России.....	333
<i>Терехов А.Н.</i> Алгол 68 и его влияние на программирование в СССР и России (часть 1) .....	336
<i>Терехов А.Н.</i> Алгол 68 и его влияние на программирование в СССР и России (часть 2) .....	342
<i>Тихонова Т.И.</i> История успеха языка Лого.....	348
<i>Трегубов В.М., Дьячков В.В., Песошин В.А., Шарнин Л.М., Роднищев Н.Е., Чермошенцев С.Ф., Аникин И.В.</i> Взаимодействие завода ЭВМ и Казанского авиационного института в области подготовки кадров.....	354
<i>Трояновский В.М., Попова Т.В., Запелалина А.</i> Развитие вычислительной техники, информационных технологий и их влияние на характер коммуникативных процессов в образовании .....	357
<i>Тумбинская М.В.</i> Автоматизированные информационные системы в образовании как инструмент человеко-машинного взаимодействия: история и перспективы .....	363
<i>Ульянова С.Б., Синепол В.С.</i> Инструментальное средство историко-биографических исследований (просопографические базы данных по истории России).....	371
<i>Фет Я.И.</i> Норберт Винер в Москве .....	376
<i>Храпкин П.Л.</i> Системы автоматизации проектирования: роль человека и компьютерной среды.....	379
<i>Чертовских А.Г., Рачек И.А.</i> Использование транспьютерных вычислительных систем в ИЯФ СО РАН.....	383
<i>Шагбанова Ю.Б.</i> Интернет-средства в воспитательной работе со студенческой молодежью: опыт высшей школы .....	386
<i>Шестакова И.Г.</i> ИКТ и социум: тысячи лет вместе .....	388
<i>Шилов В.В.</i> Рифы мифов: к истории кибернетики в Советском Союзе .....	394
<i>Штейнберг В.И.</i> К истории создания мобильных средств вычислительной техники для АСУ войсками фронта «Маневр» .....	402
<i>Шувалов Л.Н.</i> Модернизация и разработка накопителей на магнитной ленте ЭВМ М-20, М-220 .....	407
<i>Юсупов Р.М., Вус М.А.</i> Серийное научное издание «История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде)».....	410

# Arithmometer Production in Leningrad

Timo Leipälä

Turku University  
timo.leipala@saunalahti.fi

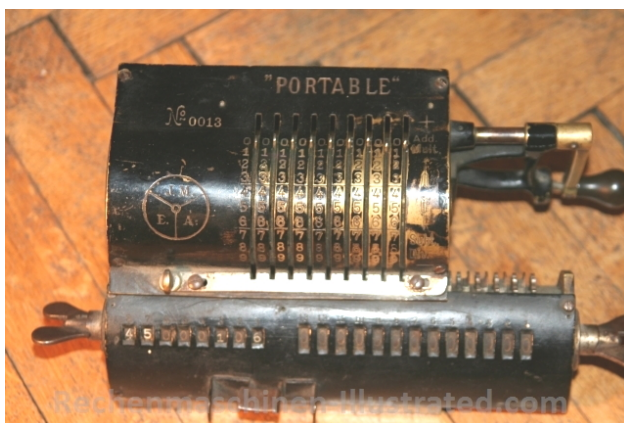
## 1. Introduction

The only references in general calculating machine books about arithmometers made in Leningrad that I have seen, are the note about small scale (кустарный) production of Portable arithmometer [1] and the description of Portable in books [2], [7]. The purpose of this paper is to give some new information on the subject even though there still remains much research to be made. Very useful information source has been the series of books “Ves’ Leningrad: Adresnaya I spravochnaya kniga” or for some years only “Leningrad: Adresnaya I spravochnaya kniga”. If no explicit reference is mentioned, the information comes from these annual publications, which can be studied online at the pages of The National Library of Russia. Unfortunately the book did not appear in years 1936, 1937 and 1938.

The calculating machine production in Soviet Union began 1924 in Moscow at the factory dedicated to Feliks Dzerzhinskii, where “Original-Odner” and from 1928 “Felix” arithmometers were made. However the capacity of the factory 12835 arithmometers in 1929/30 and 30000 planned in the following year was smaller than the amount needed [4]. In Moscow the “CAM” factory made around 1930 a few “Soyuz” arithmometers, but that did not help much. Thus it was natural to think about making arithmometers also in Leningrad, where lived many former employees of Odhner factory with much know-how. The official plan of Leningrad oblast economy council was to begin the arithmometer factory in 1931/32 so that it would have been ready in 1932/1933 to produce 30000 arithmometers annually [6]. Everything happened in schedule and the arithmometer was initially called Portable. The factory had several owners, and as we shall see the production goals were not reached.

## 2. Portable / Kirja / “Soyuzorguchyot” / “Lenshtamprest” arithmometer

The first known prototype of Portable arithmometer is the one with serial number 13 shown in the figure below. Its logo has latin letters J. M. E. A., the meaning of which is unknown. Polytechnical Museum in Moscow has otherwise similar Portable with an unreadable serial [2], [7], but the carriage transfer system used also in later models is more advanced.



Portable № 13, photo Walter Szrek and № 669 made by Prometei, photo Sergei Frolov

In 1932 Portable was produced by Latvian cultural-educational society Prometejs, which put its logo on the machine. The factory was situated in the place of former SoyuzOrgUchet (all-union association for the organization of accounting and computing) repair workshop at 5 Liniya 2, Vasilii Ostrov, so it is possible that the development of Portable arithmometer was made there by SoyuzOrgUchet. The number of personnel at Prometei factory was 140 and the serial numbers of known arithmometers vary from 34 to 771 [11]. Prometejs society also had a very successful slide rule factory at ul. Marata, 85.

At the end of 1932 the production of Portable was given to Kirja (the Finnish name of book), in Russian “Кирья”, which was the official publishing house of Finnish literature but also had in Leningrad a typewriter and calculating ma-

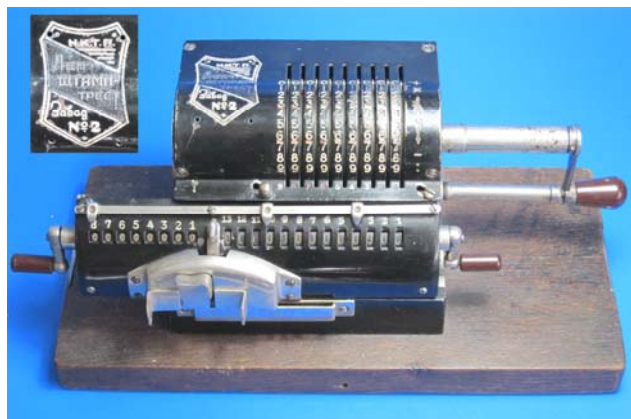
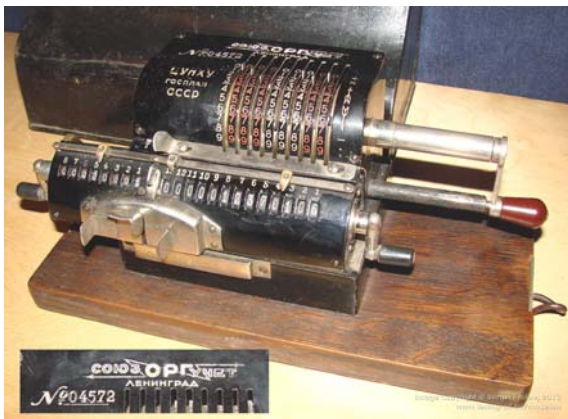
chine repair shop, cardboard factory and photo atelier [13]. The official name of the factory was “Zavod Melkogo Mashinostroeniya” founded in 1932 [8] and located at Pr. Karl Marksa 6, now called Bolshoi Sampsonievskii Prospekt. The name of the arithmometer was changed to Kirja, but otherwise it was similar with Portable. From 1934 the arithmometer factory was controlled by Carelian-Finnish autonomic republic commissariat of heavy industry [5], even though the production remained in Leningrad. The Finnish name Petroskoi of city Petrozavodsk on the metal cover of Kirja № 100 only refers to other activities of Kirja concern there. In 1934 the number of people working at Kirja arithmometer factory was 100 persons. The serial numbers of known Kirja arithmometers vary from serie 1 № 82 to serie 1 № 1136 and serie 2 № 3912 [11], [12]. Thus the numbers start from the beginning and do not grow continuously from the last serial of Portable. Some Kirja arithmometers like serie 2 № 3912 at [12] had a different carriage transfer mechanism and different logo.



Assembly of Kirja in 1932 [13] and Kirja serie 1 number 100, photo Sergei Frolov

Kirja concern as well as Prometejs society were shut down in 1937 and arithmometer production was then, maybe even somewhat earlier given to SoyuzOrgUchet, which was strong background contributor on calculating machine production and also had arithmometer repair shop at Universitetskaya nab. 19. Some changes were also made to the design. The main crank is different and register clearing wing nuts were replaced by small cranks. Known serial numbers are 4337 and 4572. It is not known, where these arithmometers were made, but possibly the production continued at Prospekt Karl Marksa. The serials seem to continue the numbering of Kirja.

SoyuzOrgUchet then let zavod 2 (earlier known as Vulkan) of LenShtampTrest to continue production. Its address was 9 Sovetskaya ul. 3. According to Leningrad handbook 1934 the factory produced arithmometers, but in 1935 production of arithmometers is no more mentioned. The directors of the factory worked earlier at the SoyuzOrgUchet experimental calculating device factory (see chapter 4), and it is possible that the arithmometer production was planned already in 1934, but realized only later. At least the Leningrad factory book [8] based on 1934 information does not yet know the arithmometer production of this factory.



SoyuzOrgUchet № 4572, photo Sergei Frolov and LenShtampTrest № 334, photo H.-J. Denker



### 3. “GOSREMPROM” / ZAT arithmometer

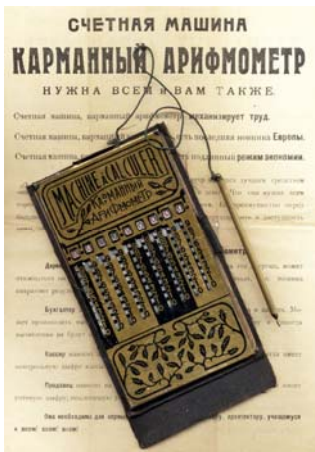
GosRemProm was a masterskaya, which for example repaired typewriters, calculating machines, watches etc. at Kurl'yandskaya ul. 33 but according to 1931 issue of Leningrad handbook it also produced arithmometers.



GOSREMPROM № 238 of year 1932, photo Sergei Frolov and ”ZAT” photo aukro.ua

In 1932 the arithmometer department of GosRemProm was incorporated to car and tractor equipment plant of artel “ZAT” working at the same address and in 1933 the name of the artel was changed to form “ZAT”. Leningrad industry book [8] states that “ZAT” arithmometer department had only 14 workers in 1934 and that it was founded in 1927. This year evidently means the beginning of GosRemProm activity. The arithmometers of “GOSREMPROM” and “ZAT” are quite different even though they were made at the same place. Their production amounts cannot be great because the number of workers was small and “ZAT” arithmometers were no more made in 1935.

### 4. “Karmannyj” arithmometer



Not a real arithmometer, but the arithmometer and textile machine parts factory of “Lenlitmech” trust at Leshtukov pereul. 3 produced a small mechanical adding device called “Karmannyj arithmometer”.

The factory was founded 1929 [8] and production equipment was evidently bought from France by SoyuzOrgUchet, which had permission to import material and then had experimental calculating device factory at the same Leshtukov street address. Almost identical ReBo calculators were made in France at the 1920ies but no more during 1930ies [12]. The 1935 magazine article [3] proposed the termination of the pocket arithmometer production, and in 1936 the factory already made parts for mechanical toys instead of arithmometers.

### 5. Conclusion

In addition to the arithmometers described above there may still exist some other makes. At least Leningrad handbook 1930 knows artel Standart at Zagorodnyi 10 and 1931 telephone catalog [9] kooperativ Jupiter, which stated that they make arithmometers. Existing examples are, however, not known. The 1939 Leningrad handbook does not list any calculating machine makers, only arithmometer parts were made by the former Kirja typewriter and calculator repair shop at Volodarskogo pr. 59 led then by the successor of Kirja called Kareloizdat.

The total amount of arithmometers made in Leningrad is quite small. From the serial numbers one can estimate that the total amount is less than 10000, not even the amount of Feliks arithmometers produced in Moscow during one year 1929/1930. Feliks certainly was cheaper than Leningrad arithmometers, but according to German calculating machine expert Hans-Jürgen Denker the quality of Portable/Kirja is essentially better. Also Russian calculating machine specialist L.E. Maistrov writes that his Portable now belonging Moscow Polytechnical Museum, is smooth to use [7]. A Finnish activist tells in his memoirs [10] that Kirja arithmometer production was profitable.

More than arithmometers Soviet Union needed another types of calculating devices, like listing adding machines, automatic electromechanical calculating machines, bookkeeping machines and Hollerith machines (счётно-аналитические машины) [4]. The first two types were made in Moscow with names “DSM” and “KSM” [2]. Hollerith machines were also mostly produced in Moscow but in Leningrad the factory dedicated to Max Hoelz (Макс Гёльц) made tabulators. Evidently all these devices that were considered more important than arithmometers, took resources

that would have been needed to develop arithmometer plants in Leningrad. Competing Original-Dinamo arithmometers from Kharkov also needed financing. They were more expensive than Feliks, but Hans-Jürgen Denker does not esteem the quality of his Original-Dinamo.

I express my gratitude to Evgeniy Berezkin, Hans-Jürgen Denker, Sergei Frolov, Walter Szrek, The National Library of Russia and The National Library of Finland for their help.

## References

1. Amirago-Vol'skii I. Mekhanizm vychislenii. Prakticheskoe posobie dlya izucheniya tekhniki vychislenii na logarifmicheskoi lineike i schyotno-vychislitel'nyh mashinakh, Baku, 1932
2. Anan'eva O. Vychislitel'nye mashiny dlya vypolneniya arifmeticheskikh deistvii. Nauchnyi catalog kollekcii, 2007
3. Volodarskii L. Spetsializirovat' predpriyatiya mestnoi promyshlennosti, Na fronte industrializatsii, 1935, № 10, p.31-35
4. Gushchenkov L., Bostorin V. Proizvodstvo schyotnyh mashin v SSSR, Tochnaya industriya, 1931, № 2, p.25-26
5. Industrializatsiya severo-zapadnogo raiona v gody vtoroi I tret'ei pyatiletok (1933-1941), 1969
6. Leningradskaya promyshlennost' vo vtorom godu pyatiletki I perspektivy ee razvitiya, 1930
7. Maistrov L., Petrenko O. Pribory i instrumenty istoricheskogo znacheniya, Vychislitel'nye mashiny, 1981
8. Promyshlennost' Lenigrada po raionam i otraslyam, 1935
9. Spisok abonentov telefonnykh setei Leningradskoi oblasti 1931, [1931]
10. Ruhanen Urho: Vuosisadan pyörteissä. Muistelmia ja esseitä, Petroskoi, 1987
11. Rechenmaschinen-illustrated, [www.rechenmaschinen-illustrated.com](http://www.rechenmaschinen-illustrated.com)
12. Rechnerlexikon, [www.rechnerlexikon.de](http://www.rechnerlexikon.de)
13. Sosialistinen kalenteri 1933, Kustannusliike Kirja, Leningrad, 1932

# Aspects of Computer Design and Manufacturing in Lithuania

Algirdas Pakstas<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> London Metropolitan University, School of Computing, London, United Kingdom

<sup>2</sup> Vilnius University, Institute of Mathematics and Informatics, Vilnius, Lithuania  
a.pakstas@ieee.org

This paper is presenting aspects of computer's design and manufacturing in Lithuania starting from 1957.

## 1. Lithuania in the Context of Mathematics Teaching Development in Europe

The Saint Petersburg State University is the Russia's oldest university, founded in 1724 by the Peter the Great. Lomonosov's Moscow State University was established in 1755 [1].

Attempts to open their own University in Lithuania was started by the *Lithuanian reformats* – during 1539–42 there was working a *Reformat's* school for the nobelty kids. Prince Mikalojus Radvila Juodasis (also known as Mikołaj "the Black" Radziwiłł) by his order of 1565 allocated funds for University establishing and Reformat's nobelty promised to join in financial support. However, this institution was not intended to be at the high scientific level, e.g. protestants at the time criticized astronomical ideas of Nicolaus Copernicus (in Polish: Mikołaj Kopernik, 1473–1543) who formulated a heliocentric model of the universe which placed the Sun, rather than the Earth, at the center [2].

Only activity of Philipp Melanchton (born Schwartzertd, 1497–1560) helped to change the views and accept Copernicus's heliocentric model. Melanchthon was a German reformer, collaborator with Martin Luther, the first systematic theologian of the Protestant Reformation, intellectual leader of the Lutheran Reformation, and an influential designer of educational systems [3]. He was not very talented mathematician but has written introductions to the astronomy books of Johannes de Sacrobosco and to the *Elements* (Στοιχεῖα *Stoicheia*) text consisting of 13 books written by the ancient Greek mathematician Euclid in Alexandria c. 300 BC and which remains the basis of mathematics 23 centuries later.

The first book of the *Elements* contains definitions, postulates and axioms. Postulates are mostly defining the main relationships between the points (e.g. "the direct line can be drawn via 2 points"). Axioms – about operations with numbers, "e.g. if two numbers are equal to the 3<sup>rd</sup> then they are equal to each other". The first book is focused on questions of triangles and parallelograms and is finished by the *Pthagoras Theorem*. The *second book*, based on the works of *pthagorians*, is dedicated to the "geometric algebra". *Books 3 and 4* are explaining the geometry of circles and curves as well as multy-element-angled elements geometry – this was based on the works of Hippokratis from the Chijes. *Book 5* is dedicated to the general theory of proportions created by Eudoks from Knid (Εὐδοξος ὁ Κνίδιος, 408BC-355BC) and in *Book 6* was explained the theory of the similar figures. *Books 7–9* are dedicated to the numbers theory – based on *pthagorians* works. It is likely that the author of the *Book 8* was *Architas from Torento*. In those books are discussed the theorems about proportions and geometrical progressions, especially the common denominant divider. In mathematics, the greatest common divisor (gcd), also known as the greatest common factor (gcf), highest common factor (hcf), or greatest common measure (gcm), of two or more integers (at least one of which is not zero), is the largest positive integer that divides the numbers without a remainder. For example, the GCD of 8 and 12 is 4. In the *Book 10* was created a system of irracianlity (it looks that authored by the Tejetetas from Athens). *Book 11* was focused on backgrounds of the *Stereometry*. *Book 12* focused on the theorems about pyramids and cones. *Book 13* is devoted to the multi-variable equations and it is hold that the author is *The Tejetetas from the Atëns*.

Such was a scene of debates which followed by the establishing of the Vilnius University in 1579 by the Jesuit Order (the Society of Jesus [4]) to whom Great Lithuanian Prince Steponas Batoras (Stephen Báthory, 1533–1586) allowed to reorganize a Jesuit's college, which was working in Vilnius from 1570, to the Vilnius University (*Academia et Universitas Vilnensis Societatis Jesu*), the transformation being confirmed by the Pope Gregory XIII [5]. Steponas Batoras was Voivode of Transylvania, Prince of Transylvania, from 1576 Queen Anna Jagiellon's husband and *jure uxoris* King of Poland [4]. Jesuit Order is Roman Catholic order of religious men founded by St. Ignatius of Loyola, noted for its educational, missionary, and charitable works, once regarded by many as the principal agent of the Counter-Reformation, and later a leading force in modernizing the church [4].

Although being away from other European cultural centers, the Vilnius University equaled other famous European Universities and had outstanding professors and students, some of who were: the poet Mathias Casimir Sarbievius; the famous professor of rhetoric and philosophy Žygmantas Liauksminas; the author of the first history of Lithuania Albertas Vijūkas-Kojelavičius; professor Martin Smiglecki, whose book "*Logics*" was very popular in the United Kingdom and France, and many other countries. The first book in the Lithuanian language on the territory of the Great Duchy of Lithuania was published at the Vilnius University. The Astronomical Observatory was set up in Lithuania in 1753 [5].



Fig. 1. "Hei Euclid, what is the way to Acropolis?" – "ABC-XYZ"

Teaching of mathematics in Europe was significantly affected by the works of Christopher Clavius (1538–1612) who was a German Jesuit mathematician and astronomer – in his last years he was probably the most respected astronomer in Europe and his textbooks were used for astronomical education for over fifty years in and even out of Europe [6].

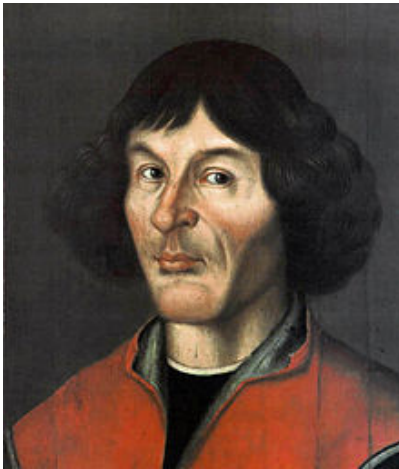


Fig.2. Mikolaj Kopernik [2]



Fig.3. Steponas Batoras [5]

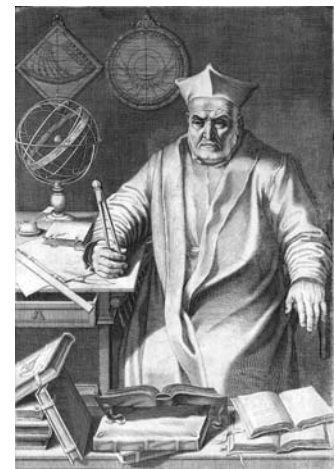


Fig.4. Christopher Clavius [6]

In Vilnius University the first teacher of the upper level mathematics was Osvaldas Krygeris (Kruger, 1598–1655), however 1655 war with Moscovia and death of the teacher for the long time affected quality of mathematics teaching in Vilnius University. Krygeris amongst other things was known as specialist in military engineering, ballistics and fortification [7].

In about year 1600 Vilnius University had about 600 students. However, Mathematics was taught one year by one teacher, later by another. VU Rector Jokūbas Vujekas (1541–1597) was teaching mathematics until 1579 but after that Mathematics was not taught for a number of years. The only successor of the Christopher Clavius who taught in VU (1595–1600) was Mykolas Salpis. After that, during 1600–1613, Mathematics in the VU was not taught at all. Situation was improved when Osvaldas Krygeris was teaching, although sporadically, who was assisted by Walenty Skowid (160987) and Pawel Laskowski's (1611–64) [7].

After invasion to Lithuania in 1655 by the Czar Aleksey Mikhailovich [8] army it strongly worsened VU operation – many teachers have escaped which had long term consequences. Jesuits, who wanted to have high level Mathematics school in Vilnius have tried to involve VU graduate, very capable mathematician, Adomas Adamandas Kochanskis (1631–1700) but with variable success. After that for a couple of years Mathematics was taught by Albertas





Fig. 5. The title page of the *Arithmeticae Curiosae* by Albertas Tilkovskis [8]

Tilkovskis (Alberto Tylkowski, 1625–95). Tilkovskis was a person with the broad horizon mind, he was serving 7 year mission in Turkey, wrote many books and not only about Mathematics, e.g. *Philosophia curiosa* (1680) as well as his review of the K. Semenavičius *To the Great Artillery Art*.

## 2. Cybernetics in Lithuania – the beginnings

It is worth to remember saying of the Norbert Wiener, one of the men who put backgrounds to the Cybernetics, “*Computer is worth only as much as a human who is using it*”.

In the independent period between the World Wars the ideas about using of computers for scientific research were developed in Lithuania. It was brought by Adolfas Jucys, graduate of the Vytautas the Great University. At the time there was very good tradition to send the best graduates abroad to Switzerland, Germany, France or England. In 1939 Adolfas Jucys went to Cambridge to study atomic physics (!). After seeing there the modern research he realized that it is impossible to do without good computational base. This idea he brought to Lithuania in 1940, however it took another 22 years because Lithuania was occupied by Soviet Russia and the view on Cybernetics was very negative.

Now to the memories of the past as have been told by the Academician, Prof Laimutis Telksnys (see Fig. 7):

*“It is important to remember that at mine young days my connection to cybernetics started when we started to construct radio receivers. If you can not construct radio receiver – what kind of man you are? I would say that my contacts with cybernetics started when we started to construct such radio receivers which allowed to get over the “Soviet jammers” trying to suppress Western signals.*

*We have learned how to design directional antennae, the ways which allow to filter electromagnetic waves. We have re-developed the German „Blaupunkt“ and „Philips“ apparatus. We have replaced the old vacuum lamps by the compatible Russian parts. We even have made an radio broadcaster in order to send to each other some music – at some stage we discovered that the pelengator car was arriving. We have noticed this approach, detached the vacuum lamps and the KGB unit have departed.”*

In fact “Cybernetics” was a dirty word in the USSR (see Fig. 6) and this hindered a lot the development of the modern science. In 1953 researchers in Kiev have constructed computer but this was not allowed to continue and work was closed. However, when Soviets needed to create a hydrogen bomb Sergey Lebedev was brought to Moscow, closed to the prison and was told “make the same machine but better” [9].



**КИБЕРНЕТИКА** (от др. греч. слова, означающего рулевой, управляющий) — реакционная лженаука, возникшая в США после второй мировой войны и получившая широкое распространение и в других капиталистических странах; форма современного

Fig. 6. Soviet definition of Cybernetics

In 1996 the IEEE Computer Society recognized Sergei Lebedev with a Computer Pioneer Award for his work in the field of computer design and his founding of the Soviet computer industry.

In 1968 in the main LSSR newspaper “Tiesa” (= “Pravda”) was published very futuristic article based on the interview with Dr Laimutis Telksnys in which he answered pretty simple question – “How he sees the world in 2017, i.e. in

## INFORMERIS VIETOJ LAIKRODŽIO

**KAIP Jūs įsivaizduojate 2017 metus!**  
**Atsako LTSR Mokslų Akademijos Fizikos ir matematikos instituto direktoriaus pavaduotojas, atpažinimo procesų sektoriaus vadovas, technikos mokslų kandidatas Laimutis TELKSNYS.**

Mokslas ir technika, o tame tarpe atpažinimo procesų teorija ir technika, bus tiek išsivystę, kad...  
 Kiekvienas žmogus panašiai kaip kad dabar turi laikrodį, turės „Informerį“ — garsų, šviesos vaizdų, gal ir skonio, kvapų, nervinių signalų siųstuva, imtuvą bei dabartinių mūsų supratimu galingą skaičiavimo mašiną. Informeris bus ne didesnis už šių dienų rankinį laikrodėlį, todėl patogus nešioti.  
 Norėdamas sužinoti, kas yra pasaulyje parašyta tuo ar kitu mokslu ar technikos klausimu, arba gauti kokių nors kitų duomenų, žmogus galės užklausti per individualų informerį automatinę biblioteką ir momentaliai gaus atsakymą žodžiu, raštu arba vaizdais.  
 Informerio pagalba bus galima gauti ne tik mokslinę, techninę ar ekonominę informaciją. Automatinė biblioteka per kelias minutes prisius norimos grožinės knygos kopiją, o paprastai, ir paskaitys ją garsiai. Galima bus paprašyti parodyti per individualų ar namų informerį norimą spektaklį, koncertą, kino filmą ar televizijos laidą, kurioje daly-

vautų mėgiamai atlikėjai, dabar gyvenantieji ar anksčiau gyvenę.  
**Automatinė sporto biblioteka** galės parodyti nors ir seniai įvykusias sporto varžybas.  
**Automatiniai informacijos centrai** galės pateikti duomenis apie pasauliye esančias tos ar kitos rūšies preces, pasakyti bet kurio pasaulio gyventoją ar įstaigos adresą, konsultuoti apie turistinius maršrutus, priminti įvairiausių individualius užsakymus ir skirstyti juos gamintojams.  
 Kiekvieno žmogus sveikatos būklę nuolat automatiškai kontroliuos automatinis diagnostinis centras. Jis momentaliai perspės žmogų, jei jo sveikatai grės bent menkiausias pavojus, patars išliecni apsvikinti, laikyti tam tikro režimo, siūgti vaistų, rimtesniais atvejais — kreiptis pas tos ar kitos specialybės gydytoją, nelaimingo atsitikimo atveju — automatiškai iškvies greitąją pagalbą.  
 Moksliniam darbu bus la-

bal plačiai naudojami atpažįstantieji automatai, kurie grupuos sudėtingų gamtos ir visuomenės būsenų matavimų duomenis. Todėl mokslinis darbas bus žymiai spartesnis ir efektyvesnis.  
 Ar visa tai iš tikrųjų bus įgyvendinta po penkiasdešimt metų, dabar labai sunku pasakyti. Gal būtų bus padaryta žymiai daugiau. Aišku tik, kad reikia išspręsti dar ne viena mokslu ir technikos problema.  
 Įdomu pastebėti, kad mūsų respublikos mokslininkai yra nemažai nuveikę atpažinimo automatizavimo srityje. Pavyzdžiui, „Sigmos“ susivienijimo skaičiavimo mašinų specialius konstruktorių biuras paruošė serijinei gamybai įrenginį, skaitantį ranka rašytus ir spausdintus skaičius, ir keturis specialius ženklus. Per sekundę šis automatinis įrenginys atpažįsta ir išvertia į mašinos kalbą iki 200 rašto ženklų. Tai pirmas Tarybų Sąjungoje atpažįstantis pramoninis įrenginys.  
 Be šių konstruktorių, nemažus mokslinio tyrimo darbus atlieka Kauno Politechnikos institutas, Vilniaus Valskybinis V. Kapsuko universitetas, o Mokslų Akademijos Fizikos ir matematikos institute sukurtas net atpažinimo procesų sektorius.  
 Norisi dar kartą pabrėžti, kad čia aprašyti, dabar kiek fantastiškai atrodantys dalykai, dėl didelių mokslu ir technikos vystymosi tempų po kelių dešimčių metų gali atrodyti labai kuklūs.

50 years time?” The article was titled “*Informeris vietoj laikrodžio*” (Informer in the place of a Watch). His vision of “informer” is now already obviously implemented by various forms of portable computing and mobile devices and much earlier than after 50 years.

Special attention to the use of computers for military purposes have affected overall development of computing technology in the USSR. There is one example from the Cold War times. In order to create a permanent danger situation USSR have placed missiles carrying atomic bombs on the submarines which were moving around USA. USA have replied by the placing to the ocean the special devices with hydrolocators enabled to communicate with Earth satellite. USSR forces have “fished” these devices and extracted the most modern microelectronics from them – this was “layer-by-layer” copied in the USSR factories (including in Vilnius).

Thus, USSR was technologically lagging behind USA for relatively short period – just about 1.5 years. Soviet generals once told to the researchers who wanted to extend microelectronics developments – “Why do we need your science if we can make it by ourselves?” The facts of plagiarism were noticed in the West and found a lot of publicity in the hi-tech press including the verbatim translation of the USA magazine “Electronics” to the Russian “Elektronika” which was available in the major libraries in the USSR. As a response American microchips have got a special elements which did not allowed copying – it simply did not worked. That showed the actual lagging of the Soviet industry.

Fig. 7. Vision of the future: Newspaper “Tiesa” article featuring Laimutis Telksnys  
 “How do you see 2017?: Informer in the place of a Watch”

### 3. Vilnius Factory of the Calculating Machinery “Sigma”

#### 3.1. Mechanical Era

At the time of Cold War between the USSR and the USA there have started a missile and nuclear weapons race. A lot of scientific calculations in the USSR were done using mechanical arithmometers such as shown in Fig.7 – sometimes hundreds of people were doing calculations simultaneously.



Fig. 8. Arithmometer Feliks-M

Arithmometer Feliks-M was usually produced in the “camp for re-educating of the young under-age criminals”. The apparatus was very similar to the contemporary German and Swedish designs. This apparatus was widely know as



“Iron Feliks” to the memory of Feliks E. Dzeržinski, the first head of the ČK/OGPU/NKVD, which led to the establishing of the KGB.

By the decision of the USSR government No 1334 of 1954.07.02 it was planned to build a factory in Vilnius which will produce cash registers. Based on that decision during the 1954–1955 the Leningrad State Institute for Design of the Factories prepared necessary documentation for the construction of the factory. On 1955.01.12 the local Vilnius government allocated a field of land in the area of Verkių and Dzeržinskio streets. By the order Nr 26/k of 1956.05.05 to the position of the new factory director was assigned Bronius Borisa and in July of 1956 the construction works have started with first building – office of the factory – finished in autumn of 1956.



Fig. 9. Bronius Borisa, the first director of “Sigma”

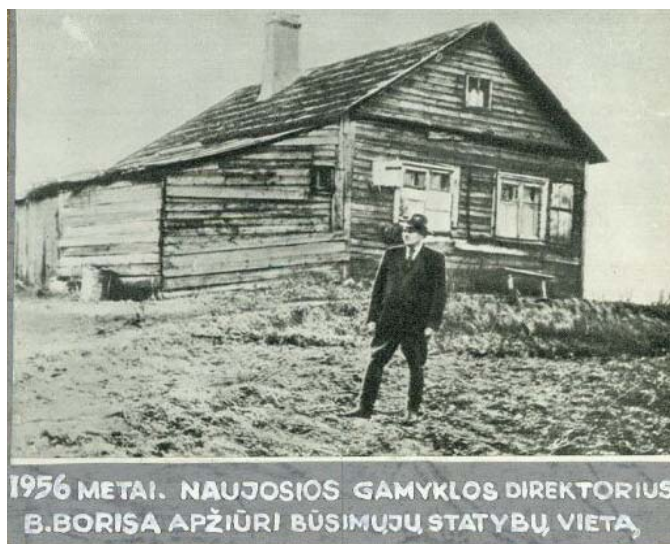


Fig. 10. B. Borisa at the future factory field (1956)

In 1957, with a few manufacturing workshops already built, the factory is preparing to the production of the multi-sectional cash registers and getting ingredients from Leningrad Cash Register Factory. By the decision No 56 of the LSSR National Economy Council (SovNarChoz) dated 1957.10.15 the Vilnius Cash Register Factory name and specialization was changed to become the Vilnius Factory of the of Calculating Machinery which significantly affected its future strategic developments.

And there is a historic moment – in February 1958 are assembled the first cash registers KA, later modified to KO – all together 404 units produced in 1958. From the June 1958 started preparation to the manufacturing of the perforators PS-80-1 and PR80-2 – in collaboration with the Moscow Factory of the of Calculating Machinery. By the end of 1958 Vilnius factory was employing 261 people.

In 1959 at the factory was established “Experimental Workshop” in which in May was produced electrical relay training/tuning workbench. Later on this workshop was producing perforators PJ-80-1, PS-80 and PR-80-2 – all together 13 machines per year. As you can see from the figures these apparatus were of the significant size and weight as compared with the modern devices.



Fig. 12. The first products of the factory: Cash Register, Perforators PR-80-2, PS-80

### 3.2. Electronics Era

In 1960 there started manufacturing of the electronics-based devices such as EV-80-30. Later it was followed by the EV-80-30M device – during 1960 there were manufactured 10 devices. At the same time it was continued design and manufacturing of the 45 column perforators such as PR45 and PJ45.

The factory was developing and in October 1961 there started an export of perforators to the foreign countries. Perforators EV-80-3M were still manufactured – 53 units by the end of the year.

It is very little known fact that at the Vilnius Factory in 1962 was designed and manufactured analogue computer EASP-S – designed by the Head Constructor Laimutis Telksnys. There were produced 5 units. He also commented about the first Vilnius Factory manufactured computer: *“The very first computer made in Lithuania in Vilnius Factory was a clone of the “IBM-604”. The original computer was most likely delivered via the 3rd countries, disassembled to the parts and was re-designed using soviet vacuum tubes”*.



Fig. 13. EV-80-3M  
Testing

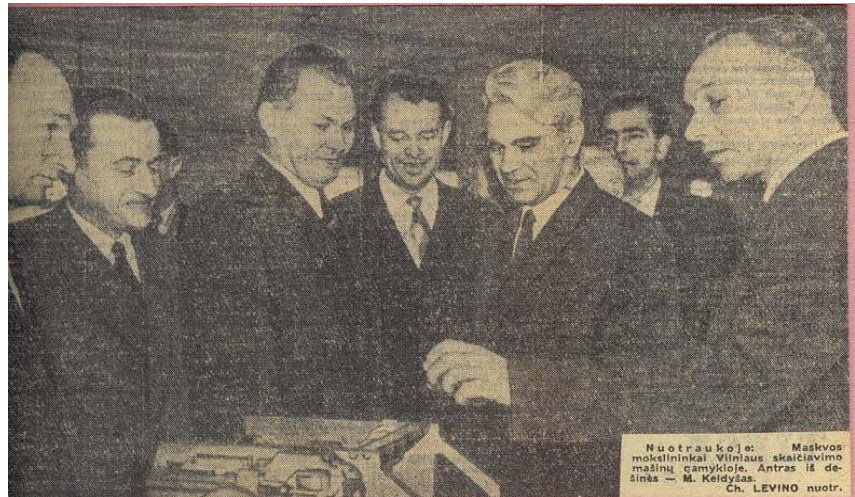


Fig. 14. The President of the USSR Academy of Sciences  
(1961–1975) Mstislav Keldysh visiting Vilnius Computer Factory

IBM 604 had a control panel programmable Electronic Calculating Punch introduced in 1948.

In 1964 Vilnius Calculating Machinery Factory started to produce calculators “Vilnius” and “Rasa” which to the average person looked like very big typing machines which, however, was able to perform 6 arithmetic operations.

In 1963 was designed the second generation computer “Ruta” which was capable to perform 2,500 operations per second – the current processors can do over 100 Mln operations per second. After 5 years this computer was improved and appeared on the market as “Ruta-110” – for it’s manufacturing was needed 410 kilometers of electrical wires and 16,000 transistors and diods. There were manufactured 37 of such computing systems.

In 1966 this Factory become the “Sigma” Amalgamation Center.

### 3.3. Microprocessor Era

In 1973 “Ruta” computer was replaced by the 3<sup>rd</sup> generation “mini-computer” M5000 (40 sq.meters space and 2.4 tonnes of weight). These computers were faster and used for the mathematical and logical processing of the economic information (manufactured 1973–1979). It was followed by the modernized models M5010 (1975-1981) and M5100 (1978–1984).

Development of the mini-computer systems continued at “Sigma” with very successful models such as SM1600 (a clone of the DEC PDP-11/34, manufactured in 1982–1988) and super-mini SM1700 (a clone of the DEC VAX 11/730, manufactured in 1986–1990) – the latest in the USSR was commonly known as “LitVax”.

Additionally, in 1986 by the Kaunas Polytechnic Institute (now Kaunas University of Technology, KTU) together with the Kaunas Radio Measurement Technology Research Institute was designed the first personal computer in Lithuania – “Santaka”. It was a clone of the very popular in the West “Sinclair ZX Spectrum” computer which looked more like a keyboard attached to the TV set which was playing a role of computer monitor.



Fig. 15. The first Lithuanian personal computer “Santaka-002”

After that started the “screw-driver” manufacturing period of the personal computers in Lithuania – i.e. compatible with IBM by hardware and Microsoft by software.

## References

1. Saint Petersburg State University. <http://www.eng.spbu.ru/>
2. Nicolaus Copernicus. [http://en.wikipedia.org/wiki/Nicolaus\\_Copernicus](http://en.wikipedia.org/wiki/Nicolaus_Copernicus)
3. Philipp Melanchthon. [http://en.wikipedia.org/wiki/Philipp\\_Melanchthon](http://en.wikipedia.org/wiki/Philipp_Melanchthon)
4. Jesuit Order. <http://www.history.com/this-day-in-history/jesuit-order-established>
5. Steponas Batoras. [http://lt.wikipedia.org/wiki/Steponas\\_Batoras](http://lt.wikipedia.org/wiki/Steponas_Batoras)
6. Christopher Clavius. [http://en.wikipedia.org/wiki/Christopher\\_Clavius](http://en.wikipedia.org/wiki/Christopher_Clavius)
7. Matematikos pradžia Lietuvoje. <http://www.spauda.lt/science/math/math-lith.htm>
8. Aleksey Mikhailovich Romanov. <http://russiapedia.rt.com/prominent-russians/the-romanov-dynasty/aleksey-mikhailovich-romanov/>
9. Sergey Lebedev. [http://en.wikipedia.org/wiki/Sergey\\_Alexeyevich\\_Lebedev](http://en.wikipedia.org/wiki/Sergey_Alexeyevich_Lebedev)



# Beginning of Computing in the Soviet Baltic Region

Enn Tyugu

Institute of Cybernetics at Tallinn University of Technology  
Tallinn, Estonia  
tyugu@ieee.org

This talk includes references at events, people and trends in computing in the Baltic region of the Soviet Union. It is based on the material presented at the Conference on History of Nordic Computing held in Turku, Finland in 2007.

## 1. Introduction

Title of the work sets the time period of the subject – until fall of the Soviet Union, practically in the end of the 1980s. Most of the material of the present paper is available from a talk given at the Conference on History of Nordic Computing held in Turku, Finland in 2007<sup>1</sup>. The geographical focus is on three Baltic republics: Latvia, Lithuania, Estonia and Leningrad. My personal experiences relate to Estonian computer engineering and science. Therefore, we will consider computing in this small country in more detail.

Computing in the Soviet Union was considered as a part of cybernetics – a “capitalist pseudoscience” in fifties of the last century; hence, it was publicly nonexistent although the computers were used by physicists and space engineers. Nikita Khrushchov suddenly decided in 1958 that the country urgently needed a larger number of computer engineers and mathematicians with computing skills for defense and space industry. Several hundreds young physicists, mathematicians and electronic engineers were reeducated in two years in Leningrad Polytechnical Institute (LPI) and Moscow Energy Institute (MEI) providing them as good education in computing as it was possible in those days. It may be interesting to look at the computer science curriculum of those days. Below is the complete list of courses together with number of hours of supervised work – lectures and applications (taken from the course list of the author) given to the computer specialists in Leningrad.

- Ordinary differential equations – 90
- Algebra – 90
- Functions of a complex variable – 90
- Probability theory and statistics – 105
- Partial differential equations – 30
- Numeric methods – 60
- Programming – 55
- Control theory and tracking systems – 204
- Semiconductors and magnetic elements – 60
- Electronic devices – 150
- Theory of electric circuits – 60
- Arithmetic and logic of computers – 45
- Theory and design of analog computers – 90+180
- Theory and design of digital computers – 108+206

The last two courses included many hours of practical work (180 and 206 respectively). One can notice the absence of logic, theory of algorithms and discrete mathematics, although the curriculum was rather mathematically oriented. As we can notice, only a single rather short course in programming was offered. The education was strongly oriented at hardware design and applied mathematics, because the educators knew little about programming. The term “software” did not exist yet. Although programming languages Fortran, COBOL and Algol already existed, they were neither used nor taught to students in those days in the Soviet Union. However, the first book about a compiler was already written by Andrei Ershov [1], and the first two Algol compilers were under development under supervision of Andrei Ershov and Svjatoslav Lavrov.)

## 2. First Years of Baltic Computing

When I went to study computing in *Leningrad* in 1959, there was computing experience in a number of institutes. Computers were designed at least in the Leningrad Polytechnic Institute (team leader – professor Taras Nikolajevich

---

<sup>1</sup> J. Impagliazzo, T. Järvi, P. Paju (Eds.) History of Nordic Computing 2 -- Second IFIP WG 9.7 Conference, HiNC2, Revised Selected Papers. IFIP Advances in Information and Communication Technology, v. 303. Springer, 2009.

Sokolov), in the Leningrad Electrotechnical Institute (Vladimir Borisovich Smolov) and in a closed military institute KB-2 of Electronic Technology led by Philip Staros (see also below). Computer factories were in the military sphere, and were almost inaccessible even for the computing students. Programming was taught to some extent in the universities, and the programming expertise existed in computing centers, e.g. in the Computing Center of the Leningrad Department of the Mathematical Institute of the Academy of Sciences. This expertise gradually spread to the whole Baltic region.

Among the graduates of the classes given in Moscow and Leningrad were ten Estonians and even a larger number of Lithuanians who then returned to their countries. This was an essential source of expertise in computing in the Soviet Baltic Republics.

The first input to *Estonian* computing came from some enthusiastic mathematicians of Tartu University. At the end of the 1950s, Ülo Kaasik initiated mathematically oriented computer science education at the University of Tartu, and its first graduates came in 1960. A young mathematician Leo Võhandu soon joined Ülo Kaasik in Tartu, and moved later to Tallinn Technical University where he coordinated the computing education.

*Lithuanian* computing graduates from the Leningrad Technical University became the key players in a newly founded computer plant in Vilnius, and therefore they were not immediately visible in science. A computer plant in Vilnius, later known under the name “Sigma”, became one of the major computing equipment producers for non-military computer systems. The Ruta 110 computer designed and produced in “Sigma” was widely used in the Soviet Union. There were two Lithuanian centers of computer science research – one in Vilnius and another in Kaunas. The leader of the center in Kaunas became Henrikas Pranevičius who graduated Kaunas Polytechnic Institute as a radio engineer in 1964. People know him for his works in formal methods and simulation applied to distributed systems. Albertas Caplinskas and Olegas Vasilecas worked in the field of knowledge-based software in Vilnius.

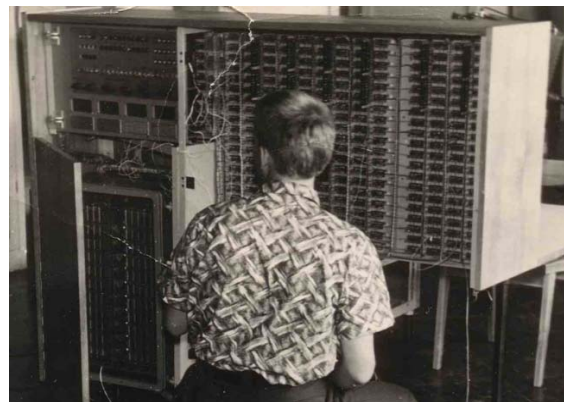
A *Latvian* young mathematician Janis Bardins from Riga was a graduate student of Boris Trakhtenbrot in Novosibirsk, a well-known expert in automata theory in sixties. Barzdins became the leader of computer science in Latvia. Janis Barzdins obtained fundamental results in inductive inference, and later applied his experiences in inductive program synthesis. Besides these works, they did more research on the border of logic and computing at the University of Latvia. An active group of researchers in computer science grew around Janis Barzdins, including I. Etmane, R. Freivalds and others. Their research focused on logic and included various methods of synthesis of programs. Another research direction in the University of Latvia was automatic test generation (Janis Bicevskis, Audris Kalnins, Juris Borzovs). Interesting research was carried out in the Riga Technical University in the field of fuzzy sets (Janis Osis had spent a year with L. Zadeh at Berkeley University) and system analysis by means of topological models.

Early *Estonian* computing was influenced by the fact that Institute of Cybernetics was founded in Tallinn in 1960, primarily by initiative of Nikolai Alumäe, who needed computers for his research in dynamics of thin shells (submarine hulls). This institute was a place where the first digital computer M-3 was built in Estonia in 1960. It had been originally designed in Minsk, but was significantly improved by adding a core memory instead of a much slower magnetic drum. This increased the performance of the computer considerably. The Institute of Cybernetics became a leading research center in computer science and computer applications in the Soviet Baltic region.

The first minicomputer called STEM, see Figure 1, was designed and built very early in Estonia – in years 1962 – 1964 at the Electrotechnical Research Institute in Tallinn. It had 16-bit words, small core memory, large ROM that hosted a kind of a database of metal cutting parameters and operations’ times. It supported an interactive textual input-output through electric typewriter. This computer was unusually reliable for those days. (Its logic was built on reliable ferrite-diode components produced by a military factory in Leningrad.) It was used in a technology department of Kirov factory in Leningrad and not in a computing center, because it did not require technical support around the clock that was otherwise a common requirement in those days. It was used for engineering calculations during many years. More computers of this kind, but on different component base were built in Tallinn later for large aviation industry plants.



a) Typewriter as IO device



b) ALU on ferrite-diode elements took most of the space

Fig. 1. Minicomputer STEM in 1964

Neither M-3 Estonia nor STEM were the first computers built in Estonia. The very first was an analog computer designed and built in 1959 by electrical engineers of the Tallinn Technical University for the purpose of modeling and simulation of large power networks. This computer is shown in Figure 2.



*Fig. 2.* The first analog computer built in Estonia

### 3. Computer and Software Science in Estonia

Early research in computer science in Estonia was mainly in programming languages. This was language design, compiler development and theory of formal languages. Malle Kotli developed and implemented a language called MALGOL (modular Algol) that was widely used on popular Minsk computers. A rather original data processing language VELGOL was developed and implemented by a team led by Vello Kuusik. On the theory side, Mati Tombak became a leader of research in formal languages, and he supervised a number of Ph.D. theses in this area. Success in syntactic approach inhibited deeper interest in semantics of computations in Estonia for years. The situation changed in the end of seventies, when Merik Meriste and Jaan Penjam proposed new efficient methods of implementation of attribute semantics, and wider interest in automatic program construction emerged.

#### 3.1. Theoretical Computer Science

In the beginning of seventies, Wilhelm Kracht introduced automata theory in his seminars to young scientists. It gave output in the form of Ph.D theses on decomposition and other problems of automata (Gabriel Jakobson, Andres Keevallik, Paul Leis) soon. This research domain became practically widely recognized many years later, when fast computers and new challenges in chip design appeared. Many theses were written in the Institute of Cybernetics on the border between computer science, numeric methods and statistics. Leaders from the math side were Ivar Petersen and Sulev Ulm. A brief survey of research topics in 1970s and 1980s in Estonia is as follows.

Research in databases (Ain Isotamm, Anne Villems, Enn Tyugu, Ahto Kalja, Hele-Mai Haav).

Control theory and computer control (Ülle Kotta, Raul Tavast, Leo Mõtus).

Systolic algorithms and FFT (Ilmar Arro, Toomas Plaks).

Synthesis of programs (Enn Tõugu, Grigori Mints).

Attribute grammars (Jaan Penjam, Merik Meriste).

Expert systems and knowledge representation (Jaak Tepandi, Enn Tõugu, Mare Koit).

Logic – proof theory, realizability, model checking (Grigori Mints, Tanel Tammet, Sergei Tupailo).

Software environments (Boris Tamm, Juhan Pruuden, Mihail Matskin, Aleksander Shmundak).

Test generation (Raimund Ubar).



### 3.2. Software Tools and Applications

On the software side, the first remarkable result was development of a language and environment SAP-2 for numeric control of machine tools in the beginning of sixties. The system SAP-2 was introduced in the Soviet aviation industry and gave a good position for its leading developer Boris Tamm in the Soviet computing. Another group of researchers (Enn Tyugu, Kalju Tinn et al) developed and applied in industry a modular programming environment SMP in the end of sixties. It included even a simple operating system for batch processing of jobs on Minsk 22 computer. This became a starting point for research in software engineering here, because SMP was supported by a well-defined software technology and documentation. This research direction was continued by development of structural synthesis of programs and its implementation in several software tools (PRIZ, MicroPRIZ, ExpertPriz, Nut and Nuts). These tools were used in the development of CAD/CAM applications. The first engineering applications were optimization programs for machine tools – calculating cutting conditions, processing time etc. for Kirov plant in Leningrad in sixties. Larger applications were developed for Elektrosila plant in Leningrad and rocket engines plant in Dnepropetrovsk in seventies. Numerous applications in power semiconductor design and technology for Tallinn Electrotechnical Plant were developed in eighties under supervision of Valeri Grigorenko.

On the data processing side, there was an information system project for a large wholesale warehouse of Estonian Consumers Cooperative Society (ETKVL) that was completed already in sixties. The ETKVL administration strongly supported this project, and it attracted good software developers due to good working conditions and salaries; it became a success case of large information system development in the Soviet Union. Another long-lasting and quite successful information technology project in Estonia was computer control of chemical processes in the oil shale chemistry, done by researchers of the Institute of Cybernetics and supervised by Raul Tavast in 1970s.

### 3.3. Computer Design Office

An important milestone of computing in Estonia was founding of the Computer Design Office (EKTA) of the Institute of Cybernetics in 1976. This had been a dream of Harry Tani, an outstanding computer engineer, who became the director of research of EKTA. Due to his personal contacts with German engineers as well as with researchers in the Soviet Union, EKTA got advanced microprocessors and printed circuits technology, and it evolved into a leading center in design and application of microprocessor systems in the Soviet Union. The Computer Design office even designed and manufactured a small number of personal computers Juku for Estonian schools in 1988. It was a dream that success of this project would have the influence on education in Estonia comparable to the publication of bible in the native language that had happened in the eighteenth century. Unfortunately, manufacturing of Juku computers in larger numbers was impossible because of shortage of reliable components and devices like disk drives.

## 4. Computing in Leningrad

Leningrad had strong computer science and engineering education in many universities. However, paradoxically, few widely known results in computer science came out. Probably, the main reason was the confidentiality of many works performed in military institutions of this city. This kind of institution was, for example, a Construction Bureau-2 (KB-2) of Electronic Technology headed by Philip Staros (Alfred Sarant), who developed the lightweight computers for space, and was the first to develop pocket calculators in the Eastern Block in seventies. Still, we remember a number of very interesting and pleasant people from Leningrad closely related to Estonia. Viktor Varshawski and his colleagues were most supportive to young Estonian researchers. A prominent computer scientist Svjatoslav Sergejevich Lavrov supported Estonian researchers after he had moved from Moscow to Leningrad in the beginning of seventies. He became a professor at the Leningrad University and director of the Institute of Theoretical Astronomy where he organised a strong group of researchers. New generation of researchers grew at the Leningrad University, among them Andrey Terekhov. Leningrad Research Computer Center (LRCC) of the USSR Academy of Sciences was founded in 1978, and this institute grew in a leading research centre (SPIIRAN today). Estonian researchers had lasting good contacts with Viktor Vasiljevich Aleksandrov from this institute. A special relation was between the Institute of Cybernetics in Tallinn and Leningrad Division of Mathematical Institute of the Soviet Academy of Sciences (LOMI). A strict constructivist logician Nikolai Shanin and his group had a strong influence on Estonian theoretical computer science. The members of this group Sergei Maslov (proof theory), Anatol Slisenko (recursion theory), Grigori Mints (proof theory), Yuri Matijasevich (algebra and logic) have all strongly influenced Estonian computer scientists. Grigori Mints worked as a researcher in the Institute of Cybernetics for ten years before taking a position of professor at Stanford University in the USA.

## 5. Two Leagues of the Soviet Computing

Speaking about the computer science in the context of the Soviet Union, one has to bear in mind that it had been from the very beginning closely related to the Soviet power structures (defense industry and military institutions). This continued even later when usage of data processing became widely available. In the conditions of shortage of resources,

the computing industry and computer science could be divided roughly into league A that had better resources (including practically unlimited number of people in the research groups) and served the power structures, and league B that had shortage of resources, but more openness and some freedom of research. Attributes of league A were computers M-20, BESM-4, BESM-6 and later Elbrus. League B had mainly the popular Minsk computers, and from the end of the seventies, also ES (or Rjad) computers that were copied from the IBM 360/370 mainframes. Computers mattered for software research in those days, because software was very much dependent on a hardware platform.

Estonian computer science belonged to the league B, especially, there was no BESM computer in Estonia except in some military institutions that were completely closed to researchers. It seems now that this was a smart decision of leaders of local institutes, in particular, of Boris Tamm and Nikolai Alumäe who were in the position of influencing the decision-making on high level. This gave more freedom in communication with West and more openness. However, already from the beginning of seventies, Estonian researchers established good contacts with researchers from the league A. This happened due to regular summer and winter schools organized in summer and winter resorts of Estonia jointly by universities and Academy of Sciences with good programs and participation of research leaders of most of the league A groups. Gradually, we started feeling like belonging to the league A, except that we did not have the right computers. Finally, a decision was made at the end of seventies that we should try to obtain a new Soviet supercomputer Elbrus-1. It happened that Elbrus-1 with serial number 10 was planned for delivery to the Institute of Cybernetics in 1979–1980. The academy also got financing – almost 11 million rubles. Only the computer did not appear in time. It did not appear even a year later, and became operational only in 1987. Then we had already workstations that made simple arithmetic operations with short numbers faster than Elbrus-1 with its long words and very complex CPU.

## 6. The Start Project

START was a large computer hardware and software project in the Soviet Union where Estonian researchers actively participated in eighties. This project was initiated by researchers from Moscow (Viktor Brjabrin), Novosibirsk (Vadim Kotov and Aleksandr Narinyani) and Tallinn (Enn Tyugu) as a late response to the Japanese Fifth Generation Computer Project. There had been some attempts to establish a cooperative fifth generation computer project in the Eastern Block as a response to the respective Japanese project. These attempts were not successful, and this gave an opportunity for the researchers with good contacts to Guri Marchuk (the Chairman of the State Committee for Science and Technology and President of the Academy of Sciences) to propose the project START. Its intent was a completely open (non-secret) virtual research enterprise, contrary to several other similar Soviet projects. The aim of the initiators of the project was obviously to get better resources for testing their ideas in computer architecture (Vadim Kotov), software (Viktor Brjabrin) and artificial intelligence (Aleksandr Narinyani, Enn Tyugu). Due to the direct support from the president of the Soviet Academy of Sciences, the project enjoyed good resources. A special issue of the *Communications of the ACM* [2] described the outcome of the project START. About thirty persons participated in the project from Tallinn. The main results in Tallinn were a workstation PIRS with a 32-bit processor KRONOS (processor developed in Novosibirsk), including software of the workstation (C compiler, UNIX installation, and a windowing system) and an intelligent programming environment Nut written in C. Later on, the Nut system appeared on many workstations and PCs; it was used for simulation in large projects such as hydraulic systems design and a radar system design of Estonia.

## 7. Western Contacts

Although Estonia was behind the iron curtain, the country had better scientific contacts with the West than most parts of the Soviet Union. There was a special agreement on scientific cooperation between the Soviet Union and Finland in the field of computer science. Academician A. A. Dorodnitsyn supervised this cooperation, but Estonian scientists enjoyed the Finnish contacts without much interference from Moscow. In the beginning of 1988, the cooperation contract became an Estonian-Finnish agreement. Finnish scientists (Reino Kurki-Suonio, Markku Syrjanen, Hannu Jaakkola, Timo Järvi, Esko Ukonen, Kari Eloranta and many others) were frequent visitors to Estonia. Jaak Henno received a postdoc position with A. Salomaa's group in 1976; he worked on the complexity of multiplace functions and even published together with Salomaa. Good contacts were established with Denmark (Dines Björner) and Sweden (Bengt Nordström's group and Jan Smith in particular, also Per Martin-Löf) in eighties. Eric Sandevall from Linköping sent a source code of Interlisp to the Institute of Cybernetics when it became a popular AI programming tool, and helped in this way the researchers in artificial intelligence to become a part of international AI community. Estonia became a meeting place of western and eastern computer scientists where they held numerous meetings, because it was easily accessible from both sides, especially by ferry from Helsinki.

## 8. Restructuring of the Research

The START project gave some resources to researchers in the end of eighties, when the international embargo on hardware and software was very restrictive. In addition, EKTA had good economy, and had contacts with partners from West. This helped the research in computer science to survive until the end of the Soviet Union, when the situation

changed abruptly. This is visible from the Figure 3 where one sees almost constant growth of the number of employees of Institute of Cybernetics and EKTA until the year 1992 [3]. The only disruption of the linear growth is due to building up EKTA in 1976–1978.

What happened later is another story. Briefly, the banks and other rapidly developing enterprises attracted smart experts, and a number of researchers with good credentials left to other countries. EKTA became a small independent high-tech company, also some other application-oriented groups of the institute left it. The institute was incorporated in the Tallinn University of Technology. Today, it continues with almost constant number of employees, including some very bright young researchers, as a typical Western research center.

The story of Institute of Cybernetics and EKTA was rather typical to research centers that lost most of their financing that formerly came from the academy of sciences. Some of them disappeared, some were restructured. The bright computer experts found new jobs easily.

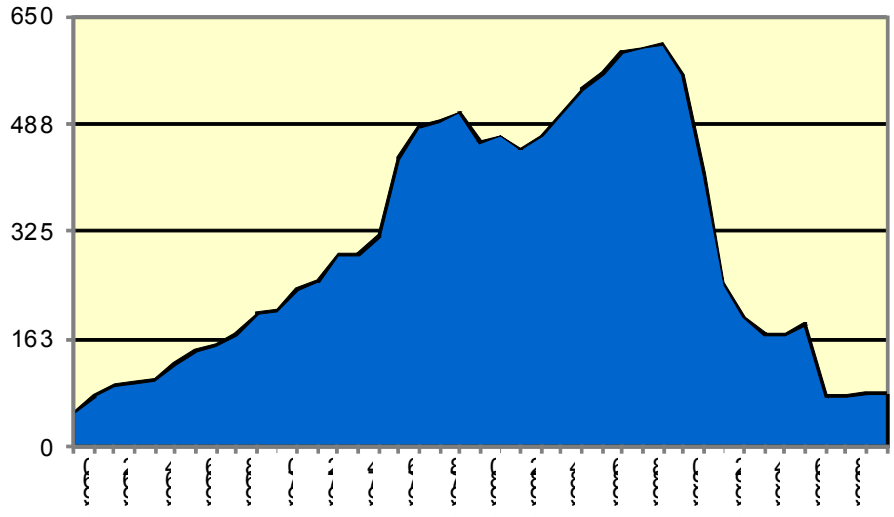


Fig. 3. Number of employees in the Institute of Cybernetics

## References

- [1] A.P. Ershov. Programmiruyushchaya programma dlya bystrodeistvyushchei elektronnoi schetnoi mashiny, 1958
- [2] *Communications of the ACM*, v. 34, No. 6 (1991) 46 – 59.
- [3] Institute of Cybernetics in changing times. (In Estonian: Küberneetika Instituut muutumas ajas) Institute of Cybernetics, Tallinn, ISBN 9985-894-25-1(2000).

## Член-корреспондент Академии наук СССР Н.Я. Матюхин – конструктор ЭВМ для систем ПВО страны

Тамара Миновна Александриди, Елена Николаевна Матюхина

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)  
alexandridi@mail.ru

Матюхин Николай Яковлевич – выдающийся ученый в области вычислительной техники и конструктор универсальных и специализированных ЭВМ для систем противовоздушной обороны (ПВО) родился в феврале 1927 в г. Ленинграде. В апреле 1950 года с отличием закончил Радиотехнический факультет Московского Энергетического Института. Во время учебы он серьезно заинтересовался научной работой в области радиопередающих устройств УКВ диапазона. По результатам этой работы на 4 курсе института он получил два авторских свидетельства на изобретение новой системы радиопередатчика с повышенным КПД. Весной 1950 года член-корр. И.С. Брук пригласил Н.Я. Матюхина на работу в Энергетический институт АН СССР.

О том, сколь удачным для лаборатории было такое пополнение в единственном лице, говорит тот факт, что уже в апреле, то есть всего через два месяца, И.С. Брук, уверовавший в талант новообращенного помощника, оформляет постановление президиума АН СССР о разработке цифровой электронной вычислительной машины, получившей впоследствии название М-1.

Первое задание руководителя – спроектировать важный узел ЭВМ, дешифратор, да еще безламповый, то есть использовать для построения логических элементов вместо электронных ламп поступившие по репарациям немецкие купроксные выпрямители. Быстро разобравшись в структуре и архитектуре ЭВМ, Н.Я. Матюхин занялся детальной разработкой арифметико-логического устройства, а также устройства управления и памяти на магнитном барабане.

В 1951 г. была создана первая в Российской Федерации автоматическая цифровая вычислительная машина (АЦВМ) М-1, содержащая всего 730 электронных ламп. Запущенная в опытную эксплуатацию в начале 1952 г., она оказалась единственной в Российской Федерации действующей ЭВМ. В М-1 впервые вместо электронных ламп (диодов) были использованы полупроводниковые (купроксные) выпрямители, рулонный теле-тайп, рассчитанный на печать длинной строки (вместо ленточного на одно число в строке), впервые была применена двухадресная система команд. Со слов остальных участников создания машины, Н.Я. Матюхин фактически был главным конструктором М-1, а затем ЭВМ М-3, формально не являясь таковым, а И.С. Брук в полной мере выполнил роль научного руководителя разработки.

В декабре 1951 года в лаборатории Электросистем Энергетического института АН СССР под руководством член-корреспондента АН СССР Исаака Семеновича Брука был выпущен научно-технический отчет «Автоматическая цифровая вычислительная машина М-1», утвержденный 15 декабря 1951 года директором ЭНИН АН СССР академиком Г.М. Кржижановским – это был первый в СССР научный документ о создании и вводе в строй автоматической цифровой вычислительной машины.

В этом отчете были представлены следующие новые научные решения, впервые предложенные в мировой практике создания электронных вычислительных машин:

- построение логических схем на полупроводниковых диодах;
- двухадресная структура команды;
- построение быстродействующей электростатической памяти на обычных осциллографических электронных трубках.

Впервые в мировой практике создания цифровых электронных вычислительных машин в М-1 диодные логические схемы строились на полупроводниковых элементах (купроксные выпрямители КВМП-2-7).

При разработке М-1 были предложены и реализованы принципиально новые технические решения, в частности двухадресная система команд, нашедшая впоследствии широкое применение в отечественной и зарубежной вычислительной технике. Вспоминая позднее об этом решении, Н.Я. Матюхин писал: *«Сам выбор системы команд был для нас делом непростым – в то время общепринятой и наиболее естественной считалась трехадресная система, шедшая еще от работ фон Неймана, которая требовала достаточно большой разрядности регистрового оборудования и памяти. Наши ограниченные возможности стимулировали поиск более экономных решений. Как иногда бывает в тупиковых ситуациях, помог случай. И.С. Брук в то время пригласил на работу молодого математика Ю.А. Шрейдера. Осваивая вместе с нами азы программирования, он обратил наше внимание на то, что во многих формулах приближенных вычислений результат операции становится для следующего шага одним из операндов. Отсюда было уже недалеко до первой двухадресной системы команд. Наши предложения были одобрены И.С. Бруком и после АЦВМ М-1 получили дальнейшее развитие в машине М-3 и серии машин «Минск».*

Комплексную отладку машины, разработку системы команд, отработку технологии программирования и тестирования возглавил Н.Я. Матюхин, который фактически выполнял функции главного конструктора.

Ознакомиться с работой первой московской ЭВМ приезжали видные ученые, в том числе, академики А.Н. Несмеянов, М.А. Лаврентьев, С.Л. Соболев, А.И. Берг. Одним из первых на М-1 решал задачи по ядерным исследованиям академик С.Л. Соболев, бывший в то время заместителем директора по научной работе в институте И.В. Курчатова. Три года машина М-1 находилась в эксплуатации и первые полтора года была единственной в Российской Федерации действующей ЭВМ. Она была изготовлена в единственном экземпляре, но ее архитектура и многие принципиальные схемные решения были приняты в дальнейшем за основу при разработке серийных машин М-3, «МИНСК», «РАЗДАН» и др.

М-3 стала одной из первых ЭВМ класса малых машин, подготовленной для серийного производства. Машина была настолько проста в изготовлении и эксплуатации, что ряд организаций смогли самостоятельно изготовить ее и наладить у себя по документации, выпущенной во ВНИИЭМ. В 1958 г. конструкторская документация на ЭВМ М-3 была передана Минскому заводу счетных машин для выпуска малой серии, первая машина которой была выпущена в сентябре 1959 г.

Так, по стечению обстоятельств, детище И.С. Брука и его ученика Н.Я. Матюхина, разработанное в Москве, стало выпускаться в Минске – на родине И.С. Брука.

Пройдя «школу» И.С. Брука, Н.Я. Матюхин стал выдающимся ученым, создателем собственной научной школы.

В 1957 г. Николай Яковлевич перешел на работу в Научно-исследовательский институт автоматической аппаратуры Минрадиопрома, где, будучи главным инженером, принимал участие в работах по созданию ЭВМ для ПВО страны, был главным конструктором серийных ЭВМ и управляющих комплексов специального назначения. Именно здесь в полном объеме проявились его талант и гигантская работоспособность.

Работы по созданию ЭВМ «Тетива» проводились коллективом Матюхина Николая Яковлевича. Под его руководством и при непосредственном участии были созданы целые серии специализированных ЭВМ: «Тетива», 5Э63, 5Э63-1, 5Э76, 5Э76-Б, которые и в настоящее время «служат» в составе соответствующих АСУ не только в России, но и в ближнем и дальнем зарубежье.

Хотелось бы остановиться на новых решениях, использованных в этих работах.

ЭВМ «Тетива» должна была обеспечить первичную обработку радиолокационной информации. Архитектура ЭВМ соответствовала классической архитектуре Фон-Неймана. Основные устройства: центральное устройство управления (ЦУУ), арифметическое устройство (АУ), оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), долговременное запоминающее устройство (ДЗУ), память программ, устройство связи с внешними устройствами (УСВ).

ЭВМ была построена на СПТ-схемах (схемах переключателей тока). В этих схемах не было ни диодов, ни конденсаторов. Были только триоды и сопротивления. Основу их составляли триоды типа р-п-р (П-15). Для межкаскадных переходов использовались триоды п-р-п (ПИ). СПТ были по тому времени очень быстрыми по переключению. «Тетива» была первой отечественной ЭВМ с микропрограммным управлением, то есть в устройстве управления использовалась микропрограмма, хранящаяся в матрице ДЗУ. Позже микропрограммное управление было применено в ЭВМ НАИРИ (1964 г.), в ЭВМ МИР и ЕС-1020. Долговременное запоминающее устройство (ДЗУ) обеспечивало большую надежность и возможность быстрого (при необходимости) изменения.

Оригинальным было решение использовать в АУ прямые коды операндов. Весь мир использовал обратные или дополнительные коды, а здесь – прямые. Такое АУ было более дорогим по оборудованию, чем известные, но самым быстрым и самоконтролируемым. АУ в прямых кодах «дороже» по схемам переноса, но оно было «быстрым», так как вычисляло одновременно три варианта:  $A+B$ ,  $A-B$  и  $B-A$ . Кроме знака результата на выходе формировался признак «>», «<» или «=», а главное – признак «Сбой». Он констатировал наличие ошибки в вычислениях, что обеспечивало повышение надежности ЭВМ.

Надежность также обеспечивалась примененной элементной базой, использованием ДЗУ для хранения программ и микропрограмм.

Работа над первой отечественной полупроводниковой ЭВМ «Тетива» для системы ПВО началась с макетной проработки в 1960 году. Производство ЭВМ «Тетива» было освоено заводом в Минске. В 1962 г. восемь машин были установлены на объектах.

Для обеспечения постоянной круглосуточной работы системы ПВО был подготовлен и использован «безотказный ВК» на базе 2-х ЭВМ «Тетива». При любых сбоях в ВК переключались сами «Тетивы». Более 30 лет (бессменно) трудился комплекс и даже «засек» в 1986 г. пролет Руста над Кремлем.

Еще не кончился этап освоения системы ПВО на основе «Тетивы», как полным ходом начались макетные работы над первым ввозимым вариантом ЭВМ 5Э63 и 5Э63.1. Размещение в полуприцепах накладывало требование – иметь малые установочные размеры и небольшую эксплуатационную площадь. Это достигалось, в том числе, за счет одностороннего обслуживания. В основе конструктивного подхода были функционально законченные блоки (устройство управления, арифметическое устройство, оперативная память, долговременное запоминающее устройство, устройство связи с внешними абонентами и др.). Блоки размещались в стойках-стеллажах. Соединения между блоками и стойками осуществлялось посредством соединительных колонок с разъемами, в которых были и контрольные выходы для практически всех основных сигналов. Для обслуживающего персонала это было дополнительным удобством при поиске неисправностей. В ЗИПах закладывались резервные блоки. Все это обеспечивало высокие параметры коэффициента готовности. В 1967 году после успешных испытаний в Капустинском Яре (военный полигон под Астраханью) машины были запущены в серийное производство. Были выпущены многие сотни машин.

В 1967 г. была начата работа над первой ЕС-подобной ЭВМ в блочном исполнении – 5Э76. Первая ЭВМ 5Э76 была использована в составе комплекса из 6-ти ЭВМ.

В 1969 г. начались проработки АСУ «глобального» масштаба – «от берега балтийского до берега тихоокеанского...». Главным в ней было обеспечение связи через центр коммутации сообщений (ЦКС) и постоянная круглосуточная (круглогодичная) работа в автоматическом режиме. Исходя из ограниченных площадей объектов ЦКС и требований надежности, был выбран вычислительный комплекс (ВК) из 2-х ЭВМ 5Э76-Б (модернизированная 5Э76). Новый ВК именовался 65с180. Всего за период 1972–1992 гг. было изготовлено 32 машины 65с180.

Все они были созданы при непосредственном руководстве со стороны Н.Я. Матюхина его соратниками и учениками (В.П. Харитонов, А.В. Тамошинский, А.Л. Залкинд, Е.Г. Сталин, Г.С. Вильшанский, Г.Г. Карпов, Ю.С. Бравый, В.А. Луцкекин, Л.А. Шифрина, В.А. Бирюков).

Среди важнейших научных результатов, полученных Н.Я. Матюхиным в теории вычислительных машин и систем, следует выделить разработку архитектурных принципов построения вычислительных машин и комплексов для сложных территориальных автоматизированных систем управления реальным временем и систем передачи данных в них.

Матюхин был главным конструктором многих вычислительных машин и комплексов, имеющих важное оборонное значение. Под его руководством разработано семейство сложных вычислительных комплексов второго и третьего поколений, которые десятки лет, благодаря своим высоким эксплуатационно-техническим характеристикам и архитектурным особенностям, применялись в различных мобильных и стационарных средствах ПВО.

Впервые созданные в СССР Н.Я. Матюхиным в период 1968–1971 гг. многомашинные комплексы на основе ЕС-подобных ЭВМ показали их высокую эффективность. Н.Я. Матюхин в период 1972–1975 гг. создает центр коммутации данных для информационных сетей, также явившийся первой крупной отечественной работой в этом бурно развивающемся научно-техническом направлении.

Являясь главным конструктором ряда крупных разработок, Н.Я. Матюхин одним из первых отечественных ученых почувствовал острую необходимость в автоматизации проектирования средств вычислительной техники и, начиная с 1964 г., выполнил ряд основополагающих исследований в этом важнейшем направлении. Под руководством и при непосредственном участии Н.Я. Матюхина издается первая отечественная книга в этой области («Применение ЦВМ для проектирования цифровых устройств», 1968 г.). В ней выдвинуты и обоснованы принципы построения систем автоматизированного проектирования средств вычислительной техники, лежащие ныне в основе многих разработанных и проектируемых САПР.

В это же время Н.Я. Матюхиным был разработан язык моделирования цифровых устройств (МОДИС) и первая система моделирования ЭВМ, нашедшие широкое применение. Разработан комплексный подход к проектированию приборов, объединявший логическое моделирование с процессом автоматизированного конструирования; разработаны принципы сопряжения САПР с системой подготовки производства и выполнен ряд работ по автоматизации плано-производственных задач, возникающих при освоении новых изделий.

На созданной под руководством Н.Я. Матюхина первой в СССР системе автоматического проектирования (АСП-1) в 1968–1969 гг. было проведено комплексное проектирование крупной ЭВМ третьего поколения.

В 1969 г. по его инициативе и под его научным руководством проводился Первый всесоюзный семинар по автоматизированному проектированию ЭВМ, в котором принял участие практически весь круг ведущих отечественных специалистов, были обсуждены и сформулированы важнейшие научные и практические проблемы в этой области.

В 1975–1977 гг. Н.Я. Матюхин в составе созданной по поручению СМ СССР прогнозной комиссии по проблемам автоматизации проектирования руководил разработкой раздела, посвященного САПР в радиоэлектронике, где им лично были разработаны основные классификационные характеристики САПР, сформулированы тенденции развития и основные проблемы в этой области на период 1980–1985 гг. Проблемные доклады Н.Я. Матюхина на Всесоюзных научных конференциях и семинарах по автоматизации проектирования неизменно вызывали большой интерес у специалистов.

В дальнейшем, когда тематика АСУ ПВО была передана в другие организации, а институт переориентировался на разработку глобальных систем управления, Н.Я. Матюхин возглавил разработку вычислительных комплексов для территориальной системы обмена данными, обеспечивающей эффективный обмен между объектами по различным видам каналов связи.

Обладая высочайшим интеллектом, Николай Яковлевич Матюхин привнес инженерную культуру в разработки. Он создатель, инициатор развития и внедрения систем автоматизированного проектирования в стране.

Лауреат Государственной премии, доктор технических наук, профессор Н.Я. Матюхин в 1981 г. был избран членом-корреспондентом академии наук СССР.

Его школа живет и сейчас в разработках, проводимых в НИИ Автоматической аппаратуры им. академика В.С. Семенихина.

# Социальные сети: возможности, недостатки, преимущества

Людмила Авенировна Александрова

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
Казань, Россия  
ludmilasis@mail.ru

## Social Networks: Opportunities, Disadvantages, Benefits

Liudmila Aleksandrova

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev  
Kazan, Russia  
ludmilasis@mail.ru

В данном докладе обсуждаются преимущества и недостатки социальных сетей, формулируются требования к социальным сетям для преподавателей и студентов, рассматриваются сети в электронных образовательных средах, в частности, электронной образовательной среды КНИТУ-КАИ (Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева, бывший Казанский авиационный институт).

**Ключевые слова:** социальные сети, профессиональные сети, электронная образовательная среда

В настоящее время социальные сети очень популярны среди пользователей Интернет. В большинстве своем они очень однообразны и поэтому раздражают многих пользователей, но в то же время очень «затягивают». Пребывание многих пользователей на сайтах типа «Facebook», «ВКонтакте» или «Одноклассники» значительно выше времени пребывания на других сайтах.

Характерными особенностями социальной сети являются:

- организация тематических сообществ;
- создание личных профилей;
- предоставление полного спектра возможностей для обмена информацией в режиме блогов или микроблогов;
- возможность создавать и поддерживать список пользователей.

В большинстве социальных сетей пользователи объединяются по степени родства, дружбы и реже по деловым и рабочим связям. Такая сеть, как LinkedIn, специально создана для делового и профессионального общения, но в основном освещает проблемы карьерного роста и продвигает продукты и услуги различных фирм. Установить контакты с новыми пользователями по производственным, научным интересам довольно сложно.

Другая проблема: как оградить себя от лишних контактов, сообщений; сократить время на просмотр, изучение неинтересных сообщений.

Рассмотрим, как решаются и как можно решить эти проблемы для таких категорий пользователей, как преподаватель и студент.

Сначала рассмотрим эту проблему с позиций преподавателей вуза. Поискники Интернета помогут найти такие сети, но первое знакомство с ними вас разочарует.

Социальная сеть работников образования «Наша сеть» (nsportal.ru/) ориентирована на воспитателей и учителей школ. Сеть учителей и работников образования (imteacher.ru/) тоже ограничивается только интересами учителей и воспитателей. Кроме того, последние новости на сайте датированы январем 2013 (это на дату просмотра март 2014), таким образом, сайт в течение года не поддерживался.

Остановимся еще на одной сети: «Социальная сеть для студентов и преподавателей toStudents.ru». Группы, которые там созданы, содержат по 1–6 человек и посещались пользователями 6 месяцев назад относительно даты просмотра. Это первые три позиции, на которые указал поискник.

Приятное впечатление произвел «Портал профессионального образования Чеченской республики». Это можно назвать мини-сетью для общения преподавателей этой республики. Преподаватели и, что больше всего впечатляет, директора учреждений поддерживают свои блоги. Отражаются пятерки самых активных по рейтингу директоров, преподавателей, студентов, создаются методические объединения (клубы) по интересам. Приятно, что это все работает.

Хотелось бы особо отметить активность преподавателей в удаленных от центра России городах: Грозный, Иркутск, Магадан – они проводят интернет конференции, форумы, обмениваются информацией на порталах. К сожалению, других таких находок в Интернет не обнаружено.

Общение в научных сферах преподаватели реализуют участием в конференциях, но они проводятся не чаще, чем один раз в год. Научные контакты, которые завязались во время конференции, не всегда удается под-

держивать путем переписки. А интерес к публикациям, разработкам коллег остается. Ситуация усложняется тем, что у преподавателей может быть несколько научных интересов. В этом случае могли бы помочь профессиональные социальные сети, где можно было бы обсуждать общие проблемы, решать задачи, повышая квалификацию и совершенствуя компетентность в своей профессиональной деятельности. Потребность преподавателя в общении, пожалуй, можно реализовать только в сфере электронного обучения.

Очень интересный и полезный сайт «e-Learning PRO. Ассоциация e-Learning специалистов». Можно войти в эту ассоциацию, чтобы просматривать некоторые материалы ее участников. Кроме того, организаторы ассоциации проводят вебинары и публикуют отчеты, выкладывают видео с конференций, саммита на которые вы не попали.

В сфере своих профессионально-педагогических интересов я тоже пользуюсь сайтами профессиональных деятелей, которые делятся своими публикациями и презентациями. Но их круг практически не расширяется.

Что касается социальных сетей для студентов, то они практически отсутствуют. Молодежь, в том числе и студенты, предпочитают общаться в «ВКонтакте». Обычно они объединяются по таким интересам как: музыка, кино, путешествия, автомобили и т.п. В настоящее время круг сетей по интересам расширяется, но пользователи не покидают выбранные сети. Студент-пользователь «ВКонтакте» имеет от 100 до 1000 друзей, возможно, и больше. Среди друзей есть одноклассники и студенты других курсов. Поэтому «ВКонтакте» они выкладывают учебные материалы, задания, расписания и другую информацию по учебному процессу, даже сотрудники деканата общаются со студентами через эту сеть.

Но такие сети отнюдь не способствуют улучшению качества и эффективности обучения. Студент заходит в сеть на 5 минут, чтобы скачать задание, посмотреть расписание и отвлекается на сообщения своих друзей, начинает просматривать размещенные фотографии, видеоклипы и т.п. Даже если он приступает к выполнению заданий, то не выходит из Интернет, оставляет открытой закладку «ВКонтакте», кроме того, открыт «Скьюр», возможно, закладка электронной почты. И тут начинаются проблемы, о которых говорит Николас Карр и другие авторы в своих публикациях [1–3]. Пользователи, и не только студенты, во время работы реагируют на новые сообщения, обновления, заглядывают в электронную почту. Все это отвлекает от работы, а иногда и просто вытесняет все дела, которые были самыми важными несколько минут назад. Переключение с одной задачи на другую мешает осмыслению и запоминанию информации.

В 2008 году журналист Николас Карр выпустил своё резонансное эссе «Google делает нас глупее?» [1]. Это была первая попытка доступно объяснить, как Интернет влияет на память, внимание, мышление, восприятие себя и мира вокруг. Выводы Карра далеки от оптимизма, стоит просто посмотреть на обложку. В 2012 году вышла другая книга, в которой он углубляет и развивает свои высказывания [2].

Интернет дает возможность обратиться к источнику информации практически повсеместно и мгновенно. Пользователь просматривает большое количество разрозненной информации, которую он должен успеть и суметь обработать. Но «наш мозг не успевает за развитием технологий – он вынужден противостоять постоянно увеличивающейся информационной нагрузке, которая влечёт за собой физиологические изменения и затрагивает внимание, мышление, память, эффективность работы и многое другое» [3].

Мозг умеет подстраиваться и деформироваться под влиянием задач, которые он решает. И так, не только человек влияет на средства передачи информации, но и средства информации влияют на нас, наш мозг. Мозг начинает подстраиваться под ситуацию, происходит увеличение функций мозга, но специалисты утверждают, что прирост одних функций мозга означает ослабление других. Таким образом, пристрастие к социальным сетям может навредить продуктивности, мышлению, вниманию и воображению.

Но не стоит из одной крайности впадать в другую. Поэтому к публикациям Николаса Карра надо подойти осмысленно и сделать соответствующие выводы: заменить виртуальное общение реальным, во время работы выключать «Скьюр», выходить из социальных сетей, ограничивать свое информационное потребление.

Чтобы ограничить влияние социальных сетей, необходимо переходить от общих социальных сетей к профессиональным.

Какие сети нужны преподавателям? Вот несколько требований:

- ограничить круг пользователей только специалистами сферы высшего образования;
- расширить круг пользователей преподавателями других вузов, городов и государств;
- облегчить поиск преподавателей, читающих аналогичные дисциплины, ведущих научные исследования по одной тематике.

Студенты, возможно не все, тоже заинтересованы в профессиональной направленности социальной сети:

- общение со студентами других городов и государств, которые обучаются по одним научным направлениям;
- доступ к учебным материалам российских и зарубежных преподавателей;
- общение по проведению общегородских, республиканских мероприятий;
- общение по интересам в рамках своей социальной сети.

Такие сети могут быть созданы в электронных образовательных системах, используемых для управления учебным процессом вуза. Электронная образовательная среда в КНИТУ-КАИ реализована на платформе BlackBoard. Зарегистрированные пользователи автоматически могут объединяться в пространства, которые организованы разработчиками платформы, по следующим категориям:



- исследования,
- студенческие проекты,
- учебные группы,
- организации,
- клубы,
- учебные курсы,
- жизнь корпуса,
- кураторство,
- общие интересы.

Нами созданы пространства по проблемам электронного образования в КНИТУ-КАИ для преподавателей и студентов. Большинство преподавателей пока инертны. Для меня же, как преподавателя, большой интерес представляет общение с зарубежными и российскими преподавателями, знакомство с их учебно-методическими материалами.

Студенты более активны в созданном пространстве: обмениваются найденными материалами, обсуждают задания, курсовые и другие мероприятия текущего и итогового контроля. Это настораживает многих преподавателей, особенно общение со студентами старших курсов, так как преподаватели опасаются, что студенты смогу позаимствовать у старшекурсников выполненные задания. Проблема решается путем разнообразия контрольных материалов, тем курсовых работ и проектов, форм проведения контрольных материалов. Особенно хочется отметить возможность студентов участвовать в международных проектах, разработках по направлениям обучения.

Таким образом, социальные сети в электронной образовательной среде КНИТУ-КАИ – прекрасный инструмент для повышения компетентности, как преподавателей так и студентов.

Платформа Moodle тоже позволяет создавать социальные сети вуза. Но для их реализации необходимы соответствующие плагины и, как минимум, администратор сети. В настоящее время многие вузы используют Moodle для создания электронных образовательных сред, и специалисты, которые поддерживают их функционирование, смогут реализовать социальную сеть вуза, а в дальнейшем и межвузовскую сеть.

## Список литературы

- [1] Nicolas Carr. Is Google Making Us Stupid? [Электр. ресурс]. URL: <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/2008/07/is-google-making-us-stupid/306868/> (дата обращения 20.02.14).
- [2] Николас Карр. Пустышка. Что интернет делает с нашими мозгами. М.: BestBusinessBooks, 2012.
- [3] Павперов А. Сайт редакции LOOK AT ME. [Электр. ресурс].- URL: <http://www.lookatme.ru/mag/live/interweb/198777-internet> (дата обращения 20.02.14).

# Использование микроЭВМ Одренок в фундаментальных научных проектах ИЯФ СО АН СССР и ИЯФ СО РАН в период 80-х годов прошлого века и до наших дней

Александр Николаевич Алешаев, Сергей Дмитриевич Белов, Виктор Романович Козак,  
Георгий Сергеевич Пискунов, Сергей Васильевич Тарарышкин

Институт ядерной физики им. Будкера СО РАН  
Новосибирск, Россия  
aleshaev@inp.nsk.su, belov@inp.nsk.su, kozak@inp.nsk.su,  
piskunov@comcast.net, tararysh@inp.nsk.su

В конце 70-х годов в мировом сообществе физики высоких энергий (ФВЭ) сформировалась концепция целесообразности разработки микроЭВМ в определенной архитектуре, которая, потенциально, будет способна обеспечить целый ряд исследовательских проектов, как реализуемых в отдельных лабораториях, так и в других научных центрах. Обсуждения этого подхода заняли несколько лет. Параллельно подобные подходы прорабатывались в ряде центров ФВЭ. Первопроходцами, реализовавшими эту концепцию, стали сотрудники лабораторий СЛАК и ИЯФ СО АН СССР [1, 2]. Ими были реализованы аппаратные платформы, эмулирующие подмножества базовых вычислительных платформ (IBM 370/168, ICL-1900), что позволило значительно расширить возможности систем управления, регистрации и обработки данных в таких центрах ФВЭ, как CERN, BNL, SLAC и ИЯФ.

Предложенная в СЛАК концепция имела ряд принципиальных ограничений, поэтому в ИЯФе на той же элементной базе была реализована не частичная, а практически полная эмуляция выбранной эталонной архитектуры (ICL-1900/ODRA-1300), органично интегрирующаяся с системой КАМАК. Микрокомпьютер Одренок [2], базирующийся на этой архитектуре, позиционировался как базовая компонента КАМАК крейт-контроллера, с расширениями процессорной архитектуры ICL-1900 для эффективного взаимодействия с системной магистралью.

Значительный вычислительный потенциал разработанной микроЭВМ позволил рассматривать ее не только в качестве компоненты систем сбора данных или систем управления, но и в качестве интеллектуального ядра различных физических экспериментов.

Одними из ранних экспериментов такого рода были работы по поиску эффектов несохранения четности в атомных явлениях [3, 4]. Группа академика Л.М. Баркова, проводившая экспериментальные исследования этих эффектов в ИЯФ с середины 70-х годов и позже, начинала работы, используя мини-ЭВМ М-6000, но в начале 80-х переключилась на более современную экспериментальную базу и информационную поддержку, обеспечиваемые КАМАК-системами и микроЭВМ Одренок.

Результаты этих экспериментов имели значительное влияние на развитие теории электрослабых взаимодействий в целом [3], подтвердив существование в макроскопических масштабах (атомная и молекулярная спектроскопия) проявления эффектов несохранения четности, прежде приписывавшихся исключительно явлениям микроскопического масштаба.

Несколько как вычислительных, так и натуральных экспериментов по изучению хаотической динамики [5, 6] были проведены в ИЯФ в отношении столь различных объектов, как одиночный электрон в магнитной системе накопителя, и комета Галлея.

Многие работы ИЯФ, традиционно считавшиеся чисто технологическими, имеют весомое фундаментальное значение. К их числу следует отнести работы по электронному охлаждению (развитие этих идей в рамках проектов стохастического охлаждения было отмечено Нобелевской премией 1984 г.), работы по прецизионному измерению масс резонансов на установках VEPP-2М, VEPP-2000, VEPP-4М.

## Список литературы

1. <http://www.slac.stanford.edu/cgi-wrap/getdoc/slac-pub-1723.pdf>
2. Piskunov G.S. and Tararyshkin S.V. *Autometriya*, n.4, (1986), p 32.
3. И.Б. Хрипович, *Несохранение четности в атомных явлениях*, М, Наука, 1981,
4. L.M. Barkov, D.A. Melik-Pashayev and M.S. Zolotorev *LASER SPECTROSCOPY OF ATOMIC SAMARIUM*. Preprint INP 88-142
5. V.V. Vecheslavov, B.V. Chirikov, *Chaotic Dynamics of Comet Halley*, *Astronomy and Astrophysics* (ISSN 0004-6361), vol. 221, no. 1, Aug. 1989
6. A.N. Aleshaev, I.V. Pinayev, V.M. Popik, S.S. Serednyakov, T.V. Shaftan, A.S. Sokolov, N.A. Vinokurov, and P.V. Vorobyov 1995, *Nucl. Instr. and Meth. A* 359, 80–84.

# Исторический путь развития хакерства в России

Игорь Вячеславович Аникин

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
Казань, Россия  
anikinigor777@mail.ru

## Russian Hackers – History of Movement

Igor Anikin

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev  
Kazan, Russia  
anikinigor777@mail.ru

**Ключевые слова:** хакерство, ZX Spectrum, ROSNET, SPRINT

Проблема обеспечения информационной безопасности (ИБ) современных компьютерных систем является одной из наиболее актуальных в настоящее время. Как показывает практика, наиболее актуальные угрозы ИБ для них связаны с человеческим фактором. Источником их реализации являются внутренние сотрудники организации (инсайдеры), а также специалисты высочайшей квалификации – «хакеры».

Современная интерпретация понятия «хакер» в корне отличается от более ранней, используемой до 90х годов XX века. Первоначально термин «хакер» означал неординарную личность, досконально владеющую вычислительной техникой, знающую ее декларированные и недеklarированные возможности, способную заставить ее работать в нестандартном режиме, выполнять нестандартные действия. От «простых смертных» хакера прежде всего отличает исчерпывающее знание предмета и нетривиальное восприятие мира. Такие способности действительно часто позволяют получить абсолютную власть над компьютерной системой.

Культура хакеров возникла в 50-х годах в США [1]. Данное движение возникло и стало развиваться в стенах Массачусетского технологического института. По традиции, первого апреля студенты выпускного курса должны были оригинально пошутить. Лучшей и оригинальной шуткой была установка крупного предмета на куполе главного учебного корпуса. Такая неординарная шутка и стала называться «хакком». Слово «хак» (hack) имеет несколько различных значений, на которые следует обратить особое внимание, так как именно за ними и скрыто истинное содержание термина «хакер» [2]:

- изысканная проделка интеллектуалов;
- оригинальный ход в программировании или использовании программного обеспечения, в результате которого компьютер позволял осуществлять операции, ранее непредусмотренные или считавшиеся невозможными;
- нестандартное действие;
- творческое преодоление ограничений.

В оригинальном значении «хакер» – это человек, способный проявить изобретательность для достижения компактного и оригинального решения. Людей, способных решить такие задачи, стали называть «хакерами», а пользователей, не способных овладеть даже регламентированными действиями, стали называть «ламерами».

Мировое хакерское движение 60-х годов носило только исследовательский, а не деструктивный характер. Хакеры не преследовали корыстных целей, не стремились нанести ущерб. В 70–80-х годах на мировой арене начали формироваться группы хакеров. Значительное влияние на мировое общество в то время произвел фильм «Хакер» (1983 год), создавший героический образ хакера. С начала 80-х годов мировое хакерское движение перешло от новаторских исследований к несанкционированному вторжению в другие системы, повышению агрессивности, написанию компьютерных вирусов, коммерческому шпионажу. В значительной степени это было связано с доступностью компьютеров широкому кругу лиц, ужесточением конкуренции среди компьютерных фирм.

Рассматривая особенности развития хакерского движения в России, следует отметить, что оно, в отличие от мировых тенденций, до начала 90-х годов имело в большей степени исследовательский характер. Это было связано с тем, что «советские хакеры» в значительной степени вырастали в недрах промышленных предприятий и научно-исследовательских институтов. Зачастую решаемые ими задачи требовали применения нетривиальных и нестандартных решений, свойственных хакерам.

В среднем типичный хакер в СССР был старше зарубежного. Если типичными представителями хакеров в мире были студенты, то в СССР типичными представителями были сотрудники государственных НИИ и отделов автоматизации промышленных предприятий. С одной стороны, это было связано с широкой доступностью

компьютерной техники за рубежом. С другой стороны, хакером, как правило, мог быть человек, располагающий значительным количеством свободного времени, которое он проводит наедине с машиной, так как копание в недрах железа и операционных систем требует не только определенного склада ума и характера, но и времени. Современный коммерческий программист, скорее всего, не станет хакером, несмотря на имеющиеся наклонности. Он не в состоянии тратить значительный объем времени на анализ чужого кода или оптимизацию программы.

Первым официально зарегистрированным взломом компьютерной системы в СССР считается взлом программного обеспечения конвейера АВТОВАЗа в 1983 году молодым программистом Маратом Уртембаевым, в результате которого конвейер вышел из строя на три дня. При этом в ходе проверки выяснилось, что М. Уртембаев был не первым сотрудником, который нашел уязвимость в системе и взломал ее. Программисты регулярно создавали сбойные ситуации на конвейере и оперативно их ликвидировали, получая премии от начальства.

Тенденция к омоложению хакеров в СССР наметилась в середине 80-х годов, когда в школы и университеты для учебного процесса начали массово поставляться классы электронно-вычислительных машин – «Электроника ДЗ-28», КУВТ «Ямаха», КУВТ-86,87 на базе БК-0010,0011, КУВТ «УКНЦ» на базе «Электроника МС-0511». Школьники и студенты, получившие широкий доступ к компьютерной технике, днями и ночами просиживая в компьютерных классах, развивали все качества, требуемые настоящему интеллектуальному хакеру.

Вторая волна молодых людей, присоединившихся к хакерскому движению, обязана своим появлением в СССР в конце 80-х – начале 90-х годов клонов зарубежного шедевра – ПЭВМ ZX Spectrum, созданного сэром Клайвом Синклером. Данные ПЭВМ довольно быстро выдавили из домашнего использования такие отечественные разработки, как «Микро-80», «Радио-86РК», а также распространенные компьютеры серии «БК». ПЭВМ ZX Spectrum явился настоящим открытием для пользователей того времени, его архитектура способствовала развитию «хакерского» мышления советских пользователей. Данный компьютер стал идеальным конструктором-тренажером для начинающего радиолюбителя. В 1984–85 годах архитектура ZX Spectrum была впервые в СССР взломана (в первую очередь секретная микросхема ULA) и переработана на элементы отечественной промышленности сотрудниками ОКБ Львовского Политехнического Института. Активное участие в разработке отечественного клона принимали Ю.Д. Добуш, Е.Е. Натопта, О.В. Старостенко [3]. В конце 80-х годов в СССР появилось множество клонов ZX Spectrum, наиболее известными из которых являются «Москва», «Пентагон», «Дельта-С», «Компаньон», «Scorpion». Данные клоны мгновенно завоевали многомиллионную аудиторию в СССР, их пользователи достаточно быстро занялись разработкой собственного программного обеспечения, усовершенствованием схем, подключением к этим ПЭВМ внешних устройств. Широкому распространению этих домашних компьютеров способствовал ряд книг и журналов, издаваемых в 90х годах в России. Настоящим переломом для пользователей Spectrum-совместимых компьютеров стало издание в 1991 году в издательстве «Питер» книги «ZX Spectrum для пользователей и программистов» А.Ларченко и Н.Родионова. С этого же года стал издаваться журнал-бестселлер «ZX-Ревю» в издательстве «Информком». В 1990–94 годах появилось множество программных и аппаратных разработок отечественных пользователей Spectrum-совместимых ПК – операционных систем, игр, контроллеров дисководов, винчестеров и даже CD-приводов и т.д. Именно для ZX-Spectrum производителями программного обеспечения (ПО) начали разрабатываться первые защиты от несанкционированного копирования, идеи которых используются и по настоящее время. Именно для ZX-Spectrum появились и массовые взломы таких программных защит, идеи которых также живут и поныне (в том числе, например, снятие дампов памяти). Отечественным пользователям известно множество взломов ПО для ZX-Spectrum, вышедших «из под пера» поляка с псевдонимом Bill Gilbert. Эра Spectrum-совместимых машин не прошла для СССР и России незаметно. На данном поколении машин выросло поколение, которое вправе себя называть истинными интеллектуальными хакерами.

Третья волна «хакерского» движения в России формировалась с начала-середины 90-х годов на просторах сетей, работающих на основе протокола X.25, таких как Релком, ROSNET и SPRINT, а также на просторе сетей FidoNet. В связи с недоступностью в массовом порядке сети INTERNET для Российских пользователей до конца 90-х годов, общение между ними в большей части происходило через выше перечисленные сети. Первое знакомство многих российских школьников и студентов, впервые приобретших модем, с глобальными компьютерными сетями, их уязвимостями и принципами работы, происходило сквозь призму многочисленных узлов REMART, DIONIS, REX сети Релком. Происходил обмен информацией через многочисленные чаты, открытые для гостевого доступа на данных узлах. С другой стороны, сеть BBS и FidoNet сыграли очень важную роль в развитии российского хакерства через обмен информацией посредством личной переписки и эхоконференций. Основными конференциями, посвященными данным вопросам, являлись Hacking, Ru.Hacker, Ru.Nethack, PC.Coding. Ярким представителем исследовательских хакеров середины–конца 90-х годов являлся Крис Касперски (Николай Лихачев), чья книга «Техника и философия хакерских атак» [4], стала буквально «библией» хакера-исследователя с начала 2000-х годов по настоящее время.

После развития глобальной сети Интернет, параллельно с субкультурой интеллектуальных хакеров в России, с середины 90-х годов стали появляться и злоумышленники, реализующие деструктивный взлом, либо взлом компьютерных систем в целях коммерческой наживы. Все это разлагало понятие классического интеллектуального хакера. Летом 1995 года российский хакер Владимир Левин взломал защиту Сити-Банка и попытался похитить десять миллионов долларов (большая часть из них позже была возвращена владельцам). В 2003 году Александр Петров, Иван Максаков и Денис Степанов осуществили множество DDoS-атак на букмекерские конторы Великобритании через боты, находившиеся в США, с вымоганием денежных средств за прекращение атак.

Количество атак деструктивного характера из России в настоящее время все увеличивается. Это во многом связано с утратой у сегодняшней молодежи идеала в виде интеллектуального хакера, а также отсутствие у них культуры «воспитания через образование». Образованный человек, прошедший воспитание через путь интеллектуального хакера, хотя и способен реализовать деструктивные атаки, не делает этого. Образование неразрывно связано с культурой и внутренним воспитанием, знание дает чувство удовлетворения и уверенности в себе. В этом случае интеллектуальному хакеру не требуется никому ничего доказывать, деструктивные атаки – не для него. Большинство таких интеллектуальных хакеров встает на путь профессионалов в области информационной безопасности или этического хакинга. Потребность в таких специалистах растет день ото дня. Одними из эффективных механизмов воспитания интеллектуальных хакеров является правильное построение образовательного процесса по направлению 090900 «Информационная безопасность» и организация олимпиад хакеров, подобных RuCTF.

### **Список литературы:**

1. Молодежные субкультуры // <http://www.kappp.com.ua/klubel/subkult/haker.html>
2. Криминологическая характеристика личности лица, совершающего неправомерный доступ к компьютерной информации // [http://www.superinf.ru/view\\_helpstud.php?id=482](http://www.superinf.ru/view_helpstud.php?id=482)
3. В. Климус. Так кто же первый? // *Optron* № 6 / [www.zxpress.ru/article.php?id=636](http://www.zxpress.ru/article.php?id=636).
4. К. Касперски. Техника и философия хакерских атак. М.: Солон-пресс, 1999. – 272 с.

# «Демассифицированное общество»: соотношение реального и мифического

Вера Алексеевна Ачкасова

Санкт-Петербургский государственный университет  
Санкт-Петербург, Россия  
v.achkasova@gmail.com

**Ключевые слова:** демассификация, информационное общество, политическое участие

Наступление нового этапа социального развития – общества «третьей волны», «технотронного», информационного общества – привело исследователей к следующему выводу: массовое индустриальное производство вещей (и услуг) уходит в прошлое, ему на смену приходит массовое производство знаний. У современного общества есть свой символ – компьютер, свой главный ресурс – информация, своя цель – всестороннее возвышение индивидуальности человека, свой закон или принцип жизни – демассификация.

Выявление природы, способов и технологий демассификации выступает в качестве чрезвычайно значимой задачи, ее решение способствует развитию эвристической модели познания современных социальных процессов и в то же время предполагает учет ряда познавательных трудностей, связанных с ограничениями прогнозистического и футурологического характера.

Считается, что честь первого употребления термина «демассификация» принадлежит американскому футурологу и социологу О. Тоффлеру, который в «Третьей волне» (1980) и последующих работах, в частности «Революционном богатстве» (2006), активно использует данную дефиницию. Каждый человек, пишет Тоффлер, сможет создавать продукцию не для рыночного обмена, а для себя, тем самым освободившись от пороков общества массовой культуры. Более того, аудитория сама будет манипулировать информационными средствами, а не наоборот, превращаясь из потребителя в производителя образов.

Таким образом, под демассификацией исследователи, как правило, понимают процесс, обратный массивности и массивности, то есть процесс преодоления однородности, унифицированности сознания и бытия различных людей, субъективное и объективное движение последних к индивидуальности, оригинальности, творчеству, в конечном счете, к социальной и межкультурной коммуникации по принципу единства в многообразии<sup>1</sup>. Суть демассификации, ее цель – возрождение социокультурной субъектности и многообразия. Ключевой ценностью современного общества становится различие. Но не как несходство составных компонентов того или иного многообразия, а как активное взаимодействие претендующих на значимость позиций, ценностей, идей. Такое различие можно назвать плюралистическим, а систему таких различий – плюрализмом. В отличие от плюральности, просто фиксирующей множественность, плюрализм всегда «озабочен» природой этой множественности и характером отношений между составляющими ее элементами.

Демассификация в сфере производства и услуг в корне подрывает т.н. макрофилийную (любовь к большому) идеологию индустриальной эпохи. Становится правилом выпускать продукцию мелкими сериями, как можно чаще ее обновлять. Чем дальше, тем больше и полнее должны учитываться пожелания заказчика. От частичной к полностью индивидуализированной продукции – такова грядущая перспектива. Ярким выражением демассификации является работа по скользящему графику, учитывающему индивидуальные склонности и биологические ритмы человека. Сюда же можно отнести увеличение числа работающих неполный рабочий день и появление такого вида занятости, как фриланс.

В социальной сфере демассификация стимулирует укрепление чувства community – соседской общности (соседства, общины), возникновением добровольных союзов людей (электронных сообществ) в рамках единого информационного пространства, диверсификацией общества в целом, т.е. увеличивающимся числом профессиональных, земляческих, суб- и контркультурных групп или человеческих общностей. Сегодня группу людей уже нельзя оценить в массе, в общем и целом. То, что когда-то было однородным обществом, все больше и больше сегментируется в зависимости от демографических особенностей, стиля жизни и отдыха, методов совершения покупок, типа занятости, выбора СМИ, корпоративных преимуществ и других факторов. Демассификация, таким образом, – это распределение населения по достаточно небольшим группам, отличающимся друг от друга различными характеристиками.

Проблематика коммунитаризма и коммунитарного общества тесно переплетается с появлением так называемых «новых социальных движений», особенность которых – ориентированность не на власть, а на культуру. Действительно, в области политики демассификация проявляется в утрате влияния и распаде традиционных

---

<sup>1</sup> См., напр.: Тоффлер О. Революционное богатство: как оно будет создано и как оно изменит нашу жизнь [Электронный ресурс]; пер. с англ. М. Султановой, Н. Цыркун. URL: <http://www.klex.ru/8uy>; Хантингтон С. Третья волна. Демократизация в конце XX в. М., 2003; Каспель М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура М.: ГУ ВШЭ, 2000

массовых партий, в росте числа мелких партий и движений, групп давления, представляющих интересы самых разных (прежде всего малочисленных) категорий населения. (Для сравнения: В России Минюстом на 1 января 2014 г. зарегистрировано 78 политических партий, представители еще 40 заявили, что собираются провести в ближайшее время учредительные съезды). Понятно, что база их формирования отнюдь не классовая, в принципе любая: религиозная, этническая, экологическая, мировоззренчески-культурная, нетрадиционно-сексуальная и т.д.

В сфере политических отношений демассификация, по мнению исследователей, сочетается с политической «деэлитаризацией» общества, когда постепенно утрачивают свои функции политические элиты, а максимальное количество членов общества начинает приобщаться к процессу управления всеми общественными делами. Так, Э. Гидденс констатировал устаревание традиционных форм гражданской и политической активности и приход им на смену более подвижных, временных, флуктуирующих форм – специальных «групп интересов», возникающих на добровольной основе по поводу конкретных проблем и ситуаций<sup>2</sup>. Сторонники концепции информационного общества, рассматривая новые условия решения проблемы отчуждения человека от политики, делают ставку на электронную демократию, благодаря которой индивид становится творцом, свободно создающим свою историю, в том числе историю политическую.

Безусловно, развитие информационного общества открывает новые возможности использования механизмов обратной связи между органами управления и членами общества, для прямой демократии, децентрализации политических решений, создавая условия для формирования компетентного гражданина. Вместе с тем следует увязывать проблему превращения членов общества в политических субъектов с развитием политической культуры и в целом со становлением их как полноценных, высоко развитых социокультурных субъектов. Ведь переход власти и права на принятие политических решений в руки, например, представителей манипулируемого медийно-рекламной средой «офисного планктона» вовсе не означал бы демассификации общества и личности, но и мог бы привести к еще большей деградации политических институтов, трансформации их в условиях «общества потребления» в орудие удовлетворения желаний отдельных групп, привязанных лишь к текущей конъюнктуре. Опыт «арабских весен» и последних событий на Украине ярко демонстрирует возможные последствия такого разворачивания событий.

Следует отметить: безусловно, процесс преодоления «массовизированности» индивидов и социума включает в себя процесс политической эмансипации людей, прежде составлявших политически инертную, пассивную массу, превращение их в подлинных граждан, заинтересованно и все более профессионально творящих свое будущее. Однако сведение проблематики демассификации общества к «демассификации политической» серьезно обедняет рассмотрение сложнейшей проблемы и не способствует выработке адекватных подходов к ее решению.

О. Тоффлер был уверен: переход от крупносерийного централизованного производства «второй волны» (индустриального общества) к мелкосерийному, диверсифицированному, рассчитанному на разные вкусы и группы потребителей, автоматически должен усиливать тенденции роста креативности у производителей и разнообразия групп потребителей. Однако сегодня, через тридцать с лишним лет после выхода «Третьей волны», даже в странах т.н. «золотого миллиарда» демассификация отнюдь не стала повсеместным явлением, соседствуя с производством и экспортом массовой продукции, включая масскульт, различного рода «Макдональдсы» и т. п. Скорее, это только наметившаяся тенденция.

Кроме того, те процессы, которые ряд теоретиков постиндустриализма (и прежде всего О. Тоффлер) обозначают как персонализацию личности, в реальности выступают в качестве индивидуализации не процессов творчества, а процессов потребления, «где огромный выбор товаров, услуг и способов осуществления активности задается властными структурами, а потребление органично вписывается как в схему раскрепощения и персонализации личности, так и в процедуры тотального управления этим человеком и его потребностями»<sup>3</sup>. В конечном итоге получается, что концепт демассификации не выходит за пределы «общества потребления», мало ориентирован на познание и преобразование духовного мира человека, создание достойной культурной

Подлинная демассификация мыслится как комплексный процесс освобождения от массовости и однородности культуры, общества и личности. По мнению разработчиков этого концепта, выход человека и общества из «массового» состояния предстает как трехсторонний процесс, включающий демассификацию и персонализацию личности (экономическую, политическую, экзистенциальную, культурно-творческую), демассификацию культуры (доминирование высокого над «низким», творческих продуктов над китчем, элитарных морали, этики, этикета над плебейско-массовыми их аналогами) и собственно социальную демассификацию (увеличение разнообразия страт, сообществ и социальной солидарности людей; усиление творческих мотиваций и разнообразия в трудовой, политической активности, потреблении, деятельности медиа и т. п.)<sup>4</sup>.

Таким образом, стержнем демассификации является прежде всего персонализация человека, сознательного обретения множеством людей собственных лица и судьбы.

<sup>2</sup> Гидденс Э. Ускользящий мир: как глобализация меняет нашу жизнь. М., 2004. С.88-92

<sup>3</sup> Костина А. В. Массовая культура как феномен постиндустриального общества. М.: КомКнига, 2006. С. 34.

<sup>4</sup> Чернов Г. Ю. Концепт демассификации: многообразие подходов // <http://www.allbest.ru>

# Роль Казанского завода ЭВМ в развитии вычислительной техники и информатики в России и в странах СЭВ

Маргарита Шамсутдиновна Бадрутдинова, Валерий Федорович Гусев,  
Альберт Хаевич Абдрахманов, Игорь Максимович Якимов

ОАО «ICL-КПО ВС»  
Казань, Россия  
mbadr@icl.kazan.ru, abdax@mail.ru

4 августа 2014 г. Казанский завод ЭВМ отпраздновал бы свой 60-летний юбилей. Жизнь предприятий по производству ЭВМ в настоящее время, как и жизнь электронных вычислительных машин (ЭВМ), скоротечна. С 1947 года XX век увидел «рождение» и «кончину» четырёх поколений ЭВМ. Первое поколение определялось элементной базой, построенной на основе электронных ламп. В связи со значительными технологическими трудностями и большими экономическими затратами в 50-е годы ЭВМ могли создавать и производить лишь в трёх странах: в Англии, в СССР и в США.

В СССР работы, выполненные в Москве Институтом точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ) Академии наук СССР под руководством главного конструктора академика С.А. Лебедева, привели к созданию ЭВМ М-20 – машины первого поколения, ориентированной на промышленное серийное производство.

Решение о строительстве в Казани завода математических машин принято Постановлением Совета Министров СССР №213 от 11.05.1951 г. Весной 1953-го года были утверждены все правительственные решения по вопросу строительства Казанского завода математических машин (КЗММ) и на основании этих документов Госкомитет по делам строительства СМ СССР выдал свидетельство проектного задания № 1484 от 14.09.1953 г.

В 1960-м году КЗММ выполнил комплектные поставки первых ЭВМ М-20. Промышленное производство ЭВМ М-20 продлилось пять лет; объём производства составил 63 комплекта.

Основными недостатками 1-го поколения ЭВМ были: элементная база на электронных лампах, громоздкая конструкция, большое энергопотребление, громоздкая система электропитания, значительное тепловыделение, громоздкая система охлаждения – вследствие этого применение этих ЭВМ было ограничено решениями стратегических задач и задач оборонного значения.

Ограничения применения ЭВМ 1-го поколения привели к тому, что в первой половине 60-х годов их сменили ЭВМ 2-го поколения, в элементной базе которых были использованы полупроводниковые приборы. В Казани на смену ЭВМ М-20 пришла ЭВМ М-220, разработка которой была выполнена в Москве коллективом Научно-исследовательского института электронного машиностроения под руководством главного конструктора В.С. Антонова.

Параллельно с М-20 завод освоил единственную в стране и получившую широкую известность в мире ЭВМ с трёхзначной логикой «Сетунь», разработанную в МГУ (главный конструктор Н.П. Брусенцов). Завод выпускал «Сетунь» в 1961–1965 гг. Объём производства составил 47 комплектов.

С 1966-го года КЗММ стал называться Казанским заводом электронных вычислительных машин (КЗЭВМ). В 1965-м году КЗЭВМ выполнил поставки первых ЭВМ М-220. Основными недостатками М-220 были: феррит-транзисторная элементная база, небольшой объём оперативной памяти, неудачная конструкция пульта управления, большая трудоёмкость производства, однопрограммный пультовый режим работы. Эти недостатки последовательно устранялись коллективом СКБ завода, разработавшим в 1966–1969-м годах модели М-220А, М-220М и М-222. В 1967-м году были выполнены первые поставки М-220А.

В 1968-м году завод выполнил первые поставки М-220М с полным комплектом программного обеспечения, разработанного в Институте прикладной математики в отделе профессора М.Р. Шура-Бура. Промышленное производство М220, М220А и М-220М продлилось двенадцать лет; объём производства составил 288 комплектов.

В 1969-м году были выполнены первые комплектные поставки ЭВМ М-222. Промышленное производство ЭВМ М-222 продлилось десять лет, объём производства составил 551 комплект. На пике производства ЭВМ М-222 выпускалась в объёмах более 200 комплектов в год.

В период производства ЭВМ М-220М и М-222 для завода огромное значение имели работы, выполненные коллективом СКБ с целью обеспечения работы этих ЭВМ в вычислительных и специализированных сетях обработки телеметрической информации. Расширение возможностей М-220М и М-222 в этой части, создание и производство сетевых адаптеров и специализированных устройств взаимодействия с телеметрическими системами обеспечило этим ЭВМ устойчивые оборонные заказы. В ряде ключевых наукоёмких направлений, например, в космических исследованиях, М-220М и М-222 с 1968 по 1978-й годы были базовыми широко используемыми ЭВМ.

1965-й год для КЗЭВМ знаменателен тем, что именно к этому времени технологии завода были полностью сориентированы на серийный выпуск и поставки «под ключ» электронных вычислительных машин. Начиная с



этого года, завод имел в производстве базовую модель (М-220, М-220А, М-220М, М-222), а также малую ЭВМ «Наири», разработанную в Ереванском научно-исследовательском институте математических машин ЕрНИИММ под руководством главного конструктора Г.Е. Овсяяна. Промышленное производство продлилось с 1965 по 1970-й годы. Объём производства составил 509 комплектов.

В начале 70-х годов на смену ЭВМ 2-го поколения пришли ЭВМ 3-го поколения, выполненные на схемах малой степени интеграции (ИС). В СССР основным направлением создания и производства ЭВМ на интегральной элементной базе стало направление Единой Системы ЭВМ (генеральный конструктор А. М. Ларионов, а затем В. В. Пржиялковский), возглавляемое Научно-исследовательским центром электронной вычислительной техники (НИЦЭВТ). Ряды моделей Единой Системы ЭВМ (ЕС ЭВМ), прототипами которых являлись соответствующие ряды моделей IBM-360, IBM-370, IBM-380, включали модели малых, средних и больших ЭВМ. Создание и промышленное производство моделей ЕС ЭВМ осуществлялось в отраслевых институтах, СКБ и на заводах, подведомственных Министерству радиопромышленности СССР: малых ЭВМ – в Минске; средних – в Казани и Ереване, больших – в Москве.

В 1972-м году Казанский завод электронных вычислительных машин выполнил первые комплектные поставки ЭВМ ЕС-1030, разработанной в ЕрНИИММ под руководством главного конструктора М.А. Семерджяна. Промышленное производство ЭВМ ЕС-1030 продлилось пять лет, объём производства составил 286 комплектов.

Возвращаясь к истории организации промышленного производства ЕС-1030 в начале 70-х годов, необходимо отметить, с одной стороны, её значение для завода в становлении новых технологий промышленного производства ЭВМ, и, с другой стороны, недостатки разработки – невысокую надёжность и большую трудоёмкость производства модели. Недостатки в значительной степени вызваны тем, что ЕС-1030 – «первая ласточка» и «первый блин» в ЕС ЭВМ. Разработка ЕС-1030 опережала завершение разработки операционной системы для ЕС ЭВМ. ДОС/ЕС впервые в ЕС ЭВМ была поставлена на ЭВМ ЕС-1030 в процессе серийного производства. Вследствие указанных недостатков завод в период производства ЕС-1030 имел существенные экономические трудности. Это заставило искать выход из создавшегося положения в разработке взамен ЕС-1030 собственной модели ЭВМ с более высокими технико-экономическими характеристиками.

В 1976-м году коллективом СКБ под руководством главного конструктора В.Ф. Гусева была выполнена разработка ЭВМ ЕС-1033. В элементной базе модели были использованы микросхемы ТТЛ серии средней степени интеграции. Модель ЕС-1033 – единственная модель ЕС ЭВМ, комплексно защищенная авторскими свидетельствами СССР и патентами зарубежных стран. Следует отметить, что производительность ЕС-1033 в три раза превышала производительность ЕС-1030, а трудоёмкость производства была в три раза меньше трудоёмкости производства ЕС-1030. При этом ЕС-1033 имела значительно более высокие показатели надёжности, удовлетворяющие требованиям её использования в самых ответственных областях народного хозяйства и обеспечения обороноспособности страны. Техничко-экономические характеристики ЭВМ ЕС-1033 обеспечили ей широкие рынки сбыта в СССР и за рубежом. В 1976-м году КЗЭВМ выполнил первые комплектные поставки ЕС-1033. Промышленное производство ЭВМ ЕС-1033 продлилось восемь лет; объём производства составил 2300 комплектов, из них 148 на экспорт.

В 1978-м году завод выполнил первые поставки двухмашинных комплексов ВК-1033, разработанных на основе ЕС-1033 коллективом СКБ завода под руководством главного конструктора И.З. Гизатуллина. Промышленное производство ВК-1033 продлилось восемь лет.

Серия научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских разработок, выполненных коллективом СКБ в 1967–1976-м годах, обеспечила значительный рост научного потенциала завода. Численность СКБ в 1977-м году составила около 1900 человек. Значительно выросли возможности технологических направлений.

В 1977-м году начала формироваться комплексная программа разработки моделей Единой Системы ЭВМ Ряда 2. К этому времени завод в лице мощного СКБ имел достаточный научный потенциал и значительный опыт разработки сложных технических и программных продуктов.

В 1977-м году коллективом СКБ был разработан проект ЭВМ ЕС-1047 с архитектурой Ряда 2 на базе структурных решений ЕС-1033 и на основе оригинального комплекта больших интегральных схем, который предполагалось выполнить с использованием низкоэнергетических ТТЛ-технологий. Реализация этого проекта уже в 1980-м году позволила бы иметь в СССР высокопроизводительные серверы с технико-экономическими характеристиками, сопоставимыми с такими же характеристиками современных серверов. К сожалению, этот проект не был реализован.

Для дальнейшего развития ЕС ЭВМ было выбрано направление, ориентированное на применение элементной базы на основе энергоёмких ЭСЛ-технологий. Развитие микроэлектроники и вычислительной техники установило принципиальную ошибочность этого выбора.

В 1979-м году завод выполнил первые поставки ЭВМ ЕС-1045, разработанной ЕрНИИММ под руководством главного конструктора А.Т. Кучуяна и являющейся средней моделью Ряда 2 ЕС ЭВМ. Промышленное производство ЕС-1045 продлилось три года; объём производства составил 50 комплектов. Однако разработанная модель не обеспечивала планируемые показатели производительности и надёжности.

К началу производства ЕС-1045 экономика объединения была достаточно устойчивой. Временные трудности в производстве ЕС-1045 существенно не повлияли на экономические показатели завода. В период её производства продолжалось производство ЕС-1033, и в 1980 году ЕрНИИММ под руководством главного конструктора А.Т. Кучуяна была завершена разработка ЭВМ ЕС-1045.01, в которой недостатки ЕС-1045 были практически полностью устранены.

В 1981-м году завод выполнил первые комплектные поставки ЭВМ ЕС-1045.01. Промышленное производство этой машины продлилось четыре года; объём производства составил 1716 комплектов.

В 1981-м году Ереванский научно-исследовательский институт математических машин завершил разработку двухмашинного и двухпроцессорного комплексов ВК-2М45 и ВК-2П45, матричного процессора ЕС-2345 и передал заводу документацию на указанные изделия, а в 1982-м году завод выполнил первые комплектные поставки комплексов. Их промышленное производство продлилось шесть лет.

В 1981-м году завод выполнил первые поставки матричных процессоров ЕС-2345. Промышленное производство процессоров ЕС-2345 продлилось восемь лет, объём производства составил 62 комплекта.

В 1983-м году ЕрНИИММ завершил разработку ЭВМ ЕС-1046, в 1985 году – двухмашинного комплекса ВК-2М46 и передал заводу документацию на указанные изделия. В 1984-м году завод выполнил первые поставки ЭВМ ЕС-1046. Промышленное производство продлилось девять лет; объём производства составил 1627 комплектов.

В 1984-м году коллектив СКБ под руководством главного конструктора А.У. Ярмухаметова завершил разработку терминальной ЭВМ ЕС-1007. Этой разработкой планировалось компенсировать направление малых ЭВМ, которые уже были сняты с производства. В 1985 году завод выполнил первые поставки ЕС-1007. Промышленное производство ЭВМ ЕС-1007 продлилось шесть лет, объём производства составил 251 комплект.

Параллельно с разработкой ЕС-1007 проводились работы по процессорам и системам телеобработки данных (главный конструктор Г.Н. Иванов).

В 1985-м году завод выполнил первые поставки процессоров телеобработки данных (ПТД). Промышленное производство ПТД продлилось восемь лет. Объём производства составил 97 комплектов.

В 1986-м году завод выполнил первые комплектные поставки двухмашинного комплекса ВК-2М46. Промышленное производство продлилось семь лет.

Приказом МРП в марте 1988-го года завод вошел в состав Казанского производственного объединения вычислительных систем (КПО ВС).

В 1992-м году КПО ВС завершило производство моделей Ряда 2 Единой системы.

Созданное при заводе в 1960 г. СКБ математических машин разработало для производства заводом ЭВМ: М-222, ЕС 1033, ставшие лучшими ЭВМ в «своих» категориях. Машины серии М-220, М-222 использовались на важнейших объектах МО СССР.

Для всех выпускающихся ЭВМ всё программное обеспечение (диагностическое, тестовое и системное) в основном было разработано в СКБ КЗЭВМ. В СКБ КЗЭВМ проводились пионерские работы по созданию многомашинных комплексов с расширенным системным программным обеспечением. Все работы по созданию программного обеспечения и расширения возможностей операционных систем для ЕС ЭВМ проводились под руководством и при тесном сотрудничестве с НИЦЭВТом (руководитель Л. Д. Райков). В СКБ завода разработана Единая система автоматизированного проектирования (руководитель И. М. Якимов), которая обеспечивала полный цикл изготовления средств СВТ: проектирование, внедрение, производство: печатных плат, ТЭЗов, монтажа панелей и стоек.

Были разработаны АСУ заводом и АСУТП производственных операций в цехах завода (руководители Ю.Ф. Сотов и Г.Н. Матвеев).

Но завод был известен не только своей продукцией. Главное достояние – его люди. Высокие результаты деятельности заслуженно отмечены государственными премиями СССР, лауреатами которых стали: Абдрахманов А.Х., Гусев В.Ф., Закиров А.В., Курнаков Е.В.

Лауреаты премии Армянской ССР Сотов Ю.Ф. и Кренгель Г.И.

Лауреатами премии Ленинского комсомола стали 10 сотрудников завода.

Три сотрудника завода защитили докторские диссертации. 12 сотрудников защитили кандидатские диссертации. Заслуги заводчан отмечены правительственными наградами. Звания Героя Социалистического труда удостоен Капитонов Н. М. Орденами награждены 264 человека, медалями – 164 человека.

Строительство в 1954 году в г. Казани завода математических машин положило начало развитию в Республике Татарстан комплекса предприятий отрасли отечественного электронного машиностроения. С развитием КЗММ завод «Пишмаш» был переориентирован на производство устройств ввода-вывода информации для ЭВМ и получил название Казанский завод пишущих устройств.

За годы существования завода в Республике Татарстан были созданы:

- ГНИПИ ВТ – Государственный научно-исследовательский проблемный институт вычислительной техники по разработке и внедрению информационных технологий и средств вычислительной техники в народное хозяйство;
- КНИТИ ВТ – Казанский научно-исследовательский технологический институт вычислительной техники по разработке и внедрению технологий производства средств вычислительной техники;
- НПО «Алгоритм» – научно-производственное объединение «Алгоритм» по разработке программного обеспечения, обслуживанию ЭВМ и подготовке специалистов;
- Факультет технической кибернетики и информатики в КГТУ им. А.Н. Туполева;
- Факультет вычислительной математики и кибернетики в КГУ им. В.И. Ульянова Ленина;
- Филиал Института проблем информатики АН СССР (ИПИАН), в дальнейшем преобразованный в институт проблем информатики АН РТ.

Таким образом, в республике Татарстан был создан уникальный комплекс по подготовке кадров, разработке, производству и внедрению в народное хозяйство широкого спектра программных и аппаратных средств ВТ на основе прогрессивных технологий. Вследствие этого республика занимала ведущее место в области ВТ и информатики в СССР и странах Совета экономической взаимопомощи (СЭВ).

Казанский завод ЭВМ и Казанское производственное объединение вычислительных систем около четверти века были флагманом отечественного электронного машиностроения. Коллектив завода и объединения, пройдя за сравнительно короткое время большой путь по созданию, освоению и производству ЭВМ четырёх поколений, внёс существенный вклад в ускорение научно-технического прогресса в стране, в укрепление её обороноспособности. За период своей истории КПО ВС выпустил свыше 7500 ЭВМ, а также было единственным в стране изготовителем устройств широкой алфавитно-цифровой печати для ЭВМ, всего было выпущено свыше 32 тыс. АЦПУ.

17 октября 1994 года решением руководства республики Татарстан КПО ВС был введён в состав нового объединения СВТ «Терминал». Так завершилась история завода ЭВМ.

Легендарный завод ЭВМ, гордость всей страны, колыбель уникальных ЭВМ, команда профессиональных конструкторов и создателей советских компьютеров – все вдруг оказались никому не нужно в стремительно меняющейся стране. Минрадиопром прекратил финансирование. Западные технологии обогнали наши технологии, а доводить наши компьютеры до мирового уровня не было ни времени, ни средств.

С началом перестройки и внедрения рыночных отношений в стране, реально оценивая конкурентоспособность выпускаемых ЭВМ, руководство КПО ВС начало маркетинговые поиски областей применения наших производственных и интеллектуальных возможностей.

В 1990–91 гг. завод посетили делегации ответственных представителей известных зарубежных фирм ICL, HEWLETT PACKARD, INTEL, SIEMENS и др. Визиты завершались протоколами о намерениях по сотрудничеству. Из этих фирм только британская корпорация International Computers Limited (ICL) направила компетентную делегацию из руководителей подразделений во главе с вице-премьером для подробного ознакомления с заводом. В течение полугода эксперты ICL обследовали завод, и только потом руководством компании было принято решение о создании совместного предприятия (СП) в Татарстане с распределением уставного капитала в пропорции 51% ICL, 49% КПО ВС. Совместный договор подписан 30.06.1991 г., а 02.07.1991 г. получено из Министерства финансов РСФСР свидетельство о внесении СП «ICL-КПО ВС» в Госреестр.

Целью этого объединения было сохранить и развить потенциал завода, а также обеспечить Россию новейшими компьютерными системами и информационными технологиями. СП «ICL-КПО ВС» в дальнейшем было преобразовано в ОАО «ICL-КПО ВС». Генеральные директора: Джон Коннор (1991–1993), Великобритания, Вильям Уолстенкрофт (1993–1998), Великобритания, В.В. Дьячков, Россия, с 1998 г. по настоящее время.

История КПО ВС завершилась в октябре 1994 г. в силу объективных обстоятельств и неудачного решения руководства республики, объединивших КПО ВС и ПО «Терминал», испытывавших серьезные экономические трудности.

И только детище завода ОАО «ICL-КПО ВС», созданное в 1991 г., достойно продолжает традиции и дело жизни ветеранов завода. Как сказал бывший инженер завода и ОАО «ICL-КПО ВС», ныне работающий в Германии: «Фирма является мощным магнитом для интеллектуальных сил и кузницей высокопрофессиональных кадров. Стратегическое мышление и твердая управляющая рука генерального директора В.В. Дьячкова обеспечивают продолжение лучших традиций незабываемого завода ЭВМ» Подтверждением тому являются успехи процветающей компании ОАО «ICL-КПО ВС».

# Вычислительная техника в школах Ленинграда и Санкт-Петербурга

Игорь Федорович Базлов<sup>1</sup>, Михаил Александрович Вус<sup>2</sup>, Михаил Борисович Игнатъев<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Комитет по образованию СПб

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Санкт-Петербург, Россия

`mixail-vys@yandex.ru`, `ignatmb@mail.ru`

В 70-е годы в Новосибирске работали школы юных программистов и конференции по школьной информатике под эгидой А.П. Ершова, а в 1981 году первая конференция по школьной информатике была проведена в Ленинграде. С тех пор каждый год они успешно проводятся, количество участников неуклонно увеличивается. В апреле 2014 года в Санкт-Петербурге состоялась 33-я международная конференция по школьной информатике и проблемам устойчивого развития. За эти годы в конференции приняли участие свыше 20 тысяч человек, многие из которых работают в настоящее время в сфере компьютерных технологий. В работе ленинградских конференций принимал активное участие А.П. Ершов, но первые конференции по школьной информатике в Ленинграде не привлекли внимание отделов народного образования. Во многом это объяснялось непониманием перспектив использования вычислительной техники в сфере образования. Тогда, в конце 70-х и начале 80-х годов, руководителям школьного образования трудно было представить, как вписать в образовательный процесс экзотические и «бездушные» компьютеры.

Чтобы переломить ситуацию, остро встал вопрос о подготовке соответствующего государственного постановления, который авторы активно обсуждали с А.П. Ершовым. К этому времени у М.Б. Игнатъева был опыт подготовки таких постановлений – в 1972 году удалось пробить постановление ГКНТ СССР по развитию робототехники, а в 1974–1979 годах организовать совместный проект с американской фирмой Control Data Corporation по созданию рекурсивной вычислительной системы высокой производительности и надежности, экспериментальный образец которой был запущен осенью 1979 года в ЛИАП. В 1982 году с участием А.П. Ершова готовился проект постановления по широкому использованию вычислительной техники в школах, но вышло Постановление ЦК и Совета Министров СССР лишь в 1985 году. Постановление сыграло большую роль в развитии информатики в нашей стране и оказало положительное влияние на внедрение вычислительных систем и сетей в образовательные структуры разного уровня.

История развития вычислительной техники хорошо представлена во многих книгах [2–8]. Вычислительная техника в школах Ленинграда появилась намного раньше указанного выше Постановления. Ещё в далёкие 60-е годы в ленинградских физико-математических школах №№ 30 и 239 появились списанные (но работающие) ЭВМ «Урал», которые использовались при преподавании курса программирования (языки ассемблера, Алгол-60, Фортран). Первые советские персональные компьютеры (ДВК – диалогово-вычислительные комплексы) в количестве несколько десятков единиц появились лишь в самых продвинутых физико-математических школах страны (в том числе и в Ленинграде) в начале 80-х годов. К этому времени у руководителей школьного образования города отношение к информатизации кардинально изменилось и новые образовательные технологии всесторонне поддерживались и развивались. Техническая база начального периода школьной информатики хорошо описана в статье В.Н. Захарова [9].

В Постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28.03.1985 № 271 «О мерах по обеспечению компьютерной грамотности учащихся средних учебных заведений и широкого внедрения электронно-вычислительной техники в учебный процесс» были отражены практически все те направления, которые определили дальнейшее развитие процесса информатизации среднего образования на многие годы вперёд, даже после трансформации СССР. Постановлением предусматривалась реализация следующих основных мероприятий:

- Подготовка перечней технических средств, учебно-наглядных пособий и мебели для кабинетов информатики, разработка технических заданий на изготовление компьютеров и план их выпуска (с учётом наращивания производства) на последующие годы.
- Организация обслуживания средств вычислительной техники.
- Подготовка учителей по специальности «Информатика и вычислительная техника», организация курсов повышения квалификации по указанной выше специальности, включая обучение основам информатики руководящих работников народного образования.
- Подготовка к изданию учебников и учебных пособий по вновь вводимой учебной дисциплине.
- Организация методического сопровождения курса «Информатика и вычислительная техника», включая организацию учебного процесса при проведении практических занятий.
- Установление и выплата доплат учителям и преподавателям за заведование кабинетом и обслуживание вычислительной техники в следующем размере – доплата за заведывание кабинетом – 10 рублей и за обслуживание вычислительной техники – 5 рублей за каждый работающий компьютер (следует помнить,

что тогда зарплата учителя была около 100 рублей в месяц). Увеличение фонда зарплаты было очень серьезным стимулом.

Предусматривались (в неявном виде, в качестве привлечения соответствующих специалистов на условиях штатного совместительства) и работы в области создания прикладных программных средств (ППС). Существенный прорыв в этом направлении произошёл в середине 90-х годов и был связан с появлением в российских школах компьютеров стандарта IBM PC. Всё возрастающее количество ППС существенно повысило эффективность использования средств вычислительной техники в образовательном процессе. (<http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaindex.asp?lang1&gid=375>)

Принятое постановление сразу привлекло в Москву представителей больших компьютерных фирм. Приехали представители фирмы IBM, приехал Стив Джобс как представитель фирмы Apple и др. Но осенью того же года Стива Джобса уволили из Apple (потом он с триумфом возвратился обратно) и компьютерный рынок в СССР был захвачен фирмой IBM.

## Реализация положений Постановления в Санкт-Петербурге

В 2015 году исполняется тридцать лет с момента введения в учебные планы общеобразовательных учреждений Российской Федерации предмета «Информатика».

С 1986 года в Советском Союзе начинается массовый выпуск бытовых компьютеров (БК), технические характеристики и возможности которых были весьма ограничены. На них можно было лишь успешно отработать такие разделы, как алгоритмизация и программирование. В 1988 году в 15% школ города имелись собственные компьютерные классы, в остальных ленинградских школах преподавание информатики осуществлялось в лучшем случае на программируемых калькуляторах, в худшем – на доске и бумаге. Следует отметить, что в 1985–1990 гг. некоторые ведущие вузы Ленинграда предоставили возможность школьникам, в школах которых не было собственных компьютерных классов, изучить практическую часть курса информатики на базе вузовских компьютерных классов.

К концу 1990 года примерно половина школ Ленинграда уже имели ненадёжные и функционально ограниченные компьютерные классы на базе бытовых компьютеров («БК», «КУВТ»). К сожалению, производители отечественной компьютерной техники так и не смогли договориться о единых технических и эксплуатационных стандартах. Так мониторинг наличия используемой в образовательном процессе компьютерной техники, проведённый Комитетом по образованию в 1992 году, показал, что в образовательных учреждениях Санкт-Петербурга в то время находилось около 20 различных типов электронно-вычислительных машин, которые были аппаратно и программно не совместимы. В этом же году на базе кафедры информатики Российского государственного педагогического университета им. Герцена был создан Экспертный Совет по вопросам использования информационных технологий в образовании, председателем которого стал д.т.н. И.А. Румянцев.

Помимо специализированных предприятий (таких как завод «Квант»), кто только не выпускал в те годы компьютеры собственной конструкции. Даже на Ленинградском Заводе турбинных лопаток был организован кооператив по сборке своих «фирменных» компьютеров (жаль, забылось название!). Доля компьютеров стандарта IBM в образовательных учреждениях составляла тогда менее 5%, и все они привозились из-за рубежа. Неуклюжие попытки местных производителей (НПО «Ленэлектронмаш») организовать на отечественной элементной базе выпуск компьютеров, совместимых с компьютерами IBM, не имели успеха. О компьютерах Apple с большими прикладными возможностями, которые изначально были ориентированы на использование в сфере образования, можно было разве что мечтать или прочитать в научных и популярных изданиях.

Начиная с 1993 года, Комитет по образованию начал проводить целенаправленную закупочную политику, предусматривающую приобретение компьютерного оборудования стандарта IBM. Компьютеры Apple стоили значительно дороже, и вопрос об их закупке (за рядом нескольких исключений) в то время не стоял. Систематические поставки этих замечательных и надёжных компьютеров (в варианте мобильных классов) в школы Санкт-Петербурга начались только в 2007 году. Динамика роста количества компьютеров стандарта IBM представлена ниже в таблице.

Тип компьютерных классов	% от общего парка компьютерных классов в образовательных учреждениях					
	1992	1994	1998	2000	2003	2005
Компьютеры стандарта IBM (PC)	5	21	65	74	97	99
Прочие модели компьютеров	95	79	35	26	3	1

В 1994 году с помощью Санкт-Петербургского филиала Института новых технологий (ИНТ), возглавляемым профессором, д.ф.-м.н. В.А. Носкиным, в нашем городе была создана первая в России (доинтернетовская) телекоммуникационная сеть, объединившая несколько десятков школ. Следует отметить, что все работы по созданию данной сети были проведены за счёт средств ИНТ. Организацией телекоммуникационной сети занимался к.ф.-м.н. С.М. Балабанов, заместитель директора филиала ИНТ. В 1996 году эта телекоммуникационная

сеть благополучно вписалась в сеть Интернет, и питерские школы впервые почувствовали уникальные возможности Интернета. В те годы ИНТ один из первых в России осуществил локализацию и внедрение в учебный процесс ряда профессионально сделанных программно-методических комплексов для средней школы («Живая математика», «Живая физика», «Логомиры» и т.д.).

Определённые сложности были связаны и с подготовкой педагогов, преподававших школьную информатику. Так сложилось, что в крупных городах России в отличие от сельской местности преподавателями информатики стали в массе своей инженеры и научные сотрудники, которые порой учили лишь тому, что сами знали, игнорируя рекомендации учебной программы курса. В 1991 году в Ленинграде около 80% учителей информатики не имели педагогического образования, в то время как в Ленинградской области всё было зеркально наоборот: 75% учителей информатики являлись в прошлом учителями предметниками (прежде всего, физики и математики), прошедшими соответствующую переподготовку.

Только к середине 90-х годов, когда в процесс информатизации стали активно вовлекаться преподаватели-предметники, руководители образовательных учреждений (ОУ), в педагогическом сообществе стало складываться понимание о месте и роле информационно-коммуникационных технологий в школьном образовании. Важную роль в организации и проведении систематической просветительской и методической работы среди питерских педагогов сыграл Региональный центр информатизации образования, возглавляемый в 90-е годы В.Л. Дрибинским (в настоящее время является одним из руководителей международной образовательной организации «ОРТ интернейшнл», Лондон). Этот центр был создан в 1992 году по инициативе тогдашнего председателя Комитета по образованию члена-корреспондента Российской Академии Образования О.Е. Лебедева, который внёс большой вклад в развитие Петербургской школы.

Переломный момент в процессе информатизации образования совпал с периодом дефолта. К тому времени около 75% ОУ имели полноценные компьютерные классы, практически во всех ОУ Санкт-Петербурга имелось хотя бы несколько компьютеров, на которых можно было организовать практические занятия по информатике. Изменился и качественный состав компьютерного оборудования. Доля компьютеров стандарта IBM уже составляла 65%. Но остальные компьютеры, модели которых были разработаны ещё в СССР в конце 80-х годов, оставляли вопрос об унификации школьного компьютерного парка открытым. Всё же к концу девяностых годов количество самых распространённых моделей удалось довести до трёх, что в целом повысило степень унификации компьютерной техники.

Отсутствие бюджетного финансирования на приобретение компьютерного оборудования в 1999–2000 гг. резко затормозило процесс информатизации образования. К 2001 году сложилась тревожная ситуация. В пору было начать вешать амбарные замки на компьютерные классы, поскольку они на глазах безнадежно физически и морально устаревали.

Всестороннее развитие всех направлений информатизации в сфере среднего образования совпало с началом нового века.

Массовые поставки современных компьютерных классов начались только со второй половины 2001 года. Но уже в 2005 году мониторинг, ежегодно проводимый Комитетом по образованию, показал, что в школах Санкт-Петербурга используются только компьютеры стандарта IBM, однако эффективность их использования оставляет желать лучшего. Все эти годы в ОУ поставлялись только аппаратные средства, чаще всего даже без операционных систем, которые в школах ставили самостоятельно, и далеко не всегда на установленные операционные системы имелись лицензии. Прикладные программные средства централизованно не приобретались вообще, а использовать компьютеры в образовательном процессе профессионально и эффективно могли разве что преподаватели информатики и незначительное количество учителей-предметников. К сожалению, даже небольшое количество программных средств, использовавшихся в школах до 2006 года, было в массе своей нелегальным.

Стало с очевидностью ясно, что дальнейшее развитие информатизации образования должно предусматривать не только обеспечение ОУ компьютерным оборудованием. Опыт ряда питерских школ показал, что широкий набор мультимедийного оборудования, включающий (помимо компьютеров) мультимедийные проекторы, электронные доски, цифровые лаборатории, позволил на практике внедрять в образовательный процесс как новые информационные технологии, так и новые методики коллективного обучения (в том числе методы проектной деятельности).

Эффективность использования компьютерной и мультимедийной техники во многом определяется возможностью её широкого использования в образовательном процессе. И здесь важно не только научить педагогов пользоваться современными техническими средствами, но и обеспечить их прикладным программным обеспечением для преподавания различных школьных предметов с использованием компьютеров. Остро встали вопросы повышения квалификации в области информационных технологий всего педагогического корпуса и обеспечения образовательных учреждений лицензионными программными средствами. Вопросами эффективного использования компьютерной техники в школах Санкт-Петербурга в середине 2000-х годов активно занимался к.п.н. К.В. Шапиро.

Комплексное развитие информатизации образования в Санкт-Петербурге было определено в Постановлении правительства Санкт-Петербурга «О Плане мероприятий по информатизации системы образования Санкт-Петербурга на 2006–2008 годы» (впоследствии пролонгированным в 2008 году на 2009–2010 годы)

Проект данного Постановления (в написании и обсуждении которого принимали участие авторы статьи) подготовил Комитет по образованию при поддержке Комитета по информатизации связи и Научного Совета по



информатизации Санкт-Петербурга, сопредседателем которого все эти годы является академик Российской Академии Образования Б.Я. Советов, а также Комиссии по образованию Законодательного Собрания Санкт-Петербурга (в те годы председателем Комиссии был А.Е. Ловягин). В Плате мероприятий Постановления были предусмотрены не только вопросы обеспечения образовательных учреждений средствами информатизации (как аппаратными, так и лицензионными программными), повышения квалификации работников образования, но и вопросы автоматизации управления образованием, научно-методического сопровождения. Важно также отметить, что в указанном Плате мероприятий были предвосхищены некоторые направления будущего приоритетного национального проекта «Образование»: подключение ОУ к сети Интернет, развитие дистанционного образования, обеспечение ОУ лицензионными прикладными программными средствами. По всем этим направлениям работа в Санкт-Петербурге успешно началась с опережением и в основном за счёт региональных средств.

Только на первом этапе реализации указанного выше Постановления в ОУ Санкт-Петербурга были поставлены в 2006–2008 гг.: 606 компьютерных классов, 2024 отдельных компьютеров, 869 мультимедийных проекторов, 559 комплектов электронных досок, 176 цифровых лабораторий.

Начиная с 2001 года и по настоящее время Комитетом по образованию ежегодно организуются курсы повышения квалификации для всех категорий работников образования по различным программам обучения на базе Академии постдипломного педагогического образования и Регионального центра оценки качества образования и информационных технологий. Большую роль в организации повышения квалификации в области информационных технологий оказала в 2001–2005 гг. Федерация Интернет-образование, региональный центр которой был создан на базе СПбИТМО (директор д.ф.-м.н. Л.С. Лисицына). За эти годы на всех курсах повышения квалификации, организованных для педагогов общеобразовательных школ, смогли повысить (а некоторые – и не один раз!) свою квалификацию в области информационно-коммуникационных технологий более 35 000 человек. Наличие документов, подтверждающих компетентность педагогов в области информационно-коммуникационных технологий, учитывается при их аттестации.

В течение 2006–2007 гг. все образовательные учреждения, подведомственные Комитету по образованию, получили доступ в сеть Интернет. Хотелось бы особо отметить, что оплата трафика изначально осуществляется из средств городского бюджета. Преподаватели и обучающиеся пользуются образовательными ресурсами, находящимися в Сети, при подготовке и во время проведения уроков, внеклассных мероприятий. При этом ОУ предложены программные средства (*контентные фильтры*), разработанные в рамках приоритетного национального проекта «Образование», которые позволяют отсеять недопустимую для школьников информацию. Осуществлялись консультации по вопросам информационной безопасности (*М.А. Вус, автор работ по данной проблеме*).

В рамках реализации Постановления на базе Центра информационных технологий создано новое государственное учреждение дополнительного профессионального образования «региональный центр оценки качества и информационных технологий» (РЦОКОиИТ). В 2006–2007 гг. созданы и получили дальнейшее развитие 27 опытно-экспериментальных площадок для комплексной отработки моделей информатизации образовательных учреждений Санкт-Петербурга, а также 6 ресурсных центров. Запланированное для этих целей финансирование было направлено для обеспечения указанных выше учреждений образования средствами информатизации по индивидуальным заказам учреждений.

В течение 2006–2008 гг. была проведена экспертиза более чем 600 образовательных информационных ресурсов (ОИР) и подготовлены каталоги с рекомендуемыми ОИР для использования в образовательном процессе. Для ОУ Санкт-Петербурга было централизованно закуплено 313890 единиц лицензионных программ (прикладного программного обеспечения) по различным предметам. Среди них были программно-методические комплексы Института Новых Технологий, компаний «Физикон», «Кирилл и Мефодий», «Фобус».

Помимо закупки готового программного обеспечения по заказу Комитета по образованию в 2007–2010 годах созданы:

- 10 электронных учебников по наиболее востребованным специальностям для учреждений начального и среднего профессионального образования (автомеханик, слесарь по ремонту автомобилей, станочник широкого профиля, монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов, повар, кондитер и т.д.);
- 20 интерактивных электронных тренажёров по наиболее востребованным специальностям в системе начального профессионального образования.
- электронные учебные материалы по общеобразовательным предметам, необходимые для использования при дистанционных формах обучения, в том числе при обучении детей с ограниченными возможностями.

В настоящее время внедрение компьютерных и сетевых технологий с использованием дистанционных форм обучения осуществлено при организации образовательного процесса детей с ограниченными возможностями, находящихся на домашнем обучении, а также при организации курсов повышения квалификации работников образования. Прорабатывается вопрос об организации дистанционного обучения в сферах среднего профессионального обучения и дополнительного образования (для одаренных детей).

За последние пять лет при содействии Комитета по образованию издано 22 учебно-методических пособия по вопросам практического использования информационных технологий в учебном процессе.

В 2007 году во все общеобразовательные учреждения города и органы управления образованием районов Санкт-Петербурга поставлены автоматизированные информационные системы (АИС) управления образовательным учреждением. Работа по автоматизации управленческой деятельности в сфере образования Санкт-

Петербурга, идеологом которой стал Ю.П. Малышев (ныне заместитель директора РЦОКОиИТ), была начата ещё в 2001 году. С внедрением АИС повсеместно автоматизирован сбор оперативной информации внутри ОУ, которая позволяет не только быстро и качественно формировать всевозможные отчёты ОУ, но и принимать управленческие решения, объективно оценивать деятельность педагогических работников и достижения учащихся; появилась возможность частично автоматизировать трудоёмкий процесс составления расписаний занятий. С помощью АИС ведётся учёт движения обучающихся с использованием информационных технологий, что позволяет осуществлять оперативный контроль за переходом учащихся из одного ОУ в другое. Фактически ни один ребёнок, поступивший в школу, не выпадает из поля зрения ответственных лиц вплоть до её окончания. В ОУ осуществляется также плановое поэтапное внедрение автоматизированного учёта библиотечных фондов.

В течение 2008–2010 гг. были разработаны и поставлены специализированные модули АИС во все учреждения дошкольного образования и учреждения начального и среднего профессионального образования. В эти же годы создана и внедрена автоматизированная информационная система по лицензированию и аккредитации ОУ, которая включает: автоматизированное создание образовательными учреждениями документов по лицензированию и аккредитации, базы данных и справочники по ОУ, учебным программам, учебно-методическим комплексам, педагогическим кадрам и т.д.).

При поддержке заместителя председателя Комитета по информатизации и связи Санкт-Петербурга А.В. Азарского в 2010 году была создана и внедрена Комплексная автоматизированная информационная система каталогизации ресурсов образования Санкт-Петербурга (КАИС КРО), которая не только интегрировала в себя отдельные модули уже действующих в системе образования Санкт-Петербурга АИС, но и позволила реализовать новые информационные компьютерные сервисы:

**1. Электронный дневник.** Система личных кабинетов участников образовательного процесса (обучающихся, их родителей (законных представителей), учителей и других представителей ГОУ, а также иных лиц, заинтересованных в получении информации об образовательном процессе в ГОУ), включающая следующие функциональные компоненты:

- доступ к информации об успеваемости обучающегося;
- электронное портфолио;
- электронное домашнее задание;
- общение между участниками образовательного процесса;
- доступ к результатам экзаменов и тестов для выпускников средней и основной ступеней соответственно.

**2. Веб-поддержка** мультимедиа-инструментов для образовательного процесса. Программный комплекс на базе веб-решений с публикацией части данных в Интернете, включающий следующие функциональные компоненты:

- система веб-трансляции открытых уроков;
- система информационной поддержки видеоконференций между ГОУ.

**3. Информационный обмен** в рамках предоставления образовательных услуг. Структура, позволяющая обеспечивать информационный обмен между внутренними информационными системами ГОУ, посетителями портала и контролирующими органами, и включающая следующие компоненты:

- электронное анкетирование ГОУ;
- электронное голосование;
- сбор и обработка агрегированных данных;
- система внутренних сообщений;
- обратная связь граждан с сотрудниками Комитета по образованию.

**4. Публикация данных об образовательных услугах.** Набор внешних интерфейсов к базам данных и их срезам, предусматривающий ознакомительную публикацию без предварительной авторизации пользователя:

- реестр лицензий и аккредитаций ГОУ;
- интеграция сторонних сайтов в портал Комитета по образованию;
- публичная база данных ГОУ;

**5. Обеспечение интерфейса доступа к данным.** Набор внешних и внутренних интерфейсов к базам данных и их срезам, предусматривающий использование информационных ресурсов КАИС КРО сторонними уполномоченными организациями для создания независимых информационных ресурсов:

- возможность публикации данных на сайте ГОУ;
- централизованный интерфейс предоставления данных для дальнейшей обработки;
- типовое решение сайта ОУ.

В середине 2000-х годов Комитет по образованию Санкт-Петербурга участвовал в таких значимых образовательных проектах, как Программа Intel «Обучение для будущего», Программа Intel «Каждому ученику – по компьютеру», Программа повышения эффективности использования средств информатизации в образовательном процессе.

В последние три года в системе образования Санкт-Петербурга успешно реализуются следующие проекты.

## I. Дистанционное обучение

Развитие дистанционного образования осуществляется в двух направлениях:

1. Дистанционное обучение работников образования на курсах повышения квалификации.

Осуществляется в течение последних 3 лет на базе Академии постдипломного образования, Регионального центра оценки качества образования и информационных технологий, Государственного университета информационных технологий, механики и оптики. Количество работников образования, осуществивших повышение квалификации с использованием технологий дистанционного обучения, превысило более 3000 человек.

2. Дистанционное обучение детей с ограниченными возможностями.

Организовано в Санкт-Петербурге с 2007 года. В настоящее время 573 ребёнка-инвалида и 513 педагогов оснащены средствами информатизации (рабочими местами), позволяющими проводить обучение на дому по программам общего образования с использованием форм дистанционного образования.

Дистанционные формы обучения позволяют организовать образовательный процесс для больших и малых групп обучающихся в удобное для обучающихся время, не требуют наличия учебных аудиторий, а также экономят время обучающихся и формируют навыки самообразования.

К недостаткам дистанционного образования можно отнести следующие факторы: отсутствие «живого контакта» обучающихся в процессе обучения (особенно это важно при обучении детей с ограниченными возможностями), ограниченность использования методик организации образовательного процесса с использованием коллективных форм обучения.

Факторы, сдерживающие интенсивное развитие дистанционного образования: ограниченное количество качественных электронных образовательных ресурсов, предназначенных для системы дистанционного образования, а также педагогов, владеющих технологиями обучения; предоставление *потенциальным пользователям* системы дистанционного образования дорогостоящих специализированных (в случае с детьми-инвалидами) комплектов компьютерного оборудования.

С учётом возрастающего притока детей иммигрантов роль дистанционных форм обучения в процессе их самообразования и интеграции в новую социо-культурную среду должна возрастать.

## II. Электронный дневник

Сервис «Электронный дневник» (далее – сервис ЭД) введен в штатный режим всех государственных общеобразовательных школ Санкт-Петербурга с 01.01.2011 в соответствии с распоряжением Комитета по образованию от 10.09.2010 № 1616-р «О внедрении комплексной автоматизированной информационной системы каталогизации ресурсов образования»

Формирование индивидуальных электронных дневников обучающихся осуществляется путём автоматического импорта данных из электронных журналов на основании письменных заявлений родителей. Обновление данных в электронном дневнике через модуль «Классный журнал» должно осуществляться ежедневно.

В Санкт-Петербурге в настоящее время пользуются сервисом ЭД более 90 000 родителей.

Сервис ЭД позволяет родителям получать оперативно информацию о процессе обучения детей (отметки по предметам, посещаемость, домашние задания и т.д.). В данном сервисе предусмотрена возможность использования интерактивного общения между педагогами образовательного учреждения и родителями.

Основной недостаток при реализации сервиса ЭД – несвоевременное внесение педагогами актуальной информации в электронные классные журналы и, как следствие, отсутствие информации в электронном дневнике обучающегося.

## III. Международный (Российско-Финский) проект по созданию единого образовательного пространства на приграничной территории «EdNet – Cross-border Networks and Resources for Common Challenges in Education».

В рамках данного проекта в Санкт-Петербурге в интересах приграничного сотрудничества создана новая организационная структура – инновационный Международный центр дистанционного обучения «International e-Skills Centre», который будет самостоятельной, развивающейся и экономически выгодной инфраструктурой, координационным центром сети образовательных учреждений на территории приграничного сотрудничества; в Финляндии и России создана и в настоящее время внедряется в эксплуатацию уникальная и современная система дистанционного обучения в системе среднего профессионального образования, включающая использование специально разработанных электронных образовательных ресурсов, обеспечивающих доступность и равенство в получении образовательных услуг по востребованным специальностям независимо от места проживания, гендерного статуса, возраста и имущественного положения.

В заключение хотелось бы охарактеризовать количественно уровень информатизации образования Санкт-Петербурга по состоянию на 01.01.2014:

Среднее количество компьютерных классов в ОУ Санкт-Петербурга составляет 2, мультимедийных проекторов – 8,4, электронных досок – 3,5. Цифровыми лабораториями по физике обеспечены 43% ОУ, по химии и биологии – 26% ОУ, по робототехнике – 10% ОУ. Количество обучающихся на один современный компьютер, используемый в учебном процессе, составляет 14,0 чел. (по состоянию на 01.06.2012). Количество обучающихся на один компьютер, используемый в образовательном процессе, составляет 11,5 чел. (при плановом показателе по Российской Федерации – 17,0 чел./ компьютер). Количество отдельных компьютеров, в том числе компьютеров общего пользования, на 1 преподавателя составляет 0,55. Процент педагогов, систематически использующих ИКТ в образовательном процессе, в среднем достиг в Санкт-Петербурге 75%. В системе дистанционного образования обучается 573 ребёнка.

## Заключение

В буднях жизни мы порой даже не замечаем, что живём в век электронной революции, которая на наших глазах коренным образом изменяет человеческую цивилизацию. Даже самое смелое воображение вряд ли могло представить, что за сравнительно короткое время компьютерная техника так преобразится и преобразит наш мир. Новому поколению школьников порой даже трудно представить достижения в области информатики и развития вычислительной техники. Достаточно привести только несколько аналогий одного западного учёного, чтобы стали понятны масштабы «информационной революции»:

«Если бы автомобилестроение развивалось такими же темпами в течение последних пятидесяти лет, как развивается компьютерная техника, то ... можно было бы на кончике шариковой ручки разместить несколько автомобилей (так уменьшились размеры элементной базы компьютеров); совершить на автомобиле кругосветное путешествие, имея всего лишь несколько литров бензина (так уменьшилось энергопотребление компьютеров); купить роскошный «Мерседес-Бенц» по стоимости его игрушечной модели (так уменьшилась стоимость компьютеров).»

Итак, прошло 30 лет со дня выхода Постановления, которое стало важным этапом в развитии российского образования. За это время в России сделано немало в области информатизации образования, но имеется еще много нерешенных проблем, пути решения которых должны быть отражены в соответствии с задачами и духом времени в новом постановлении правительства России по дальнейшему развитию информатизации образования, в связи с чем авторы призывают всех заинтересованных подготовить свои предложения для того, чтобы соответствующее постановление вышло 28 марта 2015 г.

## Список литературы

1. О мерах по обеспечению компьютерной грамотности учащихся средних учебных заведений и широкого внедрения электронно-вычислительной техники в учебный процесс\Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28 марта 1985 г. №271, 6 с.
2. «Сергей Алексеевич Лебедев» \ Под ред. В.С.Бурцева, М.: Физматлит, 2002, 440с.
3. Информатика для устойчивого развития\Материалы международной конференции Школьная информатика и проблемы устойчивого развития\ под ред. М.Б.Игнатъева и М.А.Вуса, С-Петербург, 2009, 154 с.
4. И.А.Мизин – ученый, конструктор, человек\ Под ред.И.А.Соколова, ИПИРАН, М., 2010, 320 с.
5. Время и кибернетика: к столетию со дня рождения академика АН СССР А.А.Воронова: антология. СПб, Изд-во Политехн.ун-та, 2010, 482 с.
6. История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде)\Под ред. Р.М.Юсупова. СПб.: 2008–2012. Вып.1, 2008, 356 с.; Вып.2, 2010, 152 с.; Вып.3, 2012, 260 с.
7. М.Б.Игнатъев «Кибернетическая картина мира. Сложные киберфизические системы»\СПб, изд.ГУАП, 3-е изд, 2014, 472 с.
8. M.Ignatyev, Yu.Sheynin, A.Litovkin “From digital analogs through recursive machines to quantum computers”/Journal of Mathematics and System Science, vol.4, Number 2, 2014, P. 93–98.
9. В.Н.Захаров «Школьная информатика в России – техническая база начального периода» Труды SORUCOM-2011, С. 115–120.

# Вклад самарских ученых в создание и применение информационных систем

Наталья Федоровна Банникова

Самарский государственный аэрокосмический университет (НИУ)  
Самара, Россия  
phil@ssau.ru

**Ключевые слова:** автоматизированная система, случайные процессы, временные ряды, информационный массив

Современный этап развития человечества связан с переходом к информационной цивилизации. Приоритетным направлением все больше становится вычислительная техника, которая увеличивает интеллектуальные возможности людей. Научно-техническая интеллигенция и сегодня – важнейший ресурс развития государства. Как отмечал еще Д.Белл, характеризуя общество XX века, в «постиндустриальном обществе техническая квалификация становится основой, а образование – способом доступа к власти, наиболее преуспела в этом отношении элитная группа – ученые»<sup>1</sup>. Всегда вызывает интерес появление новых научных школ, ибо они способствуют более эффективному развитию новых научных направлений. Самарская научная школа по прикладному анализу случайных процессов еще молодая. Она сложилась на базе кафедры информационных систем и технологий Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П.Королева (СГАУ) под руководством доктора технических наук, профессора С.А. Прохорова на рубеже XX–XXI веков.

Первые научные работы по направлению прикладного анализа случайных процессов, временных рядов и потоков событий были начаты в 1970-е годы на кафедре информационно-измерительной техники Куйбышевского политехнического института им. В.В. Куйбышева. Молодой специалист (только что окончивший этот вуз) С.А. Прохоров под руководством д.т.н. профессора Л.Ф. Куликовского и к.т.н. доцента И.И. Волкова проводил свои первые исследования по аппроксимативному корреляционно-спектральному анализу случайных процессов.

С 1971 года С.А. Прохоров продолжил исследования в аспирантуре, успешно защитив в 1974 году кандидатскую диссертацию на тему: «Исследование и разработка методов и аппаратуры для аппроксиматизации корреляционных функций функциями заданного вида». Дальнейшие исследования С.А. Прохоров проводил в Загребском университете (Югославия) в 1979–1980 годы на естественно-научном факультете в институте «Роджер Бошевич» в Центре исследования моря» под руководством профессора Б. Соучека. Результатом проделанной работы стала докторская диссертация «Измерение вероятностных характеристики при неравномерной дискретизации случайных процессов» (1987)

В последующий период (1988–2001гг.) разработки по методам и алгоритмам оценивания вероятностных характеристик случайных процессов, представленных временными рядами, а также анализу неэквидистантных временных рядов были продолжены в Самарском государственном аэрокосмическом университете. Это было связано с приглашением д.т.н. С.А. Прохорова на кафедру информационных систем и технологий СГАУ, которую он возглавляет уже более 20 лет.

За короткий срок вокруг С.А. Прохорова объединились единомышленники, и научное направление получило новое дыхание. Под его руководством в 1993 году на базе кафедры информационных систем и технологий СГАУ был организован Самарский филиал Российского научно-исследовательского института информационных систем. В 1996 году по инициативе коллектива кафедры был создан Самарский региональный центр информации (директор С.А. Прохоров).

Главное внимание с 1990 года уделялось выполнению многих теоретических и экспериментальных исследований, наиболее важными из которых были темы:

- методы и алгоритмы оценивания вероятностных характеристик случайных процессов, представленных временными рядами (С.Л. Прохоров, Е.В. Дмитриева);
- разработка программного обеспечения статистического анализа неэквидистантных временных рядов (С.А. Прохоров, Л.С. Зеленко);
- разработка экспертной системы управления испытаниями автоматизированной системы научных исследований и комплексных испытаний изделий авиационно-космической техники (С.А. Прохоров, В.П. Дерябкин) и автоматизированной системы оценки параметров периферической гемодинамики (С.А. Прохоров, Н.Г. Крупец).

<sup>1</sup> Вольфсон Л.В. Теория постиндустриального общества Даниэлла Белла. Обзор // Л.В. Вольфсон. - М.: Мвьиль, 1975, с. 89.

С 2001 года научный коллектив вступил в новую фазу развития, представляя собой сложившуюся научную школу по прикладному анализу случайных процессов. Ученики и соратники С.А. Прохорова, разрабатывая под его руководством основное направление, стали развивать и самостоятельные.

Например, под научным руководством молодого д.т.н., профессора С.В. Востокина разрабатывается комплексная тема: «Автоматизация параллельного программирования, объективно-ориентированное моделирование, визуализация и анализ параллельных процессов».

Профессор, д.т.н. Ю.М. Заболотнов руководит направлением «Динамика и управление движением космических аппаратов и орбитальных тросовых систем». Группа исследователей (Любимов В.В., Еленев Д.В., Феллов Д.И., Наумов О.М. и др.) под его руководством принимают участие в международных проектах по освоению космоса, тесно сотрудничают с ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс».

По инициативе д.т.н., профессора Т.И. Михеевой в 2000 году на базе научно-исследовательской группы кафедры информационных систем и технологий был создан научно-производственный центр «Интелтранс». Главной проблемой исследований является создание интеллектуальных транспортных систем, которые имеют большое практическое значение.

Научно-производственный центр «Интелтранс» активно сотрудничает с администрацией г. Самары, с департаментами благоустройства, здравоохранения, транспорта и т.п. В последние годы география исследований расширилась. Центр «Интелтранс» налаживает связи с администрациями и организациями городов России: Оренбурга, Пензы, Ульяновска, Липецка, Рязани и др.

В течение 2009–2011 годов была собрана информация об интенсивности транспортных потоков более чем на 50 крупных перекрестках города Самары. Полученные данные позволяют осуществить анализ состояния модели улично-дорожной сети на основе сравнения с данными прошлых периодов<sup>8</sup>. Разработано 11 автоматизированных систем для моделирования транспортной инфраструктуры с использованием геоинформационной системы (ИТСГИС).<sup>9</sup>

Направлением «Управление в многофакторной интегрированной информационной среде предприятия» руководит доцент Иващенко А.В. Это направление сложилось в 2011 году в результате слияния исследований в области технологий управления в социальных сетях и Интернете, мультиагентных технологий и технологий прикладного анализа временных рядов, характеризующих динамические процессы взаимодействия в интегрированной информационной среде предприятия. Например: в 2008 году на кафедре проводились исследования по разработке математической модели комплексной системы безопасности предприятия. Разработки этого направления имеют практическое значение, были использованы рядом крупных предприятий (ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс», Ижевский мотозавод и др.).

В российской высшей школе сегодня одной из главных задач является модернизация подготовки специалистов-профессионалов в сфере новых информационных технологий. Так, Иващенко А.В. с коллегами уделяет внимание и этой проблеме, а именно задаче разработки и внедрения современных технологий симуляционного обучения в медицинских вузах. Симуляционное обучение в медицине – вид учебной деятельности, направленной на освоение студентами всех практических навыков комплексных умений в процессе оказания медицинской помощи на основе применения симуляционных моделей: роботов-симуляторов пациента, виртуальных тренажеров, муляжей и манекенов.

Особый интерес вызывает применение тренажеров для обучения навыков открытой хирургии. Учеными Самарского медицинского университета при участии к.т.н., доцента А.В. Иващенко был разработан аппаратно-программный комплекс «Виртуальный хирург» для 3Д моделирования операционного процесса и системного обучения врача-хирурга. Комплекс универсален и может применяться для отработки базовых навыков и освоения методик проведения операций. Был разработан оригинальный тренажер эндоваскулярной хирургии, обеспечивающий реалистичную симуляцию проведения операций.

Разработанное программное и аппаратное обеспечение тренажера для симуляционного обучения эндоваскулярному оперативному вмешательству в рамках АПК «Виртуальный хирург» позволяет обеспечить полностью контролируемый процесс симуляции. Тренажер был продемонстрирован на 44-й Международной выставке медицинской индустрии МЕДИСА 2012г. в Дюссельдорфе (Германия)<sup>10</sup>.

Большая группа ученых С.А. Прохоров, О.П. Солдатова, И.А. Лезин, И.В. Лезина, И.М. Куликовских, В.А. Печенин, М.А. Болотов, В.Г. Литвинов, В.С. Хохлова, А.М. Котова и др. работает в рамках направления: «Интеллектуальные системы поддержки принятия решений». Это научное направление сложилось в 2007 году в результате слияния исследований, проводимых на кафедре с 1998 года, в области интеллектуальных информационных систем, интеллектуальных моделей поддержки принятия решений, нейросетевых моделей прикладного анализа временных рядов. В последние годы разработано четыре автоматизированные системы для аппроксимативного анализа законов распределения ортогональными полиномами и нейросетевыми функциями,

<sup>7</sup> Заболотнов Ю.М., Еленев Д.В. Движение космического аппарата с тросовым аэродинамическим стабилизатором. -Изд-во Сам НЦ РАН, 2014, 114с.

<sup>8</sup> Михеева Т.И., Михайлов Д.А., Михеев С.В. Обработка интенсивности дорожного движения в геоинформационной системе ИТСГИС Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении (ПИТ-2012): труды научно-технической конференции с международным участием и элементами научной школы для молодежи, посвященная 40-летию кафедры информационных систем и технологий СГАУ /Под ред. С.А.Прохорова.- Самара: Изд-во Сам НЦ РАН,2012, с.234-237.

<sup>9</sup> ИТСГИС – это геоинформационная система, содержащая электронную карту города, автоматизированную информационную систему и базу данных, обеспечивающие работу с геобъектами, такими как предприятия и организации города, предоставляющие населению города какие-либо услуги или товары.

<sup>10</sup> Батраков М.Ю., Зайцев Д.Ю., Иващенко А.В., Чеплыгин С.С. и др. Тренажер для симуляционного обучения эндоскопическому оперативному вмешательству // Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении (ПИТ 2012)/ Под ред. С.А. Прохорова.- Самара.: Изд-во СамНЦ РАН,2012.с.269-272,276.



психологического тестирования и анализа профессиональной пригодности, распознавания рукописных цифр на основе сверточных нейронных сетей<sup>11</sup> и прогнозирования рядов экономической динамики. О.П. Солдатовой был разработан многофункциональный имитатор нейронных сетей<sup>12</sup>.

Одной из областей применения нейронных сетей является прогнозирование. Прогнозирование – это ключевой момент при принятии решений. Конечная эффективность решения зависит от последовательности событий, возникающих уже после принятия решения. Возможность предсказать неуправляемые аспекты этих событий перед принятием решения позволяет сделать более удачный выбор. Выбор конкретного метода зависит от имеющейся информации и свойств исследуемого показателя. Таким образом, прогнозирование фактически сводится к задаче экстраполяции. В настоящее время прогнозирование с помощью нейронных сетей является активно развивающимся и перспективным направлением<sup>13</sup>.

Важной особенностью этого направления стала апробация разрабатываемых методов и алгоритмов в программных комплексах, реализованных в разное время. Это позволило провести анализ погрешностей аппроксимативного анализа методов имитационного моделирования и создать комплекс автоматизированных систем, способных решать конкретные практические задачи, в частности: в физике, океанологии, медицине, машиностроении и пр.

Характерной чертой деятельности коллектива научной школы является забота о развитии молодого поколения ученых. Так, в 2007 году на базе кафедры информационных систем и технологий и кафедры философии было создано Самарское региональное отделение Научного Совета по методологии искусственного интеллекта Российской Академии Наук (НСММИ РАН). Одновременно была создана Молодежная секция НСММИ РАН. Между этими структурами сложились тесные связи. За годы работы Молодежная секция НСММИ РАН установила связи с академическими институтами СамНЦ РАН (Институт проблем управления сложными системами РАН, Институт систем обработки изображений РАН) с Советом молодых ученых Самарской области.

В последнее десятилетие работы по анализу звукопоглощающих характеристик самолетных конструкций были использованы в разработках ученых Института акустики машин при СГАУ, по диагностике амортизаторов подвески автомобиля – на Ижевском автомобильном заводе.

Результаты исследований коллектива научной школы под руководством д.т.н., профессора С.П. Прохорова отражены в многих публикациях в научных журналах. Учеными опубликовано более 40 монографий по основным направлениям исследований. Результаты исследований обсуждены на международных, всероссийских и региональных конференциях.

Признанием авторитета Самарской научной школы по прикладному анализу случайных процессов является регулярное проведение на ее базе международной научно-технической конференции: «Перспективные информационные технологии» (ПИТ).

## Список литературы

1. Иващенко А.В., Куликовских И.М. Самарская школа профессора С.А. Прохорова по прикладному анализу случайных процессов // Программные продукты и системы, 3(99), 2012, 8-11с.
2. Прохоров С.А. Аппроксимативный анализ случайных процессов. 2-е изд. перераб. и доп. – Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2001. – 380с.
3. Прикладной анализ случайных процессов /С.А. Прохоров, А.В. Графкин, В.В. Графкин (и др.). – Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2007. – 582с.
4. Перспективные информационные технологии в научных исследованиях (ПИТ 2012): труды научно-технической конференции с международным участием и элементами научной школы для молодежи, посвященная 40-летию кафедры информационных систем и технологий СГАУ / Под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2012. – 317 с.
5. Перспективные информационные технологии (ПИТ 2013): труды международной научно-технической конференции / Под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2013. – 489 с.

<sup>11</sup> Нейронные сети – это одно из направлений исследования в области искусственного интеллекта, основанное на попытках воспроизвести нервную систему человека. А именно: способность нервной системы обучаться и исправлять ошибки, что должно позволить смоделировать работу человеческого мозга.

<sup>12</sup> Солдатова О.П. Многофункциональный имитатор нейронных сетей.// Программные продукты и системы. 2012-вып.3(99), с.27-31

<sup>13</sup> Солдатова О.П., Скобелев А.Ю. Прогнозирование экономических показателей с помощью радиально-базисных нейронных сетей// Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении (ПИТ 2012)/ Под ред. С.А. Прохорова.- Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2012, с. 148-152.

# Становление дисциплины программирования в России

## Formation of Software Development Process in Russia

Сергей Николаевич Баранов

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН)  
Санкт-Петербург, Россия  
SNBaranov@gmail.com

**Ключевые слова:** процесс разработки ПО, модель зрелости способностей, CMM/CMMI

Технология программирования в СССР и России как отдельная дисциплина начала складываться уже к середине 60-х годов. Первоначально вопросы технологического подхода к созданию программ и программных продуктов рассматривались исключительно в аспекте «автоматизации программирования» и создания «программирующих программ», прежде всего компиляторов с основных языков программирования того времени – автокод, Фортран, Алгол-60, Лисп. Параллельно с этим развивался структурный подход, связанный с изучением схем программ и формальным доказательством их свойств.

Важными практическими результатами в этом направлении стали работы А.Л. Фуксмана [1], В.В. Липаева [2] и И.В. Вельбицкого [3] и созданных ими школ, специально рассматривавших процесс создания программных продуктов. Однако их подходы базировались на модели крупных вычислительных центров, впоследствии выросших в центры коллективного пользования с системой разделения времени на одной или нескольких больших ЭВМ.

Всеобщая миниатюризация вычислительной техники, появление персональных компьютеров, сетевых технологий, распространение Интернета создали новые вызовы, ответом на которые стали модели самого процесса разработки программ. Первые изменения стали заметными уже в классической монографии Дж. Вайнберга «Психология программирования» [4], ставшей в 1971 г. заметным явлением, дополняющим знаменитый труд Д. Кнута «Искусство программирования» [5], первый том которого вышел в 1968 г.

В 1984 г. в США был создан Институт технологии программирования (SEI – Software Engineering Institute) как научно-исследовательский центр с государственным финансированием из бюджета США при университете Карнеги-Меллон (г. Питтсбург, США), ориентированный на нужды Минобороны США. Он объединил ученых и практиков в области разработки программного обеспечения, задачей которых было дать обоснованную модель для предсказуемого процесса разработки программных продуктов для улучшения качества систем, зависящих от программного обеспечения. Основным достижением первой законченной модели СММ (1986) с последующим ее уточнением СММ for Software V1.1, (1993) можно считать определение 18 ключевых областей процесса – взаимосвязанных групп деятельности, которые должны исполняться при создании программного продукта. Многие из этих деятельности выполнялись и ранее на интуитивном уровне; модель СММ их точно определила и, что особенно важно, дала единую «мета-модель» для всех этих областей. Каждая ключевая область процесса характеризуется своими 3–4 целями, которые должны достигаться в процессе выполнения ее деятельности, рекомендуемым перечнем самих этих деятельности (4–8), обязательствами и возможностями по их исполнению, измерением, анализом и постоянным контролем хода и результата их исполнения (Рис. 1, а).

Последовавшее крупномасштабное внедрение этой модели в промышленном программировании при создании программных продуктов подтвердили ее высокую практическую значимость и реальное повышение качества конечного продукта при снижении затрат на его разработку и сопровождение, а главное – высокую предсказуемость самого процесса производства программного продукта. Настольной книгой разработчиков стала монография тогдашнего директора SEI У.С. Хэмфри «Управление процессом разработки программного обеспечения» [6].

В России первые применения модели СММ состоялись в Санкт-Петербурге, затем в Москве, Нижнем Новгороде, Великом Новгороде и других городах. Автор участвовал в постановке процесса в компании ИДУ, созданной в 1993 г. на базе СПИИРАН для выполнения программных разработок по заказам компаний IBM и затем Motorola. Благодаря помощи специалистов Моторолы, процесс по модели СММ был поставлен в течение 1 года и уже в 1995 г. был официально сертифицирован на 3-й уровень зрелости, а накопленный опыт был впоследствии отражен в [7] – первой отечественной монографии по данному вопросу.

Процесс сертификации или оценивания уровня зрелости состоял в том, что сертифицированные специалисты в течение 4-х дней изучали предоставленную им документацию по уже выполненным проектам и проектам, находящимся в разработке. Кроме того, проводились собеседования с группами разработчиков и руководством компании, на которых участники рассказывали о том, как именно ведется работа в проектах, подтверждая сказанное документами из архива проекта. Важным аспектом было то, что оценщики вопросов, как правило, не

задавали, а основывали свои выводы исключительно на той информации, которая им предоставлялась. В четвертый день оценивания были оглашены предварительные результаты, которые могли быть изменены, если разработчики представят новые документы, меняющие восприятие сложившейся у оценщиков картины, после чего в течение дня готовилось окончательное заключение, оглашенное на 5-й день оценивания. Наряду с вердиктом об установленном уровне зрелости, комиссия экспертов предлагала ряд рекомендаций по улучшению отдельных аспектов проектной деятельности.

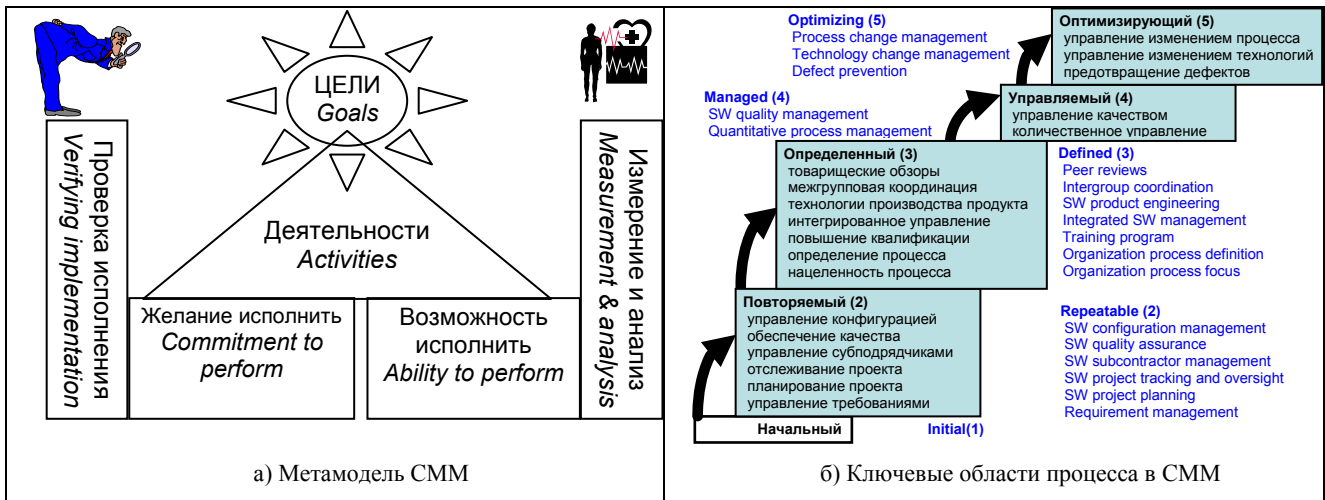


Рис. 1. Модель зрелости способностей CMM

Выделившаяся из компании ИДУ группа разработчиков впоследствии составила ядро Санкт-Петербургской лаборатории компании Моторола, которая в 1999 г. была оценена на 4-й уровень зрелости, а в 2000 – на высший 5-й уровень.

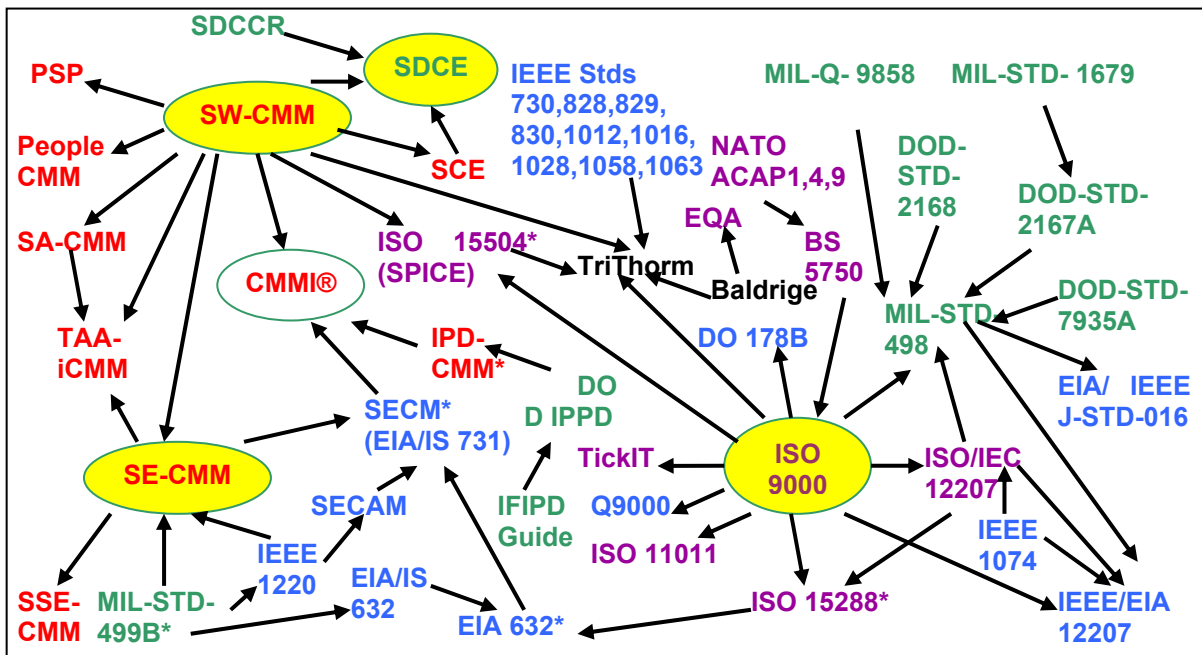


Рис. 2. Спутанный клубок разных моделей зрелости

Успех модели CMM стимулировал создание других конкурирующих моделей (Рис. 2), так что к концу 90-х годов разработчикам стало уже трудно их сравнивать и делать осознанный выбор в пользу той или иной модели. Кроме того, обнаружилось, что для делового успеха организации-разработчика в модели производства программного продукта необходимо учитывать, наряду с чисто технологическими, еще бизнес-факторы и ряд других. Ответом на эти вызовы стала модель CMMI (2000) с последующими ее уточнениями (CMMI for Development V1.3, 2010), в которой обобщен накопленный опыт и заложены средства для учета этих дополнительных факторов.

Модель CMMI (Рис. 3) определяет теперь уже 22 процессные области, каждая из которых характеризуется своими специфическими целями и специфическими практиками, рекомендуемыми для их достижения. Кроме того, для всех процессных областей определены 3 общие цели и 14 общих практик. Поддержание модели, ее дальнейшее совершенствование и распространение ведет организация CMMI Institute на базе Института технологии программирования и университета Карнеги-Меллон.

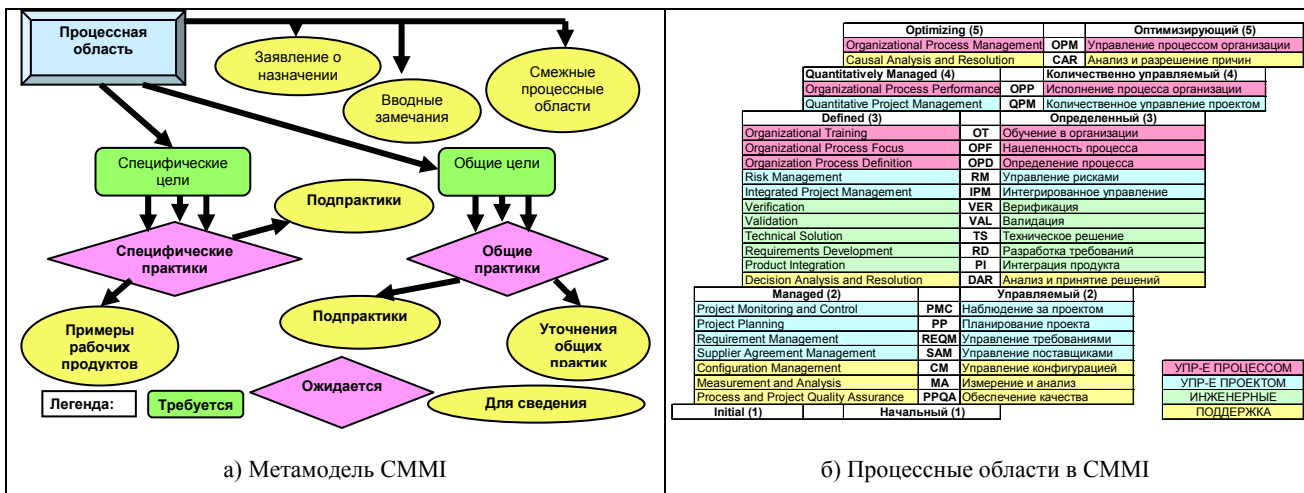


Рис. 3. Модель зрелости способностей CMMI

В 2006 г. Санкт-Петербургская лаборатория компании Моторола прошла официальную сертификацию на 5-й, высший уровень зрелости по модели CMMI, еще раз подтвердив свой высочайший профессиональный уровень.



Рис. 4. Памятные значки о достижении высоких уровней зрелости CMM/CMMI

В промышленном производстве ПО актуальным является вопрос о государственной сертификации создаваемого программного продукта, что обуславливается необходимостью отвечать международным стандартам. Например, для бортового ПО в авиации – это стандарты DO-178C и ED-12C и соответствующий им отечественный стандарт КТ178В «Требования к программному обеспечению бортовой аппаратуры и систем при сертификации авиационной техники». Процесс создания сертифицируемого ПО, определяемый этими стандартами, имеет много общего с моделью CMM/CMMI (Рис. 5).

От процессов жизненного цикла всей системы в процессы жизненного цикла ПО идут информационные потоки по системным требованиям, отнесенным к ПО и т.д. В обратную сторону идут информационные потоки по производным высокоуровневым и низкоуровневым требованиям, выявленными проблемам и изменениям в документации, описанию архитектуры ПО, его верификации и т.д. Двусторонний поток, включающий процессы жизненного цикла аппаратуры, образуют требования по интеграции аппаратуры и ПО, выявленные несовместимости, координация и обратная связь.

В полном соответствии с моделью CMMI, стандарт DO-178C определяет набор целей для всех деятельностей по созданию ПО, перечисляет обязательные типы рабочих продуктов (документов), создаваемых на каждом этапе в процессе разработки, и дает рекомендации по достижению заданных целей. В зависимости от уровня создаваемого ПО (от А – наиболее требовательного к аспектам безопасности, до D – наименее требовательного), меняется состав целей и способ проверки их достижения (Рис. 6).



Рис. 5. Связь процессов жизненного цикла системы и ее программного обеспечения

Процесс жизненного цикла	Целей				Деятельностей	Документов
	А	В	С	Д		
Планирование	7	7	7	2	27	9
Разработка в целом	7	7	7	4	35	6
Требования	7	7	6	3	1	1
Проектирование	13	13	9	1	2	1
Кодирование и сборка	9	9	8	1	3	2
Тестирование сборки	5	5	5	3	7	3
Верификация	9	7	6	1	9	1
Управление конфигурацией	6	6	6	6	9	4
Обеспечение качества	3	3	2	2	9	1
Контакт с органом сертификации	3	3	3	3	3	2
<b>Итого:</b>	<b>69</b>	<b>67</b>	<b>59</b>	<b>26</b>	<b>105</b>	<b>30</b>
Из них независимо проверяемых:	30	18	5	2		

Рис. 6. Цели и деятельности жизненного цикла по разработке сертифицируемого ПО

Таким образом, успешность сертификации во многом зависит от устойчивости и определенности установленного процесса разработки, сравнимого с уровнями 3 и 4 модели СММІ, что делает вопросы дисциплины программирования и правильной постановки процесса разработки ПО особенно важными. Для успешной сертификации необходимы современные средства автоматизации процесса разработки – единый каркас для разработки ПО, настроенный на данную предметную область и разработчика [8].

### Список литературы

- [1] Фуксман А.Л. Технологические аспекты создания программных систем. / М.: Статистика, 1979. – 184 с.
- [2] Липаев В.В. Управление разработкой программных средств: Методы, стандарты, технология. / М.: Финансы и статистика, 1993. – 250 с.
- [3] Вельбицкий И.В. Технология программирования. / К.: Техніка, 1984. – 280 с.

- [4] Weinberg, Gerald M. The Psychology of Computer Programming. Silver Anniversary Edition (1998). ISBN 0-932633-42-0.
- [5] Knuth Donald E. The Art of Computer Programming, 1: Fundamental Algorithms (3rd ed.), Addison-Wesley Professional (1997). ISBN 0-201-89683-4.
- [6] Humphrey Watts S. Managing the Software Process. Addison-Wesley (1989). ISBN 0-201-18095-2.
- [7] Баранов С.Н., Домацкий А.Н., Ласточкин Н.К., Морозов В.П. Процесс разработки программных изделий. М: Наука, 2000. – 176 с. ISBN 5-02-015564-0.
- [8] Баранов С.Н., Юсупов Р.М. Единый каркас для управления разработкой и сертификацией программного обеспечения // Региональная информатика (РИ-2012), 24-26 октября 2012 г.: Труды конференции, СПб, 2013. – С.51–54.



# Протокол TCP как средство распределенного управления инфраструктурой сетей передачи данных: история и перспективы развития

Ольга Юрьевна Богоявленская

Петрозаводский государственный университет  
Петрозаводск, Россия  
olbgvl@cs.karelia.ru

## TCP Protocol as Distributed Control Tool for Data Communication Networks: History and Perspectives

Olga Bogoyavlenskaya

Petrozavodsk State University  
Petrozavodsk, Russia  
olbgvl@cs.karelia.ru

В сетях пакетной коммутации фрагменты сообщений передаются от отправителя к получателю независимо друг от друга. При этом отправителю не известны состояние и уровень загруженности элементов инфраструктуры сетевого маршрута – маршрутизаторов и каналов связи – в то время как централизованное управление этими ресурсами, в частности, резервирование сетевых маршрутов, величин полос пропускания, ресурсов маршрутизаторов, гарантии доставки данных, используемые в сетях коммутации каналов, не включены в современную парадигму сетей пакетной коммутации, получившую массовое распространение. Поэтому, в последнее время управление осуществляется распределенными методами, за счет выполнения участниками процесса передачи данных ряда алгоритмов. В докладе рассматриваются актуальные вопросы истории создания, развития и перспектив разработки и реализации таких алгоритмов в рамках протокола TCP.

**Ключевые слова:** протокол TCP, сети передачи данных, история развития, открытые проблемы

### 1. Начальный этап развития средств распределенного управления

Впервые парадигма распределенного управления сетями коммутации пакетов, получившая сегодня массовое распространение, была описана в 1974 году (В. Серф, К. Кан) [1] и реализовывалась единым модулем Transmission Control Programm, который объединял в себе функции контроля соединений на уровне точка-точка и обеспечивал передачу датаграмм между отдельными узлами сети. Однако объем и сложность функций, которые должен был выполнять этот модуль, быстро росли, поэтому модуль был разделен на две части. Одна часть выполняла функции по трансляции датаграмм между форматами локальных сетей и их передаче на сетевом уровне – протокол IP (Internet Protocol), вторая часть контролировала соединение на уровне точка-точка – протокол TCP (Transmission Control Protocol) [2].

Дальнейшее развитие сетевых приложений и аппаратного обеспечения привело к созданию как прикладных протоколов, так и протоколов более низких уровней и, в целом, к развитию так называемого стека протоколов, который по сложившейся исторически традицией именуют TCP/IP. При этом в процессе развития сетей определилась иерархия сетевых протоколов, которая в рамках модели архитектуры стека протоколов OSI приобрела и до настоящего времени сохраняет «форму песочных часов».

На ее верхнем прикладном уровне расположены несколько десятков протоколов, соответствующих современным приложениям (например, http – протокол передачи страниц гипертекста, smtp – протокол передачи электронной почты, ftp протокол передачи файлов и др.), на нижних уровнях иерархии расположены протоколы организации локальных сетей и протоколы физического уровня, описывающие алгоритмы разделения и использования непосредственных носителей сигнала (например, протоколы семейства IEEE 802.11). Однако, на транспортном уровне используются два протокола – TCP и UDP (User Datagram Protocol) [3], которые контролируют соединения на уровне точка-точка, то есть на всем сетевом маршруте от отправителя к получателю. Если протокол UDP выполняет ограниченный набор функций, то протокол TCP реализует широкий ряд алгоритмов и является, по существу, единственным программным комплексом, который реализует функции распределенного управления ресурсами сетевой инфраструктуры, контролируя их загрузку, справедливость разделения ресурсов между соединениями, поддерживает связность сети и предоставляет гарантии доставки данных класса best effort.

Первый этап развития протокола TCP после выделения его в отдельный модуль начался в середине 80-х годов, когда в 1984 году впервые был предсказан, а в октябре 1986 впервые наблюдался так называемый коллапс перегрузки (congestion collapse) [4]. А именно, наблюдалось явление, когда в сети NSF-net полезная пропускная способность соединения снизилась с 32Kbit/s до 40bit/s при полностью исправном оборудовании. Соединение было установлено между ЭВМ, расположенными в LBL и UC Berkley на расстоянии пятисот метров, и управлялось реализацией TCP операционной системы (ОС) Free BSD версии 4.3. Причина деградации пропускной способности состояла в том, что из-за перегрузки магистрального маршрутизатора некоторые TCP-сегменты были потеряны. Затем эти сегменты в рамках механизма контроля доставки были отправлены повторно вместе с новыми порциями данных, которые в свою очередь также были потеряны на маршрутизаторе. Таким образом, сеть заполнилась повторно передаваемыми потерянными данными, которые также в свою очередь терялись, при этом каналы связи были полностью загружены, магистральный маршрутизатор перегружен, но новые данные не поступали в сеть.

Для решения этой проблемы В. Якобсоном [4] были предложены ряд методов и алгоритмов, которые в дальнейшем стали известны под общим названием контроль перегрузки (Congestion Control). Наиболее значимыми среди них были алгоритм медленного старта, который зондировал предел доступных ресурсов сетевого маршрута, и алгоритм предотвращения перегрузки. Также были усовершенствованы методы оценки характеристик времени кругового оборота (ВКО, англоязычный термин Round Trip Time или RTT) и разработан метод идентификации потерянных данных в условиях, когда сведения об их потере, отправленные получателем, также были утеряны на сетевом маршруте. Именно в этой работе была высказана идея о наличии обратной связи между поведением отправителя данных и пропускной способностью соединения и предложено считать потерю данных сигналом обратной связи, характеризующим состояние сетевого маршрута. Все эти предложения были реализованы в 1988 году в новой версии протокола TCP, SunOS версии 4.1.3, 4.1.4 (Tahoe).

Однако в ходе эксплуатации версии TCP Tahoe возникла необходимость увеличить ее пропускную способность, так как после идентификации потери данных протокол прекращал передачу данных, используя алгоритм случайной отсрочки, затем снова входил в алгоритм медленного старта для зондирования нового предела доступных ресурсов сети. В рамках дальнейшего развития алгоритмов контроля перегрузки в 1990 году в очередном выпуске ОС BSD 4.3 впервые была реализована новая версия алгоритма предотвращения перегрузки, которую сегодня принято называть TCP Reno (М. Алман, В. Паксон, У. Стивенс) [5].

Здесь события потерь данных разделялись на два класса – те, которые идентифицируются по номерам подтверждений получателя, полученным для других сегментов, и те, для которых подтверждение не было получено вовсе. Предполагалось, что если подтверждения получателя не доходят до отправителя вовсе, то сеть испытывает более серьезную перегрузку, чем если данные теряются, но сведения об их доставке или потере доходят до отправителя. В случае потери, определенной по подтверждениям, TCP уменьшал вдвое скорость отправки данных и продолжал алгоритм предотвращения перегрузки с новыми значениями, во втором случае, следуя версии Tahoe, прекращал передачу данных и затем снова начинал зондирование сети с помощью алгоритма медленного старта. Эта модификация позволила существенно увеличить производительность TCP, не подвергая при этом риску целостность сети.

Следующая модификация также была направлена на повышение производительности алгоритма предотвращения перегрузки и определяла «событие потерь», как потери нескольких сегментов данных, идентифицированных в течение одного раунда отправителя, то есть при одном и том же размере скользящего окна. Протокол TCP Reno, в случае групповых потерь уменьшал размер скользящего окна в  $2^n$  раз, где  $n$  – число потерянных в раунде сегментов TCP. Теперь при обнаружении «события потерь» размер скользящего окна всегда уменьшался только в два раза. (С. Флойд, Т. Хендерсон). Новый протокол получил название NewReno [6].

Необходимо отметить, что параллельно с развитием алгоритмов распределенного управления шло развитие алгоритмов идентификации и повторной отправки потерянных данных. Так в первых версиях TCP использовались кумулятивные подтверждения, в которых получатель сообщал отправителю наибольший номер непрерывной последовательности сегментов. Недостаток этого подхода состоит в том, что отправитель не может получить сведения о данных, успешно доставленных после разрыва последовательности, вследствие чего вынужден повторно отправлять все сегменты, номера которых больше последнего подтвержденного. В 1996 году [7] впервые был предложен механизм выборочных подтверждений SACK (Selective acknowledgement), который также повысил производительность протокола и позволил несколько сократить нагрузку на сеть. Этот механизм реализован как опция, начиная с версии Reno и до настоящего времени. Алгоритмы повторной отправки данных также развивались, преследуя при этом две основные цели: сохранять производительность протокола с одной стороны и поддерживать целостность доставляемых данных с другой. Здесь нужно отметить алгоритмы быстрой повторной передачи и быстрого восстановления.

Все перечисленные выше алгоритмы и механизмы не только эффективно функционировали, но и поддерживали связность и целостность глобальной сети в условиях ее экспоненциального роста в течение, практически, двух десятилетий. В частности, RFC2581, содержащий описание основных элементов TCP Reno, имел статус действующего стандарта Интернет с 1999 до 2009 года, когда был заменен стандартом RFC5681 [8]. Последний наследует все ключевые парадигмы и методы [5], но предоставляет большую свободу разработчикам реализаций.

Параллельно с основной линией стандартных протоколов популярность получила версия TCP Vegas 1994 (Л. Бракмо, Л. Петерсон), которая не имеет статус стандарта, однако была реализована в некоторых операцион-

ных системах, включая последние версии ОС Linux. Сохраняя основную идеологию: зондирование доступного уровня мощности с последующим предотвращением перегрузки, алгоритмы TCP Vegas в качестве сигналов обратной связи использовали не факт потери данных, а результаты анализа последовательности значений времени кругового оборота, наблюдаемого отправителем [9]. Авторами протокола предполагалось, что рост времени кругового оборота происходит за счет увеличения задержек в очередях маршрутизаторов и, следовательно, означает приближение перегрузки сети. Таким образом, TCP Vegas идентифицировал перегрузку раньше, чем происходила потеря, и заранее снижал размер скользящего окна, используя аддитивный, а не мультипликативный метод. Кроме того, чтобы избежать осцилляций пропускной способности, свойственных TCP Reno, протокол строил оценки максимально доступной пропускной способности маршрута, которую и поддерживал через размер скользящего окна. Такая оценка строилась на основании минимального ВКО, наблюдаемого отправителем, и, следовательно, на загруженных маршрутах была завышенной. Кроме этого Vegas проигрывал конкуренцию Reno, так как, разделяя с Reno общий сетевой маршрут, определял перегрузку раньше и снижал пропускную способность, после чего Reno захватывал освободившуюся мощность. Однако достоинства TCP Vegas и ряд высказанных его авторами идей способствуют продолжению исследований в этом направлении.

## 2. Развитие сетей пакетной коммутации в СССР

В СССР работы по исследованию и разработке сетей пакетной коммутации были начаты в середине 60-х годов в НИИ 101, в дальнейшем НИИ АА им. академика В.С. Семенихина. В 1967 году в НИИ АА начались активные работы [10] по разработке распределенной телекоммуникационной системы обмена данными (СОД) для автоматизированной системы управления АСУ 65с1. Базовые концепции того времени для таких систем предполагали жесткую иерархию, элементы которой должны были быть явно ассоциированы с иерархией элементов командной системы управления. Однако предполагаемые масштаб системы и диверсификация ее технологической и элементной базы, а также высокие требования к времени доставки, достоверности и уровню защиты данных делали ее весьма дорогой, громоздкой и ненадежной в рамках традиционного подхода.

Главным конструктором системы 65с1 В.В. Конашевым и И.А. Мизиным (в то время – заместителем Главного конструктора, в дальнейшем главным конструктором СОД) было решено создавать систему на основе пакетной коммутации, где сообщения разбивается на части, которые независимо доставляются получателю. Это решение было поддержано директором НИИ АА В.С. Семенихиным, а также начальником войск связи МО СССР маршалом А.И. Беловым.

В дальнейшем группой под руководством И. А. Мизина были разработаны теоретические основы таких сетей и успешно реализованы на практике в масштабной системе СОД – одной из ключевых подсистем командной системы боевого управления (КСБУ) стратегического звена управления Вооруженными Силами (В 1979 г. утвержден акт государственных испытаний системы, в 1985 г. она была поставлена на боевое дежурство). В 1983 г. специальным постановлением Правительства СССР была утверждена комплексная программа работ по созданию Автоматизированной системы управления всеми Вооруженными Силами страны – АСУ ВС СССР. Генеральным конструктором системы был определен академик В.С. Семенихин, а с 1997 г. академик И.А. Мизин.

В ходе работ по разработке СОД были получены важные теоретические результаты [11] по построению сетей пакетной коммутации, разработаны методы и алгоритмы, многие из которых предвосхитили направления дальнейшего развития сетей передачи данных и предсказали ряд современных проблем их развития. Ввиду секретности разработок эти результаты, к сожалению, своевременно не получили широкую известность. В частности, уже в работе [11], опубликованной в 1986 году, высказана идея о наличии обратной связи между поведением сетевых потоков и методами управления в сети: «...решение зависит от потоков сети, а потоки, в свою очередь, зависят от принимаемого решения» [11, стр. 336]. В этой же работе обсуждаются проблема слабого заполнения широкополосных каналов в сети ARPANET и вопрос о важности динамических алгоритмов маршрутизации, ставшие весьма актуальными в настоящее время.

Транспортный уровень системы СОД имеет много общих черт с транспортным уровнем принятой в настоящее время модели OSI. А именно: общее назначение и набор функций транспортных протоколов, контроль соединения на уровне точка–точка, контроль доставки данных, контроль последовательности и ряд других. Функции транспортного уровня обеспечивались транспортным протоколом магистральной сети (ТПМ), который в свою очередь разделялся на три модуля: протокол управления сеансом обмена, межконцевой протокол и протокол выдачи в драйвер. Эти три модуля обеспечивали установление соединения, разбиение данных на сегменты-письма, слежение за номерами последовательности, отправку квитанций-подтверждений, определение потерь данных по номерам последовательности подтверждений, контроль тайм-аута. Как и TCP протокол ТПМ использовал тройное рукопожатие для установления соединений, синхронизацию с буфером получателя, аналог механизма скользящего окна.

Вместо контроля перегрузок в СОД и ее последующих модернизированных версиях предполагалось использовать алгоритмы ограничения нагрузки, которые реализовывались на более низких уровнях сети. В частности, был предложен протокол доступа в магистральную сеть, который получал сообщения о загруженности маршрутизаторов и в соответствии с ними разрешал или запрещал отправку подготовленных ТПМ сегментов-писем по соответствующим направлениям. Маршрутизаторы, или узлы коммутации в терминологии СОД, в свою очередь, в темпе пересчета таблиц маршрутизации должны были одновременно вычислять интенсивность

потока, который они могли впускать в сеть, и сообщать абонентским комплексам доступные им ограничения по нагрузке, которые затем трансформировались в данные для протокола доступа. К сожалению, известные исторические события существенно замедлили развитие, распространение и внедрение этих идей.

### 3. Современные проблемы и направления развития методов распределенного управления

В основе перечисленных выше версий протокола TCP лежало несколько фундаментальных идей, а именно: носителями сигнала являются высоконадежные стационарные каналы в некотором смысле однородные по уровню производительности, факт доставки данных более важен, чем скорость и порядок их доставки, потеря данных почти наверное происходит в результате перегрузки сетевой инфраструктуры, высокая задержка в сети означает большие очереди маршрутизаторов, идеология best effort – сеть предпринимает «наилучшее усилие» для доставки данных, однако не гарантирует ни сам факт доставки, ни ее параметры. На этапе развития интернет в 90-х годах 20-го века и нулевых годах 21-го эти фундаментальные идеи соответствовали природе сетевой инфраструктуры и требованиям наиболее популярных интернет-приложений. Однако дальнейшее развитие сети привело к диверсификации как приложений, так и самих носителей сигнала, что сделало неактуальными некоторые из перечисленных выше фундаментальных идей. Разберем эти проблемы более подробно.

Диверсификация носителей сигнала привела к появлению, с одной стороны, ненадежных и низкопроизводительных беспроводных каналов связи, с другой стороны высокопроизводительных оптоволоконных и, например, спутниковых каналов с высокой задержкой передачи. Таким образом, в новых условиях потеря данных может означать не только перегрузку элементов сетевой инфраструктуры, но и сбой в работе беспроводного канала, участвующего в сетевом маршруте. В последнем случае снижение скорости передачи данных в рамках алгоритма предотвращения перегрузки, очевидно, не является оправданным.

В случае высокоскоростных каналов или каналов с высокой задержкой трудности возникают, например, при использовании алгоритма медленного старта. Несмотря на то, что согласно этому алгоритму, скорость отправки данных удваивается в каждом раунде (в ответ на получение каждого подтверждения об успешной доставке протокол отправляет в сеть два новых сегмента), то есть пропускная способность растет экспоненциально, соотношение между размером сегмента данных и пропускной способностью высокопроизводительных каналов таково, что соединение может завершиться раньше, чем алгоритм медленного старта достигнет оптимальной пропускной способности. Существенное увеличение размеров сегмента сетевые стандарты не рекомендуют, чтобы избежать потерь и повторной отправки сверхбольших блоков данных.

Значительные трудности для транспортного протокола возникают и при сочетании высоко- и низкопроизводительных каналов на одном сетевом маршруте. Например, если получатель данных соединяется со стационарной сетью через беспроводной канал, то низкая производительность последнего может провоцировать рост очереди маршрутизатора и быть причиной потери данных и/или подтверждений. Также многие авторы отмечают проблемы в работе алгоритмов TCP при наличии высоких значениях дисперсии ВКО, возникающих на неоднородных сетевых маршрутах.

Новые приложения, в первую очередь мультимедийные потоки, также предъявляют новые требования к транспортному уровню сетей коммутации пакетов. В первую очередь гарантии класса best effort для этих приложений не являются удовлетворительными. Для качественного воспроизведения мультимедийного потока на стороне получателя необходимо поддержание заданного уровня не только средней пропускной способности, но и ее дисперсии. При этом мультимедийные потоки толерантны к некоторому уровню потерь, однако чувствительны к нарушениям в последовательности доставки данных, что прямо противоречит парадигме best effort. Повышенные требования к вероятностным характеристикам задержек также предъявляют приложения, связанные с сетевыми вычислениями, удаленными базами данных, содержащими критическую информацию, облачными сервисами. Для последних требования к характеристикам задержек особенно актуальны в условиях конкурентной среды.

С целью решения проблем, связанных с диверсификацией носителей сигнала, исследовательское сообщество пошло по пути разработки специализированных версий транспортных протоколов, ориентированных на специфические свойства сетевых маршрутов. Так за последние десять лет научно-исследовательскими организациями и подразделениями корпораций были разработаны более десяти новых версий протокола TCP, которые сегодня реализованы в ядре ОС Linux и имеют экспериментальный статус. Все они совместимы со стандартными версиями и администраторы сетей имеют возможность при сборке ядра настраивать работу транспортного уровня сетевой ЭВМ. Рассмотрим некоторые из этих версий.

TCP CUBIC [12] реализован в ядре ОС Linux, начиная с версии 2.6.19. Основное отличие от версии NewReno – период роста скользящего окна. Здесь версия CUBIC использует не линейную, а кубическую функцию в алгоритме предотвращения перегрузки. При этом в точке перегиба размер скользящего окна должен быть равен величине окна, при которой была идентифицирована потеря данных. Таким образом, протокол быстрее восстанавливает производительность после потери данных. Полином третьей степени построен таким образом, что размер скользящего окна возрастает как функция времени, прошедшего с последнего события потери данных и не зависит от длительности раундов, определяемой ВКО. Эта версия является модификацией версии ВТС, которая использовалась по умолчанию в ядре ОС Linux с 2004 года вплоть до версии 2.6.18 включительно, однако по ре-

зультатам экспериментального анализа была признана излишне агрессивной и, как таковая, подавляла транспортные потоки, контролируемые другими версиями протокола. Версия предназначена для широкополосных сетей с большими задержками, имеющими высокие значения коэффициента BDP (Bandwidth Delay Product).

High Speed TCP (HSTCP) [13] предназначен для широкополосных сетей – более 1Gbit/s, с большим временем кругового оборота – более 100ms, предложен С. Флойд в 2003 г. Он использует обобщенный алгоритм предотвращения насыщения, в котором коэффициенты линейного роста и степенного убывания определяются как выпуклая функция текущего размера скользящего окна. Если размер скользящего окна достигает некоторой верхней границы, протокол переходит на стандартную схему. Этот прием используют большинство версий, ориентированных на высокоскоростные сети. В частности версия CUBIC, начиная с некоторого значения, так же заменяет кубическую функцию роста на стандартную линейную.

Scalable TCP (STCP) [14] предложен Т. Келли также в 2003 году. Основная цель разработки этой версии – добиться, чтобы время восстановления потерянных данных было постоянным и не зависело от текущего размера скользящего окна. Для этого используются значения размера скользящего окна большие, чем у основного стандарта.

H-TCP [15], подобно версии CUBIC, использует время, прошедшее с момента последнего события потери данных, как аргумент полиномиальной функции второй степени для вычисления текущего размера скользящего окна. Для вычисления коэффициента степенного убывания эта версия использует функцию времени кругового оборота, предполагая, что последнее отражает задержки в очередях маршрутизаторов на сетевом маршруте. Таким образом, коэффициент убывания окна при потерях данных должен быть пропорционален размеру очереди. Протокол предложен институтом Гамильтона (Ирландия) в 2004 году, он также предназначен для сетей с высоким значением BDP.

TCP Hybla был разработан в 2003–2004 годах [16] в университете Болоньи (Италия) с целью улучшить эффективность работы TCP на сетевых маршрутах, содержащих спутниковые каналы, которые порождают большие значения времени кругового оборота. Версия TCP Hybla является еще одной попыткой устранить так называемый диспаритет времени кругового оборота. Стандартные версии TCP фактически используют дискретное время, единицы которого определяются периодом ВКО. Поэтому TCP соединения при равном уровне потерь будут показывать абсолютные значения пропускной способности тем большие, чем меньше время кругового оборота. Такой подход оправдан в стационарных сетях, где большие ВКО, как правило, означают рост задержек в очередях маршрутизаторов, но оказывается неверным при наличии в сетевом маршруте спутниковых, беспроводных и широкополосных каналов. Протокол TCP Hybla использует специальный коэффициент для расчета скользящего окна в алгоритме медленного старта и в алгоритме предотвращения перегрузок, что позволяет устранить зависимость пропускной способности от ВКО. При этом спутниковый канал будет демонстрировать пропускную способность, равную некоторому идеальному стационарному каналу с меньшим ВКО. На маршрутах с ВКО меньшим, чем ВКО идеального маршрута, TCP Hybla ведет себя так же как TCP Reno.

TCP Westwood [17] оценивает доступную пропускную способность сетевого маршрута на стороне отправителя, идентифицируя скорость поступления подтверждений получателя. В дальнейшем это значение присваивается переменной *ssthresh* [5]. Этот механизм может быть эффективным в беспроводных сетях, когда потери происходят вследствие сбоя канала передачи данных, а не вследствие перегрузки маршрутизаторов.

TCP Veno [18] сочетает принципы управления версиями Reno и Vegas. В частности, этот протокол определяет размер скользящего окна, следуя стандартной схеме, однако использует анализ задержек, принятый версией Vegas, чтобы идентифицировать случайные потери данных на каналах связи. Если отправителем обнаружено событие потерь, однако величина задержки в очередях, оцениваемая на основании величины соответствующего ВКО, остается ниже заданного предела, TCP Veno предполагает, что имела место случайная потеря данных и уменьшает размер скользящего окна не вдвое, как это делает Reno, а на лишь 20%. Последнее свойство предполагает использование этой версии протокола TCP в беспроводных сетях и на сетевых маршрутах, содержащих ненадежные каналы связи.

Отметим также версию TCP-Illinois, которая, подобно протоколу H-TCP, использует динамическую функцию для определения параметров алгоритма предотвращения перегрузки, протокол TCP-LP (Low Priority), предназначенный для потоков с низким приоритетом и протокол TCP-YetAN [19] (Yet Another Highspeed TCP), который использует смешанный подход (анализ задержек и уровня потерь одновременно) для управления размером скользящего окна, пытаясь достигнуть высокой производительности, устойчивости к потерям данных, справедливого разделения элементов инфраструктуры с потоками под управлением версии Reno и избежать диспаритета ВКО. Протокол Compound TCP (CTCP) также для широкополосных сетей, был разработан корпорацией Microsoft и реализован для версий ОС Windows Vista и Windows Server 2008 г.

Таким образом, за прошедшие 40 лет именно протокол TCP с одной стороны сохранил свое место в стеке протоколов, с другой стороны весьма интенсивно развивался, включив в себя новые алгоритмы для решения актуальных задач управления. Реализации в рамках TCP алгоритмов контроля перегрузок (Congestion Control) и сегодня обеспечивают устойчивую работу Интернет. Однако диверсификация носителей сигнала породила новые проблемы распределенного управления, которые, фактически, на сегодняшний день остаются открытыми. Специализированные версии TCP, перечисленные выше, не обладают универсальными качествами стандарта [5], имеют экспериментальный статус и их использование требует дополнительного анализа и творческих усилий администраторов сетей. Поэтому в настоящее время продолжают интенсивные исследования по разработке нового поколения транспортных протоколов.

Проблемы, связанные с требованиями, которые выставляют к вероятностно-временным характеристикам соединений мультимедийные потоки, также являются открытыми. В настоящее время для их поддержки на транспортном уровне, в основном, используется протокол UDP (User Datagram Protocol). Этот протокол был зафиксирован в качестве стандарта в 1980 году [3] и сохраняет этот статус до настоящего времени. Протокол UDP обладает малым набором ограниченных функций, не контролирует доставку и целостность данных, не дает гарантий надежности работы соединения. Именно поэтому он может использоваться для голосовых и видеопотоков, систем реального времени, которые не чувствительны к потерям. В отличие от протокола TCP, приложения, основанные на UDP, не имеют эффективных механизмов контроля и предотвращения перегрузок и в силу этого несут потенциальную угрозу для стабильности фрагментов сети и Интернет в целом, при условии их интенсивного использования.

## Заключение

В статье рассмотрены актуальные вопросы истории создания, развития и перспектив разработки и реализации методов распределенного управления ресурсами сетей пакетной коммутации в рамках протокола TCP. Проведен анализ начального периода таких исследований в СССР и в США, описаны актуальные открытые современные проблемы и характеризуются основные направления исследований по их решению.

В 90-х годах прошлого века доля потоков данных, контролируемых протоколом TCP на уровне точка-точка, составляла 95%. В настоящее время эта доля снизилась за счет мультимедийных потоков, которые на транспортном уровне чаще контролируются протоколом UDP. Однако ввиду отсутствия в UDP эффективных средств контроля перегрузок, проблема распределенного управления сетью, передающей мультимедийные потоки, остается открытой. Диверсификация носителей сигнала также предъявляет новые требования к работе транспортного уровня сети. Поэтому в настоящее время продолжают интенсивные исследования по разработке нового поколения транспортных протоколов.

Заметим также, что так называемые «короткие» TCP-соединения, основная часть которых генерируется страницами гипертекста, представляют собой отдельный объект исследования. В силу того, что через них передаются небольшие объемы данных, многие из этих соединений завершаются в фазе медленного старта. Для таких соединений основная проблема – малый размер начального скользящего окна, с которого начинается медленный старт. В этой области также ведутся исследования по улучшению производительности «коротких» соединений.

## Список литературы

- [1] Vinton G. Cerf, Robert E. Kahn. "A Protocol for Packet Network Intercommunication". IEEE Transactions on Communications 22 (5): 637–648, 1974.
- [2] Transmission Control Protocol. Под редакцией J. Postel, 1981, RFC 793.
- [3] J. Postel, User Datagram Protocol, 1980. RFC 768.
- [4] V. Jacobson. Congestion Avoidance and Control. In Proceedings of the SIGCOMM '88 Symposium, pp 314–32, Aug. 1988.
- [5] M. Allman, V. Paxson, W. Stevens. TCP Congestion Control, 1999, RFC 2581.
- [6] S. Floyd, T. Henderson. The NewReno Modification to TCP's Fast Recovery Algorithm, 1999, RFC 2582.
- [7] M. Mathis, J. Mahdavi, S. Floyd, A. Romanow. TCP Selective Acknowledgment Options, 1996, RFC 2018.
- [8] M. Allman, V. Paxson, E. Blanton. TCP Congestion Control, 2009, RFC 5681.
- [9] L. Brakmo L. Peterson. TCP Vegas: End to End Congestion Avoidance on a Global Internet. // IEEE Journal on Selected Areas in Communication, Vol 13, No. 8 (October 1995) pp. 1465-1480.
- [10] Игорь Александрович Мизин – ученый, конструктор, человек. Под редакцией академика И. А. Соколова. М.: ИПИ РАН. 2010.
- [11] И. А. Мизин, В. А. Богатырев, А. П. Кулешов. Сети коммутации пакетов. М.: Радио и связь. 1986.
- [12] S. Ha, I. Rhee, L. Xu. Cubic: a new tcp-friendly high-speed tcp variant. // SIGOPS Oper. Syst. Rev., 42(5), pp. 64–74, July, 2008.
- [13] Floyd, S. HighSpeed TCP for Large Congestion Windows, 2003, RFC 3649 (Experimental), 2003.
- [14] Kelly, T. Scalable TCP: Improving performance in highspeed wide area networks. ACM SIGCOMM Computer Communication Review 33, 2 (April 2003), 83–91.
- [15] Shorten, R. N., Leith, D. J. H-TCP: TCP for high-speed and long-distance networks. In Proceedings of the Second PFLDNet Workshop (Argonne, Illinois, February 2004).
- [16] Caini, C., Firrincieli, R. TCP hybla: a TCP enhancement for heterogeneous networks. // International Journal of Satellite Communication and Networking 22, 5 (September 2004), 547–566.
- [17] Casetti, C., Gerla, M., Mascolo, S., Sanadidi, M. Y., Wang, R. TCP Westwood: Bandwidth estimation for enhanced transport over wireless links. In Proceedings of the 7th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, MobiCom '01, pp. 287–297, New York, NY, USA, 2001. ACM.
- [18] Fu, C. P., and Liew, S. C. TCP VenO: TCP Enhancement for Transmission Over Wireless Access Networks. // IEEE Journal of Selected Areas in Communications, Vol. 21(2), pp. 216 – 228.
- [19] A. Baiocchi, A. P. Castellani, F. Vacirca. Yeah-tcp: Yet another highspeed tcp. In 5th International Workshop on Protocols for Fast Long-Distance Networks (PFLDnet), March 2007.



# Аксиоматическая информатика по К. Штайнбуху–Ф.Е. Темникову

Аркадий Самуилович Бондаревский

ОАО «Ангстрем-М»  
Москва, Зеленоград, Россия  
asb-research@mail.ru

## Axiomatic Informatics by K. Steinbuch–F.E. Temnikov

Arkadiy Bondarevskiy

ОАО «Angstrom-M»  
Moscow, Zelenograd, Russia  
asb-research@mail.ru

**Ключевые слова:** информатика, информация, информационная операция, компьютер, автоматизация

Сегодня информатика носит эвристический характер и потому её объектная область, как перманентно изменяемая, не является конечной, полной и по этой причине является неструктурированной. Следствие: отсутствие у информатики собственной теории. Общий результат, – сегодня информатика не является наукой. Обращение к истокам информатики – исходным индукциям-аксиомам основоположников К. Штайнбуха и др. позволяет построить, таким образом, аксиоматическую информатику, которая, как оказывается, имеет свою теорию, а, с другой стороны, охватывает то, что упущено эвристической информатикой, а, с третьей стороны, включает то, что информатике несвойственно.

Сегодня информатика насчитывает шестой десяток лет, но, как эвристическая, имеет объектную область, находящуюся в состоянии перманентного становления [каждый из специалистов термин «информатика» наполняет содержанием своих личных или корпоративных научных интересов (Информатика – «это то, чем занимаюсь “Я”» или – «то, чем занимается “Мы”»)]. В результате объектная область информатики до сих пор не является структурированной (как можно структурировать то, что является открытым и произвольно, по неопределённому закону, дополняемым?). А, в свою очередь, как можно разрабатывать теорию – законы, теоремы, правила и методы того, что является неопределённым – открытым и произвольно дополняемым («Поди туда, не зная, куда?»). И потому у информатики сегодня нет своей, присущей ей (и только ей), теории. Например, известные аксиомы и законы информации, как лежащие в основе самостоятельной и самодостаточной науки «Теории информации» Р.В.Л. Хартли–К.Э. Шеннона–М.Д. Уивера, именно к *информатике* отношения не имеют – они принадлежат другой науке. Также нельзя относить *ко всей* информатике то, что составляет теоретические основания, скажем, только «компьютерной информатики» (Computer Science, Software Engineering, Hardware Engineering). То есть нельзя относить ко всей информатике теорию алгоритмов и логических моделей, законы формальной логики и алгоритмических языков, методы организации баз данных и пр. [1]. Составляя теоретическую основу именно «компьютерной информатики», эти науки не имеют прямого отношения к другим, например, прикладным разделам информатики (к Cognitive Informatics, Telematics, Library Informatics, Economic Informatics и др.). Вот и получается, что сегодня информатикой называют, то, что, как не имеющее конечной, полной и, следовательно, по этой причине *структурированной* объектной области и, соответственно, своей *научной теории*, не является не только фундаментальной, но и вообще не является наукой. То есть, *сегодняшняя информатика наукой не является* [2–7]. *А какая является?* Как оказывается, информатика приобретает признаки науки со всеми следствиями полезной применимости, если, обратившись к основаниям – исторически исходной аксиоматике проф. К. Штайнбуха<sup>1</sup> и др., наполнить содержание термина «информатика» в соответствии с необходимо вытекающими из этой аксиоматики определениями. В данном случае, как оказывается, такими, как: «*информатика – это наука о компьютеризации* (компьютерной автоматизации) *трудовой деятельности человека*» [2–7] (или, то же самое в сфере изоморфных трудовым действиям информационных отношений-моделей – информационных операций: «*информатика – это наука о компьютеризации информационных операций*» [2–7]). А получается так потому, что определения [2–7] не являются, подобно десяткам известных надуманно-волонтаристских и методически *эвристически-индуктивных определений*, такими же. Определения [2–7] являются *аксиоматически-дедуктивными*.

<sup>1</sup> К. Штайнбух (1917–2005), профессор университета в г. Карлсруэ, – создатель сегодняшнего Института техники и обработки информации при университете г. Карлсруэ (das heutige Universität Karlsruhe Institut für Technik der Informationsverarbeitung ITIV), теоретик программирования, «отец» теории искусственных нейронных сетей, известный изобретатель, – автор более 80 патентов, автор книги «Автомат и человек».

## 1. Обращение к истокам – аксиоматически-дедуктивное определение информатики

Как следует из известных научных источников, «термин информатика» [в оригинале «слово информатика» («Word Informatik»)] был введён в 1957 году немецким компьютерщиком проф. (die Universität Karlsruhe) Карлом Штайнбухом (Karl Steinbuch) («In 1957 the German computer scientist Karl Steinbuch coined the word Informatik by publishing a paper called Informatik» [8]).

О том же Ю.Ю. Чёрный<sup>2</sup> [9]: «Слово “информатика” впервые употребил К. Штайнбух». Далее. В [10] К. Штайнбух был поименован, как «Informatiker der ersten Stunde» [дословно – «информатик первого часа», – информатик «первой волны», – А.Б.]. То есть, в [10] К. Штайнбух был признан, как основоположник информатики. И то же у англоязычных специалистов [11]: «Karl Steinbuch is one of the founders of Informatik». [Здесь «one» может быть переведено, как «первый» и как «один» (из). То есть, дословно: «Карл Штайнбух является «первым» основоположником информатики» или «Карл Штайнбух является «одним из» основоположников информатики». А во втором случае должны быть и другие основоположники. Кто они? Сие неизвестно есть. Таким образом, получается, что К. Штайнбух является в информатике первым и, как первый – единственным].

Итак, 1957-й год. Проф. К. Штайнбух вводит понятие информатики как «Informatik: Automatische InformationsVerarbeitungs» [12]. И, как оказывается, то же самое делают английские авторы [8]: «Informatik: automatic information processing». При этом *и то, и другое* дословно переводится, как: «Информатика: автоматическая *переработка* информации». С.И. Ожegov, Н.Ю. Шведова («Толковый словарь русского языка», 2006 г.): «*переработать* – превратить во что-нибудь; переделать, сделать по-новому, по-другому, изменить». И в немецком языке понятие «Verarbeitung» имеет тот же смысл. Например (контекстная иллюстрация смысла понятия «Verarbeitung» из «Лексического словаря Дудена» – Duden. Ein Sachlexikon für Studium und Praxis. – Mannheim: Dudenverlag, 1988) выглядит, как: «Schuhe in erstklassiger *Verarbeitung*» – «обувь *первоклассного изготовления*» (обувь, изготовленно-преобразованно-изменённая так, что стала первоклассной). То есть, смысл немецкого «Verarbeitung» так же, как и русского «переработка», заключается в «изменении». У К. Штайнбуха – в изменении информации, то есть, в преобразовании одного представления-разновидности информации в другое. Таким образом, К. Штайнбух [12] и его последователи [8] понимали информатику, как науку об автоматической переработке-изменении информации – автоматическом преобразовании одной разновидности информации в другую. Но преобразование одной разновидности информации в другую есть то, что в [13–22] было поименовано, как *информационная операция*. То есть, получается, что по К. Штайнбуху информатика представляет собой науку об *автоматизации информационных операций*.

Далее. В 1962-м году проходит сообщение об ещё одном основоположении информатики: «In 1962 he creates the new term Informatique» [23]. Дословно: «В 1962-ом году он (Ф. Дрейфус<sup>3</sup> – А.Б.) создаёт (creates! – А.Б.) новый («новый!» – А.Б.) термин «информатика». А понимал Ф. Дрейфус термин «информатика» как: «The term was coined as a combination of “information” and “automatic” to describe the science of *automating* information interactions» [8], то есть, «Этот термин был придуман как сочетание “информация” и “автоматика”, чтобы описать науку “автоматизация информационных взаимодействий”»<sup>4</sup>. Но «информационные взаимодействия» – взаимодействие «информаций», или «преобразование одной разновидности информации в другую» – это есть то, что в [13–22] было поименовано *информационными операциями*. А ещё у Ф. Дрейфуса утверждается, что информатика представляет собой науку об автоматике информационных операций. А поскольку «автоматика» и «автоматизация» это есть одно и то же, то «информатика» у Ф. Дрейфуса так же, как и у К. Штайнбуха, представляет собой науку об *автоматизации информационных операций*.

Ещё одна посылка к аксиоматическому определению информатики. Как *получается*, к такому же самому. На этот раз – в франкоязычной литературе. Словарь LES-DICTIONNAIRES.COM [25]: «Informatique (de information et automatique) Science du traitement automatique et rationnel de l'information», что означает «информатика (информация и автоматизация) – это наука о рациональной автоматической обработке (автоматизации) информации». И, наконец, о том же в англоязычном обобщающем докладе Отделения информатики (Division of Informatics) Эдинбургского университета, М. Фурман (M. Fourman) [26]<sup>5</sup>: «Phonologically, informatics combines elements from both “information” and “automatic”, which strengthens its semantic appeal», т.е. дословно: «Фоноло-

<sup>2</sup> Ю. Ю. Черный, к.ф.н., зам. директора по научной работе Института научной информации в области общественных наук (ИНИОН) РАН.

<sup>3</sup> Ф. Дрейфус (Philippe Dreyfus), французский инженер-физик и программист, один из организаторов компьютерного дела в Европе – пионер информатики во Франции, участвовал в освоении первого программируемого (автоматически работающего) компьютера Марк I в Гарвардском университете (США), автор понятия «язык программирования».

<sup>4</sup> Одновременно в 1962-м году и независимо от Ф. Дрейфуса и К. Штайнбуха термин «информатика» («Informatics») был предложен американским программистом Уолтером Ф. Бауэром (Walter F. Bauer) [8]. У.Ф. Бауэр определил этот термин, как «наука об *информации*». А сделал он это на основании этимологии термина «информатика», представив его в виде морфем: INFORM и ATICS, которые У.Ф. Бауэр интерпретировал (хотя возможны и другие, более оправданные, интерпретации – см. ниже) как: первая – «информация», а вторая – как греческий суффикс «atics», предназначенный для ориентирования предшествующей, первой морфемы на науку [24]. И потому сущность «наука об информации» у У.Ф. Бауэра стала необоснованно-конъюнктурно (начало мирового увлечения компьютерами) пониматься, как «application of computers to store and process information» [8]. Здесь – пониматься, как «применение компьютеров для хранения и обработки информации». Вот *это и положило начало тому, что тогда США, а сегодня во всём, в основном, англоязычном, мире стало пониматься, как Computer Science*.

<sup>5</sup> Отделение информатики (Division of Informatics) Эдинбургского университета включает такие научные организации, как Centre for Intelligent Systems and their Applications, Institute for Adaptive and Neural Computation, Institute for Communicating and Collaborative Systems, Institute for Computing Systems Architecture, Institute of Perception, Action and Behaviour Laboratory for Foundations of Computer Science.

гически информатика сочетает в себе такие элементы как “информация” и “автоматический”, которые усиливают обращение к её семантике». А это значит, что «Фонологически информатика проявляется в таких элементах, как “информация” и “автоматический”, которые выражают сущность информатики». То есть, в обоих последних случаях – в LES-DICTIONNAIRES.COM [25] и у М. Фурмана [26] объектом информатики является **автоматизация информации**. А теперь обратим внимание на то, что **объектом автоматизации** (тем, на ЧТО направлена автоматизация) **информация** сама по себе **никоим образом быть не может**<sup>6</sup>. Потому что таким объектом должен быть **не самоспряжённый объект-информация**, а только лишь объект **взаимодействие-отношение** названных объектов<sup>7</sup>. Здесь – отношение-отображение объектов-«информаций» или объектов-**разновидностей информации**. А отображение разновидностей информации это есть их (разновидностей информации) преобразование одной в другую, то есть то, что выше и в [13–22] было поименовано, как **«информационные операции»**.

Итак, как получается из исходных определений информатики К. Штайнбуха [12], Ф. Дрейфуса [8] и их последователей [8], объектом информатики является, «автоматизация информационных операций». У других – франко- и англоязычных авторов [25, 26] объектом информатики является «автоматизация информации», что, как оказывается, представляет собой ту же самую «автоматизацию информационных операций». При этом и то, и другое **вытекает** из используемой аксиоматики, то есть **обладает свойством необходимости**.

А теперь обратим внимание (ещё одна посылка!) на то, что термин «информатика» так же, как это сделал Ф.У. Бауэр [8], может быть представлен в виде двух морфем. Но, как утверждается в [27], на этот раз, в отличие от представления Ф.У. Бауэра, таких, как ««информ» от понятия “информация” и “атика” от понятия “автоматика”». Это же подтверждается и в работе [28] профессора Р.Б. Сейфуль-Мулюкова: «В своём изначальном смысле (informatik, informatique informatics, информатика) – это (термин “информатика” – А.Б.) есть лингвистический гибрид частей двух слов: ИНФОРМация и АВТОМАтика». При этом, как оказывается, такая этимология полностью **соответствует как германо, так и франкоязычному начертанию термина «информатика»**. А именно [2–6]:

- Informatik (нем.) = (INFOR) U<sup>8</sup> (MATIK),
- Informatique (франц.) = (INFOR) U (MATIQUE),

где смысл морфемы INFOR проистекает от германо-франкоязычного понятия INFORMATION, – «информация», а морфем МАТИК и МАТИКЕ – от понятий autoМАТИК (нем.) и autoМАТИКЕ (франц.) – «автоматика».

А в результате опять выходит (на этот раз уже этимологически), что понятие «информатика» должно трактоваться как «автоматика информации» или, что то же самое, как «автоматизация информации» или, что то же самое, как «автоматизация информационных операций». Такая трактовка понятия «информатика» вытекает из этимологии термина «информатика», как оказывается, уже не только с необходимостью, но уже и с достаточностью<sup>9</sup>.

**Таким образом** (это следует из **исходных** индукций информатики К. Штайнбуха [12], Ф. Дрейфуса [8], их последователей [8], более поздних франко и англоязычных авторов LES-DICTIONNAIRES.COM [25] и М. Фурмана [26], а ещё вытекает этимологически) **аксиоматически** получается, что **понятие информатики должно раскрываться, как «автоматизация информационных операций»**. Но ... автоматизация информационных операций [физически, их прообразов – целенаправленных действий трудовой деятельности человека (см. ниже)] известна с незапамятных времён – с возникновения производства, по меньше мере, с XIX века, когда, например, в 1801 г. появился первый программируемый ткацкий станок с реализацией-воспроизведением информации (задания-уставки) (см. ниже) на перфокарте. Но об информатике тогда и слышно не было. Первые же упоминания о ней появились только в конце 50-х и начале 60-х годов XX века. А это, как известно, были годы качественного прорыва в области компьютерной техники – перехода от ламповых к транзисторным ЭВМ 2-го поколения и начала тем самым массового использования ЭВМ во всех сферах человеческой деятельности. И когда именно в эти годы К. Штайнбух, Ф. Дрейфус и др. заговорили об автоматизации информации-информационных операций, то они, как инженеры-компьютерщики, разумеется, не мыслили эту автоматизацию в отрыве от компьютеров. Вот и получается, таким образом, по К. Штайнбуху и др. пионерам информатики аксиоматически-дедуктивно, что:

**Информатика – это наука о компьютерной автоматизации информационных операций.**

<sup>6</sup> Например, известно, что информация – это есть семантика и (&) форма семантики. Но как можно автоматизировать семантику или форму семантики, или семантику & форму семантики? А никак!

<sup>7</sup> Например, автоматизировать объект – сверло невозможно. Но можно автоматизировать **взаимодействие-отношение** объекта – сверла и объекта – заготовки то есть автоматизировать **операцию** сверления.

<sup>8</sup> U – знак теоретико-множественного сложения (дизъюнкции).

<sup>9</sup> Здесь следует отметить, что рассмотренная выше этимология У.Ф. Бауэра – «информатика – наука об информации» носит только необходимый, но не достаточный характер. Последнее, например, в том смысле, что в этимологии теряется обязательное для информатики понятие автоматизации, а последующее её (этимологии) раскрытие, как «применение компьютеров для хранения и обработки информации» с вытекающим обращением к Computer Science, и вовсе носит для данной этимологии надуманный (как отмечено выше – конъюнктурный) характер. Итак, выше, этимологически, с необходимостью и достаточностью, получилось, что понятие «информатика» должно раскрываться, как «автоматизация информации».

## 2. Понятие информационных операций.

### Ещё аксиоматически-дедуктивные определения информатики

В разделе 1 было установлено, что объектом информатики являются информационные операции – отношения-отображения «информаций», то есть, отношения-отображения разновидностей информации [29–31]. В настоящее время известны многие разновидности информации: «социальная», «массовая», «достоверная», «текстовая» «визуальная», «личная», «секретная», «специальная», «аудиальная» и т.д. до бесконечности. Это есть потребительские разновидности информации – открытое бесконечно-счётное множество неопределенно-эклетиных (не отвечающих единому критерию) и потому, например, повторяющихся (социальная информация всегда является массовой) или пересекаемых (социальная–достоверная, текстовая–визуальная, личная–секретная) «информаций», которые являются непригодными ни к какой иной, кроме бытовой, применимости. Для этого имеют смысл только содержательные, нетрактуемые, однозначные и неизменяемо устанавливаемые разновидности информации. А для их выявления, очевидно, следует обращаться к началу начал, а именно, обращаться к канонике философии информации. В данном случае обращаться к её (информации) аксиоме «семантика – носитель» («семантика – форма») информации, выражающей морфологическое двуединство модальностей информации. Здесь *семантика* информации и её (семантики информации) *форма-материальный носитель*<sup>10</sup>, так что (1): (*информация*) = (*семантика информации*) & (*материальный носитель семантики информации*).

Из аксиомы (1) получается, что возможные канонические разновидности информации следует искать в отношениях именно её семантики и материального носителя. Как оказывается, таких отношений имеет место два (и только два), которым соответствуют также две (и только две) разновидности информации: «*связанная* информации» и «*свободная* информации» [29–31].

*Связанная информация* [«bound (associated) information»] – информация о собственном носителе-«материале» – носителе собственной семантики. То есть, связанная информация – это «информация о самой себе» – любом природном косном объекте («природная» информация). И как информация «природная» и, таким образом, «внутренняя», она является для человека «закрытой».

Альтернатива связанной информации – *свободная* («free information») – это информация о несобственном носителе-«материале» (носителе-«конфигурации») – носителе семантики своего прообраза – связанной информации. Таким образом, свободная информация – это свободная (от носителя-«материала» связанной информации) «информация об информации» – информация о связанной информации. А образуется свободная информация посредством генерирования человеком-оператором своего видения связанной информации – её селективной модели-субстанции *свойства*.

**Пример** свободной информации. Здесь – физически реализованное (скажем, материализованное на экране цифрового вольтметра) число «пять». Носителем-«материалом» этой информации является люминофор дисплея вольтметра, носителем-«конфигурацией» – группирование этого люминофора в виде иероглифа «пять». При этом в носителе-«материале» – люминофоре, содержится собственная семантика («физико-химия») этого люминофора, а в носителе-«конфигурации» – иероглифе «5» (свойстве-абстрактном коде прообраза рассматриваемой свободной информации – связанной информации) содержится семантика этой информации – истинное значение измеряемого напряжения. Что же касается названного дешифратора, то им является правило-соотношение начертания иероглифов 0, 1, 2, 3, ..., 9 (и в том числе, 5) с их количественным смыслом.

А далее обратим внимание на «природный» (принадлежность к сфере неживой – косной природы) и «человеческий» (принадлежность к ноосфере<sup>11</sup>) характер свободной информации и, следовательно, вытекающую отсюда *полноту* множества из *двух и только двух* – *связанной* и *свободной*, канонических разновидностей информации.

*Понятие «информационные операции».* В разделе 1 было установлено, что объектом информатики являются информационные операции – отношения-отображения разновидностей информации. Но как было показано, канонических разновидностей информации имеется *две и только две*, – *связанная* и *свободная*. А это значит, что всех возможных их отношений-отображений может быть *четыре и только четыре*. А именно:

- 1) «связанная информация – связанная информация»,
- 2) «связанная информация – свободная информация»,
- 3) «свободная информация – свободная информация»,
- 4) «свободная информация – связанная информация».

А теперь отметим, что:

1. В совокупности эти отношения-отображения, как оказывается, образуют некий системологический таксон – «линнеевский» *тип*, поименованный в [13–22] как «информационные операции» (ИО).
2. И тогда, соответственно этому типу, образующие его четыре отношения-отображения могут быть поименованы *классами* ИО. При этом имеет место *полнота* этих классов ИО. Здесь, полнота, как результат принадлежности:

<sup>10</sup> Ю.Ю. Чёрный: сущность информации проистекает, в частности, «из латинской этимологии слова “информация”, в соответствии с которой понятие “in-formatio” означает помещение чего-либо (здесь – семантики – А.Б.) в форму (материальный носитель семантики – А.Б.)».

<sup>11</sup> Здесь, для простоты, не рассматривается био-разновидность свободной информации.

1) классов ИО 1–3 как носителей свободной информации – к ноосфере..

2) класса ИО 4 как носителя связанной («природной») информации – к косноосфере.

А что ещё может быть в природе, кроме косно- и ноосферы? (третья сфера природы – биосфера, как не имеющая отношения к информатике, была из рассмотрения исключена).

А теперь отметим, что класс ИО 4 не может относиться к целенаправленным действиям<sup>12</sup>, а классы ИО 1 – 3 относятся. И потому, в связи с последующим выходом на информатику, объектами последующего рассмотрения должны быть именно классы ИО 1 – 3. При этом:

1. Класс ИО 2 «связанная информация – свободная информация» (**класс информационных операций «Восприятие»**) представляет собой «взятие» информации из природы – «дематериализацию» информации, то есть, представляет собой функции систем измерения, контроля, испытаний, тестирования, диагностирования и распознавания образов.
2. Класс ИО 3 «свободная информация – свободная информация» (**класс информационных операций «Переработка»**) представляет собой переработку информации, «взятой» из природы, то есть представляет собой компьютерные операции.
3. Класс ИО 4 «свободная информация – связанная информация» (**класс информационных операций «Воспроизведение»**) представляет собой «отдавание» информации в природу – «материализация» информации, то есть представляет собой функции производственных систем [систем изготовления сложной продукции (в том числе, робототехнических)] и систем кибернетического (в том числе, нейрокомпьютерного) Hi-Tech управления (самоорганизации, самонастройки, адаптации и оптимизации) – АСУ, АСУТП.

При этом следует отметить, что классы ИО 1 – 3 являются **информационными аналогами-моделями** известной **триады трудовых действий – трудовой деятельности, человека** – «диалектического пути познания» В.И. Ленина: От «живого созерцания (класса ИО “Восприятие” – А.Б.) к абстрактному мышлению (классу ИО “Переработка” – А.Б.) и от него к практике (классу ИО “Воспроизведение” – А.Б.)».

Ещё аксиоматически-дедуктивные определения информатики. Выше было отмечено, что информационные операции представляют собой информационные модели **целенаправленных действий**. То есть (это, в частности, следует из соответствия этих действий «диалектическому пути познания» В.И. Ленина) они охватывают собой всю **трудовую деятельность человека**. А это значит, что в применяемом отношении (в области не информационной каноники, а отвечающих ей **физических реалий**) будет справедливым ещё и такое, также по К. Штайнбуху и др. пионерам информатики, аксиоматически-дедуктивно определение, как:

**Информатика – это наука о компьютерной автоматизации (компьютеризации) трудовой деятельности человека.**

Или обобщённо-«спрямлено» [с учётом того, что компьютеризировать можно только (и только) информационные операции]:

**Информатика – это наука о компьютеризации.**

А далее следует отметить, что, как оказывается, все эти определения в главном отвечают ещё и представлениям об информатике её теоретиков, – академика А.П. Ершова<sup>13</sup> {это наука о «**целестремлённой** (целенаправленной – А.Б.) **деятельности**»<sup>14</sup> [32]} и профессора А.А. Берса<sup>15</sup> («Основанием информатики является **деятельность**» [33]. Очевидно – целенаправленная, то есть трудовая). И ещё. Как также оказывается, все приведенные аксиоматически-дедуктивные определения информатики **полностью** отвечают её определению, данному профессором МЭИ Ф.Е. Темниковым<sup>16</sup> ещё в 1963-м году – 50 лет тому назад. В самом деле. Ф.Е. Темников: «Информатика – это “научная дисциплина, связывающая вопросы сбора, передачи, обращения, переработки и использования информации”» [34, 35]. Здесь «передача информации» – как сохранение семантики при изменении её формы, может быть отнесена к «сбору» информации, а «обращение информации» – вообще к чему угодно. И тогда определение Ф.Е. Темникова предстаёт как: информатика это есть наука о **сборе, переработке и использовании** информации. А это значит, что то, что Ф.Е. Темников именовал:

- 1) как «сбор» – есть информационные операции класса **«Восприятие»**,
- 2) как «переработка» – есть информационные операции класса **«Переработка»**,

<sup>12</sup> Понятие цели к косноосфере не относится – это атрибут ноосферы.

<sup>13</sup> А. П. Ершов (1931 – 1988), академик АН СССР – выдающийся советский учёный, один из пионеров теоретического и системного программирования, создатель Сибирской школы информатики, . Его работы оказали огромное влияние на формирование и развитие вычислительной техники не только в СССР, но и во всём мире.

<sup>14</sup> Обращено внимание Ю.Ю. Чёрным.

<sup>15</sup> А.А. Берс, д. т. н., профессор – ведущий научный сотрудник Лаборатории САПР и АСБИС Института систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН.

<sup>16</sup> Ф.Е. Темников (1906-1993), д.т.н., профессор – профессор МЭИ, выдающийся советский и российский учёный-энциклопедист и педагог. Широко известен как основоположник отечественной телемеханики – создатель теории развёртывающихся систем (центротехники) – концептуальной, алгоритмической и схемотехнической основы импульсных и цифровых АСУТП – систем централизованного измерения, контроля и управления сложными технологическими объектами. Менее известен как один из основоположников информатики и системотехники. Автор книг «Теория развёртывающихся систем» и «Теоретические основы информационной техники».

3) как «использование» – есть информационные операции класса *«Воспроизведение»*.

Вот и получается, что у информатики Ф.Е. Темникова объектная область – «сбор, «переработка», «использование» представляет собой выделенный выше системологический тип «информационные операции». А это, в свою очередь, означает, что получившаяся таким образом объектная область в определении информатики Ф.Е. Темникова *в точности* совпадает с таковой, отвечающей приведенным выше трём аксиоматически-дедуктивным определениям информатики – информатики по К. Штайнбуху и др. При этом недостатком этого определения информатики Ф.Е. Темникова как эвристического (прозрение учёного!), является его *недоказанность*. Но, с другой стороны, определение информатики Ф.Е. Темникова всё же стало *первым в мире*<sup>17</sup> (!), *полностью передавшим содержание информатики в соответствии с раскрытой выше* аксиоматикой К. Штайнбуха и др.

## И что получилось в итоге? И зачем оно? (Вместо заключения)

1. Сегодня информатика имеет открытую – перманентно изменяемую (образуемую по индивидуальным или корпоративным предпочтениям специалистов) – неопределённую, и потому неструктурированную объектную область.
2. Следствием такой неопределённости объектной области является отсутствие у информатики собственной теории (законов, теорем, правил и методов). А это значит, что информатика сегодня не является не только фундаментальной, но и вообще не является наукой.
3. В итоге всё это проявляется в том, что у информатики сегодня:
  - А. Не определены:
    - структура (наличие и состав теоретических оснований, состав приложений),
    - отношения с другими областями знания (теорией информации, информологией, инфодинамикой, информациологией).
  - Б. Выпадает из сферы действия (явно) компьютеризация множества интеллектуализированных трудовых действий (Hi-Tech-информационных операций классов «Восприятие» и «Воспроизведение»). Например, функций Hi-Tech систем измерения, контроля, испытаний, тестирования, диагностирования и распознавания образов – ИИС, а ещё функций Hi-Tech производственных систем [систем изготовления сложной продукции (в том числе, робототехнических)] и систем кибернетического (в том числе, нейрокompьютерного) управления (самоорганизации, самонастройки, адаптации и оптимизации), – АСУ, АСУТП.
  - В. Имеет место неоправданное (например, в части теоретических оснований) отнесение к информатике таких (потому как используемых и в других областях знания) наук, как системный анализ, математическая лингвистика, семиотика, проблемология и др.
4. Причиной всего этого является эвристически индуктивный (не аксиоматически-дедуктивный), а следовательно и субъективный характер сегодняшней информатики (Информатика – «это то, чем занимаюсь “Я”» или – «это то, чем занимается “Мы”»).
5. На основании основополагающей аксиомы проф. К. Штайнбуха («Информатика: автоматическая переработка информации», 1957 г.) и более поздней аксиомы инженера Ф. Дрейфуса (информатика – это наука об «информационных взаимодействиях – взаимодействиях “информаций”», 1962 г.) получены – с *необходимостью вытекли* аксиоматически-дедуктивные (в отличие от сегодняшних эвристических) определения:
  - а) каноническое (в сфере информационных реалий): *«Информатика – это наука о компьютерной автоматизации информационных операций»;*
  - б) пользовательски-потребительское (в сфере физических реалий): *«Информатика – это наука о компьютерной автоматизации трудовой деятельности человека»*, где трудовая деятельность это есть изоморфизм-прообраз информационных операций – пункт а);

<sup>17</sup> Из имеющих место эвристических определений информатики в наиболее, по мнению автора [9], продвинутом (по состоянию на 2010 г.) определении информатики профессора К.К. Колина [36] с объектной областью «формирование, преобразование и распространение информации», в отличие от определения Ф. Е. Темникова [34,35], в явном виде не учитываются ни информационные операции класса «Восприятие» (функции ИИС и т.д.), ни информационные операции класса «Воспроизведение» [производственные функции, функции робототехники, кибернетического (Hi-Tech) управления и др.]. Или ещё более позднее (2013г.) определение информатики [37] её теоретика Э.Р. Сукиасяна. Определение с объектной областью «информационные явления, системы и процессы». Здесь, как это бывает при эвристике, объектная область информатики так же, как у К.К. Колина и др. авторов, *не вытекает* из некоей основополагающей аксиомы, а формируется собирательно – из элементов, выделяемых конвенционально или путём личных предпочтений специалистов. В результате (исключение – научная прозорливость-интуиция Ф.Е. Темникова) имеет место или их (элементов объектной области) неадресное назначение, или неполнота множества и в любом случае – недоказанность того, что получается. Например, в определении [37] в объектную область информатики попадают объекты-«явления». Но это оказывается дважды неправильным: во-первых, потому, что к информатике относятся (см. выше) не «явления» (то есть, «самосопрежжённые» объекты), а относятся объекты-*отношения* таких «самосопрежжённых» объектов, то есть, относятся объекты-*операции*. И во-вторых, понятие «явление», как имеющее «природный» (не антропогенный!) оттенок, вообще ни в каком качестве к информатике с её компьютеризованными и, таким образом, арт-объектами, отношения не имеет. Ещё. В определении [37] к информатике относятся «*процессы*», то есть, *операции в динамике*. Это неправильно. Как показано выше, *операции* – отношения разновидностей информации, являющиеся объектами только информатики. А *процессы*, если «закрытые», то являются объектами не информатики, а *информологии* В.И. Сифорова, а если «открытые», то являются, соответственно, объектами *инфодинамики* Р.Р. ПорМансора (Ray R. PorMansor), А. Ульяновича (А. Ulanowicz), В.М. Лачинова, А.О. Полякова. И так далее [например, в части «систем», упоминание которых оставляет под вопросом применимость в информатике, например, таких технических средств, как установки и устройства (приборы, преобразователи)].



- в) обобщённое-Lite: **Информатика – это наука о компьютеризации.**
6. Как оказывается, эти определения аксиоматической информатики охватывают *все* определения эвристической информатики. С другой стороны, они *с необходимостью*:
- учитывают все интеллектуализированные трудовые действия (п.3б), не охватываемые эвристической информатикой;
  - выводят из сферы действия теоретических оснований информатики все, не имеющие отношения к ней, науки (п.3в).
7. Выше аксиоматическая информатика была определена, как наука о компьютерной автоматизации информационных операций, где подчёркиванием осуществлено выделение исчерпывающих сущность информатики её ключевых слов – таких, как «компьютер», «автоматизация» и «информационные операции». В результате получается, что символически аксиоматическая информатика может быть раскрыта, как:

**Информатика = «компьютер» & «автоматизация» & «информационные операции».**

А далее нетрудно заметить, что такое раскрытие аксиоматической информатики с однозначностью определяет свойственные ей и только ей теоретические основания:

- теория **компьютеров** (компьютерная математика) {«компьютерная наука» (Computational Science) – теория алгоритмов и логических моделей, законы формальной логики и алгоритмических языков, методы организации баз данных и т.д. [1]};
- теория **автоматизации** (теория автоматического управления, или, более приближенно к потребностям аксиоматической информатики, компьютерно-информационно-«управленческого» знания – теория «компьютерного [компьютерно-цифрового(!)] управления»<sup>18</sup>);
- теория информационных операций [13–22].

В свою очередь, такая концептуально-теоретическая надстройка информатики – **теоретическая информатика** находит свою применяемость в **прикладной информатике**, – совокупности специализированных (ориентированных на пользователя) – прикладных информатик. А в целом всё это определяет структуру аксиоматической информатики, представленную на рис. 1.



Рис. 1. Структура аксиоматической информатики, где «Общекomp. информатика» – это Computer Science, «Компьют.-прогр. информатика» – Software Engineering, «Компьют.-аппаратн. информатика» – Hardware Engineering

Необходимо отметить, что структура рис. 1 в части компьютерной информатики соответствует «Рекомендациям по преподаванию информатики», разработанным Объединённой комиссией по учебным планам при ACM и IEEE [38] (что, кстати, отвечает и «информатической» практике, сложившейся в Европе [39]).

<sup>18</sup> В данном случае речь идёт о создании новой теории, – трансформировании классической теории управления на цифровые аргументы: использование описаний объектов управления в конечных разностях или Z-операторах Лорана, переводение в цифру критериев устойчивости Гурвица, Найквиста, Михайлова, Попова; то же, – критериев управляемости и наблюдаемости Р. Калмана, методов А. Ляпунова, принципа максимума Л.С. Понтрягина (по аналогии с методом динамического программирования Р. Беллмана) и т.д. И, например, ещё, – использование лингвистических переменных, теории нечётких множеств Л. Заде, подходов искусственных нейронных сетей и т.д. В частности, – математического аппарата задач искусственного интеллекта и робототехники.



А в целом получается так, что *то, что во всём мире рассматривается как информатика, в соответствии с аксиоматикой проф. К. Штайнбуха и др., составляет лишь часть её.*

8. В заключение обратим внимание на то, что полученные дедуктивные определения информатики не являются, как эвристические, надуманными – они:
  - с необходимостью *получились* (вытекли-последовали) из аксиоматики основоположника информатики проф. К. Штайнбуха и его последователей (Ф. Дрейфуса и др.),
  - также с необходимостью *получились* ещё и из этимологии термина «информатика».

Конечно, можно не соглашаться с такими – с необходимостью образовавшимися – *получившимися* определениями информатики. Но изменить их теперь можно только одним способом – пренебречь аксиоматикой основоположников информатики, и, следовательно, перейти от предложенного ими термина «информатика» к какому-либо другому. К какому именно, а главное, зачем?

## Список литературы

1. Поспелов Д.А. Становление информатики в России. – М., 1997
2. Бондаревский А.С. Определение понятия информатики//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 5
3. Бондаревский А.С. Информатика как наука о техногенных информационных операциях//Актуальные вопросы современной техники и технологии. Сборник докладов Международной научной заочной конференции (Липецк, 24 апреля 2010 г.). Т. 1 / Под ред. А.В. Горбенко, С.В. Довженко. – Липецк: Издательский центр «Де-факто», 2010
4. Бондаревский А.С. Информатика как наука об автоматизации информационных операций//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 11
5. Бондаревский А.С. Предметная область информатики как науки об автоматизации информационных операций//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 12
6. Бондаревский А.С. Информатика – «quo vadis?» («куда идешь?») // Тезисы IX Международной научно-практической конференции «Современные научные достижения – 2013». – Praha: Publishing House «Education and Science», 2013
7. Бондаревский А.С. То, что сегодня называют информатикой, наукой не является. А что является? // Тезисы XX Международной конференции МГУ «Математика. Компьютер. Образование». – Ижевск: АНО НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2013
8. Informatics (academic field)//[http://en.wikipedia.org/wiki/Informatics\\_\(academic field\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Informatics_(academic_field))
9. Чёрный Ю.Ю. Полисемия в науке: когда она вредна? (на примере информатики)// Открытое образование. – 2010. – № 6
10. Karl Steinbuch – Informatiker der ersten Stunde//<http://www.karl-steinbuch-stipendium.de/karlsteinbuch.html>
11. Karl Steinbuch // <http://www.fpl.uni-kl.de/papers/publications/karlsteinbuch.html>
12. Steinbuch K. «Informatik: Automatische Informationsverarbeitung//SEG-Nachrichten (Technische Mitteilungen der Standard Elektrik Gruppe), Firmenzeitschrift. – 1957
13. Бондаревский А.С. Метрология информационных операций. Основания теории рисков // Электронная техника. Серия 3 «Микроэлектроника». – 1996. – Вып. 1
14. Бондаревский А.С. Наука о точности – метрология информационных операций // Законодательная и прикладная метрология. – 2001. – № 6
15. Бондаревский А.С., Крעותень Ф.В. Информационные операции в системе обеспечения качества и надёжности – сущность и соотношение//Современные наукоемкие технологии. – 2005. – № 1
16. Бондаревский А.С. О точности информационных операций// Законодательная и прикладная метрология. – 2008. – № 2
17. Бондаревский А.С. Аксиоматика точности информационных операций//Фундаментальные исследования. – 2008. – № 6
18. Бондаревский А.С. Информационные основания операций измерения, контроля, испытаний. Проблема точности//Метрология. – 2008. – № 10
19. Бондаревский А.С. Информационные операции: свойства, применяемость свойств// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 3
20. Бондаревский А.С. Информационные операции: понятие, канонические классы и виды 1// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 5
21. Бондаревский А.С. Информационные операции: понятие, канонические классы и виды 2// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 8
22. Бондаревский А.С. Информационные операции: парадоксы связи между каноническими и потребительскими видами//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 9
23. Encyclopedia: Philippe Dreyfus//<http://www.nationmaster.com/encyclopedia/Philippe-Dreyfus>
24. Шилов В. В. Удивительная история информатики и автоматизации // [http://mo.dernlib.ru/bo oks/valeriy\\_shilov/udivitel'naya\\_istoriya\\_informatiki\\_i\\_a](http://mo.dernlib.ru/bo oks/valeriy_shilov/udivitel'naya_istoriya_informatiki_i_a)
25. LES-DICTIONNAIRES.COM//Informatique//<http://www.les-dictionnaires.com/informatique.html>
26. M. Fourman. Informatics. Informatics Research Report EDI-INF-RR-0139. – Edinburgh: Division of Informatics, 2002
27. Информатика//Википедия
28. Сейфуль-Мулюков Р.Б. Information Science: содержание предметной области// <http://www.myshared.ru/slide/337902/>
29. Бондаревский А.С. Метрология информационных операций. Основания теории рисков//Электронная техника. Серия 3 «Микроэлектроника». – 1996. – Вып.1
30. Бондаревский А.С. Понятие и разновидности информации//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2008. – N 6
31. Бондаревский А.С. Информация: свойства и канонические разновидности//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, – 2011. – № 6

32. Ершов А.П. Компьютеризация школы и математическое образование//Избранные труды/А.П. Ершов. – Новосибирск: ВО «Наука», Сибирская издательская фирма», 1994
33. Основанием информатики является деятельность. (Интервью с А.А. Берсом)// Метафизика. – 2012. – № 4 (6)
34. Темников Ф.Е. О круге вопросов теории информатики//Тезисы докладов Третьей научно-технической конференции «Кибернетические пути совершенствования измерительной аппаратуры». – Л.: Изд-во ВНИИЭП, 1963
35. Темников Ф.Е. Информатика//Известия высших учебных заведений. – 1963. – № 11
36. Колин К.К. О структуре научных исследований по комплексной проблеме «Информатика»//Социальная информатика. – М.: ВКШ при ЦК ВЛКСМ, 1990
37. ПОСЛЕСЛОВИЕ к 13-му заседанию совместного семинара ИПИ РАН и ИНИОН РАН «Методологические проблемы наук об информации» (27 июня 2013 г.)//[http://www.inion.ru/files/File/MPNI\\_13\\_270613\\_Posleslovie.pdf](http://www.inion.ru/files/File/MPNI_13_270613_Posleslovie.pdf)
38. Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах = Software Engineering 2004: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering; Computing Curricula 2001: Computer Science: пер. с англ. – М.: ИНТУИТ.РУ “Интернет-Университет Информационных Технологий”, 2007
39. Informatics//<http://en.wikipedia.org/wiki/informatics>

# Микрокомпьютерная система обучения «Наставник»

Николай Петрович Брусенцов, Сергей Петрович Маслов, Хосе Рамиль Альварес

Факультет ВМК МГУ им. М. В. Ломоносова  
Москва, Россия  
ramil@cs.msu.su

## Microcomputer Learning System “Nastavnik”

Nikolay Brusentsov, Sergey Maslov, Jose Ramil Alvarez

Faculty CMC Lomonosov Moscow State University  
Moscow, Russia  
ramil@cs.msu.su

**Ключевые слова:** системы обучения, компьютеры в обучении

Одним из первых в СССР успешных применений компьютеров для обучения явилась Автоматизированная Система Обучения (в нынешнем варианте Микрокомпьютерная Система Обучения – МСО) «Наставник», созданная в 1972–1973 гг. на базе малой ЭВМ «Сетунь 70» в лаборатории ЭВМ МГУ [1].

При создании «Наставника» были проанализированы результаты использования имевшихся на то время компьютерных систем обучения, таких, как PLATO IV и TICCIT, которые не подтвердили их дидактической полезности. Использование компьютеров в обучение сводилось к попытке заменить ими традиционное средство обучения – книгу.

В принятом в «Наставнике» подходе: «книга + компьютер», носителем учебного материала является книга, а компьютер выполняет функции управления процессом усвоения, руководя продвижением учащегося по ней. Анализ требований, предъявленных в этом случае к терминалу, показал, что их можно удовлетворить, используя минитерминал, подобный простейшему калькулятору. Учебный материал имеет форму книги с пронумерованными секциями, абзацами, упражнениями, ответами на них и комментирующими ответы справками. Система управляет работой обучаемого, выдавая на цифровой индикатор терминала номера назначаемых для проработки фрагментов книги и принимает номера ответов при помощи цифровой клавиатуры.

Достоверное понимание, быстрое и надежное освоение материала в «Наставнике» достигаются непрерывным контролем и своевременной реакцией на ошибки посредством справок и ссылок на фрагменты инструктивного текста, а также назначением вспомогательных упражнений и отсылкой к недостаточно усвоенным местам пройденного материала. Упорядоченность и постепенность обучения обеспечиваются надлежащим структурированием материала и постоянной оценкой степени его освоения – продвижение вперед возможно лишь при овладении материалом текущего раздела, а выявляемые пробелы устраняются возвратами к пройденному.

## Структура учебного материала в «Наставнике»

Книга, содержащая учебный материал, разбита на секции, которые пронумерованы. Каждая секция посвящена освоению определенного понятия. Она состоит из трех частей: инструктивный текст, упражнения и справки. Назначение инструктивного текста сообщить учащемуся информацию о прорабатываемом понятии. Текст разбивается на абзацы, нумеруемые в виде a0, a1, ..., для возможности использовать их как справки, или ссылаться на них в тексте справок. Справки нумеруются в виде c1, c2, ... .

В секции может быть до 15 упражнений. Имеется четыре типа упражнений: основные, итоговые, обязательные и вспомогательные. Основные упражнения проверяют усвоения отдельных частей понятия, итоговые – усвоение понятия в целом. Упражнения нумеруются в виде числа с точкой. Упражнения с множественным выбором ответа из перечисленных и пронумерованных в виде 1), 2), ..., 8). Допустимо более одного (до трех) правильных ответов, в этом случае учащийся должен выбрать их последовательно. Такие упражнения считаются выполненными, когда даны все правильные ответы.

При ошибочном ответе учащемуся выдается номер справки или номер абзаца текста, поясняющие ошибки и, возможно, выдается вспомогательное упражнение из текущей или предшествующей секции. Далее учащийся возвращается на невыполненное упражнение и это повторяется пока не будет получен правильный ответ.

В секции учащемуся задается одно из основных упражнений. При успешном выполнении упражнения задается одно из итоговых. При успешном выполнении итогового учащемуся получает обязательное упражнение, если оно предусмотрено, или сразу переводится в следующую секцию. При недостаточном усвоении материала

секции учащемуся задается еще упражнение текущего уровня, при их отсутствии он переводится на более низкий уровень или на предыдущую секцию.

Степень усвоения материала в секции оценивается по отношению числа правильных ответов к числу попыток. Имеются две границы: верхняя – являющейся нижней границей хорошего усвоения и нижняя – являющейся верхней границей плохого усвоения. Если степень усвоения находится в интервале между нижней и верхней границами, учащемуся задаются дополнительно упражнения для достижения требуемой степени.

Система в ходе занятия протоколирует работу каждого учащегося, запоминая номера заданных упражнений и полученных на них ответов. Протоколы занятий записываются в архив, информация, хранящаяся в них, может служить обратной связью для учителя и составителя курса. Обработка архивов позволяет найти узкие места учебного материала.

## **Аппаратура «Наставника»**

Система имела многочисленные реализации и продемонстрировала феноменальное долголетие. Ее первый вариант на ЭВМ «Сетунь 70» появился в начале 70-х годов. В варианте на персональном компьютере она используется на факультете ВМК МГУ поныне. Во всех вариантах система не претерпела больших изменений с точки зрения обучаемых и составителей учебных материалов. Однако, в отношении аппаратуры, система изменялась неоднократно. Синхронно с техническим прогрессом «Наставник» был реализован практически на всех отечественных мини и микро ЭВМ, персональных компьютерах и даже на современных карманных устройствах [3, 4, 5, 7]. Появление новых реализаций системы существенно облегчалось благодаря тому, что разработчики заложили в нее свойство переносимости. В отношении ПО это достигалось использованием переносимой системы программирования, в отношении аппаратуры – использованием для связи минитерминалов с компьютером стандартных интерфейсов и портов ввода-вывода. Существуют варианты «Наставника», в которых ее пользовательский интерфейс эмулировался на персональных компьютерах и многотерминальных системах.

## **Программное оснащение «Наставника»**

Программное оснащение «Наставника» включает в себя: подсистему «Обучение», подсистему «Экзамен» для оценки знаний путем проведения экзаменов, подсистему «Тест» для контроля знаний.

В подсистеме «Экзамен» учебный материал не содержит ни инструктивного текста, ни справок, а только упражнения. Упражнения могут быть либо с множественным выбором ответа, либо с числовым ответом. Секций не более 8, в каждой секции не более 15 упражнений.

Материал может содержать до 99 секций, из которых формируются до 8 комплектов проверочных материалов – экзаменов, каждый из которых может состоять из 8 вариантов. Это позволяет иметь, например, по предмету три текущие контрольные работы и одну итоговую, при этом каждая в двух вариантах. Таким образом достигается большая гибкость при массовом проведении экзаменов. Для каждого экзамена задается максимальное число попыток ответа и максимальное число задаваемых упражнений.

В подсистеме «Тест» упражнения с множественным выбором ответа предъявляются тестируемому последовательно. Число упражнений в секции увеличено до 63. Введены веса упражнений – упражнения из разных секций могут иметь разные веса.

В «Наставнике» сохраняется полная траектория прохождения курса каждым обучаемым. Благодаря этому реализуется принципиальное достоинство компьютеризованного обучения – наличие обратной связи, обеспечивающей не только индивидуальную и своевременную коррекцию действия учащегося, но и позволяющей составителю курса направлено улучшать учебный материал.

## **Методическое оснащение «Наставника»**

В [1, глава 5] рассмотрены дидактические основы системы «Наставник», вопросы планирования курса, разработки секций и конструирования упражнений, а в приложении дан перечень учебных материалов для системы. Разработка учебных материалов и применение «Наставника» посвящено методическое пособие [2].

За прошедшие 40 лет эффективность «Наставника» подтверждена практикой успешного обучения различным предметам – от уроков начальной школы до фундаментальных вузовских курсов: (факультеты ВМК и психологии МГУ, МАИ [6], ВИА им. Куйбышева, Софийский университет им. Климента Охридского, школ № 654 и 710 г. Москвы, УПК ПО ЗИЛ и др.). С 1974г. по настоящее время, неоднократно меняя аппаратную основу, система успешно функционирует на факультете ВМК МГУ.

## Список литературы

1. Брусенцов Н.П., Маслов С.П., Рамиль Альварес Х. Микрокомпьютерная система обучения «Наставник». М.: Наука, 1990. 223с.
2. Брусенцов Н.П., Маслов С.П., Рамиль Альварес Х. Методическое пособие по разработке учебных материалов в микрокомпьютерной системе обучения «Наставник». М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. 95с.
3. Маслов С.П., Сидоров С.А. Локальная сеть мини-терминалов, управляемая персональным компьютером // Программное оснащение персональных компьютеров. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. С. 99-114.
4. Маслов С.П., Рамиль Альварес Х., Сидоров С.А. Многотерминальная МСО «Наставник» на IBM PC. // Программные системы и инструменты. № 2. М.: Изд-во ВМиК МГУ, 2001. С. 145-149.
5. Маслов С.П. Карманная МСО «Наставник» (стартовая версия). // Программные системы и инструменты. М.: Изд-во ВМиК МГУ, 2001. № 2. С. 173–183.
6. Тарарошенко Н.С., Якимова А.С., Сердюк Л.Н. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в упражнениях. М.: Изд-во МАИ, 2001. 264 с.
7. Маслов С.П., Рамиль Альварес Х., Сидоров С.А. Реализация МСО «Наставник» на микрокалькуляторе МК-8. // Программные системы и инструменты. М.: Изд-во ВМиК МГУ, 2003. № 4. С. 176–182.

# Электронное правительство как эффективный инструмент взаимодействия государства и общества

Инна Дамировна Вагапова

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
Казань, Россия  
inna-vi@list.ru

## E-Government as an Effective Tool in Interaction between State and Society

Inna Vagapova

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev  
Kazan, Russia  
inna-vi@list.ru

**Ключевые слова:** электронное правительство, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), электронный документооборот

Качественное государственное управление является безусловным фактором эффективного функционирования любого государства. Для Российской Федерации эта задача вдвойне актуальна, так как после развала СССР и перехода на рыночную экономику стране потребовалась перестройка государственного аппарата. К началу XXI века система государственного управления России нуждалась в реформировании в связи с растущими внутренними потребностями страны и требованиями внешнего мира. В **Послании** Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации в 2003 году основным препятствием на пути экономических реформ названа недостаточная эффективность государственного аппарата, несоответствие количества его полномочий качеству власти.<sup>1</sup> В том же году началась административная реформа государственного управления РФ. Помимо необходимости в ограничении вмешательства государства в экономическую деятельность, исключения чрезмерного регулирования с его стороны, сокращения отдельных функций органов власти, государственный аппарат также нуждался в повышении качества предоставляемых им услуг и повышении его информационной открытости. Эту задачу успешно могло решить создание электронного правительства. Концепция административной реформы в Российской Федерации в 2006–2010 годах закрепила необходимость внедрения информационно-коммуникационных технологий, прежде всего, в рамках федеральной целевой **программы** «Электронная Россия» (2002–2010 годы)<sup>2</sup>. Вопросы качества и доступности государственных и муниципальных услуг, обеспечения необходимого уровня открытости деятельности органов власти отражены в «Концепции снижения административных барьеров и повышения доступности государственных услуг на 2011–2013 годы» и в Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 года № 601 «Об основных направлениях совершенствования системы государственного управления». В них обращается внимание на повышение открытости органов государственной власти России посредством именно информационно-коммуникационных технологий. Их развитие напрямую связано с расширением интернет-пространства.

Действительно, в последние десятилетия интернет, как мощное средство массовой коммуникации, стал для нашей страны одним из основных источников информации. По данным аналитической компании TNS за февраль 2013 года хотя бы раз в месяц в Интернет выходили 76,5 млн. россиян, что составляет 53 процента от всего населения страны<sup>3</sup>. Во всех федеральных округах России удельный вес интернет-аудитории также превышает 50 процентов от численности населения. По количеству пользователей интернета в 2012 году Россия занимала шестое место в мире и вышла на первое место в Европе, которое ранее занимала Германия<sup>4</sup>. Стремительное развитие интернета повлияло на широкое распространению информационно-коммуникационных технологий в

<sup>1</sup> Послание Президента РФ Федеральному Собранию "Послание Президента России Владимира Путина Федеральному Собранию РФ" [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: Консультант Плюс- законодательство РФ: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ, нормативные акты – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_42280/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_42280/), свободный. – Загл. с экрана.

<sup>2</sup> Распоряжение Правительства РФ от 25.10.2005 N 1789-р (ред. от 10.03.2009) «О Концепции административной реформы в Российской Федерации в 2006–2010 годах» [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: Консультант Плюс- законодательство РФ: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ, нормативные акты – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_86001/?frame=1#p28](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_86001/?frame=1#p28), свободный. – Загл. с экрана.

<sup>3</sup> TNS Россия осуществляет работы в области медиа-измерений, мониторинга рекламы и СМИ, а также заказных маркетинговых исследований. [Электронный ресурс] / – Электрон. дан. – М.: TNS Russia- Режим доступа: <http://www.tns-global.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

<sup>4</sup> [Электронный ресурс] / Интернет в России: статистика интернета в России, проникновение интернет в России, аудитория Интернета / Сергей Фомин/ Режим доступа: [http://www.bizhit.ru/index/users\\_count/0-151](http://www.bizhit.ru/index/users_count/0-151), свободный. – Загл. с экрана.

социально-экономической сфере, а также в органах государственной власти, и стало одной из главных причин формирования электронного правительства.

«Концепция формирования в Российской Федерации электронного правительства до 2010 года» определяет электронное правительство как новую форму организации деятельности органов государственной власти, обеспечивающую за счет широкого применения информационно-коммуникационных технологий качественно новый уровень оперативности и удобства получения организациями и гражданами государственных услуг и информации о результатах деятельности органов власти<sup>5</sup>.

Республика Татарстан сделала большой шаг в сторону поддержки развития ИКТ на своей территории. Это нашло свое отражение в проекте «Электронное правительство», называемое теперь «Открытое Правительство», реализация которого началась в 2005 году.

Министр информатизации и связи РТ с 2005 по 2010 гг. Ф.М. Фазылзянов так определил его стратегию: «Техническая стратегия проекта должна обеспечить возможность предоставления государственных услуг через Интернет, мобильную связь, кабельное и цифровое телевидение, call-центры. В то же время электронный сервис не предполагает исключение персональных контактов, потребность в которых значительно снизится, но не упадет полностью»<sup>6</sup>. Комплексная программа развития информатизации РТ «Электронный Татарстан 2005–2010 годы», разработанная Министерством связи Республики Татарстан, являлась составной частью Программы социально-экономического развития Республики Татарстан того же периода. Это позволяет нам утверждать, что данный документ официально определил курс на информатизацию, как на стратегическую линию развития региона.

В 2009 году в структуре Электронного правительства Республики Татарстан можно было выделить 4 части<sup>7</sup>. Первые две являются инфраструктурными: организационно-управленческая и инфокоммуникационная системы.

Организационно-управленческая инфраструктура включает рабочие группы в министерствах и ведомствах правительства Республики Татарстан, а также административно-управленческие регламенты и систему обучения государственных служащих<sup>8</sup>.

Инфокоммуникационная инфраструктура включает следующие элементы: государственную интегрированную систему телекоммуникаций (ГИСТ), республиканский центр обработки данных (РЦОД), систему функционирования электронно-цифровой подписи и систему видеоконференцсвязи.

Две другие части структуры являются сервисными: внутренний и внешний контур электронного правительства. Внутренний контур представляет собой мультисервисную систему, ориентированную на предоставление управленческих услуг органам государственной власти и государственным служащим. Внешний контур – это тоже мультисервисная система, направленная на обеспечение открытости в деятельности органов власти и оказание государственных услуг населению и бизнесу.

Сервисный внутренний контур электронного правительства включает в себя информационно-аналитическую и геоинформационную системы органов государственной власти, интегрированную систему организационного управления, систему межведомственного электронного документооборота. Этот элемент структуры направлен на повышение эффективности органов власти.

В 2007 году к системе электронного документооборота были подключены 42 организации, включая все министерства, около 2000 пользователей. Кроме того были выданы 963 сертификата электронной цифровой подписи (ЭЦП). Около 70 процентов документов на тот момент в Аппарате Правительства РТ рассматривались с помощью мобильных офисов<sup>9</sup>.

Внешний контур включает Правительственный и специализированные интернет-порталы Республики Татарстан по взаимодействию с населением и бизнесом, а также call-центр. Внешний контур призван способствовать повышению открытости органов государственной власти.

Данная структура отражает концепцию, предложенную одним из его основателей в Татарстане А.Н. Юртаевым в работе «Моделирование инновационной деятельности в системе технологий государственного управления» в 2009 году<sup>10</sup>. Необходимо заметить, что с того времени структура претерпела немало изменений, например в интернет-порталах внешнего контура появились такие системы, как «Народный контроль», «Народная экспертиза», «Открытая информация», о которых будет сказано далее.

<sup>5</sup> [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: Центр информационных технологий РТ – Режим ожидания: [http://cit.tatarstan.ru/rus/rasp\\_N%20632-%D1%80.htm](http://cit.tatarstan.ru/rus/rasp_N%20632-%D1%80.htm), свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

<sup>6</sup> Электронное правительство Республики Татарстан [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: Федеральный Справочник – Режим ожидания: <http://federalbook.ru/files/SVAYZ/saderzhanie/Tom%206/V/Fazylzyanov.pdf>, свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

<sup>7</sup> Юртаев А.Н. Моделирование инновационной деятельности в системе технологий государственного управления: автореф. дис...д-ра эконом. наук/ А.Н. Юртаев; Институт экономики Российской Академии наук. – Казань, 2009. – 52 с.

<sup>8</sup> Юртаев А.Н. Моделирование инновационной деятельности в системе технологий государственного управления: автореф. дис...д-ра эконом. наук/ А.Н. Юртаев; Институт экономики Российской Академии наук. – Казань, 2009. – С.23-24

<sup>9</sup> Электронное правительство Республики Татарстан [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: Федеральный Справочник – Режим ожидания: <http://federalbook.ru/files/SVAYZ/saderzhanie/Tom%206/V/Fazylzyanov.pdf>, свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

Мобильный офис – программа управления документами используется для рассмотрения документов в электронном виде руководителями органов государственной власти и иными организациями и ведомствами Республики Татарстан. Ее использование доступно на компьютере и планшете iPad.

Руководство по работе с мобильным офисом [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Казань: Министерство здравоохранения Республики Татарстан – Режим ожидания: [http://minzdrav.tatarstan.ru/el\\_prav.htm](http://minzdrav.tatarstan.ru/el_prav.htm), свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

<sup>10</sup> Юртаев А.Н. Моделирование инновационной деятельности в системе технологий государственного управления: автореф. дис...д-ра эконом. наук/ А.Н. Юртаев; Институт экономики Российской Академии наук. – Казань, 2009. – 52 с.



По мнению Ф.М. Фазылзянова, внешний контур «Электронного правительства» служит для формирования единой информационной среды Правительства Республики Татарстан и полноценного информирования граждан о деятельности Правительства, а также для обеспечения безопасного и быстрого онлайн-доступа к широкому спектру государственных услуг и интерактивных сервисов<sup>11</sup>. Посредством именно систем внешнего контура Электронного правительства Татарстан удовлетворяет требования современного мира к повышению качества и доступности государственных и муниципальных услуг, обеспечения необходимого уровня открытости в деятельности органов власти.

По данным Центра прикладной экономики на 1 мая 2010 года, Татарстан стал лидером по уровню внедрения электронного правительства в России<sup>12</sup>. При составлении рейтинга учитывались удобство получения информации и полнота предоставленных данных. Оценивалось наличие информационных сервисов – интернет-приёмной, электронных киосков, электронных услуг. По сравнению с 2008 г. в 2009 г. количество просмотров страниц портала «Электронное правительство Республики Татарстан» увеличилось более чем в три раза и составило 3,8 млн просмотров в месяц<sup>13</sup>. Успешный опыт Татарстана по внедрению комплексного проекта «Электронное правительство РТ» был высоко отмечен на Всемирном форуме передовых технологий, который прошел в октябре 2009 года в Лондоне<sup>14</sup>. В мае 2011 жители Республики Татарстан воспользовались электронными услугами более 727 тыс. раз. Интенсивно развивался портал электронного образования в РТ, который регулярно посещали 350 тыс. школьников, 240 тыс. родителей и 40 тыс. учителей.

В апреле 2014 года на Всероссийском совещании с руководителями органов ЗАГС исполнительной власти субъектов РФ премьер-министр РТ Ильдар Халиков заметил, что в Татарстане каждый месяц оказывается 2,5 млн услуг в электронном виде<sup>15</sup>. По словам министра информатизации и связи РТ Романа Шайхутдинова, на сайте государственных услуг Татарстана зарегистрировалось 24 процента населения республики<sup>16</sup>.

Сегодня государственные услуги в электронном виде жители Республики Татарстан получают через такие системы, как: инфомат, представляющий собой электронный терминал самообслуживания граждан; через портал государственных услуг, где можно оформить документы и получить справочную информацию о деятельности органов власти, погасить штрафы за нарушение правил дорожного движения, оплатить услуги ЖКХ, внести госпошлины за регистрацию в органах ЗАГС, оплатить услуги связи и т.д., а также через мобильный портал<sup>17</sup>.

Одним из важных механизмов по взаимодействию государства и общества в Татарстане стала система Народный контроль, запущенная в 2012 году. С ее помощью татарстанцы озвучивают социально значимые вопросы, которые требуют внимания властей. В 2013 году в «Народный контроль» поступило 19,7 тыс. уведомлений и 140,4 тыс. комментариев к ним, при этом также зафиксировано 70,2 тыс. оценок работы министерств, ведомств и муниципальных образований<sup>18</sup>. В рамках проекта «Открытый Татарстан» созданы две новые площадки общественного обсуждения – «Народная экспертиза» и «Открытая информация»<sup>19</sup>. Доступ к ним открыт с Портала государственных услуг РТ. При помощи этих сервисов проводятся общественные обсуждения законопроектов и экспертное сопровождение планов закупок государственных структур и т.п. Площадка «Открытая информация» является местом для публикации открытых данных и отчетов для населения о деятельности министерств, ведомств и муниципальных образований РТ.

На сайте Министерства информатизации и связи РТ по итогам 2013 года обозначены следующие проблемы Электронного правительства РТ: отсутствие единого стиля в оформлении сайтов в составе ГИС РТ «Официальный портал Республики Татарстан», несоответствие внешнего вида большинства сайтов в составе ГИС РТ современным требованиям, выраженное в малопривлекательном дизайне. Другие проблемы связаны с невозможностью внедрения новых сервисов и инструментов в рамках существующей программной платформы; со зло-

<sup>11</sup> Электронное правительство Республики Татарстан [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: Федеральный Справочник– Режим ожидания: <http://federalbook.ru/files/SVAYZ/saderzhanie/Tom%206/V/Fazylyzanov.pdf>, свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

<sup>12</sup> [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: Новости – главные новости России, СНГ и мира – лента новостей ИА Regnum – информационно-дискуссионный портал – Режим ожидания: <http://www.regnum.ru/news/1280840.html>, свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

Центр прикладной экономики – компания, занимающаяся разработкой и внедрением инновационных моделей в сфере управления, экономики и финансов с целью предоставления широкого спектра консалтинговых услуг для государственного и негосударственного сектора.

[Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: Центр прикладной экономики – Режим ожидания: <http://www.a-econom.com/about>, свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

<sup>13</sup> [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Казань.: Центр информационных технологий РТ – Режим ожидания: <http://cit.tatar.ru/pub55.htm>, свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

<sup>14</sup> [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Казань.: Новости Татарстана, обзоры, аналитика – Информационное агентство «Татаринформ» – Режим ожидания: <http://www.tatar-inform.ru/news/2009/10/09/188255/>, свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

<sup>15</sup> [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Казань.: Республика Татарстан. Общественно-политическая газета – Режим ожидания: <http://www.rt-online.ru/articles/rubric-72/1011119/>, свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

<sup>16</sup> [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Казань.: TatCenter.Ru. Деловой центр Республики Татарстан – Режим ожидания: <http://info.tatcenter.ru/article/134867/>, свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

<sup>17</sup> [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Казань.: Министерство информатизации и связи РТ – Информационное агентство «Татаринформ» – Режим ожидания: <http://mic.tatarstan.ru/rus/infrastr.htm>, свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

<sup>18</sup> [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Казань.: Министерство информатизации и связи Республики Татарстан – Режим ожидания: <http://mic.tatarstan.ru/rus/epgrav.htm>, свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

<sup>19</sup> Система «Открытый Татарстан» формируется в рамках Открытого правительства, ее программа направлена на обеспечение прозрачности деятельности власти в регионе. К системе «Открытого Татарстана» относятся направления: «Электронные услуги» и «Народный контроль», а также раздел «Открытая информация» и разделы обсуждений госзакупок, законопроектов и других планов деятельности органов власти.

[Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: Открытое правительство – Режим ожидания: <http://xn--80abeamcuufxbhgound0h9cl.xn--p1ai/infopotok/5509068/>, свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

употреблениями отписками «Мотивированный отказ» в связи с отсутствием финансирования; нехваткой четкого регламентирования нормативно-правовой ответственности за достоверность, качественное описание и своевременное обновление информации, раскрываемой в форме открытых данных<sup>20</sup>. В связи с этим ГИС РТ ожидает обновление единой программной платформы и дизайна сайтов, интеграция интернет-приемных органов государственной власти и местного самоуправления РТ и других организаций с Единой межведомственной системой электронного документооборота. Усовершенствования коснутся и системы «Народный контроль». Министерство информатизации и связи РТ видит свою задачу в разработке сервиса общественного обсуждения и экспертного сопровождения исполнения планов органов государственной власти и местного самоуправления.

Республика активно следит за развитием информационно-коммуникационных технологий в пределах своего региона и прилагает усилия для их совершенствования. В частности, для повышения информационной открытости и эффективности органов власти в исполнении своих непосредственных функций создаются новые интернет площадки для общественного обсуждения проблем населения, развивается сеть размещения инфоматов, создаются специальные приложения Электронных услуг для мобильных телефонов и т.д. Таким образом, можно сказать, что перспективы развития Открытого правительства РТ весьма оптимистичны.

---

<sup>20</sup> [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: Министерство информатизации и связи Республики Татарстан – Режим ожидания: <http://mic.tatarstan.ru/rus/eprav.htm>, свободный. – загл. с экрана. – яз. – рус.

# Преподавание прикладной математики и информационных и коммуникационных технологий в Петрозаводском государственном университете: история становления

Анатолий Викторович Воронин, Юрий Анатольевич Богоявленский, Владимир Алексеевич Кузнецов

Петрозаводский государственный университет  
voronin@psu.karelia.ru, ybgv@cs.karelia.ru, kuznetcv@mail.ru

## Teaching of Applied Mathematics and Information and Communication Technologies in Petrozavodsk State University: The History of Formation

Anatoly Voronin, Yuri A. Bogoiavlenskii, Vladimir Kuznetsov

Petrozavodsk State University  
voronin@psu.karelia.ru, ybgv@cs.karelia.ru, kuznetcv@mail.ru

**Ключевые слова:** прикладная математика, приложения экономико-математических моделей, деревообрабатывающая промышленность, информационные и коммуникационные технологии, учебные планы, программная инженерия

### Введение

Республика Карелия входит в Северо-Западный федеральный округ, имеет серьезные запасы природных ресурсов, прежде всего леса, добывающие и перерабатывающие отрасли промышленности, развивающиеся отрасли сервиса и туризма. Стратегия развития республики предполагает поддержку ее потенциала, повышение уровня жизни жителей. Решение этой задачи требует современной образовательной среды для подготовки высококвалифицированных кадров, в том числе в областях систем управления предприятиями и информационных и коммуникационных технологий. Ответственность за решение этой задачи несет Петрозаводский государственный университет (ПетрГУ) – региональный многопрофильный классический университет, основанный в 1940 г. Он играет ведущую роль в научном и кадровом обеспечении региона, развитии инновационно-производственной деятельности и международного сотрудничества Карелии и Европейского Севера России.

В работе представлена история становления в ПетрГУ современного учебного процесса по прикладной математике и ИКТ – от практически полного отсутствия опыта в этих областях до создания современного успешного ИТ-парка.

Для подготовки специалистов высокого качества необходимо не только формирование у студентов определенных знаний и навыков, но и убедительная демонстрация примеров применения этих знаний. Еще более ценно, если при вузе существуют предприятия, где студенты могут реально убедиться в существовании полезных для общества применений полученных знаний, принять участие в исследованиях и разработках, а выпускники – найти достойную, интересную работу.

### 1. Становление школы математического моделирования в ПетрГУ

В 70-е гг. XX века на физико-математическом факультете (ФМФ) ПетрГУ были две кафедры – математического анализа и алгебры и геометрии. В это время, впервые в истории ПетрГУ, кадры факультета пополнились «прикладными» математиками из школ акад. Л.В. Канторовича и чл.-корр. В.И. Зубова. Одному из авторов этой статьи, В.А. Кузнецову, посчастливилось участвовать в работе кафедры экономической кибернетики под руководством Л.В. Канторовича, а затем поступить в аспирантуру под руководством специалиста в области межотраслевой экономики и экономики природопользования доцента Г.В. Шалабина.

Л.В. Канторович вложил много сил в организацию кафедры и лаборатории по применению математических и статистических методов в экономических исследованиях [1]. В этих коллективах царил дух энтузиазма. Круг решаемых задач охватывал разные уровни управления экономическими объектами, а математические методы оказались мощным инструментом экономического анализа, что позволило В.А. Кузнецову дополнить знания математического программирования уникальной школой постановки экономико-математических задач, получить востребованные в дальнейшем навыки. Спустя много лет эти идеи были успешно использованы в ПетрГУ.

Защитив в 1976 г. диссертацию, В.А. Кузнецов приступил к работе на ФМФ ПетрГУ, где направления деятельности расширились в 1981 г. в связи с переездом в Петрозаводск из С.-Петербурга профессора Владимира Ильича Чернецкого. Математик и педагог, творческая личность, блестящий организатор, он посвятил себя развитию математического образования и науки в Карелии, открыл в 1982 г. кафедру прикладной математики и кибернетики (ПМиК), активизировал работы по экономико-математическому моделированию, оформил договоры с крупными предприятиями по оптимизации производственных процессов.

Для Карелии приоритетными являются задачи планирования и управления технологическими процессами предприятий лесопромышленного комплекса (ЛПК) и целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП). Выбранное наукоемкое направление – оптимизационные модели – обеспечивает конкурентное преимущество университета как академической организации, способной решать задачи, непосильные для большинства компьютерных компаний и специализированных отраслевых организаций. Разработки и внедрение систем планирования производства были начаты для флагмана российской ЦБП – ОАО «Архангельский ЦБК» (АЦБК). Заинтересованность руководства АЦБК привела к тому, что комбинат на много лет стал базовой площадкой ПетрГУ. Разработки начались в 1982–1983 гг. с исследования задачи распределения химикатов и планирования объемов выработки продукции производствами (очередями) АЦБК.

Проблема выбора нормативов и организации распределения химикатов при варке целлюлозы с учетом возможных замен дефицитных ресурсов между очередями комбината с учетом технологических ограничений была формализована в виде многопериодной балансовой оптимизационной задачи с линейными ограничениями и выпуклой целевой функцией. В 1986 г. задача вошла в состав верхнего уровня АСУ линии производства целлюлозы. В 1984–1986 гг. эта задача породила необходимость расчета балансировки плана работы подразделений АЦБК при выходе из строя отдельных единиц оборудования технологических линий. Задача была формализована как линейная балансовая оптимизационная, а после учета ряда важных технологических параметров – как нелинейная, которая была внедрена в качестве центральной модели в АСУ технологической линии АЦБК, а спустя 3 года утверждена в качестве отраслевой методики и использовалась рядом крупных предприятий ЦБП.

Затем решалась задача балансировки производства и сбыта продукции (1984–1985 гг.). Договоры поставки продукции предприятия ЦБП устанавливают номенклатуру, объемы, сроки и график ее отгрузки. Эта задача возникает, когда, например, допускается гибкий график поставок и/или возможность выбора номенклатуры и объемов продукции. Задача была формализована как линейная оптимизационная задача со специфической матрицей.

За годы интенсивной работы в ПетрГУ сложился коллектив постановщиков прикладных задач, специалистов по моделям и методам их решения и реализации в виде программных систем (некоторые итоги и опыт этих работ представлены в монографии [2]).

Впоследствии коллектив перешел от решения задач управления отдельными технологическими процессами к более сложным задачам разработки комплексных систем управления производствам. В 1987 г. началась разработка комплексной системы планирования фанерного производства для оптимальной комплектации листов фанеры заданной толщины и качества. Формализация этой задачи, предложенная Л.В. Канторовичем, была существенно развита для учета процессов лущения, просушки и ремонта шпонов. Экономический эффект подсчитывался сравнением расчетного плана с полученным традиционным способом и составил более 5 %.

Система оптимизации распределения работ между различными бумагоделательными машинами (БДМ) отталкивалась от задачи раскроя тамбура бумажного полотна на рулоны [1]. От нас потребовалось дополнительно учесть в математической модели выбор режима работы каждой БДМ, их частичную специализацию, плотность полотна бумаги, требование выкраивать рулоны из определенной части полотна и др.

Система планирования производства гофротары потребовалась АЦБК в 1994 г., когда номенклатура заказов возросла от десятка до сотни наименований. Ручное планирование раскроя гофрополотна давало большое количества обрезков. Задача оптимизации раскроя была формализована как многокритериальная задача дискретного программирования с тысячами ограничений, решаемая многократным применением симплекс-метода и методов нечетких множеств. В настоящее время эта система перенесена на современные программные платформы, встраивается в интегрированные системы управления, доступна по технологии облачных вычислений и внедрена более чем на 20 предприятиях. Срок ее окупаемости составляет от 3 до 6 месяцев.

Другим примером «долгоживущей» системы управления производством является автоматизированная система планирования и учета работ, выполняемых ремонтным производством, которая с 1988 г. разрабатывалась для компьютеров и операционных систем многих поколений, многократно переписывалась для разных СУБД и языков программирования. Задача была формализована в виде классической задачи линейного программирования, однако затем эта формализация многократно менялась для учета разнообразных требований заказчика. Будучи разработанной для АЦБК, система была внедрена на ряде комбинатов ЦБП и машиностроительных предприятий с аналогичной структурой производства. Итоги разработок комплексных систем управления производствами подведены в монографии [3].

Формализованная Л.В. Канторовичем и другими авторами классическая задача раскроя лесосырья в 2008 г. была расширена в связи с необходимостью учета технологий раскроя, расхода ГСМ, электроэнергии и др. Оптимизация ведется с учетом 3D-размеров продукции и статистики выхода продукции пониженного качества. Задача геометрической оптимизации предназначена для планирования погрузки рулонов бумаги или картона в емкости транспортных средств. Для сложных заказов – более 10 форматов – расчеты обеспечивают экономию до 8 % объема емкостей.

С учетом полученного опыта в 2007–2009 гг. коллективом под руководством А.В. Воронина и В.С. Кузнецова была разработана удобная универсальная библиотека для решения задач линейного программирования с виртуальной матрицей ограничений, включающей произвольное количество генераторов столбцов [4, 5]. Описание матрицы ограничений задачи представляет собой совокупность указателей на составляющие ее многоуровневые фрагменты, а проверка оптимальности текущего базисного плана осуществляется с учетом ее структуры: блоков, констант и повторов. Библиотека позволила существенно повысить скорость разработок и расширить спектр решаемых задач.

## 2. Становление исследований в области информационных и коммуникационных технологий

В конце 80-х гг. XX в. назрела необходимость выведения на мировой уровень подготовки студентов и исследований в областях сетевых технологий, системного программного обеспечения и программной инженерии (технологии разработки программного обеспечения). Для решения этой задачи в 1989 г. из состава кафедры ПМиК выделилась кафедра информатики и математического обеспечения (ИМО), которую возглавил доцент Г.С. Сиговцев, руководивший специализацией «Вычислительная математика». С 2000 г. кафедрой заведует доцент Ю.А. Богоявленский. Эта кафедра начала подготовку к проведению соответствующих исследований.

Работа началась с освоения персональных ЭВМ. В 1990–1994 гг. на кафедре разрабатывались прикладные системы по заказам организаций республики. Для объединения «Карелпушнина» на ПЭВМ в среде СУБД Paradox разработана система расчета оптимальных рационов кормления методом линейного программирования. Интерфейс обеспечивал взаимодействие зверовода с системой в терминах его предметной области. Задача линейного программирования решалась внешним пакетом программ. Для железнодорожной больницы Петрозаводска на ПЭВМ в среде СУБД Paradox разработана система учета амбулаторных пациентов и получения медицинской статистики. Интерфейс позволял оператору в течение дня вводить данные о более чем 450 пациентах. Были реализованы защита потери данных из-за отключений электроэнергии и система резервного копирования.

В 1993 г. кафедра организовала сотрудничество с отделением информатики Университета Хельсинки (Финляндия) для выполнения совместных пилотных исследований по направлениям моделирования и анализа производительности сетевых систем. В 1998 г. на кафедре сформулирована общая постановка задачи планирования мощности локального провайдера услуг как элемента инфраструктуры Интернета на основе информации о потоках данных. В ходе исследований возникла идея разработки экспериментальной платформы Nest для исследования моделей и методов управления ИКТ-инфраструктурами локальных провайдеров услуг Интернета и эффективности использования этих инфраструктур в бизнес-процессах [6]. Основная задача Nest – обеспечение доступа к данным измерений трафика, структурированного по пространственным, организационным и аппаратно-программным единицам инфраструктуры организации и их произвольным агрегациям. Nest основывается на объектной модели инфраструктуры и содержит подсистемы автоматизированного построения графа корпоративной сети, его визуализации и унифицированного доступа к данным измерений. Система активно разрабатывается, некоторые ее компоненты используются для управления сетью ПетрГУ.

Центральная роль протокола TCP и актуальность задач моделирования и анализа производительности его алгоритмов представлены в работе [7]. На кафедре эти исследования были начаты в 1997 г. с разработки в среде ОС Linux анализатора TCP соединений TCPsoan [8] с использованием утилиты tcpdump. В связи с усложнением реализаций TCP, в частности с появлением механизма выгрузки сегментирования (TSO), утилита tcpdump стала давать неверные данные. В 2006 г. была начата разработка системы GetTCP для мониторинга выполнения алгоритмов TCP на уровне ядра ОС, последняя версия которой представлена в работе [9]. Получение первичных данных на этом уровне обеспечивает доступ к информации, отсутствующей в пространстве пользователя (например, размер скользящего окна), и позволяет получить любую информацию о поведении TCP-соединения. Работы по вероятностному моделированию алгоритмов TCP были начаты на кафедре в 2001 г. Некоторые результаты представлены в работе [10], где построена полумарковская модель совместной работы алгоритмов Slow Start и AIMD.

Опыт моделирования показал, что решения при управлении сетями и их проектировании во многих случаях носят дискретный характер, т. е. целесообразно применять дискретные модели. Мы начали использовать системы неотрицательных линейных диофантовых уравнений (НЛДУ), коэффициенты которых – произвольные целые числа, а решения – неотрицательные целые. Эти системы легко интерпретировать содержательно, они имеют единственный базис (базис Гильберта) [11], компактно описывающий множество решений, и широко применяются в целочисленном программировании, анализе сложности алгоритмов, моделях памяти, параллельных вычислениях и др.

Задача вычисления базиса Гильберта является трудноразрешимой и эффективные алгоритмы ее решения в настоящее время можно построить только для некоторых классов систем. В работе [12] был развит подход португальских математиков М. Filgueiras и А. Tomas, показавших, как по контекстно-свободной грамматике можно построить ассоциированную с ней систему НЛДУ.

В диссертации [13] были построены новые классы ассоциированных систем и разработаны псевдополиномиальные синтаксические алгоритмы вычисления базиса Гильберта. Также была построена в виде системы НЛДУ и экспериментально исследована модель стационарной агрегирующей структуры нагрузки внешнего

канала провайдера услуг сети Интернет. В диссертации [14] были разработаны метод последовательных исключений для однородных систем НЛДУ и основанные на нем алгоритмы вычисления базиса Гильберта и генерации систем НЛДУ с известным базисом, а также построена диофантова модель сети MPLS для построения резервных маршрутов.

Эти два алгоритма вычисления базиса Гильберта и алгоритм генерации были реализованы в программной системе WebSynDic [15], которая позволяет с помощью интернет-обозревателя (URL: <http://websyndic.cs.karelia.ru/>) задавать и решать системы НЛДУ, а также исследовать новые алгоритмы вычисления базиса Гильберта. Исследования по диофантову моделированию были продолжены и обобщены в монографии [16].

### **3. Становление учебных планов и формирование концепции подготовки специалистов по ИКТ на базе стандарта «Прикладная математика и информатика»**

Кафедра ПМиК постоянно улучшала учебный процесс. В 1984 г. В.И. Чернецким была открыта специальность «Прикладная математика». Были разработаны и внедрены в учебный процесс такие базовые дисциплины, как «Методы оптимизации», «Комбинаторные алгоритмы», «Математическое моделирование», «Исследование операций» и др. В 1986 г. математический факультет выделился из состава ФМФ, была открыта аспирантура и создан Совет по присуждению кандидатских степеней. В частности, один из авторов этой статьи, А.В. Воронин, в 1983 г. стал первым аспирантом В.И. Чернецкого в Петрозаводске, а в 1993 г. возглавил кафедру ПМиК.

Важную роль в подготовке специалистов играет Клуб творчества программистов, организованный проф. В.А. Кузнецовым. С 2000 г. более 100 школьников и студентов изучают математическое моделирование, оптимизацию, теорию алгоритмов и программирование, участвуют в городских и республиканских олимпиадах. Работа начинается с 5–6-го класса школы и продолжается в университете. Клуб проводит несколько занятий и соревнований в неделю. Команды клуба успешно выступают в соревнованиях, в том числе на студенческом Чемпионате мира по программированию (ACM-ICPC International Collegiate Programming Contest), завоевали 2 бронзовые (2007, 2008) и серебряную (2010) медали. Более 10 лет ПетрГУ проводит летние и зимние международные сборы, в которых участвуют более 40 сильнейших команд России и мира.

В 1991 г. кафедры ПМиК и ИМО интенсифицировали работу по выводу учебного процесса на международный уровень путем активного изучения [17], [18] руководства ACM/IEEE по разработке учебных планов для направления Computer Science [19] и двухуровневой организации учебного процесса по схеме бакалавриат – магистратура.

В 1993 г. математический факультет ПетрГУ, одним из первых в России, открыл направление бакалавриата 010500 «Прикладная математика и информатика» [20], а в 1997 г. – магистратуру. В образовательных программах было учтено указанное выше руководство ACM/IEEE, а при их развитии – последующие рекомендации организаций ACM, IEEE, AIS, AITP. Активно велись работы по разработке адаптивных электронных курсов [21, 22]. В учебный план бакалавриата были введены дисциплины «Архитектура процессоров ПЭВМ» (для студентов первого курса), «Структуры данных», «Операционные оболочки», «Системное программирование в среде UNIX», «Компьютерные сети» и др. Для магистратуры были введены дисциплины «Выпуклые многогранники и задачи оптимизации», «Основы теории потоков в сетях», «Современные технологии высокопроизводительных вычислений», «Объектно-ориентированный анализ и проектирование» и др.

Затем были открыты специальность «Информационные системы и технологии» (1999) и направление «Бизнес-информатика» (2006). Сейчас более пятисот студентов обучаются по направлениям прикладной математики и информационных технологий. Наиболее талантливые выпускники продолжают обучение в аспирантуре и докторантуре, защищают диссертации в советах ПетрГУ и СПбГУ.

Факультет сотрудничает с учебно-методическими объединениями. В 2001 г. на базе ПетрГУ проведено совместное заседание Учебно-методического совета Минобразования РФ по направлению 654700 – «Информационные системы» и Учебно-методической комиссии по специальности 220200 – «Автоматизированные системы обработки информации и управления», а в 2008 г. – пленум Учебно-методического совета по прикладной математике и информатике, информационным технологиям Учебно-методического объединения по классическому образованию [23].

Кафедры ИМО и ПМиК выполнили большую работу по организации обучения студентов коллективной разработке ПО в рамках годовой дисциплины «Программная инженерия», читаемой с 1993 г. Для вывода ее преподавания на мировой уровень кафедрой ИМО в 2004 г. был реализован подготовительный проект – прототип системы WebSynDic [15]. В 2005 г. командой из пяти российских и шести финских студентов в режиме удаленного взаимодействия был завершен программный проект DaCoPAn [24] для визуализации процесса передачи данных по протоколам Интернета. Отметим, что участвовавшие в этих проектах студенты сейчас работают на кафедрах и участвуют в преподавании дисциплины «Программная инженерия».

К 2007 г. на факультете сформировалась система подготовки по этой дисциплине, обеспечивающая овладение студентами необходимых компетенций. В системе предусмотрены следующие этапы:

0. Клуб творчества программистов (см. выше).

1. Базовое обучение. Формируются основы навыков для указанных выше компетенций. Первым дается язык C, как основа современной культуры индустриального программирования.

2. Программная инженерия. Осваиваются навыки командной разработки проектов. В 5-м семестре выпол-

няется простой «мини-проект», а в 6-м – немного более сложный проект (команда 4–6 человек), приближенный к реальным промышленным условиям (планирование, анализ требований, полноценный набор документации, процедуры обеспечения качества, выбор и следование стандартам, тестирование, аттестация и т. п.). По выбору читаются дисциплины «Инструментальные средства разработки ПО», «Обеспечение качества ПО» и «Генерация лексических и синтаксических анализаторов».

3. Исследовательские и промышленные проекты. Студенты-исполнители вводятся в реальные исследовательские или промышленные проекты на кафедрах и в IT-парке ПетрГУ. Более детально система подготовки по дисциплине «Программная инженерия» изложена в [25].

В учебном процессе используются компьютерные средства на базе открытых программных платформ (ОПП) в средах ОС, производных от ОС UNIX, которые применяются для управления самым широким спектром аппаратных архитектур. На кафедре ИМО с 1993 г. проводилось изучение ОС Linux (первый дистрибутив – Slackware на ста 3,5-дюймовых дискетах был предоставлен зав. отделением информатики Университета г. Йозенсуу (Финляндия) профессором М. Пенттоненом), подготовка преподавателей и разработка дисциплин. В сентябре 2001 г. была запущена серверная ЭВМ `karra.cs.karelia.ru`, обеспечившая студентам сетевой доступ к необходимому набору программных продуктов и сетевых услуг в среде SUSE Linux.

В настоящее время потребности студентов и сотрудников удовлетворяются факультетской вычислительной системой, использующей ОС OpenSUSE (см. диаграмму [26]). Система имеет мощные серверные ЭВМ, маршрутизаторы, домен `cs.petrSU.ru` (`cs.karelia.ru`), поддерживает распределенную файловую систему, резервное копирование, электронную почту, широкий набор инструментов разработки ПО, веб-серверы и зоны Wi-Fi кафедр и лабораторий. Наш опыт [27] показывает, что использование ОПП в учебном процессе способствует формированию у студента таких фундаментальных компетенций, как архитектурная культура, прямое использование языков программирования, разработка системного ПО. Инструменты ОПП и патентованных сред практически не отличаются, и выпускник, имеющий ООП-навыки, свободно работает в патентованных средах. Обратное, к сожалению, неверно.

Итоги работы факультета по решению задачи планирования подготовки специалистов, способных к долговременной эффективной профессиональной работе в условиях диверсификации ИКТ (далее ЗАДАЧА), сформулированы в виде концепции «обратного подхода», представленной в пленарном докладе на конференции SORUCOM 2006 [28, 29]. Выполненный в этой работе сравнительный анализ характеристик Ядер совокупностей базовых знаний дисциплин «Computer Science», «Information Systems», «Information Technology» и «Software Engineering», представленных в [30], показывает, что эти Ядра полностью размещаются в объеме учебного времени стандарта бакалавриата 010500 «Прикладная математика и информатика», выделенного на изучение ИКТ. В работе обосновывается вывод, что ЗАДАЧА может быть решена путем усиления фундаментальности образования на основе концепции «обратного подхода», когда соответствующие инженерные компоненты вносятся в стандарты, обеспечивающие высокую математическую культуру.

#### 4. Международное сотрудничество

В 1994 г. кафедра ПМиК при финансовой и организационной поддержке финской компании «Valmet Automation» (сейчас – «Metso Automation») провела международную конференцию «Новые информационные технологии в ЦБП», собравшую представителей крупнейших предприятий отрасли, важнейших специализированных отраслевых организаций, а также ряда университетов России и Финляндии.

В 90-е гг. XX века в России были закрыты многие отраслевые НИИ и КБ. В этих условиях ПетрГУ стал площадкой по обмену опытом между предприятиями и разработчиками систем автоматизации производства. Участники первой конференции отметили практическую ценность подобного обмена и целесообразность проведения конференций в Петрозаводске на регулярной основе один раз в два года. В сентябре 2012 г. ПетрГУ провел юбилейную десятую конференцию. Регулярное проведение подобных конференций еще больше укрепило связи кафедры ПМиК с предприятиями и специалистами ЦБК, позволило получать актуальную информацию о перспективных прикладных задачах на производствах.

Сотрудничество с отделением информатики Хельсинкского университета (Финляндия) с 1993 г. проводилось в виде исследовательских и учебных визитов преподавателей и студентов в Хельсинки и ответных визитов финских коллег в форме «недели приглашенного лектора» для чтения студентам современных спецкурсов. С 1997 г. проводится Ежегодный международный научный семинар «Annual International Workshop on Advances in Methods of Information and Communication Technology (АМИСТ)», где студенты и молодые ученые представляют свои работы. Вышло в свет одиннадцать томов Трудов семинара [31]. В 2001 г. было разработано общее ядро учебных планов направления «Прикладная математика и информатика» ПетрГУ и направления «Computer Science» Хельсинкского университета. Тогда же на факультете, на базе этого ядра, открылась специализация «Системные технологии Интернета», для которой было разработано восемь специальных и факультативных дисциплин.

Впоследствии к сотрудничеству подключились университеты городов Йозенсуу, Куопио, Оулу. Преподаватели факультета математического факультета ПетрГУ читают в этих университетах спецкурсы, ведут совместные исследования. Факультет также участвовал в программах подготовки магистров IMPIT и Трансграничного Российско-Финляндского университета (СВУ), организовывал летние и зимние школы для студентов из Фин-



ляндии. Доцент Д.Ж. Корзун проводит совместные исследования с коллегами из института Helsinki Institute of Information Technology.

В 2008 г. ПетрГУ вступил в Международную ассоциацию открытых инноваций FRUCT (<http://fruct.org/>), цель которой – дать возможность студентам повысить свой профессиональный уровень, участвуя в проектах, требующих творческого подхода и получения практических результатов. Опираясь на опыт применения ОС Linux и современную систему подготовки по дисциплине «Программная инженерия», по инициативе FRUCT факультет начал, поддержанную небольшими грантами Nokia, разработку приложений для мобильных устройств N800, N810, N900 компании Nokia в среде Linux-подобных ОС Maemo и Harmattan. На базе этих работ в IT-парке ПетрГУ была создана Лаборатория беспроводных и мобильных технологий ПетрГУ-Nokia-NSN, выполнявшая разработки силами сотрудников и студентов. Более детально работа лаборатории представлена в [32].

В 2011 г. ПетрГУ совместно с FRUCT получил три крупных гранта на общую сумму более 1,2 млн. евро за счет Программы приграничного сотрудничества в рамках европейского инструмента соседства и партнерства «Карелия» (ППС ЕИСП «Карелия»), финансируемой Евросоюзом, Финляндией и Россией. Цель первого гранта («Комплексное развитие регионального сотрудничества в сфере открытых инноваций в области информационно-коммуникационных технологий») состояла в дальнейшем развитии лаборатории для формирования коллектива, способного разрабатывать приложения, пригодные к размещению в сетевых магазинах. В настоящее время эта задача решена, более двадцати приложений [33] для ОС Symbian, Maemo, Harmattan, Android и Windows Phone размещены в сетевых магазинах соответствующих компаний и загружены несколько сот тысяч раз. Была также развернута работа по направлению «Интеллектуальные пространства (Smart Spaces)», см. например: [34]. Два других гранта были направлены на развитие мобильных приложений для туристов и людей с ограниченными возможностями и завершаются в конце 2014 г. В настоящее время на базе этих работ получены гранты РФФИ и Минобрнауки РФ для работ по направлениям «Интеллектуальные пространства» и «Интернет вещей (Internet of Things)» [35].

Международное сотрудничество в значительной степени способствовало подготовке нового поколения преподавателей и исследователей, способных вести работу на современном уровне.

## 5. Инновационная инфраструктура ПетрГУ

Качественным прорывом в развитии инновационно-производственной деятельности ПетрГУ стало создание в 2005 г. IT-парка. После реконструкции здания площадью более 4000 кв. м. были оборудованы более 200 рабочих мест для студентов, аспирантов, преподавателей и сотрудников – специалистов в области математического моделирования, информационных и нанотехнологий, микроэлектроники. Здесь же разместились Клуб творчества программистов, Студенческий бизнес-инкубатор, Управление инновационно-производственной деятельности ПетрГУ.

Подразделения IT-парка выполняют заказы ведущих российских и зарубежных предприятий и организаций, активно участвуют в проектных и грантовых программах. Среди наших партнеров и заказчиков предприятия ЛПК, ЦБП, машиностроительной и нефтехимической отраслей России, мировые лидеры инноваций – Nokia, Samsung, Metso Automation, Metso Minerals, Outotec и др. В 2010–2012 гг. на базе IT-парка создано 14 малых инновационных предприятий, в т. ч. компания «Оптисофт», которая в 2013 г. выполнила заказы по разработке программных систем на сумму около 40 млн рублей.

В настоящее время в IT-парке, наряду с адаптацией разработанных систем к интегрированным системам управления предприятиями на базе систем R/3, ORACLE, 1C и др., ведется разработка моделей, алгоритмов и программных комплексов решения новых задач планирования и управления производствами для предприятий с которыми налажено сотрудничество.

Открываются новые направления исследований: IT-парк приступил к разработке систем планирования и управления производствами на основе распределенных вычислений в рамках проекта «Исследование задач оптимального планирования производственных процессов и разработка программной платформы для их решения с использованием частного облака по технологии SaaS», см. например: [36]. Завершена разработка комплексной системы планирования и управления предприятием ЦБП ОАО «Кондопога», начиная от поступления лесосырья и приемки заказа, вплоть до отгрузки готовой продукции.

## Заключение

Деятельность кафедры ПмиК, затем кафедры ИМО, а в дальнейшем IT-парка ПетрГУ обеспечила динамичное развитие направлений экономико-математического моделирования, прикладных методов оптимизации и современных ИКТ. В ПетрГУ создан математический факультет, а сформированная на нем научно-педагогическая школа обеспечивает подготовку высококвалифицированных кадров, востребованных как в Республике Карелия, так и за ее пределами. В настоящее время в составе кафедр ПмиК и ИМО восемь профессоров, большая часть преподавателей защитила кандидатские диссертации. Подготовлено новое поколение преподавателей и исследователей. Практически все сотрудники участвуют в проектах и договорных работах.

Учебный процесс математического факультета соответствует современным мировым тенденциям, планируется и развивается в тесном контакте с сообществами учебно-методических объединений России на основе построенной на базе собственного опыта концепции «обратного подхода». IT-парк ПетрГУ представляет собой современную технологическую площадку для воспитания студентов в духе энтузиазма и общественной важности осваиваемой ими профессии. В настоящее время подразделения IT-парка ПетрГУ полностью реализуют идею задуманной Л.В. Канторовичем хозрасчетной экономико-математической организации, способной материально обеспечить своих сотрудников за счет решения важных задач планирования и управления производствами.

## Список литературы

1. Канторович Л.В., Романовский И.В. Математические методы в управлении экономикой. М. Знание, 1977. 337 с.
2. Воронин А. В., Кузнецов В. А. Математические модели и методы планирования и управления предприятием ЦБП. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2000. 256 с.
3. Воронин А. В., Шегельман И. Р. Вертикально-интегрированные структуры управления в лесопромышленном комплексе. СПб.: Изд-во СПбЛТА, 2003. 216 с.
4. Кузнецов В. А., Печников А. А., Шабаев А. И. Универсальная программная система для разработки программного обеспечения управления производственными процессами // Автоматизация и современные технологии. 2008. № 11. С. 10–14
5. Воронин А. В., Печников А. А., Шабаев А. И. Конвейерная технология разработки программного обеспечения для управления производственными ресурсами и процессами // Перспективы науки. 2010. № 2. С. 95–99
6. Богоявленский Ю. А. Прототип экспериментальной платформы Nest для исследования моделей и методов управления ИКТ-инфраструктурами локальных поставщиков услуг Интернет // Программная инженерия. 2013. № 2. С. 11–20.
7. Богоявленская О.Ю. Протокол TCP как средство распределенного управления инфраструктурой сетей передачи данных: история и перспективы развития. В настоящем сборнике.
8. Korzoun D. G., Bogoiavlenski I. A. TCPconan: A System with Flexible Management of TCP Connections Data Processing // Proceedings of FDPW '99 / ПетрГУ. Петрозаводск, 2000. Т. 2. С. 77–94.
9. Sannikov A. A., Bogoiavlenskaia O. I., Bogoiavlenskii I. A. GetTCP+: Performance Monitoring System at Transport Layer // Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking, Lecture Notes in Computer Science 8121. 2013. August. P. 236–246.
10. Богоявленская О. Ю. Вероятностная модель алгоритмов протокола распределенного управления сети Интернет // Автоматика и телемеханика. 2009. № 1. С. 119–129.
11. Giles F., Pulleyblank W. Total Dual Integrality and Integer Polyedra // Linear algebra and its applications. 1979. № 25. P. 191–196.
12. Богоявленский Ю. А., Корзун Д. Ж. Общий вид решений системы линейных диофантовых уравнений, ассоциированной с контекстно-свободной грамматикой // Труды Петрозаводского государственного университета. Сер. «Прикладная математика и информатика». Вып. 6. 1997. С. 98–109.
13. Корзун Д. Ж. Синтаксические алгоритмы решения неотрицательных линейных диофантовых уравнений и их приложение к моделированию структуры нагрузки канала Интернет: дисс. ... канд. физ.-мат. наук / ПетрГУ. Петрозаводск, 2002. 185 с.
14. Кулаков К. А. Эффективные алгоритмы и программные средства реализации линейных диофантовых моделей сетей ЭВМ: дисс. ... канд. физ.-мат. наук / ПетрГУ. Петрозаводск, 2009. 170 с.
15. Богоявленский Ю. А., Корзун Д. Ж. Программная система удаленного решения однородных линейных диофантовых уравнений в неотрицательных целых числах // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Сер. «Информатика. Телекоммуникации. Управление». 2010. № 1 (93). С. 90–99.
16. Korzun D., Gurtov A. Structured Peer-to-Peer Systems: Fundamentals of Hierarchical Organization, Routing, Scaling, and Security. Springer, 2013. P. 366.
17. Using of Computing Curricula 1991 for Transition from «Mathematics» to «Applied Mathematics and Computer Science» Baccalaureate Program / A. Voronin, I. Bogoiavlenski, A. Pechnikov, G. Sigovtsev // Abstracts of Conference ITiCSE'97. Uppsala: University of Uppsala, 1997. P. 8.
18. Goldweber M. Historical Perspectives on the Computing Curriculum (Report of WG № 7), New-York, USA // Working Group Reports and Supplemental Proceedings of ITiCSE'97 / M. Goldweber, J. Impagliazzo, A. G. Clear, G. Davies, I. A. Bogoiavlenski, H. Flack, J. P. Mayers, R. Rasala. Uppsala (Sweden): ACM Press, 1997. P. 94–111.
19. Allen B. Tucker, Computing Curricula 1991 // CACM. Vol. 34, Issue 6. 1991. June. P. 68–84.
20. Профессионально-образовательная программа для подготовки бакалавров по направлению 010500 «Прикладная математика и информатика» / А. В. Воронин, Ю. А. Богоявленский, А. В. Кузнецов, В. В. Поляков, Г. С. Сиговцев // Тезисы докладов Всероссийской научно-методической конференции «Методические основы функционирования и развития системы многоуровневого образования». Саратов: Изд-во Саратовского гос. тех. ун-та, 1993.
21. Гольдштейн Ю. Б., Сиговцев Г. С., Русанов О. В. Интерактивная обучающая среда по техническим дисциплинам // Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. Kazan, 2002. С. 88–90.
22. Сиговцев Г. С., Семенов И. О. Разработка электронного учебного курса с использованием когнитивной карты как модели содержания // Дистанционное и виртуальное обучение: науч. журнал. 2012. № 3. С. 97–106.
23. [Электронный ресурс] URL: <http://cs.karelia.ru/news/2008/ums.php.ru>, свободный.
24. Distributed Cross-Experience in a distributed cross-cultural Student Software Project / I. Verkamo, J. Taina, Y. A. Bogoyavlenskiy, D. G. Korzun, T. Tuohiniemi // A Case Study. Proc. of 18th Conference on Software Engineering Education & Training (CSEET'05). 2005. P. 207–214.

25. Обучение технологии разработки программного обеспечения в Петрозаводском государственном университете / А. В. Воронин, Ю. А. Богоявленский, Д. Ж. Корзун, А. И. Шабаев // Пятая открытая всероссийская конференция «Преподавание информационных технологий в Российской Федерации»: сб. докладов. М.: АП КИТ, 2007. С. 102–119.
26. [Электронный ресурс] URL: <http://www.cs.petsu.ru/facilities/system.pdf>, свободный.
27. Воронин А. В., Богоявленский Ю. А., Корзун Д. Ж. Опыт подготовки специалистов по информационным и коммуникационным технологиям на базе открытых программных платформ // Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование» (Москва, 14–16 декабря 2009 г.). М.: ИНТУИТ.РУ, 2009. С. 97–104.
28. Богоявленский Ю. А. Подготовка специалистов по информационным и коммуникационным технологиям на базе семейства стандартов «Прикладная математика и информатика» // Материалы международной конференции SORUCOM 2006 «Развитие вычислительной техники в России и странах бывшего СССР: история и перспективы». Ч. 1. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2006. С. 33–44.
29. Bogoiavlenskii I. A. Information and Communication Technology Education Based on the Russian State Educational Standard of «Applied Mathematics and Informatics» Perspectives on Soviet and Russian Computing, IFIP Advances // Information and Communication Technology. Vol. 357. 2011. P. 243–250.
30. IEEE/AIS/ACM Joint Task Force on Computing Curricula. Computing Curricula 2005. The Overview Report covering undergraduate degree programs in Computer Engineering, Computer Science, Information Systems, Information Technology, Software Engineering. 2005.
31. [Электронный ресурс] URL: <http://www.petsu.ru/Chairs/IMO/AMICT/index.html>, свободный.
32. Лаборатория беспроводных и мобильных технологий ПетрГУ-Nokia-NSN: организация и результаты / А. В. Воронин, С. И. Баландин, Ю. А. Богоявленский, К. А. Кулаков, Д. Ж. Корзун, А. И. Шабаев // Материалы Восьмой открытой всероссийской научно-практической конференции «Преподавание информационных технологий в Российской Федерации»: сб. трудов. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. С. 136–140.
33. [Электронный ресурс] URL: [http://oss.fruct.org/wiki/Our\\_projects\\_in\\_application\\_store](http://oss.fruct.org/wiki/Our_projects_in_application_store), свободный.
34. Корзун Д. Ж., Ломов А. А., Ваняг П. И. Автоматизированная модельно-ориентированная разработка программных агентов для интеллектуальных пространств на платформе Smart-M3 // Программная инженерия. 2012. № 5. С. 6–14.
35. Korzun D., Balandin S., Gurtov A. Deployment of Smart Spaces in Internet of Things: Overview of the Design Challenges, Proc. // 13th Int'l Conf. Next Generation Wired/Wireless Networking (NEW2AN'13) and 6th Conf. Internet of Things and Smart Spaces (ruSMART'13). LNCS 8121. S.-Petersburg, Russia, 28–29 Aug. 2013. P. 48–59.
36. «Cloud» services for improving production efficiency of industrial enterprises («Облачные» сервисы для повышения эффективности промышленных предприятий) / А. В. Воронин, В.А. Кузнецов, А. И. Шабаев, И. В. Архипов // Материалы международной конференции «Maintenance, performance, measurement and management 2013». Технологический университет г. Лаппеенранта (Финляндия), 2013. С. 315–329.

# Воспоминания казанских разработчиков ЭВМ как источник по истории создания отечественной техники

Ирина Алексеевна Гатауллина

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
gataullina.irina2010@yandex.ru

**Ключевые слова:** поколение Next, поколение «Величайших», «русские Биллы Гейтсы», женское лицо отечественного программирования

## Development of Information Technologies in the USSR: Memories of Kazan Developers Computer

Irina Gataullina

KAZAN state technical University named. A.N. Tupolev  
gataullina.irina2010@yandex.ru

**Keywords:** generation Next, generation of “the Greatest”, “Russian Billy the gates Foundation”, women face domestic programming

Для современного молодого поколения Next, «с пеленок окруженного электроникой» и уже не представляющего существования вне ее, важно четко осознавать, что жизненным комфортом электронного пространства оно обязано своим предшественникам – создателям вычислительной техники, трудившимся в советскую эпоху, развивая лучшие традиции поколения «Величайших»<sup>1</sup>. В основании научно-технического прогресса второй половины XX века лежит именно человеческий фактор, который складывается из имен не только известных, наиболее крупных создателей программ и моделей машин. Воспоминания рядовых казанских разработчиков ЭВМ, собранные и размещенные на сайте виртуального музея в 2009 году, позволяют увидеть историю вычислительной техники в лицах вчера еще совершенно безвестных людей, чьи мнения, оценки, впечатления раскрывают ее психо-ментальную сторону.

Воспоминания представляют собой специфический источник информации, поскольку их авторы трудились в абсолютно засекреченной сфере, а страна существовала в условиях «холодной войны», идеологического противостояния двух социальных систем – капитализма и социализма. Это обстоятельство накладывает особый отпечаток на материалы. В них почти нет дат (кроме указания на периоды окончания вуза и приема на работу в конструкторские бюро завода), отсутствует политическая событийность, (за исключением единичного упоминания о Карибском кризисе 1962 года)<sup>2</sup>, а в изложении отдельных фактов используется зашифрованный язык, например, «почтовый ящик №», «упоминаемые устройства», «изделия», «площадка заказчика». Данная конспирация текстов вполне объяснима: деятельность заводов данного профиля была направлена на решение стратегических задач, обеспечивающих военно-политическое превосходство страны в мире. Несмотря на информационную скудость специального характера, воспоминания, тем не менее, содержат разнообразные сведения из повседневной жизни работников конструкторских бюро внутри и вне завода. Это позволяет реконструировать по меркам исторического времени небольшой, но чрезвычайно значимый период создания вычислительной техники в Казани, где уже в 1958 году были произведены сначала ЭВМ М-20, потом М-40 и М-50, предназначенные для обслуживания систем противоракетной обороны. Отгрузка первых двух ЭВМ М-20 в Казани ознаменовала рождение в СССР нового завода, серийно выпускающего изделия вычислительной техники двойного назначения. Казанский завод изготавливал как собственно ЭВМ М-20, так и барабаны, устройства ввода и вывода. Некоторые заводы в стране выполняли аналогичные производственные задачи. Поэтому, когда удалось договориться об изготовлении устройств печати с перфокарт с московским Заводом счетно-

<sup>1</sup> Поколение Next (или поколение «игрек», или поколение миллениума, или «сетевое» поколение, или эхо-бумеры) – это общность людей, которые родились после 1980 года и характеризуются глубокой увлеченностью цифровыми технологиями. Поколение Y противопоставляется предыдущему поколению X, которое противопоставлено поколению «Величайших», родившемуся, согласно Нейлу Хау и Уильяму Страуссу, в промежутке от 1901 до 1924 гг. См.: <http://www.strana-oz.ru/?numid=30&article=1273>

<sup>2</sup> <http://www.kazan-computer-museum.blogspot.ru>

арифметических машин (САМ), это стало началом кооперированных поставок. В дальнейшем этот процесс получит широчайшее развитие<sup>3</sup>.

Три года спустя, в 1961 году, Казанский завод математических машин Минрадиопрома СССР стал выпускать первую и единственную в мире троичную ЭВМ «Сетунь». Было изготовлено 50 комплектов с 1962 по 1964 гг. Кирилл Мурафа, специалист в области разработки систем и средств обработки информации, отмечает, что период с 1961 по 1967 гг. был самым плодотворным и знаковым для предприятия. Казанский коллектив под руководством Энвера Бикулова впервые принял участие в разработке, наладке и опытной эксплуатации системы обработки и передачи данных для управления космическим объектом «Луч-Восток». В результате тесного сотрудничества с московским отделом СКБ -245 (п /я 2473), возглавляемым А.Ф. Кондрашовым, были созданы опытные образцы, которые проходили «боевое крещение» в Болшево, в Евпатории, в Красноярске. Во время Карибского кризиса в октябре 1962 года испытания проходили на площадке «Школьная» под Симферополем, а в декабре – в НИП ЗД «Балхаш», Сары Шаган<sup>4</sup>. В разработке полупроводниковых систем принимали участие молодые казанские инженеры, в основном, выпускники Казанского авиационного института 1960–1961 гг. Это Виталий Киселев, Геннадий Куцаков, Борис Макарычев, Ирина Рохлина, Людмила Шабаква, Фарид Шагиахметов, Лев Цыгенборд<sup>5</sup>. Московскую группу представляли, напротив, опытные ведущие специалисты: Владимир Аксенов, Римма Кутлянцева, Лариса Савенкова; старшие инженеры Татьяна Шебакова и Юрий Сухов; за техническое обеспечение отвечали инженер-механик Владимир Скрипкин, техник-механик Владимир Мягкий, техник Раиса Аксенова, монтажник 6 разряда Виктор Лосев. Изготовленные ими изделия Луч-1, Луч -2, Луч-3 показали надежное функционирование и соответствие требованиям, что и было подтверждено соответствующими актами, подписанными Министерством обороны СССР<sup>6</sup>.

Блестяще выполненный проект «Луч-Восток» стал визитной карточкой казанского коллектива разработчиков, которому в 1965 году московский СКБ определил задание на проработку вариантов замены серийно выпускаемой ламповой ЭВМ М-20. Однако концепция проекта дальнейшего развития не получила. В том же году в Казани под руководством конструктора М.К. Сулима стали выпускать полупроводниковые ЭВМ М-220 и М-222 (с производительностью до 200 тыс. операций в секунду), которые продолжили линию ЭВМ М-20. По мнению Э.А. Ситницкого, заместителя Главного конструктора М-222, значимость пользовательских задач этих машин определяла потребность в программной совместимости этой модели с последующими моделями ЭВМ, а главное – необходимость фондирования программ<sup>7</sup>. Рассчитывать на поддержку чиновников не представлялось возможным, и тогда М.Р. Шура-Бура, один из ведущих разработчиков Главка, предложил на общественных началах организовать работу по фондированию через создание Ассоциации пользователей программ ЭВМ ряда М-20. С согласия директора Института математики АН СССР М.В. Келдыша была выделена одна штатная единица ответственного секретаря Ассоциации, которую более 10 лет занимала Н.В. Дмитриева, сыгравшая огромную роль в вопросах фондирования задач ЭВМ М-20, а затем М-220 и М-222<sup>8</sup>.

В 1961 году начальником Радиотехнического отдела, позднее переименованного в Конструкторский Отдел Радио – Электроники (КОРЭ), был назначен Э.А. Ситницкий, который отвечал «за освоение, стендовое обеспечение и модернизацию всех без исключения изделий, выпускаемых или осваиваемых заводом по радиальным проблемам». В конце 1966 года Э.А. Ситницкий, будучи главным инженером СКБ (организованное как отдельное предприятие под шифром «а/я 945»), знакомится с академиком А.П. Ершовым, основателем сибирской школы программирования и одним из корифеев отечественной информатики. С ним обсуждалась необходимость серьезной модернизации схемотехнических решений М-220, введения системы прерываний и дополнительных регистров для пакетной обработки задач, увеличения объема памяти всех уровней. В ряде своих поездок в Новосибирск Э.А. Ситницкий, опять-таки при поддержке А.П. Ершова, познакомился с Б.А. Загацким, а также с Президентом Сибирского отделения АН СССР Г. И. Марчуком, с которыми решался вопрос реализации программы «Автодиспетчер» в разработке М-222. По воспоминаниям Э.А. Ситницкого, это был непростой процесс: однажды начальник главка М.К. Сулим предложил ему перевести разработку системы «Автодиспетчер» из Новосибирска в Ленинград во ВНИИРЭ под руководство начальника ВЦ Б.А. Кацева. Идея была реализована. Однако квалификация ленинградских программистов оказалась ниже уровня новосибирских специалистов. Опытный образец был некачественным, доводка машины буксовала, к началу испытаний коллектив подошел «не очень готовым, мягко говоря»<sup>9</sup>. Представляется, что именно с этого времени можно говорить о начавшемся процессе свертывания интересных программных проектов. Усиление государственного диктата неблагоприятно влияло на соревновательную среду, исчезал здоровый дух состязательности конструкторских бюро, выступавший двигателем процесса создания вычислительной техники в СССР. Это факт важен с точки зрения Э.А. Ситницкого еще и потому, что, по его мнению, М. Бадрутдинова, автор книги «Казанский завод ЭВМ», склонна преувеличивать роль Б.А. Кацева в разработке М-222, и данная ею оценка деятельности ВНИИРЭ завышена<sup>10</sup>.

<sup>3</sup> Первые ЭВМ-М-20 //www.kazan-computer-museum.blogspot.ru/search/label/%D0%9C-20

<sup>4</sup> Мурафа К.Г. Луч-Восток//www.kazan-computer-museum.blogspot.ru

<sup>5</sup> Там же.

<sup>6</sup> Там же.

<sup>7</sup> Ситницкий Э.А. К истории создания отдела 8//www.kazan-computer-museum.blogspot.ru

<sup>8</sup> Там же.

<sup>9</sup> Там же.

<sup>10</sup> Там же.

Тем не менее, вся эта деятельность подготовила наступление этапа третьего поколения ЭВМ, охватившего период с 1968 по 1973 гг. Ему посвящена большая часть воспоминаний казанских разработчиков – выпускников мехмата, физфака Казанского государственного университета и факультета радиоэлектроники Казанского авиационного института. Большинство специалистов пришло на завод ЭВМ в 8 отдел СКБ, организованный в 1968 году. Так, с тестирования и обслуживания машины М-220 и М-222 в СКБ Э.А. Ситницкого начал свою трудовую деятельность Рустем Галиакберов, считавший «ахиллесовой пятой» компьютеров этого поколения механику. Вот почему он с таким вдохновением пишет о Владимире Верхоглядове, который был механиком от Бога. Переход на технику ЕС-1030 в 1973 году Р. Галиакберов отмечает как яркое событие. Именно за ее изготовление и «приведение в порядок» он был удостоен звания «Победитель социалистического соревнования за 1975» – награды, благодаря которой, спустя тридцать лет, ему удалось оформить ветеранское звание<sup>11</sup>. Проработав в восьмом отделе 15 лет, в 1985 году Р. Галиакберов перешел в 17 отдел на разработку ЕС-1007.

О своей преддипломной практике на заводе в 1971 году вспоминает Нэля Калимуллина, выпускница 5 факультета КАИ, которая вместе со своими сокурсниками – Алсу Газизовой, Ильсияр Маннановой, Любовью Косолаповой, Шакиром Низамутдиновым, Константином Ильным, Виктором Перепелицей и Людмилой Черных – пришла в КБ-83 к Д.Г. Ганееву. После защиты дипломов в КБ вернулась лишь женская часть восьмерки, тогда как молодые люди «сбежали в наладку за длинным рублем, обманув ожидания Дамира Газизовича», под руководством которого замечательный коллектив дружно внедрял в производство ЕС-1030<sup>12</sup>. Это Вера Лебедева, Людмила Березинская и Фролова, Любовь Сорокова, Светлана Скворцова, Дина Гарифуллина, Нина Теплых, Роза Ермакова, а также Валерий Гнеденков, Владимир Кельдишев, Иосиф Деркач, Марат Ахмеров, Равиль Хасанов.

Как самую творческую работу не только в восьмом отделе, но и во всей своей жизни, рассматривает свое участие в разработке ОС для М-222 Натан Шмулевич, который в 15 лет написал и отладил первую программу в кодах ЭВМ первого поколения «Урал-1». В 1969 году на мехмате в Казанском университете (где программированию еще не учили) он уже писал программы для машин второго поколения М-20 в СКБ КЗЭВМ, куда пришел трудиться, защитив дипломный проект. Судьба свела его с такими специалистами как Спирина, Шакиров, Фишман, Вашурина, Муратова, а также Зуев, Скворцова, Плужникова, Борисенкова, Хмельницкая, Иваницер, Рустем Габдреев, Леонид Штернберг. По мнению Н. Штильмана, Евгения Спирина была «лучшей среди всех». Она не только готовила прекрасных дипломников, которые становились плодовитыми программистами, но могла находить серьезные программные ошибки, принимать ответственные решения, выполнять срочные работы<sup>13</sup>. Однако самым сильным программистом и авторитетным руководителем Н. Штильман считает своего начальника отдела С.Д. Тартаковскую, которая, после окончания физмата КГУ работала у академика А.П. Ершова в Сибирском отделении Академии наук<sup>14</sup>. Обучившись в «школе программирования номер один», Софья Давидовна создала в Казани свою школу, откуда специалисты будут делегироваться в другие службы и организации, такие как НИИВС, ICL-КПО ВС, Алгоритм.

Читая воспоминания, обращаешь внимание на два важных обстоятельства. Первое, это похвала высочайшему интеллекту и профессионализму разработчиков отечественного программирования, как основной лейтмотив воспоминаний. Нет ни одного автора, кто не упомянул бы имен начальников КБ, руководителей групп и заведующих отделами, таких как Ф. Рохлин, Д. Газизов, Д. Касимова, Э. Бикулов, Э. Ситницкий, Д. Ганеев и многих других. Они создавали творческую атмосферу в коллективе, что «все работали взахлеб, а домой уходили только для сна», – вспоминает Наташа Богатова. По ее мнению, основная деятельность завода была связана с разработкой операционной системы для М-222, которую позднее неожиданно сняли с производства<sup>15</sup>.

Второе. По наблюдению Н. Шмулевича, большую часть инженерно-технического состава завода представляли женщины. Единственное, что не разрешалось им – осуществлять наладку, эксплуатацию и ремонт автоматизированного оборудования. Суровые условия труда, спецодежда (валенки, ватные штаны и телогрейка), а главное, опасная для женского здоровья система охлаждения (первые ЭВМ содержали 1600 электровакуумных ламп) – все это могли переносить только мужчины. Но лучшими среди всех работников завода были только женщины, которые «везли весь этот воз до последнего предела». Вот почему, как предполагает бывший руководитель КБ, можно утверждать, что у отечественного программирования было женское лицо. Но, если когда-нибудь заводу будет воздвигнут памятник, то это должна быть скульптура не только программистки, но и наладчика<sup>16</sup>.

Казанская история создания вычислительной техники подтверждает факт тесного взаимодействия вуза и завода, когда, по мнению Э.А. Ситницкого, «из молодых специалистов быстро готовили высококвалифицированных разработчиков». «Это было время российских Биллов Гейтсов, не всегда востребованных, но создававших такую технику, которой не было равных в мире»<sup>17</sup>. Представляется, что данное высказывание одного из авторитетных руководителей СКБ скорее эмоциональное, чем аналитическое. Ничуть не подвергая сомнению факт, что в данной сфере трудились очень талантливые люди, все же следует признать, что их возможности в

<sup>11</sup> Галиакберов Р. О работе в восьмом отделе?// [www.kazan-computer-museum.blogspot.ru](http://www.kazan-computer-museum.blogspot.ru)

<sup>12</sup> Там же.

<sup>13</sup> Шмулевич Н. «Где твои семнадцать лет?...»// [www.kazan-computer-museum.blogspot.ru](http://www.kazan-computer-museum.blogspot.ru)

<sup>14</sup> Там же.

<sup>15</sup> Богатова Наташа// [www.kazan-computer-museum.blogspot.ru](http://www.kazan-computer-museum.blogspot.ru)

<sup>16</sup> Там же.

<sup>17</sup> Ситницкий Э.А. К истории создания отдела 8//[www.kazan-computer-museum.blogspot.ru](http://www.kazan-computer-museum.blogspot.ru)

реализации своих способностей были весьма ограничены. Они могли быть использованы только в стратегических областях. Согласно оценке американских спецслужб, «Машины Казанского завода ЭВМ являлись той рабочей лошадкой, на которой держались вся оборонка и космос»<sup>18</sup>. Как отмечает В. Мячин, инженер 8 отдела СКБ с 1974 по 2000 г., на специалистах заводского типа держалась идея труда во благо общества, характерная для социализма, как его понимали тогда. Чувство локтя, коллектива, понимание значимости общего дела, которому отдавались без остатка – наиболее сильные, значимые ощущения той поры, которые время не стирает из памяти<sup>19</sup>. Света Скворцова, программист 8 отдела с августа 1968 г., до сих пор хранит пропуск № 664 в здание ВЦ СО АН СССР, куда часто ездила с коллегами отрабатывать программное обеспечение<sup>20</sup>. Преданность делу – наиважнейшая черта работников того времени. На вопрос, деньги или идея были важны для работника тогда, на основе личных наблюдений о людях, качественно работавших в независимости от вознаграждения, В. Мячин отвечает, что на Казанском заводе всегда было больше людей, которые отлично работали, невзирая на оплату<sup>21</sup>.

Воспоминания рисуют картину повседневной жизни разработчиков ЭВМ: зарплата инженера составляла 95 руб., комплексный обед на заводе стоил 50 коп.<sup>22</sup> Работники завода могли улучшить свое благосостояние, благодаря командировкам в страны социалистического лагеря, когда можно было заработать на машину, являвшуюся наивысшим показателем уровня жизни и достатка в СССР. Это была своего рода привилегия, представлявшая своеобразные акценты в социальной политике советского государства. Но, в целом, жизнь заводчан мало отличалась от жизни других людей. Это и участие в социалистическом соревновании, победители которого вставали в очередь за ковром или мебелью; и очередь за зарплатой, а потом – в магазине, чтобы обменять продовольственные талоны на продукты питания; и поездки в Москву за дефицитным товаром; и «средники» по уборке улиц, дежурство в народных добровольных дружинах по охране общественного порядка по вечерам (ДНД); «битва за урожай» в колхозах, шествие в колонне на праздничной демонстрации 1 мая и 7 ноября, комсомольские, профсоюзные и партийные собрания. Участие во всем этом было жизненно необходимо: заседание парткома решало вопрос заграничных командировок, а активная позиция была средством решения насущных житейских проблем. С этой точки зрения любопытно сложилась судьба Лилии Шаймардановой, одной из лучших выпускниц мехмата КГУ. Ее научный руководитель Евгения Спирина так писала о Лиле: «Энергичная, самостоятельная в принятии решений по любому заданию, которое ей поручали, Лилия выделялась среди окружающих необычайным напором, желанием во всем дойти до самой сути. Веселая, относящаяся с чувством юмора к своим редким неудачам, она не страдала от комплексов, которые многим мешали добиваться успеха. В этой юной сотруднице уже тогда угадывался большой потенциал»<sup>23</sup>. В 1970 году Л. Шаймарданова пришла на завод ЭВМ. Как вспоминает Наиля Азанчеева, за время работы в математическом отделе 8 СКБ под руководством С.Д. Тартаковской она совершила немало трудовых подвигов: «Во время испытаний ЕС-1033 она сутками не вылезала из наладки. Ей достаточно было пятнадцатиминутного сна за столом, чтобы снова стать бодрой и энергичной. Когда на заводе для уменьшения трудоемкости монтажа панелей решили вместо пайки проводного монтажа перейти на «накрутку», Лилия справилась с этой проблемой в кратчайшие сроки, написав программу трассировки и весь необходимый инструментарий для внедрения в производство»<sup>24</sup>. Представляется, что, благодаря усилиям таких работников, как Л. Шаймарданова, период производства ЕС-1033 стал периодом самых высоких экономических показателей за всю историю существования завода.

Двигаясь по карьерной лестнице, в 1980 г. Л. Шаймарданова стала начальником отдела САПР. Блестяще окончила аспирантуру МВТУ им. Н. Баумана, у нее открылись широкие перспективы научного роста. Но в 1991 году ей пришлось пойти в подсобные рабочие на Завод силикатных стеновых материалов, чтобы строить квартиру для своей большой семьи из шести человек. «В столовой, куда Лилею направили в качестве уборщицы, ее профессиональные таланты проросли, как трава сквозь асфальт. Она на общественных началах помогла автоматизировать расчеты по столовой, после чего ее приняли штатным сотрудником на ВЦ силикатного завода»<sup>25</sup>, вспоминает Наиля Азанчеева. Построив четырехкомнатную квартиру, Л. Шаймарданова вернулась в организованное в 1989 году Казанское производственное объединение «Терминал». Там она вела разработку и внедряла в серийное производство новые терминальные устройства для ЭВМ различных классов, усилительно-акустические устройства на базе прецизионной механики и электроники, рулонные графопостроители (плоттеры), широкие печатающие устройства. В рамках конверсии осваивала серийное производство банковской техники, стоматологического медицинского оборудования, радиокomплексов оперативного розыска и задержания транспортных средств, а также товаров народного потребления.

Когда в 2001 году «Терминал» был признан банкротом и прекратил свое существование, Л. Шаймарданова, как многие работники завода, вынуждена была искать новое применение своим способностям уже в рыночных условиях. Она перешла в ЗАО «Татгазинвест», где стала начальником управления, проявив себя как талантливый руководитель, обладающий блестящими организаторскими способностями, феноменальной памятью, аналитическим мышлением. Судьба Л. Шаймардановой очень показательна. С одной стороны, это яркий

<sup>18</sup> <http://oko-planet.ru/history/historysng/119252-sovetskaya-vychislitel'naya-tehnika-istoriya-vzleta-i-zabveniya.html>

<sup>19</sup> Мячин Владимир// [www.kazan-computer-museum.blogspot.ru](http://www.kazan-computer-museum.blogspot.ru)

<sup>20</sup> Скворцова Света. Много лет тому назад была такая страна СССР// [www.kazan-computer-museum.blogspot.ru](http://www.kazan-computer-museum.blogspot.ru)

<sup>21</sup> Мячин Владимир// [www.kazan-computer-museum.blogspot.ru](http://www.kazan-computer-museum.blogspot.ru)

<sup>22</sup> Шмулевич Н. «Где твои семнадцать лет?...»// [www.kazan-computer-museum.blogspot.ru](http://www.kazan-computer-museum.blogspot.ru)

<sup>23</sup> Азанчеева Наиля. Подруга юности моей// [www.kazan-computer-museum.blogspot.ru](http://www.kazan-computer-museum.blogspot.ru)

<sup>24</sup> Там же.

<sup>25</sup> Там же.



пример того, как работал социальный лифт советской системы, когда деревенская девушка, благодаря своим способностям и старанию, смогла не только достичь карьерных высот, но и перестроиться в условиях кризиса предприятия на новый вид деятельности. С другой стороны, совершенно очевидно, что система была столь неповоротлива и тесна для таких талантливых людей, что им самим приходилось решать не только сугубо профессиональные, но и житейские вопросы. Поразительно, но у авторов нет каких-либо переживаний по этому поводу. По-настоящему всех волнуют только воспоминания о заводе, которому отдана лучшая часть жизни многих его работников. Вот как выразили свои чувства сестры Наталья и Ирина Богатовы:

«На тот МАТМАШ, за проходную, уже не надо больше нам спешить,  
Жить без него должно быть просто, но как на свете без него прожить?  
Всю жизнь программы мы писали, всю жизнь Прогресс толкали, как могли,  
На всех машинах мы считали, все поколения пережили.  
Теперь живем мы на свободе: бассейн, кино, массаж и вернисаж,  
Но вспоминаем о заводе, о проходной, родной МАТМАШ!»<sup>26</sup>.

Эти перефразированные строки известной советской песни очень хорошо передают сложные чувства бывших работников завода, для которых вся их деятельность осмысливается как столь значимое и прогрессивное явление, которое не могут заменить ни нынешний житейский комфорт, ни свобода. Характерно, что личная история каждого работника электронной промышленности по-прежнему воспринимается как неразрывная часть истории своей страны, которая, по выражению С. Скворцовой, «была много лет тому назад и называлась СССР».

Вот почему абсолютно понятны настроения и оценки тех, кто сегодня много говорит и пишет о том, что Советский Союз проиграл борьбу за технологическое первенство в мире. Наверное, для тех, кто трудился на этом участке противостояния систем, это обстоятельство отмечается как драматическое, ставшее результатом сознательного разрушения или даже предательства<sup>27</sup>. Однако представляется, что только Время сумеет расставить правильные акценты в оценке того, что произошло не только в отечественном программировании, но и в некогда сильной Советской державе. Именно исторический взгляд на проблему высвечивает очень важные с методологической точки зрения принципы оценки действия разных политико-экономических систем. Несмотря на то, что СССР и США приблизительно в одно и то же время начали активно вести разработки в области вычислительной техники в 1948 году и на всех последующих этапах ее развития соперничали друг с другом, положение этих сфер в самых сильных державах мира было неравным. Оно сложилось в пользу США. Разумеется, страна, столетия существующая в условиях рыночной экономики, имела возможность не только вкладывать необходимые средства в развитие отрасли, но и гибко перестраиваться стратегически, когда СССР «наступал на пятки». СССР же в этой истории показал не только колоссальные человеческие возможности социалистической системы, но и органические пороки плановой, а по сути, жестко централизованной экономики, которые исподволь подтачивали как отрасль, так и весь производственный потенциал страны. Необходимо подчеркнуть, что основы отечественного программирования были заложены в период правления Н. Хрущева. Будучи малообразованным человеком, но обладавшим порой потрясающей интуицией и чувством времени, он сумел впервые за годы советской власти поставить перед обществом задачу развития научно-технического прогресса. Понимая, что сверхцентрализация является преградой экономическому развитию, Н. Хрущев отважился на либеральные реформы, которые в коммунистических условиях носили кратковременный характер, но благодаря которым общество вдохнуло воздуха свободы, а в экономике возникла атмосфера состязательности как прообраз конкуренции.

Воспоминания работников казанского завода ЭВМ раскрывают человеческое лицо отечественной истории. В вычислительной сфере трудилась интеллектуальная часть советского общества, которая не только символизировала собой инновационную направленность социалистической системы, но своим примером демонстрировала торжество ценностей эпохи модерна: рациональности, логики, расчета, веры в прогресс. Деятельность этих людей была таким же значимым фактом советской истории как запуск космического спутника и полет Юрия Гагарина. Однако для нынешнего поколения Next, среди которого весьма широко распространены коммунистические идеи, но большинство уже не представляет существования вне основополагающих ценностей либеральной культуры, важно осмыслить другое. Почему на родине пилотируемых космических кораблей народ влачил полуголодное существование, почему технический прогресс без опоры на гуманистические принципы приводит к историческому тупику и почему Человек, как цель, а не как средство, должен стать главным мерилом действий власти и государства, какими бы масштабными ни были проводимые ими преобразования.

<sup>26</sup> Там же.

<sup>27</sup> <http://oko-planet.su/history/historysng/119252-sovetskaya-vychislitel'naya-tehnika-istoriya-vzleta-i-zabveniya.html>

# **К истории создания информационно-измерительных, вычислительных и управляющих комплексов для космических исследований в СССР (вклад учёных Ленинградского политехнического института имени М.И. Калинина)**

Александр Юрьевич Глебовский, Владимир Михайлович Иванов

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет  
ag@dcn.icc.spbstu.ru, ivm@imop.spbstu.ru

## **Automated Measurement and Control Systems for Spacecraft and Missile Launches in the USSR: the Pioneering Role of the Elite Engineering Corps of the Leningrad Polytechnic Institute**

Alexander Yu. Glebovsky, Vladimir M. Ivanov

Saint-Petersburg State Polytechnical University

Рассмотрены страницы истории вычислительной техники, мало известные не только широкой научной общественности в России и за рубежом, но и многим специалистам в компьютерных и телекоммуникационных областях. Речь идёт о достижениях коллектива учёных и инженеров ЛПИ им. М.И. Калинина (ЛПИ) в создании информационно-измерительных комплексов для запусков баллистических ракет и искусственных спутников Земли (ИСЗ) в 50 – 60-е годы. Кратко описаны проблемы обработки траекторных измерений, повлекшие создание специализированных цифровых вычислителей «Кварц» и «Темп». Отмечено решающее значение уникальной элементной базы на феррит-ферритовых элементах с их объединением в интегральные конструктивные модули (платы) для построения на их основе сверхнадёжных автоматизированных систем управления (АСУ) в космических исследованиях и в оборонных проектах СССР. Подчёркнута ключевая роль вузовской науки, приведены этапы становления научной школы профессора Тараса Николаевича Соколова. Приведена хронология достижений созданных им коллективов кафедры и ОКБ на фоне важнейших событий противостояния США – СССР во времена холодной войны и в период космической гонки. Текст сопровождается многочисленными ссылками и может служить путеводителем по источникам информации, приведённым в подробной библиографии.

**Ключевые слова:** «Кварц», феррит-ферритовая логика, «ИУС», НПО «Импульс», «Сигнал», АСБУ, АСУ РСЧС

## **Роль космических проектов в развитии фундаментальных и прикладных наук**

«... Человек должен стремиться  
за пределы достижимого.  
Иначе, зачем небеса?»

Роберт Браунинг  
поэма «*Андреа дель Карто*», строка 98

Существенными стимулами и источниками научно-технического прогресса служат усилия и достижения в военных областях, связанных, в частности, с созданием новых способов дальнего обнаружения и дистанционного слежения за объектами, ориентирования на местности, созданием систем управления движением средств доставки грузов и боевыми действиями. Исследования в военно-технических областях способствовали развитию важнейших направлений фундаментальных и прикладных наук, в том числе ядерной физики, оптики, акустики, кибернетики, теории автоматического управления, теории связи и кодирования, криптологии, информатики, логистики и др.

Плодами оборонных научных исследований стали открытия, позволившие создать широкий спектр новых источников энергии, материалов, технологий, видов транспорта, вычислительных, телекоммуникационных, робототехнических и интеллектуальных систем, применение которых в глобальном масштабе в мирных целях трудно переоценить. Достаточно вспомнить, что первые электромеханические (*Z3* в Германии, *Mark-1* в США) и электронные (*ENIAC* в США) компьютеры были созданы для решения баллистических задач – расчётов траекторий снарядов при стрельбе, а впоследствии и траекторий ракет.

Достижения ракетных технологий открыли эру освоения космического пространства в научных и практических целях, раскрыли новые горизонты для фундаментальных геофизических, метеорологических, экологических и астрофизических исследований, позволили создать новые виды спутниковой связи и геопозиционирования.

В конце 60-х гг. в рамках проекта *DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency)* в США при участии трёх ведущих университетов создавалась оборонная сеть *ARPAnet* [16]. Группа аспирантов под руководством профессора Леонардо Клейнрока в университете *UCLA* (Лос-Анжелес) разработала архитектуру пакетных сетей на основе иерархии протоколов, на которой базируется современная сеть Интернет [17].

Середина прошлого века проходила в условиях идеологического и военно-политического противостояния США и СССР, что обусловило их жёсткое соперничество в стратегически важных областях науки и техники, в первую очередь, связанных с развитием ракетно-ядерного потенциала и космических технологий этих стран [7, 14].

Новость о запуске в СССР первого ИСЗ 4 октября 1957 г. комментировалась в американской печати как их национальное унижение. Последовавшие затем в СССР новые удачные космические старты и, особенно, орбитальный полет Ю.А. Гагарина, стали для США новыми сюрпризами. В ракетной технике обе страны в то время были примерно на одинаковом уровне. Однако неожиданным для Запада стало то, что, несмотря на, казалось бы, явное отставание в электронной технике, СССР располагал некими «секретными» эффективными средствами обработки траекторных измерений в реальном времени, необходимыми для обеспечения многократных успешных запусков ракет-носителей.

Завеса секретности была снята лишь в начале 90-х гг., и в отдельных ведомственных материалах появились краткие упоминания о работах того периода, выполнявшихся в ЛПИ им. М.И. Калинина на кафедре и в ОКБ, возглавляемых профессором Т.Н. Соколовым [3]. За последние 20 лет опубликованы полдюжины посвящённых этой теме изданий, в том числе сборники воспоминаний участников событий [4, 8, 9].

Для широкого круга читателей наиболее интересна фундаментальная монография [10]. Она уникальна по широте охвата, воспитательной роли для молодого поколения, глубине рассмотрения и литературной манере изложения материала. На титульном листе приведено её полное название: «*Учебное пособие по работе и жизни, или занимательная документальная повесть о том, как молодёжь опытно-конструкторского бюро Ленинградского политехнического института под руководством профессора Т.Н. Соколова создала первую отечественную систему автоматизированного управления ракетными войсками стратегического назначения*». Были также изданы корпоративные летописные публикации с описанием основных вех развития НПО «Импульс» и личных достижений его сотрудников [5, 6].

## Цели и задачи статьи

К сожалению, все названные выше публикации были выпущены издательствами СПбГПУ и НПО малыми тиражами, которые распространялись по подписке. Они доступны ограниченному контингенту читателей в некоторых научно-технических библиотеках.

Поисковые запросы по англоязычным источникам в Интернет приносят лишь несколько отрывочных сведений о разработанной в НПО системе командного управления космическими объектами *Signal* [12, 13, pp. 326–331]. Статья в газете *Washington Post* периода перестройки (15 марта 1998 г.) выражала озабоченность в связи с финансовыми проблемами в НПО «*Impuls*» и, как следствие, потенциально возможной угрозой развала российской системы противоракетной защиты (!). Вот все, что удалось найти.

Вспоминаются слова проф. Б.Е. Аксенова, заведовавшего кафедрой ИУС в 90-е годы. Он сказал примерно следующее. «В конце 60-х гг. лаборатория телекоммуникаций в ОКБ и группа исследователей по оборонному проекту в США независимо и успешно решили задачу создания пакетных сетей ЭВМ для своих национальных оборонных систем. Теперь разработки *DARPA* известны всему миру, тогда как наши достижения в этой области опубликованы, в основном, лишь в ведомственных отчётах».

В целом создаётся впечатление, что деятельность проф. Т.Н. Соколова, созданная им научная школа автоматизированного управления сложными распределёнными системами, исторически важные проекты, исследования и результаты, с которых уже давно снят гриф секретности, всё это сегодня остаётся «широко известным, но в узких кругах».

Цель данной статьи – достичь того, чтобы приводимые ниже сведения стали достоянием более широких кругов научно-технической общественности, преподавателей и студентов в нашей стране. Полагаем, что и за рубежом в академических и инженерных кругах эти страницы истории творческой конкуренции стран в областях вычислительной техники и телекоммуникаций тоже могут быть восприняты с интересом.

Здесь не рассматриваются проблемы кооперации и соперничества между родственными и конкурирующими организациями («кафедра Соколова», ОКБ/НПО «Импульс», ОКБ «Радуга», НИИАА, завод им. М.И. Калинина и др.), делавшими общее дело и претендовавшими на получение государственных заказов и на лидерство в выполнении правительственных постановлений. Не обсуждаются детали распределения ролей и личных достижений участников тех или иных проектов. Такие сведения, представляющие ценность в первую очередь для корпоративного информирования, весьма подробно освещены руководителями названных организаций, их ведущими сотрудниками и участниками событий – авторами статей в указанных выше сборниках.

На примере одной из выдающихся отечественных научных школ и научно-производственных организаций изложение концентрируется на принципиальных моментах становления вузовской науки в рассматриваемый период. Прослеживаются закономерности развития и «вегетативного размножения» поколений творческих коллективов.

Отмечена неразрывная связь вузовского обучения с участием студентов в фундаментальных и прикладных исследованиях, в научных семинарах, а также в реальных проектах на кафедрах. Принцип вовлечения студентов в научно-исследовательскую работу, зародившийся в научных учреждениях, созданных около века назад по инициативе профессора Политехнического института А.Ф. Иоффе, и знаменитый творческий «дух Физтеха» были унаследованы кафедрами физико-механического, а затем и радиотехнического факультетов ЛПИ. Наиболее активно студенты привлекались к участию в исследованиях и проектах, выполнявшихся на кафедре и в ОКБ, руководимых профессором Т.Н. Соколовым.

## **Становление научной школы профессора Т.Н. Соколова**

Предваряя празднование 100-летия со дня основания Санкт-Петербургского Императора Петра Великого Политехнического института, были изданы материалы, обобщающие достижения ведущих учёных института. Сборник материалов о научной школе автоматизированных систем управления (АСУ), родоначальником которой был профессор Тарас Николаевич Соколов, назвали «Стремительный взлёт» [4].

Лучшего названия не придумать! Об этом свидетельствуют творческая биография самого Тараса Николаевича, спектр начатых и поддержанных им новых научных направлений, научные достижения его ближайших последователей и многочисленных учеников (Т.К. Кракау «Т.Н. Соколов» [9, с. 331–337]). Уровень и размах выполненных под его руководством проектов государственного масштаба были высоко оценены и отмечены высшими правительственными наградами. Хронология основных вех становления и развития научной школы Т.Н. Соколова приведена в Приложении и свидетельствует о необычайно высоких темпах ускорения работ во всех направлениях этой плодотворной деятельности.

Начав с кафедры, на которой в 1952 г. было всего 3 преподавателя (позже присоединились 3 инженера), Т.Н. Соколов организовал при ней две проблемные лаборатории – одну из них по тогда новой тематике вычислительных машин «дискретного действия». В них вскоре работали уже около сотни талантливых инженеров и научных работников (1957–1960 гг.). Затем в 1961 г. было создано ОКБ ЛПИ. Начальный контингент из 500 его сотрудников удвоился к 1963 г. Поразительны успехи, достигнутые за первые 10 лет коллективами преподавателей кафедры и сотрудников ОКБ. Спектр теоретических исследований и инженерных разработок стремительно расширялся. Об их чрезвычайно высоком уровне свидетельствуют публикации в выпусках сборников специализированных серий Трудов ЛПИ под редакцией Т.Н. Соколова [1–3].

За первые 4 года была создана серия аналоговых вычислительных машин (АВМ) «Модель1» – «Модель4» для решения систем нелинейных дифференциальных уравнений высокого порядка, позволявших проводить исследования динамики различных подвижных объектов в стыковке с реальной аппаратурой. Развивая направление, сформированное на физико-механическом факультете (см. прил.), кафедра наращивала опыт в области автоматического управления движением самолётов, ракет и торпед, развивала АВМ, следящие системы и динамические стенды [4, с. 12–27.]. Удачный дебют обеспечил потенциал, необходимый для второго витка эволюции кафедры. Назрела необходимость создания автоматизированных систем с цифровой обработкой данных в контуре управления.

## **Проект траекторных измерений, вычислители «Кварц» и «Темп»**

В 1956 г. правительство СССР постановило начать работы по выводу на орбиту ИСЗ с помощью баллистических ракет. Для определения параметров траекторий ракет создавалась цепь измерительных пунктов (ИП), оснащённых радиолокационными станциями (РЛС) разработки ОКБ МЭИ. В эпоху аналоговой техники данные измерений предназначались для отображения координат на осциллографе, но не для их обработки в реальном времени. Соответственно, встала проблема оцифровки, обработки, хранения и пересылки данных в ВЦ. Разработка состыкованного с РЛС «преобразующего, осредняющего и запоминающего устройства» (ПОЗУ) поручалась ЛПИ. Научный руководитель проекта – Т.Н. Соколов, срок ввода системы в эксплуатацию – полтора года.

Задача была решена. Поступающие с датчиков РЛС аналоговые данные траектории летящего объекта (полярные координаты – дальность, угол места и азимут) оцифровывались с привязкой отсчётов к единому времени, усреднялись, сохранялись в ЗУ на магнитной ленте, а затем по каналам дальней связи передавались на ВЦ [3, с.28–30]. Кстати, здесь впервые был применён код Хемминга с исправлением ошибок (Б.Е. Аксёнов [3, с.41–43]). Комплекс обработки результатов траекторных измерений в реальном времени потребовал создания вычислителя, которому дали условное имя «Кварц». Это была первая в стране специализированная ЦВМ на феррит-диодных логических элементах ФДЭ [3, с.41]. Выбор таких, в то время новых, элементов позволил повысить надёжность при меньших габаритах, чем у электронных ламп (транзисторные технологии в СССР ещё только зарождались).

Для ускорения пуско-наладочных работ по распоряжению министра образования РСФСР были привлечены студенты старших курсов факультета. Весной 1958 г. на пяти ИП вдоль траектории полёта ракет-носителей и ИСЗ были установлены машины «Кварц», обслуживаемые преподавателями и студентами. При запуске 15 мая 1958 года 3-го ИСЗ удалось осуществить автоматизацию траекторных измерений. Точность определения дальности до космического объекта достигла 25 м. на расстояниях до 1000 км. [3, с.30].

В ФДЭ нового поколения были применены германиевые диоды, и надёжность резко возросла. На смену ПОЗУ «Кварц» до 70-х годов изготавливались сотни машин серии «Темп», в том числе для ИП морского базирования, и другие специализированные системы.

Однако, полупроводниковые вентиляльные детали ФДЭ увеличивали энергетические затраты, зависели от внешнего излучения, требовали сложного монтажа многовитковых обмоток колец, приносили другие нежелательные последствия. От этих недостатков теоретически могли быть свободны «бездиодные» ферритовые элементы.

## Создание собственной уникальной высоконадёжной элементной базы

Надёжность и долговечность элементной базы были ключевыми факторами для выполняемых кафедрой проектов. Идея отказа от полупроводниковых деталей с 1959 г. стала основой её разработок. Схемы, предложенные Л. Расселом [14], а позднее С. Йохельсоном [15], на практике оказались неприемлемыми. В 1961 г. на кафедре был создан принципиально новый вид феррит-ферритовых логических элементов (ФФЭ). Изобретение было зарегистрировано в 1964 г. Появились и открытые публикации, в которых описаны варианты ФФЭ с одной и двумя парами информационных сердечников, реализующие, соответственно, функции от двух до четырёх логических переменных [1, с. 127 – 133]. Эти элементы сыграли решающую роль в успешном выполнении кафедрой всех последующих проектов государственного значения, несмотря на то, что у ФФЭ быстрдействие принципиально на порядок ниже, чем у ФДЭ, и требуются более сложные источники тактового питания.

Достоинства значительно перевешивали недостатки. Стали доступными одновитковые прошивки сердечников, простой монтаж сквозных обмоток, меньшее число электрических соединений, упрощённая технология производства изделий и меньшая их стоимость. Эти элементы осуществляли неразрушающее считывание, сохраняли информацию при отключении питания, были устойчивы к проникающим излучениям, работали в расширенном диапазоне температур и обеспечивали максимально возможные показатели надёжности – интенсивность отказов  $< 10^{-9}$  1/час. Используя три состояния информационной пары сердечников и трёхфазное тактовое питание, можно было обрабатывать троичную информацию (1, 0, Т), чем достигалось значительное уменьшение объёма оборудования [2, с. 47–54]. На этой элементной базе были созданы специализированные вычислители различного назначения наземного, авиационного и морского базирования [4, с. 129].

Однако в полной мере все перечисленные выше преимущества ФФЭ удалось реализовать лишь с переходом от конструктивно обособленных логических элементов к скомпонованным из них функциональным блокам – феррит-ферритовым платам (ФФП). Предпосылки для этого были созданы в 1960–61 гг. при выполнении проекта по разработке наземно-бортового комплекса «Микрон» для управления баллистическими ракетами [9, с. 335 – 336]. Был предложен целый ряд нововведений. Главное, была выдвинута и практически реализована концепция конструктивной интеграции функциональных компонентов изделия в монолитные, залитые компаундом, специализированные функциональные блоки, названные феррит-ферритовыми платами (ФФП). Фактически это были интегральные схемы ручного изготовления (Ф.А. Васильев [8, с.33–35]). В результате дальнейшего совершенствования схемных, конструктивных и технологических решений и методов алгоритмического проектирования была создана широкая номенклатура (десятки типов) унифицированных ФФП и налажено их серийное производство [10, с. 98].

О надёжности, прочности, эксплуатационной стойкости и долговечности ФФП продолжают ходить легенды. По словам заместителя Главного конструктора НПО «Импульс» по научной работе профессора Анатолия Михайловича Александрова, за 40 лет не было зафиксировано ни одного явного отказа оборудования эксплуатируемых систем (!).

Что касается принципиально низкого быстрдействия ФФЭ (тактовая частота порядка 1000 КГц), то малая скорость их переключения в значительной мере компенсировалась за счёт присущего ферритовым платам параллельно-конвейерного принципа обработки информации. Подобно аналоговым машинам процессоры на ФФП были устроены так, что вычисления выполнялись одновременно всей совокупностью специализированных цифровых аппаратных тактированных модулей (плат), параллельно реализующих схемотехнически «защитую» в них логику выполнения конкретных операций.

Таким образом, в процессе выполнения этого задания удалось решить принципиально важные и, казалось бы, непреодолимые в существовавших условиях проблемы построения сверхнадёжных распределённых систем автоматического контроля и управления в космических и оборонных областях. В конце 1961 г. произошло важное событие. Для расширения работ по тематике автоматизированных систем боевого управления (АСБУ) в ракетной и космической областях создано опытно-конструкторское бюро Ленинградского политехнического института им. М.И. Калинина (ОКБ ЛПИ). Руководитель и Главный конструктор ОКБ ЛПИ – профессор Тарас Николаевич Соколов.

## Направления исследований и масштаб решаемых задач

В 70-е годы сформировались творческие группы, развивавшие под руководством своих лидеров перспективные научные направления, непосредственно связанные с тематикой НИР, выполняемых на кафедре ИУС и в «ОКБ при ЛПИ». Позже сложился ряд признанных научных школ, созданных ведущими профессорами кафедры [9, с. 20], а также образовались две «дочерние» кафедры (см. прил.).

Диверсификация сложившихся на кафедре научных направлений была обусловлена необычайно широким масштабом работ по созданию принципиально новых широкотерриториальных распределённых систем боевого управления, отвечавших предельно жёстким требованиям к их эксплуатационным свойствам.

В 1966 г. Т.Н. Соколов писал в редакторском предисловии к 1-му выпуску упомянутых выше сборников статей: «Развитие больших информационных и управляющих систем в настоящее время идёт в направлении создания логических и вычислительных машин со все возрастающей сложностью логической структуры, с объединением территориально-разнесённых вычислительных устройств каналами связи...» [1, с.3].

Это было сказано за три года до создания в США оборонной сети, породившей глобальную сеть Интернет. Спустя 15 лет цели проекта *ARPAnet* в очень близкой формулировке были опубликованы в открытом отчёте *BBN* – подрядчика агентства оборонных исследований *DARPA*. [16, Ch.II, p.2]. Отметим, что архитектура широкотерриториальных «пакетных» сетей в её современном виде была воплощена в эталонной модели *ISO/OSI* лишь в 1984г.

Дело, однако, не столько в том, что концепции создаваемых на кафедре (в дальнейшем в ОКБ) информационных и управляющих систем намного опережали известные нашим разработчикам аналоги того времени. Уникальность её проектов создания иерархической архитектуры широкотерриториальных комплексов специализированных высоконадёжных АСУ заключалась в следующем. Разработка математических и алгоритмических аспектов на всех уровнях иерархии создаваемых на кафедре систем в ходе проектов выполнялась практически одновременно, начиная от исследования среды передачи данных и создания моделей физических каналов связи, методов помехоустойчивого кодирования, упаковки и пересылки данных, способов коммутации, вариантов хранения и отображения результатов, вплоть до алгоритмов приложений. Параллельно в ОКБ проводилось сквозное проектирование всех инженерно-технологических сторон, включая элементную базу, материал ферритовых сердечников, конструктивные модули (плата – блок – стойка – секция), источники питания и аппаратуру.

Таким образом, в отличие от той же *ARPAnet* широкомасштабные проекты кафедры и ОКБ, такие как создание АСБУ, охватывали в комплексе все аспекты и стороны решаемой проблемы и, соответственно, требовали творческого участия многих специалистов высокой квалификации из различных областей – физиков, радиотехников, технологов, схемотехников, системотехников, математиков, программистов, и др.

Сложились уникальные группы разработчиков программного и аппаратного обеспечения, исследовательские, конструкторские и производственные коллективы, интегральный научно-технический потенциал которых обеспечивал всеобъемлющий подход к выполнению важнейших государственных заказов, ставший на многие годы залогом успешного решения ряда стратегических задач развития отечественной космической техники в фундаментальных исследовательских и в оборонных целях. Созданные Т.Н. Соколовым кафедра ИУС, НПО «Импульс», а также дочерние кафедры и научно-производственные объединения успешно действуют в настоящее время и продолжают развиваться.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Хронология и масштаб релевантных событий\*

Даты / Годы	Масштаб: событие
21–23 сентября 1941	<b>СССР:</b> массированные налёты немецкой авиации на Кронштадт, обнаружение с помощью РЛС «Редут-3» (ЛФТИ) позволило минимизировать потери.
7 декабря 1941	<b>США:</b> нападение японской авиации на в-м базу Пёрл-Харбор, тяжёлые потери.
5 марта 1946	<b>США – СССР:</b> речь У. Черчилля в колледже г. Фултон, штат Миссури, знаменует начало «холодной войны» (конец периода наступит в 1991 г.).
октябрь 1949	<b>Ленинград:</b> в ЛПИ им. М.И. Калинина (ЛПИ) на физико-механическом факультете (ФМФ) создана кафедра «Автоматическое управление движением». Через 2 года кафедру возглавил профессор Тарас Николаевич Соколов.
январь 1952	<b>ЛПИ:</b> создан радиотехнический факультет (РТФ), в его составе кафедра № 4, «Математические и счётно-решающие приборы и устройства» приобрела известность как «Кафедра Соколова».
1953–1954	<b>Кафедра Соколова:</b> 1-й выпуск – 6 инженеров, 2-й выпуск – 15 инженеров.
1953–1956	<b>Кафедра Соколова:</b> создаётся серия АВМ «Модель1»–«Модель4» для решения задач автоматического управления движением самолётов, ракет и торпед.
1955–1972	<b>США–СССР:</b> годы начала и окончания периода «космической гонки».
осень 1956	<b>Кафедра Соколова:</b> начало работ по проекту «Кварц».
1957–1960	<b>Кафедра Соколова:</b> созданы и развиваются первые 2 проблемные лаборатории.
февраль 1958	<b>США:</b> создано агентство инновационных оборонных проектов <i>DARPA</i> , призванное координи-

	ровать, в частности, ракетно-космические исследования.
15 мая 1958	<b>СССР:</b> запущен ИСЗ-3. Для обработки траекторных данных, получаемых с РЛС, на 5-ти измерительных пунктах (ИП) впервые применены ПОЗУ «Кварц».
29 июля 1958	<b>США:</b> президент Д. Эйзенхауэр утверждает планы национальной космической программы. Создаётся национальное аэрокосмическое агентство <i>NASA</i> .
1958–1960	<b>СССР:</b> В этот период сопровождение запусков ракет, «лунников» и полётов ИСЗ в СССР выполняется с применением ПОЗУ «Кварц».
17 декабря 1959	<b>СССР:</b> созданы ракетные войска стратегического назначения (РВСН). В РВСН вводится и осуществляется концепция «боевое дежурство».
1960	<b>Кафедра Соколова:</b> разработка, внедрение на смену «Кварц» и эксплуатация до 1975 г. усовершенствованных специализированных ИЦМ – «Темп-1».
1960	<b>Кафедра Соколова:</b> разработка макета бортового ракетного ВУ «Микрон». Найдены принципиально новые решения, положившие начало для будущей элементной базы на основе феррит-ферритовых плат (ФФП).
12 апреля 1961	<b>СССР:</b> орбитальный полет Ю.А. Гагарина. Кафедра обеспечила обработку данных траектории «Восток-1» машинами «Кварц» и «Темп-1» на ИП.
5 мая 1961	<b>США:</b> суборбитальный полет американского астронавта Алана Шеппарда.
1961	<b>ЛПИ:</b> создано опытно-конструкторское бюро «ОКБ ЛПИ». Независимо от последующих переименований оно будет известно как «ОКБ Соколова».
20 февраля 1962	<b>США:</b> орбитальный полет (3 витка) американского астронавта Джона Гленна.
25 мая 1962	<b>СССР – США:</b> новая фаза космической гонки ( <i>Moon Race</i> ) – президент США Джон Ф. Кеннеди анонсирует национальный проект высадки человека на Луну.
14 января 1966	<b>СССР:</b> скончался С.П. Королёв. Мир узнал имя Генерального конструктора.
27 декабря 1966	<b>Кафедра Соколова:</b> второе переименование, кафедра получает современное название – «Информационные и управляющие системы» (ИУС).
1967	<b>Т.Н. Соколов</b> назначен Главным конструктором автоматизированной системы управления ракетными войсками стратегического назначения (АСУ РВСН).
1969	<b>США:</b> <i>DARPA</i> по заданию МО ( <i>DoD</i> ) разворачивает работы по созданию оборонной компьютерной сети ( <i>ARPAnet</i> ), ставшей «зародышем» сети <i>Internet</i> .
20 июля 1969	<b>США:</b> «Аполлон-1», высадка астронавтов Н. Армстронга и Э. Олдрина на Луну.
1969	<b>СССР:</b> принята на вооружение АСУ РВСН 1-го поколения («ОКБ при ЛПИ»).
1970	<b>ОКБ при ЛПИ:</b> на смену машинам «Темп» создана ИЛМ нового поколения «Буфер-ИМ» (изготовлена на заводе им. Калинина).
апрель 1972	<b>СССР – США:</b> проект «Союз-Аполлон» – конец противостояния в космосе.
1975	<b>ОКБ при ЛПИ:</b> отделяется одно из его подразделений «ОКБ при ЛПИ» и приобретает статус отдельного ОКБ «Радуга» в составе НПО «Красная Заря».
июнь 1975	<b>ОКБ при ЛПИ:</b> преобразование в ОКБ «Импульс» (Минвуз РСФСР).
1976	<b>СССР:</b> принята на вооружение созданная в кооперации ОКБ «Импульс» с другими организациями АСБУ РВСН 2-го поколения.
1977	<b>ОКБ «Импульс»:</b> на смену ФФЭ создан новый базовый логический элемент.
сентябрь 1979	<b>Т. Н. Соколов</b> окончил свой жизненный путь (17.04.1911–15.09.1979).
1984	<b>Международная организация стандартов ISO:</b> создана эталонная модель взаимодействия открытых систем ЭМВОС ( <i>ISO/OSI</i> ).
1986	<b>СССР:</b> введена в строй созданная в ОКБ «Импульс» (в кооперации с другими организациями) 1-я очередь АСБУ РВСН 3-го поколения.
1988	<b>Кафедра ИУС:</b> отделилась «дочерняя» кафедра КИТ. Зав. проф. А.М. Яшин.
декабрь 1991	<b>СССР:</b> распад государства. Как следствие, окончание периода холодной войны.
1995	<b>Кафедра ИУС:</b> создана «дочерняя» кафедра РВКС. Зав. проф. Ю.Г. Карпов.
2000	<b>Российская федерация:</b> введена в строй 2-я очередь АСБУ РВСН 3-го поколения – разработка ФГУП НПО «Импульс».
2001	<b>ФГУП НПО «Импульс»:</b> отмечается 40-летний юбилей.
октябрь 2012	<b>СПбГПУ:</b> факультет технической кибернетики (ФТК) реорганизован в ныне действующий Институт информационных технологий и управления (ИИТУ).

\* Даты истории кафедры ИУС («Математические и счётно-решающие приборы и устройства»), ФГУП НПО «Импульс» (НПО «Импульс», «ОКБ при ЛПИ», «ОКБ ЛПИ») и ОКБ «Радуга», охватывающие период с октября 1949 г. до 2001 г., подробно представлены в [4, с. 177 – 180] и [6, с. 23 – 29].



## Список литературы

1. Сб. трудов ЛПИ серии “Теория и техника вычислительных устройств” (Выпуск №1). Ред. серии Т.Н. Соколов. Труды ЛПИ № 275. М.—Л., “Энергия”, 1967. – 183 с.
2. Сб. трудов ЛПИ серии “Теория и техника информационных и управляющих систем” (Выпуск №1). Ред. серии Т.Н. Соколов. Труды ЛПИ № 302. Л.: Изд-во ЛПИ, 1970. – 182с.
3. Дороги в космос. Воспоминания ветеранов ракетно-космической техники. / Сб. статей в 2-х томах. – М.: Изд-во МАИ, 1992.
4. Стремительный взлёт. Становление и развитие научной школы профессора Т.Н. Соколова. / Сб. ст. под ред. проф. В.С. Тарасова. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1995. – 184 с.
5. Михайлов Б.Г., Петухов В.Е., «НПО “Импульс”» и большие информационно- управленческие системы. Научно-технические ведомости СПбГТУ №1 (19). – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. – с. 172 – 180.
6. На рубеже тысячелетий или «Импульс» вчера, сегодня, завтра. (К 40-летию ФГУП «НПО “Импульс”») / Ред. Михайлов Б.Г., Шпагин С.В. и др. – СПб.: 2001. – 207 с.
7. Черток Б.Е. Ракеты и люди (в 4х томах). Том 3: Горячие дни холодной войны. 3-е изд. – М.: “Машиностроение”, 2002. – 527 с.
8. К истории становления “ядерной кнопки” России. / Сб. статей. Авторы-составители: Петухов В.Е., Жуков В.А., и др./ – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. – 488 с.
9. История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде). Вып.1. Яркие фрагменты истории // Сборник под общ. ред. чл.-корр. РАН Р.М. Юсупова; составитель М.А. Вус; Ин-т информатики и автоматизации РАН. – СПб.: Наука, 2008. – 356 с.
10. Яшин А.М., Жуков В.А. АСУ Ракетных войск – дитя ОКБ Ленинградского политехнического института. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2006. – 344 с.
11. Командно-измерительный комплекс СССР: <http://kik-sssr.ru/Putevoditel.htm>.
12. Boris Evseevich Chertok. “Rockets and People, Volume III, Hot Days of the Cold War”. NASA History Series. 2009. – 796 p.
13. Thomas C. Reed “At the abyss. An insider’s history of the cold war.” Random House. 2007. – 384p.
14. Louis A. Russel. (IBM Corp. N.Y.), Magnetic core circuit, Filed Mar. 5, 1957, Ser. No. 644,118. Patent No 2,974,310, patented Mar 7, 1961, United States Patent Office.
15. Saul B. Yochelson “Diodeless core logic circuits”. – NCR IRE, WCR part 4, 1960, pp. 82 – 95.
16. A history of the ARPAnet: the first decade. BBN Report No.4799 DARPA, Arlington, VA. 1981.

## Из истории журнала «Микропроцессорные средства и системы»

Григорий Рафаилович Громов

Netvalley.com  
Сакраменто, США  
gregrom@netvalley.com

## History of the “Microprocessor Devices and Systems” Magazine

Gregory Gromov  
Netvalley.com  
Sacramento, USA  
gregrom@netvalley.com

**Ключевые слова:** микропроцессорные средства и системы, микропроцессоры в Политехническом, Андрей Петрович Ершов, Святослав Сергеевич Лавров

30 лет назад, в 1984 году, вышел в свет первый номер журнала «Микропроцессорные средства и системы» (МПСС). Спустя несколько лет после первого номера тираж платной подписки превысил 100 тыс. экземпляров, и в том числе свыше 10 тыс. зарубежных подписчиков:

1984'01 – 7 000 экземпляров  
1985'01 – 21 600  
1986'01 – 51 000  
1987'01 – 86 000  
1988'01 – 96 100  
1988'04 – 100 500  
1989'02 – 108 120

Журнал «МПСС» стал, таким образом, первым в СССР массовым компьютерным изданием.

Идея академика Андрея Петровича Ершова организовать в СССР издание журнала микропроцессорной тематики, ориентированного на массовую аудиторию инженерно-технических работников, по началу воспринималась в коридорах власти профильных министерств и ведомств, как совершенно нереалистичная. Одной из причин, почему такое предубеждение возникало, был возможно тот факт, что авторами обсуждаемого проекта были ученые, занятые в теоретических областях исследований, на первый взгляд крайне далеких от прикладных задач производственной практики.

Ершов был широко известен, как один из ведущих специалистов в области теоретического программирования. Его ближайшим союзником в этих дискуссиях обычно оказывался директор Института теоретической астрономии АН СССР, член-корреспондент АН Святослав Сергеевич Лавров<sup>1</sup>. К началу 80-х годов их совместными усилиями (при деятельной поддержке растущего круга единомышленников) удалось преодолеть все межотраслевые барьеры: решение о целесообразности издания журнала «Микропроцессорные средства и системы» было принято.

В начале июля 1983 г. Лавров приехал ко мне в подмосковный Академгородок Пушкино-на-Оке, где я тогда работал в Научно-исследовательском вычислительном центре (НИВЦ), и рассказал, что накануне они обсуждали с Ершовым текущие задачи организационно-технического этапа формирования редакции нового журнала. Он пояснил, что титульным издателем журнала «МПСС» утвержден Госкомитет по науке и технике, соответственно редакция должна будет территориально располагаться в Москве. Главным редактором станет Ершов, он продолжит работать в Новосибирском Академгородке. Лавров намерен оказывать всестороннюю поддержку Ершову в этом проекте в качестве заместителя главного редактора, при этом продолжит свою работу в Ленинграде. Лавров сказал, что они с Ершовым приглашают меня принять участие в их проекте в качестве ответственного секретаря редакционной коллегии, чтобы непосредственно в Москве заниматься решением текущих задач издания журнала «МПСС». Предметом моего повседневного внимания при этом предполагалась тематическая ориентация коллектива вновь создаваемой редакции, развертывание сети авторского актива, формирования портфеля статей, а также другие задачи, обычно возникающие в процессе редподготовки очередных номеров журнала. Исполнять эти обязанности мне рекомендовалось в постоянном рабочем контакте с Новосибирском и Ленинградом.

Забегая несколько вперед, хотел бы отметить, что в последующие годы именно так все и происходило. В треугольнике «Новосибирск–Москва–Ленинград» регулярно координировался редакционный процесс издания

<sup>1</sup> С.С. Лавров руководил Институтом теоретической астрономии АН с 1977 по 1987 г.

журнала. Ершов и Лавров в тесном контакте с членами редакционной коллегии и редсоветом формулировали базовые идеологические установки, которые определяли вектор тематической ориентации работы коллектива московской редакции.

В заключение той нашей беседы Лавров посоветовал мне позвонить Ершову, чтобы дополнительно уточнить сложившийся у меня уровень понимания ближайших задач по организации процесса подготовки к изданию журнала. Разговор с Ершовым состоялся на следующее утро, после чего он предложил мне изложить высказанные ему соображения по развитию обсуждаемого проекта письменно и послать ему их почтой. Содержание моего письма касалось исходно сложившегося у меня понимания сути задач проекта, а также наиболее рациональных, на мой взгляд, путей и методов их реализации<sup>2</sup>. Поясню некоторые фрагменты того письма.

На 3 стр. отмечается, что *«за каждую формулу, пропущенную в номер, дежурный редактор штрафуетя месячным окладом и лишением права на отпуск в летнее время»*. Причина столь иронично «жесткой» формулировки заключалась в том, что одна из основных трудностей, которую особенно ясно я видел в том момент на пути создания практической направленности массового журнала научно-технической тематики, заключалась в необходимости преодоления инерции сложившихся к тому времени в редакционных коллективах критериев качества статей.

Широко распространенным оставалось тогда мнение, согласно которому для публикации статьи научно-технического содержания в «авторитетном издании» автору потребуется предварительно «раскрасить» её какими-либо формулами псевдо-математического содержания. Они должны были в то время служить первыми – из внешне различимых – опознавательными знаками «научного уровня» поступившего в редакцию сообщения.

Следует отметить, что такого рода барьер *декоративной* математики надежно предохранял от возможностей «слишком уж интенсивного» профессионального общения на страницах профильных журналов не одних лишь сотрудников КБ и НИИ инженерных специальностей. Вспоминаю, зашел об этом как-то разговор на заседании Комиссии по диалоговым системам Академии наук. Станислав Владимирович Клименко, в то время начальник Лаборатории системного анализа Института физики высоких энергий (ИФВЭ, Серпуховский ускоритель заряженных частиц) заметил с сочувственной улыбкой, что по его наблюдениям заключительная фаза работы на статье среди физиков-экспериментаторов обычно так и называется *«боевая раскраска дикаря»*.

В сноске к тексту вышеупомянутой страницы письма Ершову дополнительно про этот барьер я напомнил: *«Тема, как патологическое увлечение математизацией охраняет нас от технического прогресса – заслуживает специального исследования. (Д. Свифт в своей «Лапутии» начал эту тему... и, видимо, только это и останавливает возможных эпигонов. После него писать, что после Вас выступать.)»*.

Первое время с началом работы редакции «МПСС» иногда поступали недоуменные вопросы, надо ли было сразу столь резко изменять традиционно сложивший стиль работы редакторов, тем более, что бывают ведь и содержательно вполне уместные по контексту статьи формулы, в том числе и во вполне предметных статьях практической направленности. Разумеется, так, бывают, и достаточно часто. Потому-то и публиковались контекстно-осмысленные формулы без всяких ограничений. Более того, иерархично рисуемые в полстраницы математические выражения тоже порой случались, но только лишь те, без которых автору статьи никак нельзя было иначе донести до читателя основную мысль сообщения. Те формулы, без которых понять содержание статьи и так можно было, иными словами, те которые вставлялись авторами в текст по давно введшейся привычке, бескомпромиссно удалялись на этапе редподготовки номера.

Наблюдались иногда, конечно же, и перегибы, когда *«с водой выплескивали ребенка»*. Нельзя, наверное, сразу вывести в оптимальное состояние сложную систему из давно сложившегося «неправильного» её состояния. Почти всегда потребуется пройти этап перерегулирования – маятник заведомо качнется поначалу слишком далеко в противоположную сторону. И тем ни менее, для того, чтобы объяснить персоналу редакции в каком именно направлении требуется переучиваться, куда уходить от привычного стиля работы со статьями, необходима была категоричная формулировка *«за каждую...»*. Со временем – и при том достаточно быстро – решительно все (и редакторы, и авторы, и члены редколлегии) поэтапно усвоили не только суть необходимых перемен, но и главное общую их цель: каждый номер журнала «МПСС» должен идти на столы разработчиков микропроцессорных узлов, блоков, систем и их комплексов, в качестве одного из основных источников практически востребованного там знания. В лаконичной формулировке Ершова это звучало следующим образом: *каждый читатель в каждом номере должен находить свой «пучок зелени»*.

Перенастроить редакционные фильтры отбора статей так, чтобы они наиболее точно соответствовали сформулированным Ершовым задачам проекта, было, разумеется, необходимым первым шагом, но далеко не достаточным для организации процесса стабильного издания массового компьютерного журнала, тематически остро ориентированного на разработчиков микропроцессорной техники.

Следом встал куда более сложный вопрос, каким образом сформировать в достаточно короткий срок вокруг редакции авторский актив **такого** журнала, если и отдаленно ничего похожего в стране никогда не было? Решили, что двигаться будем эволюционным путем, опираясь на базу данных конференций и семинаров Комиссии по диалоговым системам автоматизации научных исследований Академии наук СССР, создание которой в 70-е годы инициировали пущинский НИВЦ и протвинский ИФВЭ (научные центры, расположенные симметрично относительно железной дороги по обе стороны от Серпухова).

<sup>2</sup>Электронный архив академика А.П. Ершова. URL: <http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaindex.asp?did=23601>

Ершов и Лавров были регулярными участниками конференций серии «Диалог» и соответственно, хорошо знали состав их участников. Во время конференции «Диалог-83» в Протвино собственно и происходил тот упомянутый выше разговор Ершова с Лавровым, после которого он заехал по дороге ко мне в расположенное поблизости Пушкино, чтобы сообщить о сформированных ими планах и пригласить принять участие в их реализации. Соответственно сложилось общее понимание необходимости в короткий срок создать на базе профильной новому журналу части авторов докладов и сообщений серии «Диалог» *постоянно* действующий семинар журнала «МПСС», в процессе работы которого не реже одного раза в месяц будут организовываться встречи авторского актива редакции с читателями. Семинар начал регулярно работать в Большом зале Политехнического музея центрального лектория общества «Знание» и получил потому название «Микропроцессоры в Политехническом». Уставная его периодичность (1–2 раза в месяц), как правило, строго выдерживалась.

Основной круг вопросов обсуждения редакционного семинара: последние по времени разработки промышленности или схемотехнические находки талантливых «умельцев», конкретные (доведенные до работающих образцов) программные решения и аппаратно-программный комплексы, перспективные технические принципы и вопросы применения средств микропроцессорной техники. Неизменной оставалась лишь форма общения с аудиторией: авторы не столько *рассказывают*, сколько **показывают** свои результаты. На сцене обычно устанавливалась *действующая* микропроцессорная аппаратура самого различного назначения: контроллер для управления цеховыми испытательными стендами или станками с ЧПУ, «домашний» или профессиональный компьютер, «крейт КАМАК» – популярный в то время стандарт САМАС для автоматизации научных исследований – автомобильный «радиоцентр», звукоинтегратор для создания в диалоге с компьютером музыкальных произведений или промышленные средства отладки встраиваемых микропроцессоров. Иными словами, это должен был быть практически полезный в цехе, лаборатории или дома прибор или система. На каждое очередное заседание выносились три–пять подобного рода конкретных разработок.

«Встречи с журналом» регулярно собирали в «Политехническом» тысячную аудиторию специалистов Москвы и Подмосковья. Значительная часть участников приезжали из других городов (Киев, Харьков, Донецк, Ленинград, Новосибирск и др.). Представители промышленности находили, таким образом, интересные им для массового тиражирования результаты разработок вузовских или академических лабораторий, специалисты отраслевых НИИ и КБ получали возможность «держать руку на пульсе» – следить за общим направлением развития идей и типовых разработок, а нередко и установить личный контакт с заинтересовавшим их по выступлениям в журнале автором. Для той части читателей, которые по тем или иным причинам не могли приехать в «Политехнический», редакция периодически проводила выездные заседания «лектория МПСС». В конце 1985 начале 1986 года такие встречи были организованы в Обнинске, Дубне и других научных и промышленных центрах Подмосковья. В последующие годы «география» таких рабочих контактов журнала с читателями постоянно расширялась, в том числе, и далеко за пределы столичного региона.

Основной «трофеей», который приносили сотрудники журнала в редакцию из Большого зала Политехнического музея после напряженной многочасовой работы с аудиторией – «мешки» с записками, постулавшими по ходу выступлений участников из зала, а также стенографические пометки о содержании устных вопросов читателей в дискуссиях. Анализ подобного рода «почты реального времени» позволял редакции оперативно корректировать тематическую «розу ветров» журнала так, чтобы в наибольшей степени учитывать практические потребности специалистов народного хозяйства в актуальной информации по микропроцессорной тематике. Достаточно часто случалось, что анализ записок из Политехнического позволял своевременно снять ряд уже готовых к набору, но, судя по реакции «зала» увы, утративших пик актуальности тематических подборок, заменив их циклами более актуальных, по мнению авторов и слушателей семинара, средств создания и отладки микропроцессорных систем. Работая таким образом, «тысячеокая» аудитория «Политехнического» выражала со всей определенностью свое отношение и к тому, что уже было в журнале, но и главное к тому, что именно хотелось бы нашим читателям там вскоре увидеть. Члены редакционной коллегии, редсовета и редакции журнала имели, таким образом, возможность постоянно видеть перед собой «колеблющуюся стрелку компаса» читательской аудитории.

Открывая первый номер «МПСС» за 1984 год, А.П.Ершов отмечал: *«Появление микропроцессорных средств радикально изменило характер использования и внедрения вычислительной техники. Главное здесь – массовость и необычная широта применения. В недалеком будущем практически каждое рабочее место будет так или иначе затронуто переменами, связанными с возможностями микроэлектронной обработки информации. Редакционный совет, редакционная коллегия и сотрудники редакции хотят сделать журнал полезным каждому, кто связан с разработкой и применением микропроцессорных средств и систем. Задача состоит в том, чтобы реальные научно-технические достижения и удачные новшества сделать достоянием как можно большего числа разработчиков и потребителей. Мы хотим, чтобы журнал давал не только общую ориентацию в направлениях развития микроэлектронной вычислительной техники и ее компонент, но и был полезен в повседневной практической работе»*. Андрей Петрович работал над планами развития «МПСС» до самого последнего дня и потому журнал продолжал еще некоторое время издаваться даже после того, как самого Ершова не стало. Увы, такого масштабы проекты редко надолго переживают своего создателя.

Меж тем, на рубеже тысячелетий – где-то лет 10–12 спустя после казалось бы полного прекращения работы журнала «МПСС» – в онлайн-форумах Веба все чаще мелькали вопросы пользователей Интернета о том, не сохранилось ли у кого-либо номера журнала с той или иной вновь «почему-то» заинтересовавшей кого-то статьёй? В ответ на эти запросы встречно зачастили онлайн-объявления о том, что у кого-то не только

сохранилось несколько номеров, но и есть намерение их отсканировать, чтобы выложить для всеобщего доступа... Таким образом, вскоре сложилась ситуация, когда практически полный комплект номеров журнала «МПСС» оказался доступным онлайн<sup>3</sup>.

Как могло по прошествии стольких лет случиться «самовозрождение» журнала? Ведь издавался-то он по столь быстро стареющей тематике, какой только и может быть компьютерная техника? Попытался однажды задать этот вопрос читателям своего блога, и соответственно, предложил для затравки дискуссии версию своего ответа: практически реализованные, проверенные в работе технические решения не устаревают. Они лишь меняют конкретный *формат* их практических *приложений*, следуя социальной, технологической и производственной ситуации последующих эпох.

Один из принявших участие в дискуссии читателей пояснил обсуждаемую ситуацию примером из своей практики программиста: *«Я бы сформулировал это, пользуясь выражением design patterns. Они действительно не устаревают. Скажем, когда в новом проекте (точнее, в новой реинкарнации существующего продукта) встал вопрос о том, что можно использовать из старого кода, который я писал вместе с другими, очень сильными коллегами, я сказал, что сам код не имеет особой ценности, и что у меня нет сантиментов к собственному коду, но недопустимо отказываться от наработанных “design patterns”»*. Осознание далеко не самоочевидного для многих факта, что «недопустимо» отказываться от изучения наработанных заделов ранее созданных алгоритмов, а соответственно и от изучения иллюстрирующих их работоспособность аппаратно-программных комплексов, похоже, постепенно становится все более массовым, в том числе, по-видимому, и для нового поколения читателей онлайн-версии «МПСС».

Разумеется, возможна и любая иная интерпретация вышеописанного явления. В любом случае, необходимо будет в этой связи в очередной раз отметить, что журнал «Микропроцессорные средства и системы» оказался не только прижизненным памятником разносторонне ярко талантливым российским ученым Андрею Петровичу Ершову и Святославу Сергеевичу Лаврову. В эти дни он вновь становится одним из реально востребованных практикой источников достоверно надежных профессиональных знаний.

## Список литературы

1. Андрей Петрович Ершов – биография <http://ershov.iis.nsk.ru/ershov/russian/biog.html>
2. Святослав Сергеевич Лавров – биография <http://lavrov.iis.nsk.ru/bio>

---

<sup>3</sup> МПСС. URL: <http://www.wdigest.ru/mpss.htm>

# Вычислительная техника и ее использование в СССР в середине 1980-х: состояние, предпринимаемые меры, прогнозы развития

Виктор Николаевич Захаров

Институт проблем информатики РАН  
Москва, Россия  
vzaharov@ipiran.ru

## Computers and their Application in the USSR in the Middle of 1980-th: Situation, Committed Actions, Predictions of Development

Victor Zacharov

Institute of Informatics Problems RAS  
Moscow, Russia  
vzaharov@ipiran.ru

**Ключевые слова:** постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР, вычислительная техника, прогноз АН СССР по направлению науки

### 1. Директивные документы

К началу 1980-х годов в мире начался бум использования средств вычислительной техники буквально во всех областях. Это было вызвано в значительной степени появлением на рынке нового вида массовой техники – персональных ЭВМ. В СССР к этому времени в ряде министерств и ведомств велась работа по разработке и производству средств вычислительной техники, однако уже отчетливо проявилось осознание заметного отставания от мировых лидеров в этом направлении. В конце 1982 года после смерти руководителя страны Л.И. Брежнева и избрания на пост генерального секретаря ЦК КПСС Ю.В. Андропова в стране начались определенные изменения, затронувшие и область вычислительной техники. Обновленным руководством страны был принят целый ряд важных решений, направленных на преодоление этого отставания. По правилам того времени эти решения оформлялись в виде постановлений ЦК КПСС или Совета Министров СССР или в виде совместных постановлений этих двух органов.

В целях возрождения и усиления фундаментальных исследований в области компьютерных наук, а также для обеспечения технологического паритета в области информационных технологий и вычислительной техники было принято решение о создании в Академии наук СССР Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации (ОИВТА). Это Отделение было образовано 3 марта 1983 года Постановлением Общего собрания АН СССР №12. Распоряжением Президиума АН СССР от 24 ноября 1983 года был утвержден состав организационного бюро ОИВТА под председательством академика Е.П. Велихова. Постановлением Президиума АН СССР от 23 февраля 1984 года были определены научные учреждения АН СССР, вошедшие в состав ОИВТА – это были четыре ранее существовавших института: Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша, Вычислительный центр, Институт проблем передачи информации и Ленинградский научно-исследовательский вычислительный центр, а также пять новых институтов (о них будет сказано далее). 14 марта 1984 года Общее собрание АН СССР своим постановлением № 10 утвердило персональный состав ОИВТА, в который вошли 10 действительных членов АН СССР (Белоцерковский О.М., Бункин Б.В., Велихов Е.П., Воронов А.А., Дородницын А.А., Мельников В.А., Пугачев В.С., Самарский А.А., Семенихин В.С., Тихонов А.Н.) и 25 членов-корреспондентов (Алексеев А.С., Бицадзе А.В., Бурцев В.С., Валиев К.А., Говорун Н.Н., Гуляев Ю.В., Евтихий Н.Н., Емельянов С.В., Ершов А.П., Золотов Е.В., Копецкий Ч.В., Королев Л.Н., Лавров С.С., Лопато Г.П., Маркаров И.М., Моисеев Н.Н., Наумов Б.Н., Попов Е.П., Поспелов Г.С., Ржанов А.В., Савин А.И., Сифоров В.И., Тихомиров В.В., Цыпкин Я.З., Шереметьевский Н.Н.).

Большую роль сыграли выпущенные в один день 29 июля 1983 года совместное постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 729-231 «О дальнейшем развитии работ в области вычислительной техники» [1] и детализирующее его постановление Совета Министров СССР № 730-232 «О мерах по обеспечению работ в области вычислительной техники и ее применения в народном хозяйстве» [2]. В частности, в этом совместном постановлении было сказано: «Принять предложение АН СССР, согласованное с ГКНТ и комиссией Президиума СМ СССР по военно-промышленным вопросам о создании в системе АН СССР: Научного центра по фундаментальным проблемам вычислительной техники и систем управления (с включением в его состав орга-

низуемых в г. Ярославле Института проблем вычислительной техники, Института микроэлектроники, СКБ и опытного производства); Института проблем кибернетики на базе лабораторий научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика» в г. Москве с филиалом в г. Переславле-Залесском Ярославской области; Института проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов (с СКБ и опытным производством) в пос. Черноголовка на базе ряда подразделений Института физики твердого тела и других организаций АН СССР. Разрешить АН СССР создать Институт проблем информатики с опытным производством в г. Москве и с филиалами в гг. Казани и Бердянске Запорожской области». Эти созданные организации вошли в состав ОИВТА.

В совместном постановлении были сформулированы «Основные направления фундаментальных и прикладных исследований в области вычислительной техники и автоматизированных систем на период до 1990 года». Приведем их здесь полностью для того, чтобы почувствовать «аромат эпохи».

### **ЭВМ и вычислительные системы**

Научная разработка единой стратегии развития вычислительных и автоматизированных управляющих систем на основе унификации и стандартизации технических и программных средств.

Создание ЭВМ сверхвысокой производительности (свыше 1 млрд. операций в секунду) с использованием новых принципов организации вычислительного процесса и построения архитектуры ЭВМ.

Разработка новых принципов создания специализированных микропроцессоров, микро- и мини-ЭВМ.

Разработка перспективных оперативных и внешних запоминающих устройств и широкого набора периферийных средств.

Исследование и разработка перспективных технических средств вычислительной техники с использованием новых физических принципов (криоэлектроники, оптоэлектроники, акусто- и магнитоэлектроники).

Разработка языков формализованного описания архитектуры ЭВМ для систем автоматизированного проектирования машин.

Исследования в области искусственного интеллекта.

### **Программное обеспечение**

Исследование и создание методов математического моделирования разрабатываемых ЭВМ.

Создание современной технологии разработки программного обеспечения, включая разработку методов автоматизированного построения программных систем.

Исследование и разработка машинезависимых операционных систем.

Исследование и разработка языков программирования высокого уровня, в том числе логических (непроцедурных), метаязыков.

### **Микроэлектронная база**

Исследование физических и технологических проблем создания субмикронных структур на перспективных материалах, создание опытных образцов технологического оборудования.

Разработка новых принципов создания сверхбыстродействующих и сверхбольших интегральных схем и их макетирование.

Разработка новых методов контроля полупроводниковых материалов и структур сверхбыстродействующих и сверхбольших интегральных схем.

Разработка технологии изготовления специальных и особо чистых материалов и совершенных кристаллов.

Разработка методов и средств контроля технологических процессов и качества изделий микроэлектронной базы.

Изучение факторов, определяющих долговременную стабильность элементной базы микроэлектроники.

Создание банков данных для разработки и оптимизации процессов изготовления особо чистых материалов, сверхбыстродействующих и сверхбольших интегральных схем.

### **Применение вычислительной техники**

Исследование принципов и основных направлений создания сетей ЭВМ и ВЦКП.

Разработка методологии создания комплексных интегрированных автоматизированных систем, охватывающей все этапы разработки и изготовления этих систем.

Разработка теоретических основ и методологии построения взаимоувязанных автоматизированных систем различных уровней и направлений.



\* \* \*

В постановлении СМ СССР были определены конкретные задачи по проведению фундаментальных и прикладных исследований, перечислены задания на разработку технических заданий, изготовление опытных образцов и освоение серийного производства новых средств вычислительной техники на несколько ближайших лет. Этим же постановлением предусматривался целый комплекс мер, необходимых для реализации поставленных задач. Так, было предписано осуществить строительство, расширение и реконструкцию предприятий и организаций по списку с выделением средств, разработка программы стандартизации и межотраслевой унификации средств вычислительной техники, создание хозрасчетных вычислительных центров. Были и такие непривычно сейчас звучащие слова, как: «ГКНТ, Комиссии по ВПК и АН СССР осуществить перевод в 6-месячный срок до 300 квалифицированных специалистов из МРП, Минприбора и МЭП в ИПИ АН. Разрешить АН СССР разместить ИПИ АН в здании Президиума АН СССР, строительство которого предусмотрено распоряжением СМ СССР от 01.12.1975 № 2614. Увеличить на 1983 год АН СССР лимит численности работников организаций, расположенных в г. Москве, на 100 человек».

С исторической точки зрения представляют интерес задания по созданию средств вычислительной техники, содержащие конкретные параметры, характеризующие уровень того времени и ближайшие перспективы. Приведем лишь некоторые примеры.

Так, ставилась задача по исследованию принципов создания накопителей на магнитных дисках (НМД) емкостью до 3000 Мбайт, со скоростью обмена данными до 3000 Кбайт/с, средним временем доступа 20–25 мс; по разработке методов создания ЗУ на цилиндрических магнитных доменах (ЦМД) емкостью  $10^8$  бит на кристалл; по исследованию принципов создания оптико-механического дискового ЗУ емкостью  $(3-5) \cdot 10^{12}$  бит, со скоростью обмена данными до 2 Мбайт/с, средним временем доступа 15с. Ставилась задача по производству в 1985 году НГМД емкостью 0,14 Мбайт, скорость обмена 250 Кбит/с, с плотностью записи 109/218 бит/мм, диаметром диска 130 мм (НИИ периферийного оборудования, Киев). Далее мы сравним эти параметры со средними параметрами соответствующих устройств, имеющихся в настоящее время.

В части мейнфреймов в задании на 1984 год фигурировала ЭВМ ЕС-1046, производительность 1 млн. оп/с, емкость ОЗУ до 8 Мбайт (разработка и изготовление опытного образца НИЦЭВТ и ЕРНИИММ, серийное производство – Казанский з-д ЭВМ МРП). А на 1988 год было задано уже производство ЭВМ ЕС-1087, производительность 18 млн. оп/с, емкость ОЗУ до 128 Мбайт (Минское ПО ВТ). В части мини- и микроЭВМ говорилось о запуске в производство в 1984 году вычислительного комплекса СМ-1420, программно совместимого с ЭВМ СМ-3 и СМ-4, разрядность 16 двоичных разрядов, производительность до 1 млн. оп/с, емкость ОЗУ 2 Мбайт (ИНЭУМ и Киевское ПО «Электронмаш» им. В.И. Ленина Минприбора), и микро-ЭВМ «Электроника-60-1», разрядность 16 двоичных разрядов, производительность до 600 тыс. оп/с, емкость ОЗУ до 256 Кбайт (ПО «Электроника» Минэлектронпрома).

О масштабах проводимых работ можно судить, например, по перечню, содержащемуся в задании по строительству новых, расширению и реконструкции действующих предприятий и организаций, задействованных в выполнении Постановления. Приведем его полностью:

**Минрадиопром:** НИЦЭВТ (Москва), Загорский электромеханический завод (Московская область), Костромской электромеханический завод, завод САМ (Москва), Волжский завод радиотехнических элементов (Волгоградская область), Астраханский машиностроительный завод «Прогресс», Пензенский завод «ВЭМ», Минский завод ЭВМ, Минский завод многослойных печатных плат, Кишиневский завод счетных машин, Тбилисский завод электронно-вычислительной техники, Ташкентский завод электронных вычислительных машин «Алгоритм», Кировский приборостроительный завод, НИИ ЭВМ (Минск), Казанский завод пишущих устройств, Казанский завод ЭВМ, Боярский машиностроительный завод «Искра» (Киевская область), Брестский электромеханический завод, завод «Электроприбор» (г. Каменец-Подольский Хмельницкой области), Каневский электромеханический завод «Магнит» (Черкасская область), Фрунзенский завод ЭВМ, НИИ вычислительной техники (Пенза), Бакинский завод ЭВМ, Бакинский радиозавод, Казанский НИТИ вычислительной техники, КБ «Север» (Киров), ПО «ЦентрЭВМкомплекс» (Москва).

**Минприбор:** Орловский завод УВМ, Киевский завод электронных вычислительных и управляющих машин, Северодонецкий приборостроительный завод, Вильнюсский завод счетных машин, Рязанский завод САМ, Таурагский завод элементов вычислительных машин (Литовская ССР), Паневежский завод точной механики (Литовская ССР), Курский завод «Счетмаш».

**Минэлектронпром:** завод «Альтаир» (Ярославль), завод «Процессор» (Воронеж), ПО «Электроника» (Воронеж), Брянский завод полупроводниковых приборов, Кишиневский завод «Мезон», НИИ физических проблем (Зеленоград), НИИ молекулярной электроники (Зеленоград), ЦНИИ «Циклон» (Москва), завод микропроцессоров (Бельцы, Кишиневской области), завод «Девиз» (г. Алексеевка Белгородской области), Калининградский машиностроительный завод, Выборгский приборостроительный завод, Черняховский машиностроительный завод (Калининградская область).

**АН СССР:** Научный центр АН СССР (Ярославль), филиал Института кибернетики АН СССР (Переславль-Залесский), Институт проблем кибернетики АН СССР, лаборатория микроэлектроники Института общей физики АН СССР и Всесоюзный научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума Госстан-

дарта и АН СССР (Москва), Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов с СКБ (Черноголовка), Институт физики твердого тела (Черноголовка), Институт проблем информатики (15 тыс. кв.м производственной площади и 5 тыс. кв.м жилой), Саратовский филиал ИРЭ.

Значительное внимание уделялось организации международной кооперации в области информатики. Так в 1984–85 гг. коллектив специалистов АН СССР, академий наук республик СССР, академий наук стран Восточной Европы, разработал Концепцию новых поколений вычислительных систем. В Концепции были представлены главные направления исследований и разработок, которые следовало провести, чтобы получить новые качества информационных и вычислительных систем. Выполнение Концепции предполагалось проводить в виде десяти комплексных научных проектов, осуществляемых международными исследовательскими коллективами. Об этом было доложено на конференции SoRuCom-2006 в Петрозаводске, где была представлена структура проектов, кратко указаны основные результаты их выполнения [3, 4].

Концепция стала важной составной частью Комплексной программы научно-технического прогресса (КП НТП) стран-членов СЭВ, основой проведения единой технической политики в академиях наук и промышленности социалистических стран. В рамках КП НТП СЭВ работы по реализации Концепции выполнялись в составе проблем 1.1.4 «Разработка и освоение промышленного производства персональных ЭВМ, создаваемых в составе ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ» и 1.1.9 «Проведение фундаментальных исследований и создание нового поколения вычислительных систем». В согласованных программах работ по этим проблемам принимали участие более 60 организаций академий наук, промышленности и учебных заведений стран-участниц соглашения. Работа по этим программам велась до 1991 года – года распада СССР и самого СЭВ.

Важной вехой в области развития информатики в стране было вышедшее 28 марта 1985 года Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 271 «О мерах по обеспечению компьютерной грамотности учащихся средних учебных заведений и широкого внедрения электронно-вычислительной техники в учебный процесс». Это Постановление можно считать стартовым моментом массовой компьютеризации школ. Было решено, начиная с 1985/86 учебного года, ввести повсеместно в 9–10 классах новый предмет «Основы информатики и вычислительной техники». О деятельности по реализации этого постановления достаточно подробно докладывалось на конференции SoRuCom-2011 в Великом Новгороде [5].

О внимании руководства государства к проблеме развития отрасли информатики в стране в то время наглядно свидетельствуют и такие документы, как постановление ЦК КПСС и СМ СССР от 12 декабря 1985 года «О создании межотраслевых научно-технических комплексов и мерах по обеспечению их деятельности» (в числе образованных МНТК был и МНТК «Персональные ЭВМ» АН СССР) [6], а также вышедшее 23 января 1986 года постановление ЦК КПСС и СМ СССР «О создании и развитии производства в СССР персональных ЭВМ», в котором были определены конкретные задания по производству ПЭВМ, в том числе и для использования в сфере образования [7].

## 2. Прогноз АН СССР 1987 года

В 1986 году после событий в Чернобыле с поста президента АН СССР ушел Анатолий Петрович Александров и президентом стал Гурий Иванович Марчук. Одним из его первых крупных шагов на новом посту стала инициация подготовки прогноза развития по всем важнейшим направлениям академической науки на период до 2000 года и далее. В декабре 1986 года Президиум АН СССР издал постановление «О разработке прогнозов по важнейшим направлениям развития науки» [8]. Этим постановлением были утверждены представленные отделениями АН СССР перечни важнейших направлений развития науки, проспект прогноза, а также руководители составления прогноза по направлениям.

Каждый прогноз должен был содержать:

1. Название прогноза.
2. Значение прогнозируемого направления для развития науки и народного хозяйства. Обоснование выбранного направления.
3. Состояние отечественной и мировой науки по данному направлению.
4. Прогноз развития по направлению по пятилеткам до 2000 года, а где можно и далее. Намечаемые научные и практические результаты по пятилеткам.
5. Необходимые мероприятия для реализации развития прогнозируемого направления науки или его раздела (в Академии наук СССР, в академиях наук союзных республик, в вузах, министерствах), включая ориентировочные капитальные вложения, материально-техническое обеспечение и возможную переброску ресурсов численности на эти важнейшие направления или их разделы.

Отделению информатики, вычислительной техники и автоматизации АН СССР было поручено разработать 12 прогнозов по важнейшим направлениям науки, были назначены руководители по их составлению:

- 6.1. СуперЭВМ, академик Мельников В.А.
- 6.2. ЭВМ массового применения будущих поколений, академик Наумов Б.Н.
- 6.3. Искусственный интеллект, академик Поспелов Г.С.
- 6.4. Математическое моделирование, академик Самарский А.А.
- 6.5. Сети ЭВМ, академик Семенихин В.С.

- 6.6. Перспективная элементная база вычислительной техники, академик Валиев К.А.
- 6.7. Автоматизация проектирования, академик Белоцерковский О.М.
- 6.8. Комплексная автоматизация производственных процессов (робототехника, гибкие автоматизированные производства, роторные линии), академик Шереметьевский Н.Н.
- 6.9. Научные проблемы создания программного обеспечения (языки, трансляторы, банки данных), академик Михалевич В.С.
- 6.10. Проблемы вычислительной диагностики, академик Тихонов А.Н.
- 6.11. Проблемы информатизации общества, академик Емельянов С.В.
- 6.12. Школьная информатика, академик Ершов А.П.

Эти прогнозы в настоящее время представляют определенный интерес для анализа с позиций сегодняшнего дня того, что из содержащегося в них сбылось, в какой степени, что не сбылось, а что из имеющегося сейчас даже и не прогнозировалось. В 1999 году, незадолго до окончания прогнозного периода, автором были рассмотрены некоторые из прогнозов в части вычислительной техники [9].

В прогнозе по **СуперЭВМ** предполагалось, что к 2000 году это будет вычислительная система, имеющая векторно-конвейерную архитектуру, с производительностью 100 млрд. оп/с (100 Gflops,  $10^{11}$  оп/с). Производительность монопроцессора 5–10 Гфлоп/с, число процессоров 8–16, такт синхронизации 1–2 нс (тактовая частота – 0,5–1 ГГц). Степень интеграции – 1 млн. вентилях. Оперативное ОЗУ емкость 8 – 16 Гбайт, время цикла 5–15 нс, емкость БИС ЗУ (биполярные) 1 Мбит. Расширенное оперативное ОЗУ 32 – 64 Гбайт, время цикла 100 нс. Внешнее полупроводниковое ОЗУ емкость 256 – 1024 Гбайт, время цикла 200 нс. Внешняя дисковая память емкость 1024–2048 Гбайт (емкость одного накопителя 16 Гбайт, количество подключаемых накопителей 64–512).

Для сравнения приведем данные по наиболее производительной суперЭВМ из списка TOP-500, опубликованного в ноябре 2013 года – №1 (**Tianhe-2 (MilkyWay-2)**, Китай), а также по наиболее производительным российским системам, включенных в этот список – №37 (**Ломоносов**, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва) и № 84 (**МВС-10П**, Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН, Москва) [10, 11].

**Tianhe-2** (Млечный путь): Разработка Национального университета оборонных технологий (NUDT), Китай. Представляет собой кластерную систему на базе процессоров Intel Xeon E5-2692 12С с тактовой частотой 2,200 ГГц, 12 ядер в процессоре, технология – 22 нм и специализированных сопроцессоров Intel Xeon Phi 31S1P с тактовой частотой 1,1 ГГц, 57 ядер на ускоритель. В системе 16000 узлов, в каждом из которых 2 процессора и 3 сопроцессора, всего 3120000 ядер. На каждом узле установлено по 64 Гбайт оперативной памяти, всего 1024 Тбайт (модули типа DDR3 емкостью 4Гбайт, максимальная пропускная способность – 59,7 Гбайт/с). Linpack-производительность 33,86 Pflops ( $33,86 \cdot 10^{15}$  оп/с) при пиковой производительности 54,9 Pflops. Используется система хранения данных емкостью 12,4 Пбайт. Потребляемая мощность – 17,808 МВт.

**Ломоносов**: Разработка компании Т-платформы. Гибридная система на базе процессоров Xeon X5570/X5670/E5630, имеющих от 4 до 6 ядер, с тактовой частотой от 2,53 до 2,93 ГГц, технология – 45 нм и 32 нм, и спецпроцессоров Nvidia 2070 GPU. В системе 12346 процессоров с 52168 ядрами, а всего – 78660 ядер. Оперативная память – 92 Тбайт. Linpack-производительность 901,9 Tflops ( $901,9 \cdot 10^{12}$  оп/с) при пиковой производительности 1700,2 Tflops. Система хранения данных емкостью 1,75 Пбайт. Потребляемая мощность – 2800 КВт.

**МВС-10П**: Разработка компании РСК технологии. Кластерная система, в которую входит 207 вычислительных узлов. Каждый вычислительный узел имеет в своем составе 2 процессора Xeon E5-2690, имеющих по 10 ядер, с тактовой частотой 3 ГГц, технология 22 нм, и два сопроцессора Xeon Phi 7110X, всего 28704 ядра. На каждом узле имеется 64 Гбайта оперативной памяти, всего в системе 13248 Гбайт. Linpack-производительность 375,7 Tflops ( $375,97 \cdot 10^{12}$  оп/с) при пиковой производительности 523,8 Tflops. Потребляемая мощность – 223 КВт.

Можно отметить, что общее направления развития супер-ЭВМ в основном совпало с прогнозируемым, однако число процессоров и ядер в самых мощных машинах росло в большей степени, чем прогнозировалось, соответственно, была достигнута более высокая производительность. При этом тактовая частота используемых микропроцессоров и их оперативная память в основном соответствовали прогнозируемым величинам.

В прогнозе по **ЭВМ массового применения будущих поколений** рассматривались ЭВМ центров обработки данных (ЦОД) и ПЭВМ. Прогнозировалось, что в СССР к 2000 году потребуется около 28 млн. ПЭВМ и на 2–3 порядка меньше ЭВМ центров обработки данных. Было зафиксировано, что в 1986 году стоимость ПЭВМ для деловой сферы составляла около 5000 долларов, при среднем объеме ОЗУ 256 Кбайт, среднем объеме внешней памяти – 0,5–1 Мбайт. На 1990 год прогнозировался выпуск ПЭВМ ЕС1842 быстродействием 2 млн. оп/с, ОЗУ до 2 Мбайт. Заметим, что в настоящее время средняя профессиональная ПЭВМ, имеющая процессор с тактовой частотой 3,5 – 4 ГГц, ОЗУ 4 Гбайта, и дисковую память 1 Тбайт, стоит порядка 1000 долларов.

Относительно устройств памяти прогнозировалось, что сохраняют значение внешние запоминающие устройства на гибких магнитных дисках (ГМД), их емкость возрастет (89 и 133 мм) до 3 и более Мбайт. Говорилось, что по винчестерам следует ожидать создание устройств с емкостью 150 и более Мбайт, а дальнейшее развитие будет затруднено, емкость оптических дисков достигнет 1 Гбайт. Отметим, что сегодня ГМД практически исчезли – их заменили устройства флеш-памяти, имеющие при меньших габаритах емкость 16 – 32 Гбайт при стоимости порядка 1000 рублей. Емкость обычно используемых винчестеров достигает нескольких Тбайт – это сильно опровергает прогноз. Наиболее распространенные оптические DVD-диски имеют емкость 4,7 Гбайт. В целом в части устройств внешней памяти реальные достижения оказались заметно выше прогнозируемых.

Экспертные оценки давали следующее распределение парка ПЭВМ по режимам использования (в 2006–2010 гг.): автономный – 40%, в локальных сетях ПЭВМ – 35%, в распределенных сетях ПЭВМ – 25%. Для ЦОД в прогнозе рассматривалась ориентация на многопроцессорные и многомашинные комплексы и создание на этих комплексах и сети ПЭВМ системы виртуальных машин, ориентированной на процессы. Один из возможных путей создания требуемых процессоров – построение их в виде мультимикропроцессорных комплексов с конвейерной организацией. Можно отметить, что в настоящее время и количество используемых ПЭВМ, и широта областей их применения (практически всеми и везде), и количество ПЭВМ, подключаемых к глобальным сетям, значительно превзошли прогнозные ожидания.

В прогнозе по направлению **Искусственный интеллект** были рассмотрены 5 основных направлений: Моделирование творческих процессов; Использование методов ИИ в традиционных задачах управления, планирования и проектирования; Повышение уровня интеллектуальности в ЭВМ новых поколений; Использование методов ИИ в робототехнике и в гибких автоматизированных производствах; Создание систем, работа которых опирается на знания. Были приведены в основном качественные оценки.

В части **Математического моделирования** прогноз сделан по областям применения. Рассматривалось применение математического моделирования: в физике плазмы; в аэродинамике; в ядерной энергетике; при обработке информации и распознавании образов; для оптимизации существующих и создания новых технологий в химической промышленности и в биотехнологии; процессов в окружающей среде; социально-экономических вопросов; для создания новых технологий обработки материалов в машиностроении, интегрированных САПР в машиностроении, технологии разработки и производства микроэлектронных приборов. Этот прогноз носил качественный характер и в основном оказался реализованным.

В прогнозе **Сети ЭВМ** была рассмотрена проблема построения в стране сети передачи данных общего пользования, которая рассматривалась как 4-х уровневая структура: совокупность территориальной сети обмена данными, составляющая ядро такой сети, и взаимодействующие с ней региональные и локальные сети обмена данными, образующие три иерархических уровня коммутации и распределения потоков данных между главной вычислительной машиной и терминалами, расположенными на четвертом (абонентском) уровне иерархии. Констатировалось, что такая сеть должна включать в свой состав узлы коммутации пакетов, рассчитанные на работу со среднескоростными (1200–9600 бит/с) и высокоскоростными (до 96 Кбит/с) каналами связи. Прогноз говорил, что к 2000 году в стране появится территориальная сеть ЭВМ общего пользования с коммутацией пакетов. Предсказывалось внедрение волоконно-оптических линий связи, что приведет к резкому увеличению скорости передачи информации и качества обслуживания на сети. Прогнозировался переход на дискретные системы на основе использования импульсно-кодовой модуляции и временного разделения каналов. В период 2000–2005 гг. на основе единой цифровой сети связи страны прогнозировалось создание интегральной телекоммуникационно-информационной сети с предоставлением целого ряда новых информационно-вычислительных услуг от цифровой телефонии, в том числе для общения с удаленными ЭВМ, и систем автоматизации учреждений и управленческих работ до массовых информационно-справочных систем. Следует признать достаточно точную точность прогноза в части предсказания направления развития сетей, в частности и появившегося в 1989 году Интернета. Но даже обладая хорошей фантазией, при подготовке этого прогноза трудно было предположить, что развитие сетевых возможностей пойдет такими стремительными темпами и охватит практически весь мир.

В прогнозе по **Элементной базе ЭВМ** констатировалось состояние дел на 1986: в СССР были разработаны динамические БИС ОЗУ на n-МОП технологии емкостью 256 Кбит, за рубежом уже производились такие микросхемы емкостью 1 Мбит. Заказные матричные БИС на К-МОП технологии, содержащие 3000 вентилях, произвоились в СССР, 20000 вентилях – за рубежом.

В прогнозе до 2000 г. предполагалось, что основным материалом электроники останется кремний, но будут использоваться также арсенид галлия и фосфид индия. Прогнозировалось использование топологических элементов с минимальным размером порядка 0,1 – 1 мкм при точности совмещения 0,01 – 0,1 мкм на базе 100–200 нм. Этот прогноз оказался точным, а в 2014 году в процессорных микросхемах уже достигнута технология 14 нм. Рассматривались пути развития ССИС – сверхскоростных интегральных схем и СБИС – сверхбольших интегральных схем. Предполагалось использование МДП и биполярных транзисторов. Прогнозировалось, что время задержки в биполярных элементах будет достигать 0,1 нс (10 ГГц), а степень интеграции в МДП СБИС – 10 млн – 100 млн элементов/кристалл. Прогнозировалось, что к 2000 г. на кремниевых СБИС будет возможность обеспечить воспроизводимость минимальных размеров 0,1 – 0,3 мкм на кристаллах размером до  $10^3$  мм<sup>2</sup>. Это обеспечит сложность МДПТ-СБИС до  $10^8$  транзисторов/кристалл, биполярных СБИС до  $10^7$  транзисторов/кристалл. Отметим, что в 2011 году фирмой Altera по технологии 28 нм была выпущена самая большая на тот момент микросхема, она содержала 3,9 млрд ( $3,9 \cdot 10^9$ ) транзисторов, что достаточно близко к прогнозу. По опубликованным данным, наибольшая тактовая частота 5,5 ГГц была достигнута в 2012 году в микропроцессоре zES12 фирмы IBM [12], что даже несколько ниже прогнозируемой величины. Говорилось, что арсенид-галлиевые схемы могут стать основной элементной базой процессоров супер-ЭВМ. В ССИС на этих материалах будет достигнута сложность схем  $10^6$  транзисторов/кристалл. На таких микросхемах в настоящее время достигнута рабочая частота до 1 ТГц. Следует отметить, что этот прогноз оказался очень близким к реальности.

В прогнозе **Научные проблемы создания программного обеспечения ЭВМ** была сформулирована основная задача, стоящая перед программированием на ближайшие 15–20 лет: при умеренном росте (в 2–3 раза) числа профессиональных программистов не менее, чем в 5 раз повысить производительность их труда, повы-

сильно повысить надежность программного продукта не менее, чем на 2 порядка, и примерно на столько же сократить удельные затраты на его сопровождение. Были выделены основные тенденции развития ПО:

- 1) перераспределение функций и сложности по уровням иерархии программных и технических средств;
- 2) развитие принципа иерархической модульности технических и программных компонент на основе унификации и стандартизации интерфейсов;
- 3) выделение программных средств, поддерживающих работу коллективов профессионалов по созданию программных систем и программно-технических комплексов и средств индивидуального использования;
- 4) интеллектуализация прикладных программных систем;
- 5) создание научных основ доказательного программирования.

Прогнозировалось получить в 1996–2000 гг. нижеперечисленные результаты. Разработать теорию и соответствующие автоматизированные средства семантического анализа, синтеза и компрессии текстов на естественном языке. Разработать системы распределенных баз данных/знаний, позволяющих поддерживать широкий спектр форм представления информации (в том числе картинно-графическую, речевую) с заданием пространственно-временных характеристик предметных областей, обладающих развитыми средствами дедуктивного и индуктивного вывода, способных функционировать в условиях неполной, противоречивой, нечеткой информации, со средствами самообучения, самосовершенствования и развития, с возможностью человеко-машинного взаимодействия на естественном языке. В части ОС особое внимание уделялось введению механизмов отказоустойчивости. Планировалось создание быстрых и отказоустойчивых ОС для систем реального времени применительно к многопроцессорным резервированным системам, а также распределенным системам на основе локальных и региональных сетей. Прогнозировалось создание ОС, поддерживающих системы с высокой интеллектуальной квалификацией (речевой ввод-вывод, препроцессоры естественного языка, логический вывод, базы знаний, обучение).

В прогнозе **Проблемы информатизации общества** были сформулированы следующие ключевые проблемы на прогнозируемый период:

1. Изменение структуры и характера общественной деятельности в условиях информатизации
2. Социальная и психологическая подготовка общества к информатизации
3. Создание экономических предпосылок эффективности информатизации
4. Повышение роли науки в информатизации
5. Развитие информационной инфраструктуры общества и всех ее компонентов
6. Анализ возможных негативных последствий информатизации и путей их преодоления

В прогнозе **Школьная информатика** [13] было написано: «Представляется, что в СССР к 2000 г. будет уже взят разбег на полную информатизацию с выходом на **насыщение** примерно к **30–40 гг. XXI столетия**». Прогноз строился через рассмотрение проблем реализации «оконечной» деятельности, непосредственно реализующей цели школьной информатики, и «обеспечивающей» деятельности, происходящей, как правило, за пределами школы и предшествующей оконечной деятельности.

### **Прогноз по реализации на 2000 г.:**

Курс информатики – повсеместное преподавание курса информатики VIII, IX со средней долей контактного времени 50–60%. Завершение апробации стабильного учебника по интегрированному курсу информатики V–VIII.

Учебное применение ЭВМ – Внедрение в школу порядка 5000 обучающих программ с покрытием всех предметов и всех классов, начиная с V, VI. Доступность: в среднем 6–8 раз в год для каждого по каждому предмету.

Орудийное применение ЭВМ – Доступность – каждому ученику в пределах 30% общего контактного времени, выделяемого на учащегося.

Трудовое применение ЭВМ – 1 – 1,5 млн. выпускников с адекватной подготовкой по информатике, вычислительной технике и смежным с ними профессиям.

Досуговое применение ЭВМ – Свободная доступность всем.

Учительское применение ЭВМ – Начальный опыт – 1 млн. учителей; регулярное применение – 500 тыс.

Организационное применение ЭВМ – Интеграция АСУ «Школа» и «Образование», полный переход на новый документооборот.

Дефектологическое применение ЭВМ – В стадии внедрения полного ассортимента обучающих программ во всех школах.

Педвузовское применение ЭВМ – Полное обеспечение потребностей.

### **Прогноз по обеспечению на 2000 г.:**

Наука – Экспериментальные школы с новыми формами учебного процесса. Завершение апробации интегрированных курсов. Модель полной информатизации и образовательные основы новых трудовых процессов.

Методика – Методическое обеспечение интегрированных курсов и применение ЭВМ в начальной школе. Методические основы альтернативных форм учебного процесса.

Учебники – Учебник, пособие, книги для чтения и энциклопедия для интегрированного курса по информатике V–VIII. Учебники по интегрированным курсам. Пробные учебники по альтернативным формам обучения.

Компьютеры – 4–5 млн. ПЭВМ 2-го поколения и их БПО.

Программы – 7–10 тыс. сертифицированных программ. ПО интегрированного курса информатики V–VIII. ПО применения ЭВМ в начальной школе. ПО нескольких интегрированных курсов.

Школа – Завершение строительства школьной инфраструктуры.

Система – Завершение строительства системной инфраструктуры школьной информатики.

Подготовка – 100 тыс. учителей информатики. 60 тыс. заведующих кабинетами ВТ. 100 тыс. учителей-предметников, специально подготовленных для ведения интегрированных курсов.

Переподготовка – Переподготовка 300 тыс. учителей информатики, 50 тыс. заведующих кабинетами ВТ, 100 тыс. учителей для ведения интегрированных курсов.

Ориентация – 1 млн. учителей и работников образования.

## Список литературы

1. Постановление ЦК КПСС и СМ СССР от 29.07.1983 № 729-231 «О дальнейшем развитии работ в области вычислительной техники».
2. Постановление СМ СССР от 29.07.1983 № 730-232 «О мерах по обеспечению работ в области вычислительной техники и ее применения в народном хозяйстве».
3. Захаров В.Н., Лавренюк Ю.А. Концепция новых поколений вычислительных систем – последняя крупная инициатива социалистических стран в области вычислительной техники и информатики // «Вестник компьютерных и информационных технологий», 2007, № 3, с. 44-51.
4. Zakharov V. and Lavrenjuk Ju. Conception of New Generation Computer Systems – The Last Large-Scale Initiative in Computers of the COMECON Countries: A Glance after Twenty Years // PERSPECTIVES ON SOVIET AND RUSSIAN COMPUTING. First IFIP WG 9.7 Conference, SoRuCom 2006, Petrozavodsk, Russia, July 3-7, 2006, Revised Selected Papers. IFIP Advances in Information and Communication Technology, 2011, vol. 357/2011, ISBN 978-3-642-22815-5, pp. 50-63.
5. Захаров В.Н. Школьная информатика в России – техническая база начального периода // Труды SORUCOM-2011. Вторая Международная конференция «Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР». 12-16 сентября 2011 г., Великий Новгород, с. 115-120.
6. Постановление ЦК КПСС и СМ СССР от 12.12.1985 № 1230 «О создании межотраслевых научно-технических комплексов и мерах по обеспечению их деятельности».
7. Постановление ЦК КПСС и СМ СССР от 23.01.1986 «О создании и развитии производства в СССР персональных ЭВМ».
8. Постановление Президиума АН СССР от 10.12.1986 № 1456 «О разработке прогнозов по важнейшим направлениям развития науки».
9. Захаров В.Н. Компьютеры и компьютерные технологии за 15 лет: прогнозы и реальность // Системы и средства информатики. Вып. 9. М.: Наука. Физматлит, 1999, с. 97-118.
10. Top500 – мировой рейтинг пятисот самых производительных (на тесте Linpack) вычислительных машин мира. Электронный ресурс в сети Интернет, <http://www.top500.org>.
11. Абрамов С.М., Лилитко Е.П. Состояние и перспективы развития вычислительных систем сверхвысокой производительности // Информационные технологии и вычислительные системы, 2013, № 2, с. 6 – 22.
12. Горшенин А.К., Замковец С.В., Захаров В.Н. Параллелизм в микропроцессорах // Системы и средства информатики, 2014, Т. 24, №1, с. 47-61.
13. Ершов А.П. Школьная информатика. Предисловие В.Н. Захаров // Информатика и образование, 2005, № 1, с. 3-14.

# О развитии аппаратных средств статистического моделирования

Вячеслав Михайлович Захаров, Сергей Викторович Шалагин

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
Казань, Россия  
gilvv@mail.ru, sshalagin@mail.ru

## About Development of Hardware of Statistical Modelling

Vijacheslav Zakharov, Sergey Shalagin

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev  
Kazan, Russia

В докладе представлены результаты о развитии специализированных аппаратных средств вычислительной техники, ориентированных на решение задач методами статистического моделирования и средств аппаратной поддержки методов вероятностного моделирования на вычислительных машинах. Отражено развитие подхода представления вероятностных автоматов на основе аппарата полей Галуа и метода их синтеза в базе ПЛИС/FPGA.

**Ключевые слова:** аппаратные средства статистического моделирования, вероятностные автоматы и процессоры, полиномиальные модели случайных последовательностей, синтез в базе ПЛИС

## Введение

В развитии вычислительной техники существуют две тенденции – создание универсальных вычислительных машин и разработка проблемно-ориентированных специализированных устройств, ориентированных на эффективное решение определенного класса задач. Время показало, что существуют такие объекты и такие задачи, связанные с ними, что никакое повышение производительности универсальных вычислителей не позволяет надеяться на решение определенных задач в реальном масштабе времени.

Среди специализированных вычислительных устройств довольно давно (в 60-е годы прошлого столетия) возник класс устройств, спецификой которых является использование стохастических методов моделирования. Известный метод Монте-Карло был первым примером подобного подхода. В [1] представлена структурная схема проблемно-ориентированного специализированного устройства для аппаратной реализации метода Монте-Карло.

Для вычислений, опирающихся на идею стохастического подхода, характерен параллелизм глубокого уровня. Обычные вычислительные машины не могут его обеспечить, а при последовательном выполнении стохастических испытаний требования к быстродействию алгоритмов вычислений возрастают с ростом необходимой точности решения задачи квадратично. Практика вычислений свидетельствует о том, что есть задачи, которые другими методами либо не решаются, либо требуют чрезвычайно высокой производительности и больших затрат времени на поиск решения. Эти моменты с самого начала использования методов, опирающихся на статистические испытания, поставили задачу о создании специализированных вычислительных устройств, ориентированных на методы данной группы [2–5].

В дальнейшем появились и другие методы, опирающиеся на идею стохастического подхода: методы вероятностного представления информации, методы стохастической геометрии в распознавании образов, стохастические методы передачи данных и др. [6–12].

Цель доклада – представить результаты, характеризующие развитие специализированных аппаратных средств вычислительной техники, ориентированных на решение задач методами статистического моделирования и средств аппаратной поддержки методов вероятностного моделирования на вычислительных машинах (рассмотрение результатов не включает материал по иностранной библиографической литературе).

## Аппаратные средства на основе вероятностных автоматов

Разработке вычислительных устройств, ориентированных на методы статистических испытаний и вероятностные алгоритмы, способствовало интенсивное развитие теории вероятностных автоматов в 60–70 годы и ее приложения к задачам синтеза и анализа вероятностных преобразователей и генераторов случайных процессов, представленное в [13–22], в том числе и в монографиях [13–18], в которых подытожены достижения теории



вероятностных автоматов по всем ее разделам, подробно изложены результаты по представимости языков и словарных функций в конечных вероятностных автоматах, вопросы гомоморфизма, эквивалентности и минимизации вероятностных автоматов, структурной теории, вероятностных грамматик, алгоритмов по исследованию автоматов в случайных средах и др.

Вероятностный автомат общего вида [13, 18] является математической моделью универсального преобразователя информации и в качестве автономного автомата служит математической моделью генератора широко класса случайных последовательностей [13, 14, 18, 21]. Аппарат вероятностных автоматов имеет глубокую взаимосвязь с цепями Маркова, что позволяет решать задачи конечно-автоматного представления марковских последовательностей и функций цепей Маркова. На основные принципиальные вопросы, связанные с синтезом генераторов цепей Маркова, ответы получены на базе теоретико-автоматных идей [14, 16, 18, 21, 22]. Функции цепей Маркова рассматриваются как процессы, получаемые на выходе вероятностных моделей автоматного типа [18, 21]. Важность задачи их моделирования определяется широкими прикладными возможностями этих процессов [14–22].

Теория вероятностных автоматов определяет свойства и методы синтеза вероятностных устройств на достаточно высоком уровне абстракции. Поэтому решение задач, связанных с разработкой аппаратно-программных средств, математической моделью которых является вероятностный автомат, стимулировало развитие направления «аппаратной» поддержки выбранных автоматных вероятностных моделей. Технические аспекты этого направления связаны с задачей создания специализированных вероятностных процессоров, структура которых позволяет программным способом менять логику функционирования и реализовать различные вероятностные алгоритмы. Основополагающие результаты направления нашли отражение в ряде монографий [14, 23–25], в том числе в монографиях по проблемам синтеза генераторов случайных и псевдослучайных чисел [26–31] и в публикациях по разработкам разнообразных аппаратных средств для статистического моделирования [32–38]. Анализ патентной литературы показывает, что технические решения в области разработок по «аппаратной» поддержке защищены большим количеством авторских свидетельств, обширный список которых, в частности, представлен в [30, 31].

Развитию направления в значительной степени способствовало проведение в соответствии с планами конференций и совещаний Минвуза СССР и Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика» трех всесоюзных симпозиумов по вероятностным автоматам и их приложениям:

- I Всесоюзный симпозиум по вероятностным автоматам и их приложениям, Казань, 1969, материалы симпозиума опубликованы в [39];
- II Всесоюзный симпозиум по вероятностным автоматам и их приложениям, Тбилиси, 1976, материалы симпозиума опубликованы в [40];
- III Всесоюзный симпозиум по вероятностным автоматам и их приложениям, Казань, 1983, который был организован Казанским государственным университетом им. Ульянова-Ленина и Казанским авиационным институтом им. А.Н. Туполева, материалы симпозиума опубликованы в [41–43].

Материалы [39–43], в том числе пленарные доклады III симпозиума: Бухараев Р.Г. «Некоторые методы и новые результаты в теории вероятностных автоматов» (Казань); Лоренц А.А. «Задачи структурного синтеза вероятностных автоматов» (Рига); Михайлов Г.А. «Математические модели случайных величин, процессов и полей» (Новосибирск); Альпин Ю.А., Захаров В.М. «Моделирование случайных последовательностей автономными автоматными схемами» (Казань); Фрейвалд Р.В. «Сравнение оценок сложности вычисления на вероятностных и детерминированных машинах» (Рига); Яровицкий Н.В. «Гармонические методы при исследовании поведения систем вероятностных автоматов» (Киев); Яковлев В.В., Федоров Р.Ф. «Некоторые методологические аспекты развития стохастических вычислительных устройств», отражают проблематику, степень участия различных организаций и научных школ и дают достаточно полное представление о состоянии в СССР в 70–80 годы исследований по вероятностным автоматам и их приложениям в области синтеза аппаратных средств статистического моделирования.

## Вероятностные аппаратные средства на основе полиномиальной алгебры

В работах [44–45] определена взаимосвязь аппарата вероятностных автоматов и полиномиальных функций над полем Галуа вида  $G_{(n)} = GF(2^n)$  и предложен подход к решению задачи представления функций конечных цепей Маркова как задачи представления вероятностных автоматов на основе полиномиальной алгебры. В [44–51] разработаны методы построения полиномов с заданными свойствами над полем  $G_{(n)}$  – полиномиальных моделей, порождающих различные виды цепей Маркова и заданные классы функций цепей Маркова. В качестве базиса для построения полиномиальных моделей применяются нелинейные полиномиальные функции (НПФ) от одной и от двух переменных над полем  $G_{(n)}$  [44–45].

В поле Галуа эффективно реализуются системы потоковой обработки двоичных векторов большой размерности. Это открывает возможность синтеза вероятностных автоматных моделей в однородных вычислительных сетевых структурах, допускающих параллельную реализацию. Перспективность этого направления определяется широким применением функций конечных ЦМ и эффективностью арифметики конечных полей в задачах цифровой обработки информации.

## Представление полиномиальных моделей в базисе ПЛИС/FPGA

В [51–57] разработаны теоретические основы структурного и функционального синтеза полиномиальных моделей генераторов дискретных стохастических процессов класса марковских и их функций в базисе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) класса FPGA. Решена актуальная проблема, связанная с генерированием и обработкой массивов вероятностных данных, представленных в цифровой форме и имеющих большую размерность, за ограниченный период времени, путем организации распределенных вычислений.

Для решения указанного класса задач эффективны распределенные вычислительные системы с программируемой архитектурой (РВС ПА), элементами которых являются сконфигурированные ПЛИС класса FPGA [58]. В настоящее время созданы РВС ПА различного назначения, выполненные при использовании унифицированных базовых модулей – многопроцессорных реконфигурируемых вычислителей на основе ПЛИС/FPGA. РВС ПА позволяют реализовать различные устройства вычислительной техники (ВТ), реконфигурируемые в реальном времени [58].

Развитие теоретических основ представления ВА на основе операций в конечных полях над потоками дискретных случайных величин открывает возможность для разработки эффективных методов синтеза на РВС ПА в базисе ПЛИС/FPGA генераторов дискретных стохастических процессов (ДСП) класса марковских и их функций на основе распределенного, непересекающегося по аргументам и адаптированного под архитектуру ПЛИС/FPGA вычисления значений НПФ от  $m$  переменных, определенных над конечным полем.

Создан общий метод синтеза [56, 57] при использовании однотипных специализированных цифровых вычислительных устройств, ориентированных на архитектуру ПЛИС/FPGA и описываемых НПФ над конечным полем, для генераторов дискретных стохастических процессов класса марковских и их функций. Для решения задачи синтеза (или создания прототипов) таких классов устройств ВТ как «система на кристалле», встраиваемые и портативные системы, широкое распространение получили IP-ядра (англ. Intellectual Property) – готовые блоки, применяемые для проектирования микросхем и представленные на уровне абстрактного описания, на функциональном и на физическом уровнях. При ограничениях на быстродействие и размер занимаемой площади микросхемы, IP-ядра позволяют существенно ускорить процесс синтеза устройств ВТ на микросхемах, в том числе, на ПЛИС/FPGA.

Устройства, позволяющие вычислить НПФ от  $m$  переменных над полем  $G_{(n)}$  вида

$$f(q_1, \dots, q_m) = \sum_{i_1=0}^w \dots \sum_{i_m=0}^w a_{i_1 \dots i_m} q_1^{i_1} \dots q_m^{i_m}, \quad w = 2^n - 1, \quad a_{i_1 \dots i_m}, q_1, \dots, q_m \in G_{(n)}, \quad (1)$$

реализуемы на основе схем, альтернативных по оценкам временной и аппаратной сложности: параллельной, систолической, последовательностной [50] и параллельно-последовательностной [59]. Для этих структур получены оценки временной и аппаратной сложности [50, 59], равные соответственно

$$\begin{aligned} O_t^{(Par.)} (n \log n + (\log m) \log n + m \cdot n) \text{ для } n > 1 \text{ и } O_q^{(Par.)} (m^2 \cdot n^2 \cdot 2^{mn}), \\ O_t^{(Sist.)} (m \cdot 2^n \cdot \log m) \text{ и } O_q^{(Sist.)} (2^{m \cdot n} \cdot n^2), \\ O_t^{(Sec.)} (2^{n \cdot m} \cdot \log n) \text{ и } O_q^{(Sec.)} (n^2), \end{aligned}$$

где в качестве меры сложности применяются операции над элементами поля  $GF(2)$ .

Параллельно-последовательная схема есть схема вычисления значения НПФ вида (1) от  $m$  переменных над  $G_{(n)}$  путем последовательного выполнения групп из  $d$  операций над  $G_{(n)}$ , выполняемых параллельно, вида:  $a_{i_1 \dots i_m} q_1^{i_1} \dots q_m^{i_m}$  в (1) для  $d \in [2, w/2]$ . Оценки временной и аппаратной сложности для ППС занимают промежуточное положение между соответствующими оценками для параллельной и систолической схем, с одной стороны, и последовательностной схемой, с другой стороны [59].

Предложен метод синтеза устройств для вычисления дискретных детерминированных функций (ДДФ) от  $m$  переменных, представимой НПФ над  $G_{(n)}$ , на основе системы из  $l$  НПФ от  $m \cdot l$  переменных каждая над полем  $G_{(k)}$ ,  $n = k \cdot l$  [60, 61]. Для ДДФ, представленной системой НПФ вида (1) над  $G_{(2)}$  на основе параллельной реализации каждая, порядки оценок временной и аппаратной сложности составляют  $O_t(\log_2(m \cdot n))$  и  $O_q(m \cdot n \cdot l^2)$ ,  $l = n/k$ , соответственно (мера сложности – операции над  $GF(2)$ ). Данное обстоятельство определяет преимущество в оценках временной сложности вычисления ДДФ системой НПФ (1) над  $G_{(2)}$ , примерно в  $n \cdot (m + \log_2 n) / \log_2(m \cdot n)$  раз, по сравнению с соответствующими оценками для реализации указанной ДДФ при использовании параллельной схемы вычисления НПФ (1) над  $G_{(n)}$  [60, 61].

Для решения задачи синтеза устройств ВТ на ПЛИС/FPGA, реализующих НПФ от  $m$  переменных над  $G_{(k)}$  вида (1), применимы однотипные функциональные модули (ФМ), описываемые нелинейными полиномиальными преобразованиями над конечным полем [62–64], а для решения задачи аппаратного синтеза вероятностной части применимы ФМ, реализующие операции вычисления остатка по заданному модулю, отличного от степени числа два, над конечным полем [65–66].

В [67–68] показано, что перспективной является задача синтеза устройств для генерирования ДСП класса марковских и их функций на РВС ПА при использовании однотипных IP-ядер, описываемых на основе нелинейных полиномиальных преобразований над конечным полем. В соответствии с требованиями, предъявляемым к синтезируемым на РВС ПА устройствам по быстродействию и количеству задействованных процессорных элементов, актуальна задача адаптации указанных IP-ядер под архитектуру ПЛИС/FPGA.

## Список литературы

1. Бусленко Н.П. Метод статистических испытаний (Монте-Карло) и его реализация в цифровых машинах/ Н.П.Бусленко, Ю.А. Шрейдер – М.: Физматгиз, 1961. – 226 с.
2. Голенко Д.И. Датчик случайных чисел к ЭВМ «Стрела» / Д.И.Голенко, В.П.Смирятин, В.Я.Капланский // Вопросы вычислительной техники. – М.: Машгиз, 1963. – С. 212-221.
3. А.с. 212628 СССР, МПК G 06 F 15/36. Приставка к цифровым вычислительным машинам/ Р.Г. Бухараев // – 1968. Б.И. №9.
4. Бухараев, Р.Г. Теория конструирования машин для статистического моделирования (Вероятностные автоматы): дис. ... д-ра техн. наук / Бухараев Раис Гатич. – Казань, 1968. – 307 с.
5. Бухараев, Р.Г. Специализированная ЭВМ для моделирования и обработки функций конечных однородных цепей Маркова/ Р.Г. Бухараев, В.И. Геза// Всесоюз. симпозиум по вероятностным автоматам: тез. докл. – Казань: Изд-во КГУ, 1969. – С. 14–15.
6. Кирьянов Б.Ф. Аппаратурные методы вычислений на основе стохастического принципа: дис. ... д-ра техн. наук / Кирьянов Борис Федорович. – Казань, 1973.
7. Яковлев, В.В. Стохастические вычислительные машины / В.В. Яковлев, Р.Д. Федоров. – Л.: Машиностроение, 1974. – 343 с.
8. Кирьянов, Б.Ф. Основы теории стохастических вычислительных машин и устройств / Б.Ф. Кирьянов. – М. – 1976. – 168 с. – Деп. в ЦНИИТЭ приборостроения 21.05.1976, № 524.
9. Федоров, Р.Ф. Стохастические преобразователи информации/ Р.Ф. Федоров, В.В. Яковлев, Г.В. Добрис. – Л.: Машиностроение, 1978. – 304 с.
10. Федотов, Н.Г. Методы стохастической геометрии в распознавании образов/ Н.Г. Федотов. – М.: Радио и связь, 1990. – 144 с.
11. Бухараев Р.Г. Аппаратно-программная реализация методов стохастической геометрии в распознавании образов/ Р.Г.Бухараев, Н.Р.Бухараев, В.М.Захаров и др.// Проблемы нелинейного анализа в инженерных системах: сб. трудов междунар. конф. –Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева. 1998. – т. 4.- Вып.7. – С. 32-37.
12. Осмоловский, С.А. Стохастические методы передачи данных/ С.А. Осмоловский. – М.: Радио и связь, 1991. – 240 с.
13. Бухараев, Р.Г. Вероятностные автоматы/ Р.Г. Бухараев. – Казань: Изд-во КГУ, 1970. – 188 с.
14. Поспелов, Д.А. Вероятностные автоматы / Д.А. Поспелов. – М.: Энергия, 1970. – 88 с.
15. Лоренц, А.А. Синтез надежных вероятностных автоматов / А.А. Лоренц. – Рига: Зинатне, 1975. – 168 с.
16. Лоренц, А.А. Надежность и быстродействие вероятностных автоматов/ А.А. Лоренц. – Рига: Зинатне, 1976. – 112 с.
17. Бухараев, Р.Г. Вероятностные автоматы/ Р.Г. Бухараев. – Казань: Изд-во КГУ, 1977. – 247 с.
18. Бухараев, Р.Г. Основы теории вероятностных автоматов/ Р.Г. Бухараев. – М.: Наука, 1985. – 287 с.
19. Бухараев, Р.Г. Вероятностные автоматы //Теория вероятностей, математическая статистика, теоретическая кибернетика. – М.: ВИНТИ, 1982. Т.15. – С.79-122.
20. Бухараев, Р.Г. Вероятностные автоматы и процессоры. М.: Знание, 1986. – № 6, – 48 с.
21. Бухараев, Р.Г. Представимость языков и словарных функций, многотактных каналов и случайных последовательностей в конечных вероятностных автоматах: дис. ... д-ра физ.-математич. наук / Бухараев Раис Гатич. – Казань. 1981.
22. Гиоргадзе, А.Х. Пространственно-временная декомпозиция и структурный анализ и синтез стохастических систем: дис. ... д-ра техн. наук/ Гиоргадзе Анатолий Христофорович. – Тбилиси, 1981. – 320 с.
23. Гладкий, В.С. Вероятностные вычислительные модели / В.С. Гладкий. – М.: Наука, 1973. – 300 с.
24. Четвериков, В.Н. Вычислительная техника для статистического моделирования/ В.Н. Четвериков, Э.А. Баканович, А.В. Меньков. – М.: Сов. радио, 1978. – 312 с.
25. Бухараев, Р.Г. Управляемые генераторы случайных кодов/ Р.Г. Бухараев, В.М. Захаров. – Казань: КГУ, 1978. – 160 с.
26. Алексеев А.И. Теория и применение псевдослучайных сигналов/ А.И.Алексеев, А.Г.Шереметьев, Г.И.Тузов и др. – М.: Наука, 1969. – 367 с.
27. Ярмолик В.Н. Генерирование и применение псевдослучайных сигналов в системах испытаний и контроля/ В.Н.Ярмолик, С.Н.Демиденко – Минск: Наука и техника, 1986. – 200 с.
28. Винокуров, В.И. Дискретно-кодированные последовательности/ В.И. Винокуров, В.Е. Гантмахер. – Ростов н/Д: РГУ, 1990. – 288 с.
29. Иванов, М.А. Теория применения и оценка качества генераторов псевдослучайных последовательностей / М.А. Иванов, И.В. Чугунков. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2003. – 240 с.
30. Песошин, В.А. Генераторы псевдослучайных и случайных чисел на регистрах сдвига / В.А. Песошин, В.М. Кузнецов. – Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2007. – 296 с.
31. Кузнецов, В.М. Генераторы случайных и псевдослучайных последовательностей на цифровых элементах задержки: монография/ В.М. Кузнецов, В.А. Песошин. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2013. – 336 с.
32. Песошин В.А. Устройство ввода случайных чисел ЕС -6903/ В.А.Песошин// Вероятностные автоматы и их приложения: сб. трудов. – Казань: Изд-во КГУ, 1986. – С.22-29.
33. Песошин, В.А. Устройства вычислительной техники для генерирования случайных и псевдослучайных последовательностей и чисел: дис. ... д-ра техн. наук/Песошин.Валерий Андреевич – Казань, 1987. – 408 с.

34. Баканович Э.А. Статистический процессор для автоматизированных систем испытаниями и моделированием/ Э.А.Баканович, Н.А.Волорова// Управляющие системы и машины, 1986. – № 1. –С. 90-95.
35. Пех Х. Теория построения стохастических устройств для реализации статистических испытаний: автореф. дис. ... д-ра техн. наук/ Пех Хенрик. – Ленинград, 1990. – 31 с.
36. Захаров, В.М. Аппаратно-программная организация специализированных процессоров на основе автономных вероятностных автоматов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук/ Захаров Вячеслав Михайлович. – Казань, 1995. – 30 с.
37. Глова В.И. Вычислительные средства для статистического моделирования: автореф. дис. ... д-ра техн. наук/ Глова Виктор Иванович. – Казань, 1995. – 33 с.
38. Песошин, В.А. Аппаратно-программные системы статистического моделирования и защиты информации / В.А. Песошин, В.М. Захаров, В.М. Кузнецов и др. // Проблемы и перспективы развития информационных технологий: материалы докл. Всерос. науч.-техн. конф. 10 февр. 2012. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. – С. 8–21.
39. Сб. Вероятностные автоматы и их применения. – Рига: “Зинатне”, 1971.- №1. -160 с.
40. Материалы II Всесоюзного симпозиума по вероятностным автоматам и их приложениям. – Тбилиси: «Мецниереба», 1976. – 153 с.
41. Тезисы докладов III Всесоюзного симпозиума по вероятностным автоматам. – Казань: Изд-во КГУ, 1983. – 140 с.
42. Бухараев Р.Г., Захаров В.М. Всесоюзный симпозиум по вероятностным автоматам и их приложениям/ Р.Г.Бухараев, В.М.Захаров// Науч. совет по проблеме «Кибернетика»: сб. информационных материалов. – I (133).- М: Изд-во АН СССР, 1984. – С.3-10.
43. Сб. Вероятностные автоматы и их приложения. Под редакцией Р.Г. Бухараева / Составитель В.М. Захаров – Казань: Изд-во КГУ, 1986. – 214 с.
44. Захаров, В.М. Синтез автономных вероятностных автоматов на основе полей Галуа / В.М.Захаров, Ш.Р. Нурутдинов, С.В. Шалагин // Сб.Исследования по информатике. – Казань: Изд-во ИПИ АН РТ, 2000. – Вып. 2. – С. 107–116.
45. Захаров, В.М. Полиномиальное представление цепей Маркова над полем Галуа/ В.М. Захаров, Ш.Р. Нурутдинов, С.В. Шалагин// Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева. – 2001. – № 3. – С. 27–31.
46. Захаров, В.М. Полиномиальное представление конечно-автоматных случайных последовательностей над полем Галуа / В.М. Захаров, Ш.Р. Нурутдинов, С.Ю. Соколов и др. // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. – 2003. – № 2. – С. 24–28.
47. Нурутдинов Ш.Р. Основы теории полиномиальных моделей автоматных преобразований над полем Галуа – Казань: КГУ, 2005. – 156 с.
48. Эминов Б.Ф. Методы и алгоритмы построения и анализа полиномиальных функций над конечным полем на основе стохастических матриц: автореф. дис. ... канд. физ.-математич. наук/ Эминов Булат Фаридович – Казань, 2008. – 20 с.
49. Захаров, В.М. Параллельные марковские модели над полем  $GF(2^n)$ / В.М. Захаров, С.В. Шалагин // Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах: тез. докл. 8-й Междунар. конф. 17 – 21 нояб. 2008. – Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2008. – С. 155–160.
50. Шалагин, С.В. Полиномиальные модели генераторов дискретных случайных величин / С.В. Шалагин // Инфокоммуникационные технологии Глобального информационного общества: сб. тр. 6-й ежегодной Междунар. науч.-практ. конф. 4–5 сент. 2008. – Казань: Центр Оперативной Печати, 2008. – С. 159–171.
51. Захаров В.М. Методы и алгоритмы построения и анализа полиномиальных функций над конечным полем на основе стохастических матриц/ В.М.Захаров, Б.Ф.Эминов. – Saarbrücken Germany: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. – 168 с.
52. Захаров, В.М. Метод моделирования и преобразования функций цепей Маркова в полях Галуа и его реализация в базе ПЛИС/ В.М. Захаров, Ш.Р. Нурутдинов, С.В. Шалагин// Методы и средства обработки информации: тез. докл. 2-й Всерос. науч. конф. 5-7 окт. 2005.– М.: МГУ, 2005. – С. 256–262.
53. Захаров, В.М. Реализация полиномиальных моделей над полем  $GF(2^n)$  неоднородных цепей Маркова и их функций в базе ПЛИС/FPGA/ В.М. Захаров, Ш.Р. Нурутдинов, С.В. Шалагин// Инфокоммуникационные технологии глобального информационного общества: тез. докл. 4-й ежегодной Междунар. науч.-практ. конф. 5-8 сент. 2006. – Казань: Центр инновационных технологий, 2006. – С. 62–66.
54. Захаров, В.М. Полиномиальные модели генераторов дискретных марковских процессов в базе ПЛИС/FPGA / В.М. Захаров, С.В. Шалагин // Проблемы техники и технологий телекоммуникации: тез. докл. 9-й Междунар. науч.-техн. конф. 25-27 нояб. 2008. – Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2008. – С. 90–91.
55. Шалагин, С.В. Представимость дискретных детерминированных нелинейных функций на основе многочленов над полем Галуа в базе ПЛИС класса FPGA / С.В. Шалагин. – Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2010. – 184 с.
56. Шалагин, С.В. Представление нелинейных полиномиальных функций над полем Галуа в базе ПЛИС/FPGA/ С.В. Шалагин. – Saarbrücken Germany: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. – 188 с.
57. Шалагин С.В. Методы синтеза устройств вычислительной техники на основе нелинейных полиномиальных функций над конечным полем: автореф. дис. ... докт. техн. наук/ Шалагин Сергей Викторович. – Казань, 2013. – 32 с.
58. Каляев, И.А. Реконфигурируемые мультиматричные вычислительные структуры / И.А. Каляев, И.И. Левин, Е.А. Семерников и др. – 2-е изд. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. – 344 с.
59. Шалагин, С.В. Цифровые вычислительные устройства полиномиальной функции на основе однотипных операций над полем Галуа/ С.В. Шалагин // Проблемы и перспективы развития информационных технологий: материалы Всерос. науч.-техн. конф. 10 февр. 2012. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. – С. 63–73.
60. Шалагин, С.В. О представлении нелинейных полиномов над конечным полем распределенной вычислительной системой/ С.В.Шалагин// Нелинейный мир.– 2009.- № 5. – С.376–379.
61. Шалагин, С.В. Представимость неоднородных цепей Маркова и их стохастических функций полиномами от нескольких переменных над полем Галуа / С.В. Шалагин// Инфокоммуникационные технологии Глобального информационного общества: сб. тр. 7-й ежегодной Междунар. науч.-практ. конф. 10–11 сент. 2009. – Казань: Центр оперативной печати, 2009. – С. 134–139.
62. Захаров, В.М. Аппаратная реализация умножения элементов поля Галуа на программируемых микросхемах архитектуры FPGA/ В.М.Захаров, Ш.Р. Нурутдинов, С.В.Шалагин// Вестник КГТУ им.А.Н.Туполева. – 2001.- № 1.- С.36 – 47.

63. Shalagin, S.V. Computer Evaluation of a Method for Combinational-Circuit Synthesis in FPGAs / S.V. Shalagin // Russian Microelectronics. – 2004. – Vol. 33; № 1. – P. 46–54.
64. Шалагин, С.В. Умножение элементов расширений полей Галуа в базисе ПЛИС/FPGA/ С.В. Шалагин // Информационные технологии. – 2007. – № 12. – С.22–27.
65. Захаров, В.М. Алгоритм вычисления остатка по модулю и оценки его сложности/ В.М.Захаров, Е.Л.Солов, С.В.Шалагин// Информационные технологии. – 2010. – № 11. – С. 32 – 36.
66. Пат. 2421781 РФ МПК<sup>8</sup> G06F 7/72, H03M 7/18. Устройство для формирования остатка по заданному модулю/ В.М.Захаров, Е.Л.Солов, С.В.Шалагин; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Казан. гос. техн. ун-т. – № 2009138613/08; заявл. 19.10.2009; опубл. 20.06.2011, Бюл. № 17. – 12 с.: ил.
67. Шалагин, С.В. Реализация устройств вычислительной техники на многопроцессорных системах с программируемой архитектурой / С.В. Шалагин // Вестник МарГТУ. – 2011. – № 1 (11). – С. 38–46.
68. Шалагин, С.В. Моделирование дискретных марковских процессов на распределенной вычислительной системе с программируемой архитектурой/ С.В. Шалагин // Динамика нелинейных электротехнических и электронных систем: материалы 10-й Всерос. науч.-техн. конф. 6–8 июня 2013. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2013. – С. 60–61.

# Опыт создания и развития инструментальных средств САПР

Павел Александрович Зиновьев

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

Казань, Россия

igor.zinovyev@gmail.com

Развитие процессов информатизации и инфокоммуникационных технологий (ИКТ) достаточно давно является приоритетной задачей цивилизованных стран и народов. В Советском Союзе в 70-х и 80-х годах XX века разработка и повсеместное внедрение ИКТ представлялись одним из важнейших факторов укрепления промышленного и научного потенциала страны, повышения её обороноспособности, усовершенствования сферы государственного управления, ускорения развития экономической и социальной сфер, повышения качества обслуживания населения. При этом руководящие круги государства предпочитали отдавать приоритет именно стратегическим аспектам развития ИКТ, что было связано с необходимостью концентрации имеющихся ресурсов на задачах создания и совершенствования общенациональной инфокоммуникационной инфраструктуры, а также повышения эффективности общественного производства.

**Ключевые слова:** комплексные системы автоматизированного проектирования (КСАПР), инструментальные средства, конструкторско-технологическая подготовка производства, настройка на предметную область

## Немного истории

Республика Татарстан (в рассматриваемый период времени – ТАССР) в силу своего научно-технического и промышленного потенциала всегда была в числе наиболее передовых регионов не только Российской Федерации, но и всего бывшего СССР по уровню развития информационных технологий. Столица республики – Казань – по праву считалась одним из крупных всесоюзных центров информатизации.

Еще в 50-х и 60-х годах прошлого века в Казани был создан мощный конгломерат предприятий Минрадиопрома и Минприбора СССР, осуществлявших широкомасштабное производство и внедрение средств электронной вычислительной техники (ЭВТ) в народное хозяйство страны. В частности, в столице Татарстана находился один из крупнейших в СССР завод ЭВМ, продукция которого (ЕС ЭВМ моделей ЕС-1033 и ЕС-1045, быстродействующие печатающие устройства – АЦПУ, средства телеобработки данных) пользовалась спросом не только на территории Советского Союза, но и экспортировалась во многие страны мира, в том числе в Индию, Сирию, Йемен, Болгарию, Венгрию, Чехословакию и другие страны. Заводом пишущих устройств (КПО «Терминал») выпускалась обширная номенклатура периферийных устройств ЭВТ (дисплеи, АЦПУ, графопостроители, консоли управления и прочее). Тысячи специалистов из республик и регионов СССР, а также из зарубежных стран обучались навыкам эксплуатации семейства ЕС ЭВМ в Казанском НПО «Алгоритм».

От Прибалтики до Сахалина, от Мурманска до Ташкента – такова была география внедрения автоматизированных информационных систем различного назначения, созданных учеными и программистами НПО «Волга» (ГНИПИ-ВТ) и КФ ИПИАИ. Разработку информационных технологий и устройств ЭВТ на основе микропроцессорной техники для нужд своих отраслей осуществляли также такие предприятия и организации, как НИИВС, КНИИРЭ, ПО «Электрон», КФ НИАТ, КНИТИ-ВТ, ПО КАМАЗ, ПО «Радиоприбор» и другие.

Подготовку квалифицированных специалистов для этих предприятий и организаций непрерывно осуществляли ВУЗы Татарстана, в том числе КГУ, КАИ, КХТИ и другие. Многие из этих специалистов, проработав в течение нескольких лет на самых передовых предприятиях Казани и получив необходимый опыт и навыки эксплуатации средств ЭВТ, разъезжались затем по всем городам и весям огромной страны, распространяя таким образом полученные знания и умения по территории всего СССР.

В Татарской АССР в те годы неоднократно проходили самые авторитетные международные и всесоюзные научно-практические конференции и семинары по проблемам информатизации и внедрения информационных технологий. На них происходил обмен самым передовым опытом разработки, внедрения и эксплуатации средств вычислительной техники, а также общесистемного и прикладного программного обеспечения (ПО).

Особенно хотелось бы отметить вклад специалистов Казанского завода ЭВМ в развитие современной ИКТ-индустрии в Индии, куда из Казани в 70-е годы XX века не только в значительных объемах поставлялись передовые на тот момент технические средства ЕС ЭВМ, но и направлялись на длительные сроки работы многочисленные команды инженеров-электронщиков и программистов. Они внесли огромный, поистине неоценимый вклад в дело развития национальной индийской ИКТ-инфраструктуры, помогли индийским специалистам, прежде всего – программистам, быстро освоить новые тогда для них технологии и ускоренными темпами выйти на совершенно новые, высочайшие рубежи в этой области. Во многом благодаря специалистам из Казани Индия сделала впечатляющий инновационный рывок и в настоящее время является одним из наиболее авторитетных мировых «гуру» в сфере ИКТ. Достаточно сказать, что сейчас объем ИКТ-индустрии в этой стране дости-

гает чуть ли не 10% её ВВП. При этом аутсорсинговые услуги составляют около 50% от общего объёма экспорта услуг. Доля участия Индии в ИКТ-секторе мирового ВВП составляет около 3,3%, что в десять раз превышает аналогичный вклад Российской Федерации в этот важнейший показатель научно-технического развития передовых стран мира. Таковы современные реалии.

## Ретроспективный анализ проблем разработки и внедрения САПР

Одним из наиболее перспективных и наиболее быстро развивавшихся направлений создания и внедрения ИКТ в 70-х и 80-х годах в Советском Союзе считались системы автоматизации проектирования (САПР), их западные аналоги были известны как системы CAD (Computer-Aided Design). Действительно, всесторонняя автоматизация инженерной проектной деятельности, прежде всего – проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства, сулила огромные экономические выгоды, связанные с сокращением сроков разработки и повышением качества проектных решений в процессе создания изделий новой техники. Это обеспечивалось внедрением новых технологий ведения проектных работ, основанных на широком применении современной ЭВТ и специализированного прикладного ПО.

Даже простая автоматизация документирования проектных решений, связанная с частичным переходом на безбумажные технологии обработки конструкторско-технологической информации, обеспечивала серьёзные преимущества за счёт отказа от оформления традиционных эскизов, выпуска многорулонных чертежей, печати многотомных текстовых документов. Эти устаревшие промежуточные документы стали заменять новыми, компьютерными моделями и формами представления проектных решений, пригодными для обработки и хранения в электронном виде. Появились и развивались первые интегрированные САПР (так называемые системы CAD/CAM, где составляющая CAM происходит от Computer-Aided Manufacturing, и означает «автоматизированное производство»), позволявшие осуществлять «сквозные» диалоговые процессы формирования облика деталей изделий в виде их 2D и 3D-моделей. Их визуализация происходила непосредственно на экране дисплея. В интерактивном режиме можно было также вносить изменения и дополнения. Далее на основе таких моделей без их бумажного оформления можно было получать управляющие программы для станков с ЧПУ с целью изготовления этих деталей. Тем самым экономилась время и материальные ресурсы.

В качестве дальнейших шагов планировалось перейти к многофункциональным интегрированным САПР, обеспечивающим полную и всестороннюю автоматизацию всей инженерной деятельности на крупных предприятиях машиностроительных отраслей промышленности. Такие перспективные системы чаще всего обозначались аббревиатурой CAE (Computer-Aided Engineering). Вместе с тем, при попытках создания реальных систем подобного класса их разработчики, по крайней мере, у нас в стране, столкнулись с целым рядом новых инженерно-технических и организационных проблем, требовавших своего скорейшего разрешения.

Резкое усложнение проектируемых САПР привело к тому, что цикл создания и внедрения подобных систем резко удлинился и стал соизмерим с ожидаемым периодом их эксплуатации. При этом вследствие значительного жизненного цикла разработки часто оказывалось, что в процессе создания систем внешние условия существенно изменились, вследствие чего внедряемая система оказывалась морально устаревшей. Внесение же изменений в проект на поздних этапах создания интегрированных САПР оказалось весьма трудоёмким и дорогостоящим, причём попытки силового внедрения морально устаревших проектных решений приводили только к напрасной потере времени и средств.

Сложность систем приводила к тому, что они стали малопонятными в эксплуатации, а точнее – недоступными для эффективного использования конечными пользователями для кого они собственно предназначались, то есть рядовыми конструкторами и технологами, которые не являлись специалистами в области информационных технологий. Нужны были новые интерактивные системы, обладающие «дружелюбным» интерфейсом, легко доступным для понимания самыми широкими кругами инженеров-проектировщиков из различных предметных областей.

Далее оказалось, что использование в рамках САПР традиционных реляционных СУБД типа «IMS-Ока» оказалось весьма неудобным вследствие того, что они не были приспособлены к специфическим особенностям проектной деятельности. К таковым относятся, прежде всего, территориально распределённый характер ведения проектных работ, необходимость поддержки в процессе разработки нескольких параллельных версий проектов сложных изделий новой техники, иерархический характер структуры проектируемых изделий и т.д. Кроме того, очень остро стоял вопрос о необходимости реализации в составе интегрированных САПР высокоразвитых информационно-поисковых систем и средств быстрой актуализации проектной информации в процессе проектирования сложных технических объектов.

Другими важными проблемами были разработка средств управления проектами, а также средств идентификации пользователей с механизмами, регламентирующими доступ к проектной информации и полномочия по её корректировке в процессе разработки.

Итак, стало очевидным, что для успешной реализации крупных проектов САПР необходимо применение специальных инструментальных средств их создания, с помощью которых можно было бы добиться резкого сокращения сроков разработки таких систем и обеспечить их длительную успешную эксплуатацию у заказчиков. Кроме того, нужно было обеспечить поддержку единой информационной модели проектируемого изделия, а также отдельных его компонентов с визуализацией сложных пространственных форм на экране дисплея, обеспечить возможность документирования проектных решений.



## Концепция КСАПР-ТПП

В описанных выше условиях в середине 80-х годов в Казанском НПО «Волга» Министерства приборостроения СССР большому и в тоже время достаточно опытному коллективу разработчиков была поручена разработка Комплексной САПР технической подготовки производства (КСАПР-ТПП), призванной решить значительную часть возникших проблем. Финансирование работ изначально осуществлялось из собственных средств, выделенных НПО «Волга» для НИР, а также из средств договоров с внешними заказчиками отдельных компонентов системы. В дальнейшем основное финансирование разработки КСАПР-ТПП происходило за счёт средств Фонда НИОКР Минприбора СССР.

Концепция КСАПР-ТПП предусматривала создание в её рамках нескольких базовых инструментальных средств (сейчас бы их отнесли к понятию *framework*), позволяющих, с одной стороны, обеспечить создание на их основе самого широкого спектра предметно-ориентированных интерактивных САПР путём заполнения предметных БД и настройки соответствующей диалоговой проектной среды. С другой стороны, они предназначались для использования в качестве универсальных механизмов выполнения сценариев проектной деятельности и мониторинга процессов проектирования в ходе эксплуатации таких систем. Инструментальные средства КСАПР-ТПП позволяли в несколько раз сократить сроки разработки и внедрения конкретных предметных САПР.

Таким образом, КСАПР-ТПП по своей сути являлась инструментальной средой для создания интегрированных САПР нового поколения, целью которых являлось достижение максимально возможного уровня автоматизации проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства на предприятиях машиностроительных отраслей. При этом разработчики инструментальных систем изначально ориентировались на создание комфортных условий ведения проектной деятельности для конечных пользователей системы, то есть конструкторов и технологов, не являющихся специалистами в области ИТ.

Создание в составе КСАПР-ТПП единой информационной среды, состоящей из нескольких предметных БД с общими правилами доступа к информации, призвано было обеспечить в рамках системы «сквозную» автоматизацию инженерной деятельности и оптимизировать информационные потоки. Для реализации единого банка проектных данных (БнД-П) была выбрана СУБД «КАРС-МИКРО» – адаптированная в СБНИПИ «Интер-программа» версия известной зарубежной СУБД.

Система реализовывалась путём создания специализированных комплексов предметно-ориентированных автоматизированных рабочих мест (АРМ), а также АРМ общесистемного назначения, объединённых в локальную сеть предприятия.

## Состав и структура КСАПР-ТПП

Согласно общей концепции КСАПР-ТПП архитектурную основу системы (см. рис.1) образовывали три базовых слоя: слой инструментальных средств, слой предметных САПР и слой общесистемных средств поддержки проектной деятельности.

В инструментальный слой входили три ключевых функциональных комплекса программ (ФКП), образующих мощную унифицированную инструментальную среду (иначе, инструментальный слой – *frameworks*), предназначенную для разработки и функционирования предметно-ориентированных САПР:

- комплекс «Среда коллективной проектной деятельности» – ФКП «СРЕДА»;
- комплекс вариантного конструирования изделий – ФКП «ВАРИКОН»;
- комплекс унифицированных средств ведения диалога – ФКП «УСВД».

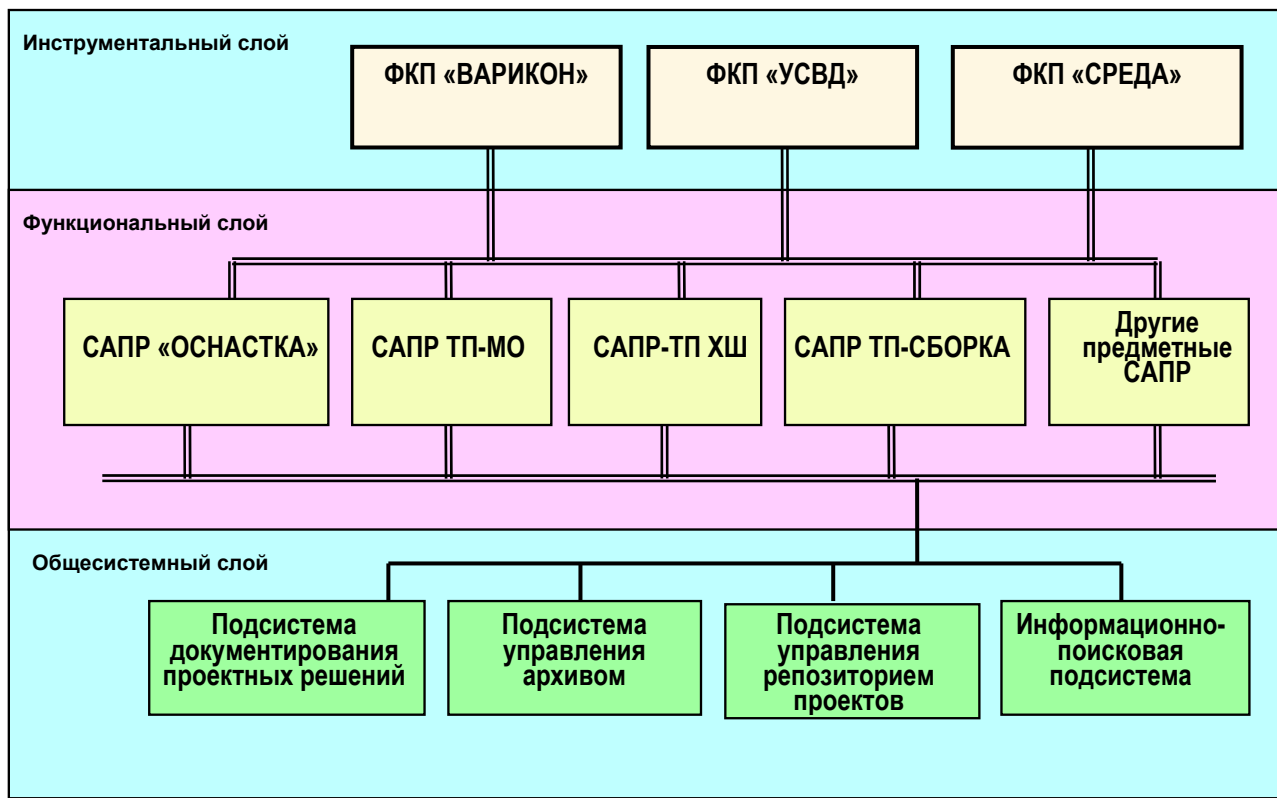
Именно на основе этих ФКП путём формирования гибкой логической структуры и соответствующего наполнения проектных БД, а также сценариев проектной деятельности в рамках предметных САПР в дальнейшем удавалось быстро создавать новые конкретные системы, хорошо адаптированные под нужды конечных пользователей на предприятиях Минавиапрома, Минприбора, Минстройдормаша, Минсредмаша и Минрадипрома СССР.

Кроме того, в состав КСАПР входили типовые комплексы наиболее востребованных на предприятиях машиностроительных отраслей предметно-ориентированных САПР:

- САПР конструкторско-технологической оснастки «САПР-ОСНАСТКА»;
- САПР технологических процессов механообработки «САПР-ТП-МО»;
- САПР технологических процессов холодной штамповки «САПР-ТП-ХШ»;
- САПР технологических процессов литья пластмасс под давлением «САПР-ТП-ЛП»;
- ряд других предметно-ориентированных САПР технологического назначения.

Эти типовые системы конструкторско-технологического назначения создавались, как правило, по заказу представителей вышеуказанных отраслей промышленности на основе инструментальных ФКП «ВАРИКОН» и ФКП «УСВД» и адаптировались под нужды конкретных предприятий Заказчика в тесном взаимодействии с представителями этих предприятий. Такая схема обеспечивала наиболее эффективную организацию процесса их внедрения и промышленной эксплуатации компонентов КСАПР-ТПП, реализуя жёсткую обратную связь между её разработчиками и потребителями.

Наконец, третий слой играл вспомогательную роль, обеспечивая общетехнические и технологические аспекты функционирования КСАПР-ТПП, включая процессы управления системой, управления проектами, поддержку репозитория и архива проектов, организацию информационного поиска типовых проектных решения для последующего использования, а также поддержку документирования проектных решений.



Структура и состав КСАПР-ТПП

### Инструментальный ФКП «КСАПР-СРЕДА»

Данный инструментальный ФКП был предназначен для поддержки параллельно-последовательной технологии ведения проектных работ в рамках комплексных САПР, построенных на основе инженерных АРМ конструкторско-технологического назначения, объединённых в локальную вычислительную сеть (ЛВС) предприятия.

ФКП «КСАПР-СРЕДА» призван был обеспечить:

- организацию обмена проектной информацией между пользователями ЛВС;
- управление служебными сервисами системы в процессе проектирования;
- общее управление разработкой проектов и координацию проектной деятельности;
- создание и ведение Единого банка данных проектной информации;
- поддержку архивов документации с целью использования в новых проектах.

Организация обмена проектными данными обеспечивалась путём использования возможностей ЛВС, причём доступ к актуальной проектной информации организовывался через общий файл-сервер. Специальная надстройка прикладного уровня отслеживала внесение изменений в отдельные разделы конкретной проектной базы с соответствующим уведомлением руководителя данного проекта. Для рассылки уведомлений в рамках групп разработчиков предназначалась внутренняя служба «электронной почты».

Для управления служебными сервисами в процессе проектирования в рамках ФКП «СРЕДА» были предусмотрены следующие функции:

- идентификация ресурсов системы (так называемый Конфигуратор);
- идентификация и учёт пользователей, их статуса и полномочий;
- динамическое выделение и освобождение ресурсов под разделы проектов;
- «Доска объявлений» для разработчиков и руководителей проектов;
- обслуживание «контрольных точек» в процессе проектирования;
- отслеживание и разрешение сложных «тупиковых» проектных ситуаций.

Кроме того в рамках данного ФКП реализовывались следующие возможности:

- общее управление проектами с отслеживанием их состояния по этапам;
- формирование и утверждение рабочих и промежуточных версий проектов;
- формирование и ведение архивов проектной документации с возможностями корректировки на основании извещений на изменения и выдачей копий в «электронном» виде по санкционированным запросам;
- поиск и выдача нормативно-справочной информации;
- формирование директивных указаний для разработчиков проектов и отслеживание их выполнения (контроль исполнительской дисциплины).

## **Инструментальный ФКП «ВАРИКОН»**

ФКП «ВАРИКОН» изначально считался одним из самых критически важных компонентов КСАПР-ТПП. Успешное завершение разработки этого инструментария в 1987 году означало создание мощной «стартовой площадки» для новых инновационных проектов в области автоматизации проектно-конструкторских работ, особенно в части ускоренного создания различных предметных САПР конструкторско-технологической оснастки. Довольно быстро, буквально в считанные месяцы на базе ФКП «ВАРИКОН» были созданы и внедрены САПР автоматизированного проектирования разделительных штампов (САПР-Автоштамп нового поколения на базе ПК) на предприятиях городов Алатыря, Краснодара, Комсомольска-на-Амуре, Красноярска, Москвы и ряда других. В дальнейшем на его базе разрабатывались САПР других видов штампов, кондукторов, пресс-форм для литья пластмасс и прочей технологической оснастки. Процесс их разработки и внедрения за счёт уникальных возможностей инструментария «ВАРИКОН» составлял от нескольких месяцев до полугода (в самых жёстких условиях).

Комплекс «ВАРИКОН» имел графическое ядро собственной разработки (приоритет НПО «Волга»), обеспечивавшее разработку в интерактивном режиме и поддержку двумерных графических моделей конструкторских изделий, в основном типовых конструкций технологической оснастки. На основе этих моделей в КСАПР создавались так называемые комплексные чертежи деталей, на базе которых в дальнейшем можно было осуществлять генерацию конкретных элементов конструкций узлов изделий.

Кроме того, в ФКП «ВАРИКОН» были обеспечены следующие возможности:

- поддержка сценариев проектирования изделий для реализации предметных САПР;
- комплексирование (объединение) нескольких моделей деталей и узлов;
- архивирование моделей, поиск и восстановление облика изделий из архива;
- геометрические вычисления для элементов моделей;
- встраивание расчётных методик для определения исполнительных размеров;
- контроль параметров деталей и узлов конструкции оснастки;
- моделирование динамики движения конструктивных элементов узлов оснастки.

Графический формат, использованный в рамках ФКП «ВАРИКОН», был полностью совместим с широко распространёнными тогда пакетами машинной графики типа AutoCAD или ГРАФКАД, что позволяло использовать созданные в «ВАРИКОН» сложные параметризованные модели для выпуска чертёжной документации конкретных изделий в других САД-системах. В качестве пакета поддержки графической документации ФКП «ВАРИКОН» имел самое широкое распространение и был тиражирован в нашей стране в количестве более 2000 инсталляций.

## **Инструментальный ФКП «УСВД»**

ФКП «УСВД» был предназначен для использования в качестве инструментальной среды при разработке интерактивных САПР технологических процессов (ТП), а также для реализации диалоговых процессов общения с конечными пользователями-технологами в процессе эксплуатации созданных на его основе предметно-ориентированных САПР. В дальнейшем на основе данного инструментария был довольно быстро реализован спектр САПР-ТП для механообрабатывающего, штамповочного, литейного (пластмассы), кузнечно-прессового, сборочного и некоторых других видов производств.

В рамках «УСВД» была предложена оригинальная методика разработки предметных САПР-ТП, основанная на типизации основных проектных решений и их реализации в виде дерева стандартных проектных процедур. Как результат, процесс проектирования систем на базе УСВД сводился к написанию универсальных диалоговых сценариев, которые аккумулировали в себе все основные проектные решения. Далее для реализации конкретной САПР-ТП необходимо было осуществить настройку монитора системы на предметную область конечного пользователя с учётом специфики предприятия.

Основные функции, реализованные в УСВД, сводились к следующему:

- формирование и поддержка унифицированных сценариев диалога;
- формирование и поддержка информационно-справочного наполнения;
- диалоговое формирование проектных решений в процессе проектирования ТП;

- генерация расчётных методик и их интерпретация в процессе проектирования;
- генерация форм выходных документов и выпуск соответствующей технологической документации (маршрутно-операционные карты и т.д.);
- просмотр и редактирование результатов проектирования, включая технологическую документацию (карты техпроцессов);
- поддержка архивов технологической документации.

Как правило, процесс создания той или иной предметной САПР-ТП на базе ФКП «УСВД» сводился к разработке диалогового сценария и формированию информационно-справочного наполнения для конкретной системы. Диалоговый сценарий представлял собой набор знаний, правил и традиций проектирования, присущих рассматриваемой предметной области. Сценарий определялся тремя составляющими: описание типовых проектных ситуаций, контексты диалогов, описания проектных решений. Сами контексты могли быть расшифрованы с помощью словарей-дескрипторов.

Каждая предметная область имела несколько вариантов сценариев. Загрузкой в систему интерактивного сценария и информационного наполнения к нему процесс создания конкретной САПР-ТП завершался.

## Заключение

К огромному сожалению автора этих строк, который являлся руководителем работ по созданию КСАПР-ТПП, обстоятельства непреодолимой силы (пресловутый форс-мажор) так и не позволили в полной мере реализовать и внедрить данный проект в полном объёме и со всеми его широкими функциональными возможностями. Расформирование и фактическое уничтожение в конце 1990 года Министерства приборостроения СССР, а также последовавший практически через год развал самого СССР привели к тому, что государственное финансирование проекта было одномоментно прекращено. При этом большинство основных потенциальных покупателей отдельных пакетов и компонентов либо оказались за границей (предприятия Республики Беларусь, Украины, Казахстана), либо сами лишились необходимых источников финансирования (бывшие предприятия Минприбора и Минрадиопрома СССР, а также базовых отраслей ВПК России).

Тем не менее, некоторые отдельные фрагменты КСАПР-ТПП, в основном на базе инструментария «Варикон», были завершены и внедрялись в течение нескольких последующих лет на ряде предприятий Москвы и Татарстана. Немногие знают, например, о том, что когда в Республике Татарстан в 1992–1994 гг. осуществлялся переход на установку дорожных указателей на трёх языках (русском, татарском, английском), именно с помощью пакета «Варикон» предприятие «Татавтодор», несмотря на огромный объём работ, осуществило проектирование этих указателей качественно и в самые сжатые сроки. Это произошло ещё и потому, что в те времена из всех средств машинной графики только «Варикон» был адаптирован к использованию букв татарского алфавита с учётом всех требований ГОСТ, включая размеры шрифта, межстрочных и межбуквенных расстояний.

В заключение автор хотел бы выразить свою искреннюю благодарность всем участникам работ по созданию столь большого и неординарного проекта, как КСАПР-ТПП. В том числе персонально руководителям подразделений (лабораторий) Ведерникову В.Ю., Девяткову В.В., Мутагирову Б.Г., Харах М.М., Ходыркеру М.Я.; руководителям проектных направлений Вячеславу В.С., Миронову М.Н., Тимершину Р.Г., Черных А.Г.; инженерам-разработчикам моделей предметно-ориентированных БД, а также сценариев проектной деятельности и прикладного ПО Абзаловой Р.З., Альшиной Ф.Х., Андрееву С.Б., Арслановой Г.М., Баянову И.Р., Биктагировой Е.Н., Будриной О.Н., Валиахметовой В.Ш., Дюдиной М.П., Емелиной Т.М., Золотарёву С.А., Кегульскому Л.Г., Кохановой Е.Г., Лаврову С.А., Михайловой Т.А., Родионовой Г.П., Салмовой О.В., Унру Н.А., Фишман Г.Г., Щербаковой А.Б., Якимовой Н.К. и многим другим.

# Музей истории вычислительной техники

Дмитрий Михайлович Златопольский

Музей истории вычислительной техники  
Москва, Россия  
zlatonew@gmail.com

## Museum of the History of Computing

Dmitry Zlatopolski

Museum of calculating techniques history  
Moscow, Russia  
zlatonew@gmail.com

**Ключевые слова:** музей, история вычислительной техники, экспонаты, школьники, студенты

В гимназии № 1530 г. Москвы с 2008 года работает музей истории вычислительной техники. Все началось в далеком 1996 году, когда я увидел в одном из букинистических магазинов арифмометр и вспомнил студенческие годы и расчеты на этом счетном приборе.

Середина 90-х годов – это было время, когда широкое распространение стали получать персональные компьютеры, а значит уходила в прошлое большая эпоха в развитии вычислительной техники, длившаяся несколько десятилетий. И я понял, что нужно сохранить как можно больше свидетельств этой эпохи. Стал ездить по заводам, институтам, так называемым «почтовым ящикам»<sup>1</sup>. Привлек знакомых, соседей, родственников, коллег. Писал письма в другие города. Студентка из Китая привезла старинные китайские счеты «суаньпань», знакомый – старинные японские счеты «соробан». Будучи на Украине, привез оттуда один из первых отечественных калькуляторов весом более 10 кг. Предметы и документы, относящиеся к истории вычислительной техники, приходили из Минска, Пензы, Еревана и других городов, в которых разрабатывались и выпускались ЭВМ первых поколений. Часто приходилось слышать в ответ на вопрос о старых вычислительных устройствах: «Где же Вы раньше были – все списали и выбросили». Не обходилось и без курьезов. Один из школьников рассказал, что у его бабушки имеются большие старые счеты. Я попросил передать их в музей. На следующий день ученик говорит: «Бабушка счеты не отдала. Она на них ноги массирует...». Но все же многое удалось достать и представить в экспозиции музея, который торжественно открылся 12 декабря 2008 года. В открытии музея приняли участие член-корреспондент РАН, многолетний директор ИТМиВТ Рябов Г.Г., директор Виртуального компьютерного музея Пройдаков Э.М. и другие члены Совета этого музея.

В настоящее время в экспозиции музея представлено более 400 предметов и документов, наглядно демонстрирующих основные этапы того большого пути, которые прошли вычислительные средства в своем развитии – от простейших счетных приборов, использовавших камешки, фруктовые косточки, узелки на веревках, через механические устройства (арифмометры и т.п.) до сложнейших электронных машин – компьютеров.

Разделы экспозиции музея:

1. Простейшие вычислительные устройства.
2. Первые вычислительные машины.
3. Логарифмические линейки и круги.
4. Арифмометры.
5. Детали ЭВМ I–III поколений.
6. Отечественные персональные компьютеры.
7. Отечественные калькуляторы.
8. Специализированные вычислительные линейки и устройства.
9. Разные вычислительные устройства.
10. Вычислительные таблицы.

Отдельный стенд посвящен академику С.А. Лебедеву и ЭВМ, созданным под его руководством.

Отличительной особенностью музея является то, что многие экспонаты можно взять в руки, а на некоторых – даже поработать.

---

<sup>1</sup> Знает ли современная молодежь, что это такое? На мой вопрос (в контексте поиска экспонатов): «Знаете ли вы, что такое “почтовый ящик”» – один из студентов ответил: «Да, конечно – это то, что висит для вкладывания в него почты...».

Музей регулярно посещают школьники, студенты ВУЗов и колледжей, люди старшего поколения, многие из которых испытывают ностальгические чувства при виде некоторых экспонатов.

Музей является коллективным членом Ассоциации научно-технических музеев Российского комитета Международного совета музеев (сертификат № 56) и зарегистрирован во Всероссийском Реестре музеев ([www.museum.ru/m2744](http://www.museum.ru/m2744)). Это единственный школьный музей такого уровня.

Я приглашаю в музей всех желающих.

Организаторы музея с благодарностью примут любые предметы и материалы, связанные с историей вычислительной техники.

# Системное программное обеспечение вычислительной системы «Электроника ССБИС»

Виктор Петрович Иванников, Сергей Суменович Гайсарян, Александр Николаевич Томилин

Институт системного программирования РАН  
tom11@bk.ru

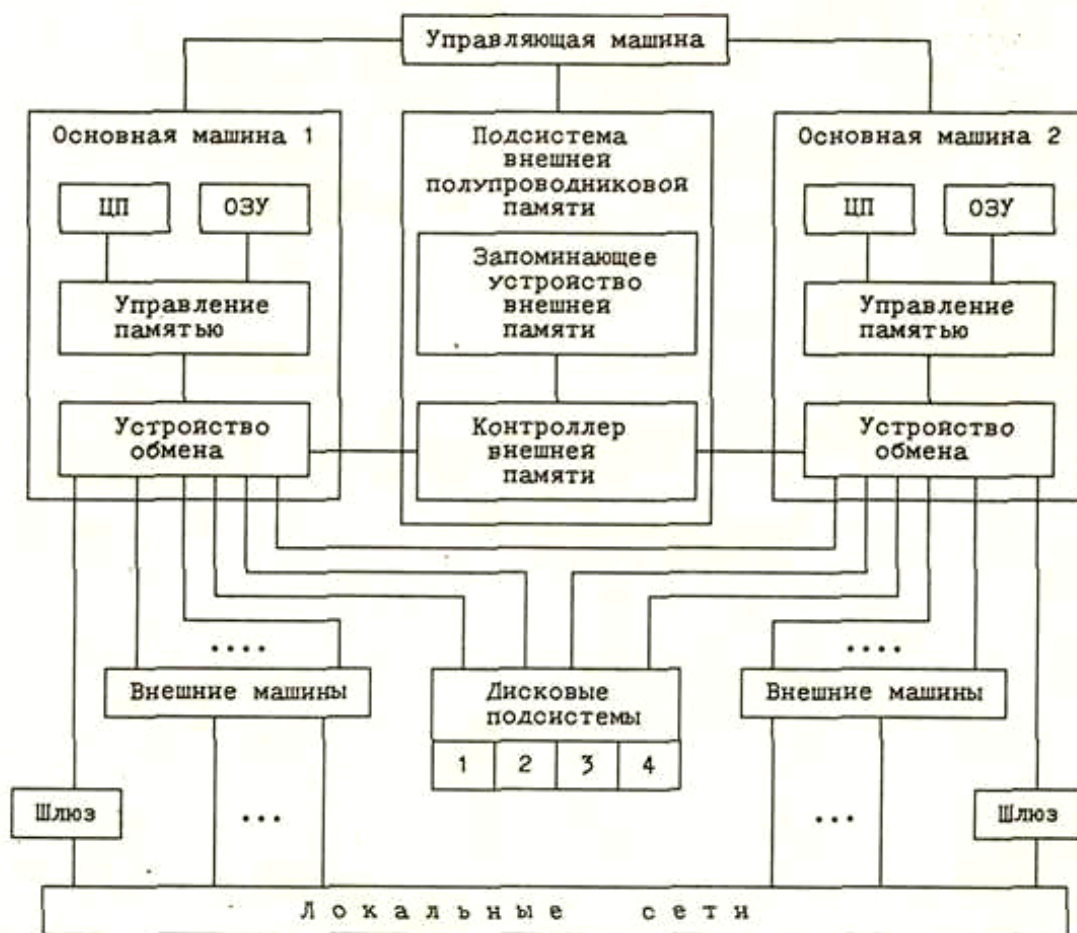
## System Software for the Computing System “Electronica SSBIS”

Viktor Ivannikov, Sergey Gaisaryan, Alexander Tomilin

RAS Institute for System Programming  
tom11@bk.ru

К 1991 году были разработаны и произведены в нескольких экземплярах две векторно–конвейерные суперЭВМ: «Электроника ССБИС» (разработка НИИ «Дельта» МЭП СССР и Института проблем кибернетики АН СССР – главный конструктор Владимир Андреевич Мельников) и «Модульный конвейерный процессор (МКП)» (разработка Института точной механики и вычислительной техники имени С.А. Лебедева – главный конструктор Андрей Андреевич Соколов).

На рисунке представлен вариант конфигурации вычислительной системы «Электроника ССБИС/1».



Вычислительная система "Электроника СС БИС/1"

В первые системы «Электроника ССБИС/1» входили:

- основная машина векторно–конвейерного типа с локальным оперативным запоминающим устройством емкостью 8–32 Мб и производительностью 250 млн. операций в секунду над числами с плавающей запятой;

- подсистема внешней полупроводниковой памяти емкостью 256 Мб с двухпортовым контроллером для подключения двух основных машин;
- от 2 до 8 дисковых подсистем общей емкостью 20 Гб;
- подсистема внешних машин, используемая для работы с периферийным оборудованием и для подготовки заданий для основной машины;
- управляющая машина для выполнения управляющих и диагностических функций всей системы;
- программируемые устройства доступа для построения локальной вычислительной сети, обеспечивающей работу с рабочими станциями и внешними ЭВМ пользователя.

Высокая производительность основных машин достигается за счет широкого использования принципа конвейерной обработки с малым тактом синхронизации, высокоскоростной регистровой памяти большого объема и большого числа специализированных функциональных устройств, обеспечивающих параллельную обработку данных, объединения в рамках одной ЭВМ возможностей скалярной и векторной обработки.

Архитектура комплекса суперЭВМ, базирующаяся на объединении функционально–специализированных вычислительных средств подготовки, передачи и обработки данных, предъявляет к системному программному обеспечению компонентов и комплекса в целом требования адаптивности к подключению в комплекс различных аппаратных средств, к включению суперЭВМ в состав различных крупных вычислительных центров.

В соответствии с этим требованием системное программное обеспечение комплекса суперЭВМ обеспечивало работу его компонентов локальной сети ЭВМ, в которую входят основные машины, предназначенные для выполнения большого объема вычислений, и внешние ЭВМ, используемые как для подготовки данных, передачи их для выполнения счета на основные машины, приема от них и выдачи на устройства вывода результатов вычислений, так и для совместного использования с основными машинами в системах распределенной обработки информации, в том числе в системах обработки информации в реальном времени.

Рассмотренные требования привели к децентрализованной архитектуре программного обеспечения системы, в которой независимые операционные системы разных функциональных компонент дополнены средствами работы в составе локальной сети системы. В эти средства входят транспортная служба сети, обеспечивающая обмен информацией между процессами в разных ЭВМ системы (характер взаимодействия между ними относится к типу удаленный вызов процедур), и службы, реализующие функциональные протоколы сети – протоколы ввода заданий и вывода результатов счета, пересылки файлов, операторской службы системы. Над транспортной службой сети могут создаваться пользовательские распределенные системы, например, распределенные информационно–поисковые системы, системы автоматизации проектирования, системы обработки информации в реальном времени.

Основная машина имела развитую операционную систему (ОС), выполнявшую наряду с традиционными функциями операционных систем управление данными на двухуровневой внешней памяти, поддержку транспортных и функциональных протоколов сети.

Основные особенности архитектуры высокопроизводительной векторно–конвейерной ЭВМ – наличие возможностей векторной обработки данных, многоуровневая организация регистров процессора, параллельно работающие конвейерные устройства – потребовали создания оптимизирующих трансляторов с языков высокого уровня.

В состав системного программного обеспечения основной машины вычислительной системы «Электроника ССБИС» входили следующие компоненты:

- операционная система;
- базовая система программирования;
- система программирования на языке ФОРТРАН–77;
- система программирования на языке Си;
- система программирования на языке Паскаль;
- имитационный комплекс основной машины, предназначенный для разработки и отладки ее программного обеспечения на инструментальных ЭВМ («Эльбрус 1КВ», IBM PC/AT);
- стандартное прикладное программное обеспечение.

## Операционная система основной машины

Выбор архитектуры операционной системы определяется ее функциональным назначением, архитектурой комплекса и средой, в которой ОС предстоит работать. Аппаратные особенности основной машины (ОМ) и режимы работы – пакетный и реального времени – определяют выбор базовых объектов ОС: задач (пользовательских, системных), выполняющихся в отдельных адресных пространствах, и сообщений как средства взаимодействия и синхронизации задач. Ядро ОС осуществляет передачу сообщений и управление задачами.

Операционная система состоит из ядра и совокупности системных задач. Некоторые системные задачи, называемые псевдозадачами, работают в привилегированном режиме, обладают доступом ко всей оперативной памяти. В виде псевдозадач оформлены: транспортная станция, задачи управления оперативной и внешней памятью. Псевдозадачи взаимодействуют с задачами ОС, используя стандартный аппарат обмена сообщениями.



Аппарат обмена сообщениями между задачами реализует примитивы: «послать сообщение синхронно», «послать сообщение асинхронно», «послать ответ на сообщение», «ждать сообщение», «ждать ответ на сообщение», «ждать истечения интервала времени» и примитивы с различными комбинациями таких указаний.

Центральной задачей ОС является «Инициатор–терминатор», выполняющий следующие функции:

- образование новых пользовательских задач и системных нерезидентных задач ОС;
- извещение всех системных задач о появлении новой задачи, в результате чего все системные задачи настраиваются на работу с новым абонентом;
- нормальное или аварийное завершение задачи, о котором оповещаются все системные задачи, после чего системные задачи отстраиваются от абонента;
- планирование выполнения введенных заданий и шагов заданий;
- разрешение конфликтных ситуаций при нехватке ресурсов и тупиках в системе;
- управление «контрольными точками».

Задания готовятся на внешних машинах (ВМ). Задание состоит из совокупности наборов данных. Обязательным в задании должен быть набор данных – управляющая программа на языке управления заданиями. Задание принимается системной задачей ввода заданий и помещается в файловую систему ОС ОМ. Планировщик инициатора–терминатора выбирает задание на выполнение. Задание состоит из последовательности шагов. Для выполнения каждого шага создается задача. При создании задачи для нее выделяется оперативная память. В случае нехватки памяти выстраивается очередь шагов заданий, ожидающих для своего выполнения предоставления оперативной памяти. Запущенная задача оканчивается либо специальным сообщением от нее об окончании выполнения шага задания, либо аварийно.

При выполнении шагов задания выводные данные заносятся в выводные файлы задания. Инициатор–терминатор передает системной задаче вывода результатов эти файлы. После завершения задания системная задача вывода результатов передает их на внешние машины.

При выполнении шага задания инициатор–терминатор может получить от него сообщение–просьбу о построении контрольной точки. Инициатор–терминатор сообщит всем системным задачам о том, что для данной задачи строится контрольная точка. В ответ инициатор–терминатор получит информацию, по которой впоследствии можно возобновить выполнение задачи. Эту информацию инициатор–терминатор заносит в «журнал» контрольных точек, куда также поступает информация о состоянии регистров и памяти задачи. После аварии инициатор–терминатор выполняет обратные действия, в результате чего счет задачи может быть продолжен с последней ее контрольной точки.

При работе нескольких задач они могут попасть в тупик из-за совместного использования файлов или из-за нехватки массовой памяти. Инициатор–терминатор, учитывая приоритеты задач и занимаемые ими ресурсы, исключает одну из выполняемых задач, разрешая тем самым тупик. Исключенная задача «откатывается» к своей последней контрольной точке, с которой впоследствии продолжится ее выполнение.

Последовательность шагов задания описывается на языке управления заданиями (ЯУЗ).

Для обеспечения гибкого конструирования и изменения операционной среды выполняемой программы в системе программирования ОМ реализован механизм абстракций при помощи понятия «кластер». Абстрактный объект характеризуется уровнем спецификации (представляется набором операций со специфицированным интерфейсом) и уровнем представления (с описанием локальных структур данных; процедур, реализующих операции; других абстрактных объектов). Программе, использующей абстрактный объект, он доступен только на уровне спецификаций, уровень представления скрыт от нее. Кластер порождается конструкцией объявления, в которой задается имя экземпляра и его тип. Тип содержит всю информацию, характеризующую объект. Существуют эквивалентные типы кластеров (порождающие кластеры с одинаковым уровнем спецификаций, но с различными уровнями представления). Совокупность кластеров задает операционную среду выполнения программы.

Кластер порождается на этапе загрузки (компоновки программы из объектных модулей). Программа, использующая кластеры, может содержать конструкции объявления экземпляров в собственном теле. В этом случае во время компоновки загрузчик по этим конструкциям породит необходимые экземпляры кластеров и свяжет с ними исходную программу. Программа может содержать только конструкции обращения к кластерам, а объявления экземпляров могут осуществляться в других объектных модулях (в том числе извлеченных из библиотеки объектных модулей), которые совместно с данной программой, также подготовленной в виде объектного модуля, поступят на вход загрузчику. Существует возможность объявить экземпляр кластера и на языке управления заданиями.

При компоновке программы в ее пространство загружается и компонент управления заданиями – интерпретатор шага, которому доступны все специфицированные точки входа в программу, представленную в виде двоичного кода. После загрузки шага задания в оперативную память инициатор–терминатор передает управление интерпретатору шага для интерпретации файла управления заданиями во внутреннем представлении, задающем последовательность обращения к точкам входа данного шага. Обычная последовательность обращений заключается в инициации кластеров (подготовка операционной среды к выполнению) и в запуске собственно программы. Встретив в файле обращение к другому шагу, интерпретатор шага обратится к инициатору–терминатору с указанием следующего шага и смещения по файлу управления заданиями во внутреннем представлении. По данному сообщению будет закончена задача, в рамках которой выполнялся шаг, освобождена оперативная память и другие ресурсы. Инициатор–терминатор образует новую задачу, соответствующую ново-

му шагу, передает управление интерпретатору шага в ней с указанием смещения по файлу управления заданиями во внутреннем представлении. Интерпретатор шага продолжит интерпретацию задания.

Объекты файловой системы ОС ОМ хранятся на внешней памяти ОМ, которая является двухуровневой: первичная внешняя память (интегральная массовая память) и вторичная (дисковая память). Основное назначение массовой памяти – сглаживание дисбаланса между скоростью работы процессора и темпом обмена с дисковой памятью. Особенный выигрыш при использовании массовой памяти может быть получен при реализации непоследовательных методов доступа – прямых, индексных, ключевых и т.п.

Максимально выигрывают от использования массовой памяти задачи, обрабатывающие большие массивы информации с произвольным доступом к элементам массивов данных (например, по строкам, столбцам, диагоналям матрицы т.д.).

Обычный режим работы – обработка активных файлов в массовой памяти, предварительно переписанных в нее из дисковой памяти. Существует также возможность работы и с файлами на дисковой памяти, например с файлами последовательной организации.

Принципиальной особенностью массовой памяти является наличие процессора управления ее работой. Процессор массовой памяти может обеспечивать выполнение передачи данных между ней и оперативной памятью по любому алгоритму выборки ячеек, например, передавать строки, столбцы или диагонали матриц. Это повышает общую эффективность работы системы, так как освобождает процессор ОМ от рутинной работы, уменьшает объем информации, обмениваемой с внешней памятью, поскольку поток данных между ОМ и массовой памятью будет содержать только полезную информацию.

Основная машина по каналам связана с внешними машинами. ОС ОМ по этим каналам может связываться с программным обеспечением на ВМ, в частности через него получать доступ к файлам в архивах внешних машин.

Функции файловой системы: • именование объектов • распределение внешней памяти • хранение объектов на внешней памяти и перемещение объектов между уровнями внешней памяти (массовой и дисковой), защита объектов от несанкционированного доступа • синхронизация доступа к объектам • сохранность объектов при авариях внешней памяти и отказах системы • реализация различных методов доступа к файлам • поддержка контрольных точек.

Файловая система ОС ОМ состоит из системной задачи «Архив», псевдозадач «Обмен с массовой памятью» и «Обмен с дисковой памятью», кластеров методов доступа к файлам, выполняющихся в адресных пространствах задач пользователя. В файловой системе всякому методу доступа соответствует свой кластер управления файлом данной структуры.

Расположение части файловой системы в задаче пользователя (кластеров, реализующих доступ к файлам и содержащих буферы для обмена с внешними устройствами) объясняется стремлением снизить накладные расходы по доступу к отдельной записи файла. Реализация задачи «Обмен» со статусом псевдозадачи объясняется тем, что для задания обменов по каналам требуется привилегированный режим работы программы.

Совокупность объектов файловой системы на внешней памяти является деревом. Узлы дерева представляют справочники, листья – файлы или пустые справочники, корень – корневой справочник файловой системы. Каждый элемент дерева имеет имя, которое уникально относительно предыдущего узла. Любой объект дерева однозначно именуется полным составным именем относительно корня.

Перемещением объектов с одного уровня внешней памяти на другой, выполняя команды открытия файлов, заведует задача «Архив». При закрытии файлов, если они располагались в массовой памяти, модифицированные объекты отображаются на дисковую память, освобождая массовую. Если при этом велась работа только на чтение, массовая память освобождается без отображения объекта на дисковую.

Для того чтобы файл стал доступен некоторой задаче, необходимо открыть его. Если файл открывается в массовой памяти, то выполняются следующие действия: выделяется пространство в массовой памяти, файл переписывается с дисковой памяти в массовую, задача «Обмен с массовой памятью» настраивается на данную область в массовой памяти. Если файл открывается на диске, задача «Обмен с дисковой памятью» настраивается на те области на диске, где находится требуемый файл.

При открытии файла по полному составному имени задача «Архив», начиная от корня, просматривает всю последовательность справочников, выбирая на каждом следующем шаге соответствующий элемент по имени. Существует возможность использования коротких имен, которую поддерживает в «Архиве» среда поиска, задаваемая последовательностью имен справочников. При обращении по короткому имени поиск осуществляется последовательно по указанному списку. При инициации задания устанавливается стандартная среда поиска, которую можно сменить соответствующим обращением к «Архиву».

Взаимодействие компонентов программных систем, в том числе операционных систем, работающих в разных машинах, происходит по динамически устанавливаемым соединениям. На каждое установление соединения приходится несколько обменов информацией по этому соединению. В период взаимодействия компоненты посылают друг другу сообщения.

Характер взаимодействия между компонентами относится к типу «удаленный вызов процедур». То есть, из пары взаимодействующих по соединению компонентов один является активной стороной, и инициатива в посылке сообщений принадлежит ему. Он посылает запросы, которые пассивный компонент обрабатывает и отвечает на них. Архитектура сетевого обеспечения локальной сети ВС с прямым подключением внешних ЭВМ, то есть с подключением каждой внешней ЭВМ через отдельный канал к основной машине, соответствует нижним уровням архитектуры эталонной модели открытых соединений МОС. Сетевой уровень как уровень мар-

шрутизации отсутствует. Часть функций канального уровня выполняется аппаратурой. Транспортировка информации между ОМ и ВМ происходит при помощи высокоскоростного канала. В связи с тем, что надежность работы канала велика, принята схема работы без подтверждений на нижнем уровне о приеме сообщений. В случае сбоя последствия устраняются за счет верхнего уровня. Цена восстановления при такой схеме – выше, чем при схеме с подтверждениями на нижнем уровне, но при нормальной работе (то есть при отсутствии сбоев) экономится по одному прерыванию ОМ на каждое сообщение.

Функции транспортного уровня состоят в установлении транспортного соединения между точками доступа, в транспортировке данных по этому соединению, в управлении потоком данных.

Сетевое программное обеспечение локальной сети ВС создает базовый транспортный уровень, выше которого строятся служебные и прикладные функциональные системы. Таковой является система пакетной обработки заданий на ОМ. Пользователь, желающий выполнить свое задание на ОМ, должен сформировать пакет с заданием. Для этого в его распоряжении на ВМ имеются редакторы, библиотеки файлов и пр. Сформированный пакет состоит из заголовка и набора файлов, первый из которых является файлом с программой задания, написанной на языке управления заданиями ОС ОМ. Этот пакет передается, как файл, служебной задаче передачи заданий на ВМ. Задача передачи заданий на ВМ устанавливает транспортное соединение со служебной задачей ввода заданий в ОМ. Задача ввода заданий в ОМ не является резидентной, она образуется при попытке установления соединения с ней.

Между задачей передачи заданий в ВМ и задачей ввода заданий в ОМ устанавливается два транспортных соединения. В одном из них активной стороной является задача передачи заданий в ВМ, в другой – задача ввода заданий в ОМ. По первому соединению происходит передача файла с пакетом, по второму – обмен служебными сообщениями. В состав набора служебных входят сообщения: «приглашение», разрешающее передачу; «сброс», извещающее о происшедшей ошибке и требующее повторного ввода; «квитанция», подтверждающее прием пакета и постановку его в очередь на выполнение. Задача передачи заданий в ВМ после получения «квитанции» сообщает пользователю, используя системные средства ВМ, о вводе его задания.

Файл с пакетом задания может быть запомнен в библиотеке ВМ и использован при попытке повторной передачи пакета, если ОМ будет перезагружена до вывода результатов.

Протокол вывода результатов выполнения задания симметричен протоколу ввода задания.

## **Базовая система программирования ОМ**

Базовая система программирования на языке ассемблера, позволяет вручную писать высокоэффективные программы, в полной мере учитывающие особенности архитектуры ОМ. Она содержит макроассемблер, кластерный оверлейный загрузчик, символьный отладчик.

Язык макроассемблера позволяет программисту выражать в символьной форме все функции центрального процессора ОМ.

Модули на языке ассемблера не должны вкладываться друг в друга. Предусмотрена возможность совместного ассемблирования группы модулей, причем между модулями и перед первым модулем могут находиться описания и операторы, образующие глобальный контекст. Внутри любого модуля может существовать свой локальный контекст, причем он может как дополнять глобальный контекст, так и переопределять его. Язык ассемблера предоставляет широкий набор макросредств.

Особенностью базовой системы программирования ОМ является возможность использования абстрактных типов данных, поддерживаемая ассемблером, загрузчиком и языком управления заданиями ОС. Механизм абстракций (описанный выше механизм «кластеров») был разработан для обеспечения независимости программ от операционной среды выполнения; он широко использовался при реализации операционной системы ОМ и, в частности, ее файловой системы.

Независимость программ от операционной среды выполнения основывается на понятии эквивалентных кластеров. У них одинаковые наборы операций, но могут быть различные внутренняя структура и реализация операций. Программы, хранящиеся в виде объектных модулей, можно компоновать с теми или иными эквивалентными кластерами, не изменяя исходной программы.

Кластерный оверлейный загрузчик предназначен для формирования двоичного образа рабочей программы, пригодного для хранения в библиотеке, а также для непосредственной записи в оперативную память и последующего выполнения.

Результатом работы любого транслятора с языка высокого уровня и ассемблера является последовательность объектных модулей, запоминаемая в библиотеке модулей. Формирование двоичного кода, предназначенного для выполнения процессором, производится загрузчиком путем редактирования связей и настройки на конкретные физические адреса объектных модулей.

Загрузчик извлекает из библиотек все объектные модули, необходимые для разрешения внешних ссылок, порождает требуемые кластеры, используя объектные модули соответствующих классов в качестве прототипов, распределяет память для всех полученных объектов. Приписав адреса всем внешним ссылкам и внутренним объектам каждого модуля, загрузчик осуществляет загрузку кода.

В общем случае загружаемые модули состоят из обычных модулей и модулей–классов. Модуль–класс копируется для всех кластеров, порождаемых по этим классом. Кластеры делятся на глобальные и локальные. Гло-

бальный кластер доступен из любого модуля программы, а локальный – только из модуля, в котором определен.

Передача информации от ассемблера или других трансляторов загрузчику осуществляется через объектные модули, которые хранятся в библиотеках модулей. Для каждого объекта компиляции (модуля, программы, файла) ассемблер или транслятор генерирует один или несколько объектных модулей.

Объектный модуль состоит из заголовка, таблиц и тела модуля. Заголовок модуля содержит специальный признак, указывающий, является ли данный модуль обычным модулем или модулем–классом. Кроме этого признака заголовок включает в себя дескрипторы всех таблиц и некоторую другую информацию. Тело модуля состоит из порций определенного размера, называемых фрагментами, каждый из которых содержит кодовую часть и командную информацию, интерпретируя которую, загрузчик осуществляет редактирование и загрузку кода из текущего фрагмента.

Загрузчик ОМ извлекает из библиотек все модули и модули–классы, необходимые для порождения кластеров и разрешения внешних ссылок, и осуществляет редактирование связей между модулями. Порождение кластеров происходит путем копирования загрузчиком модулей–классов с подстановкой указанных фактических параметров.

Результатом работы загрузчика является файл, содержащий двоичный код, не допускающий в дальнейшем настройки адресов. Перемещаемость этого кода обеспечивается аппаратным базированием. Результат работы загрузчика может быть переписан из файла на любой участок памяти, где он сможет выполняться после установки начала этого участка в регистр базового адреса.

Если для выполнения программы требуется больше оперативной памяти, чем может быть выделено в ее распоряжение, загрузчик ОМ позволяет организовать разбиение программы на части, называемые разделами и сменяющие друг друга в памяти во время работы. Каждый раздел может состоять из одного или нескольких модулей или кластеров. При этом связывание модулей, кластеров и настройка на конкретные адреса всех разделов производится загрузчиком до начала выполнения программы (так называемый статический оверлей).

Символьный интерактивный отладчик ОМ обеспечивает выполнение следующих требований:

- наличие режима имитации, позволяющего осуществлять более детальный контроль за выполнением программы, чем это возможно с помощью одних лишь аппаратных прерываний;
- возможность управления режимом реализации прерываний и перехода от режима аппаратной реализации к режиму имитации и обратно;
- возможность задавать условия прерывания, связанные с обращениями не только к памяти, но и к регистрам, так как регистры векторно–конвейерной ЭВМ могут использоваться для длительного хранения переменных;
- возможность обратного прослеживания значений переменной (то есть выяснения изменений значения переменной до достижения текущего значения) для переменных, хранящихся на регистрах;
- возможность замеров времени выполнения отдельных участков программы.

Контроль за выполнением отлаживаемой программы пользователь осуществляет с помощью отладочных операторов, которые можно разбить на следующие группы:

- планирование сеанса;
- управление выполнением программы;
- задание и отмена условий прерываний;
- управление выдачей информации об отлаживаемой программе;
- изменение значений регистров и переменных;
- задание трассировок;
- замеры времени выполнения отдельных участков программы;
- определение процедур отладки и нестандартных действий;
- установка контекста и переименования;
- работа с архивом.

Для ОМ отладка программ часто включает в себя не только выявление и устранение ошибок, но и «подгонку» отдельных наиболее критичных участков программы под архитектуру процессора для более быстрого выполнения. Поэтому отладчик предоставляет возможность измерять время выполнения отдельных участков программы.

## **Система программирования на языке ФОРТРАН-77**

Основными компонентами, поддерживающими программирование в этой системе, являются компилятор программ с языка ФОРТРАН-77 и административная система управления операциями ввода/вывода.

Компилятор с языка ФОРТРАН-77 для ОМ является прямым. Это позволяет эксплуатировать его как на основной машине, так и в рамках имитационного комплекса.

Результаты работы компилятора могут быть получены как в виде загрузочных модулей, так и в виде текстового файла, содержащего результирующие программы на языке ассемблера ОМ.

Компилятор имеет три уровня оптимизации рабочих программ. Применение описываемых режимов оптимизации позволяет в значительной степени задействовать все преимущества векторно–конвейерной архитекту-

ры, которые обеспечивают высокую производительность процессора. К наиболее важным особенностям устройства процессора относятся многоуровневая регистровая память, конвейеризованные функциональные устройства и векторная обработка данных. Каждый из описываемых уровней оптимизации ориентирован на эффективное использование этих свойств аппаратуры.

Нулевой уровень оптимизации выполняется в компиляторе по умолчанию и не имеет режимов управления. Первый и второй уровни оптимизации включаются пользователем посредством задания режимов компиляции. На нулевом уровне компилятором выполняются машинно-зависимые приемы оптимизации генерируемого кода. Планирование выполнения потока команд параллельными конвейерными функциональными устройствами составляет задачу первого уровня оптимизации. Второй уровень преобразует выполнение соответствующих итеративных циклов в векторный код и называется распараллеливанием циклов и векторизацией.

## Система программирования на языке Си

Система программирования языка Си включает в себя препроцессор, компилятор и библиотеку стандартных функций, определенных в Стандарте языка. Система программирования на языке Си почти целиком написана на этом языке.

Препроцессор языка Си осуществляет макроподстановку, условную макрогенерацию, а также обеспечивает включение текстов именованных файлов в компилируемую программу. На вход препроцессора поступает текст исходной программы на языке Си, который после обработки препроцессором уже не содержит директив препроцессора. Эта программа затем компилируется. Использование директив препроцессора сокращает текст исходной программы и тем самым экономит время разработчиков.

Компилятор языка Си (далее компилятор) предназначен для преобразования Си-программы, полученной после обработки препроцессором, в загрузочный модуль ОМ или в программу на языке ассемблера ОМ. Кроме того, компилятор проверяет корректность транслируемой Си-программы, и, если в этой программе имеются ошибки, печатает информацию о характере и месте ошибки (в терминах исходной программы). В случае обнаружения ошибок формирование загрузочного модуля (программы на языке ассемблера) не производится. Компилятор может выдавать также предупредительные сообщения, которые свидетельствуют не об ошибках в программе, а о случаях некорректного (но допускаемого языком Си) использования конструкций этого языка.

Язык Си не имеет операторов ввода/вывода, управления памятью и других операторов, обеспечивающих взаимодействие с операционной средой выполнения. Взаимодействие программы с операционной средой осуществляется с помощью библиотеки стандартных функций, которая включает в себя следующие библиотеки: ввода/вывода, математических функций, обработки символов, обработки строк, обработки локализаций, управления сигналами.

## Система программирования на языке Паскаль

Система включает в себя в качестве компонент компилятор программ с языка Паскаль, а также административную систему поддержки работы Паскаль-программ на ОМ. Результатом работы компилятора с языка Паскаль является стандартный загрузочный модуль ОМ.

Компилятор реализует стандартное множество языка Паскаль, расширенное, в основном, средствами независимой компиляции Паскаль-программ.

При реализации административной системы языка Паскаль были использованы функции стандартной библиотеки языка Си. Поэтому можно считать, что среда программирования языка Паскаль погружена в среду программирования языка Си. Паскаль-программы и Си-программы имеют одинаковый интерфейс межпроцедурных взаимодействий.

## Имитационный комплекс основной машины

Имитационный комплекс ОМ предоставляет пользователю средства программирования ОМ путем использования инструментальной машины «Эльбрус 1КБ» или IBM PC/AT. Обеспечиваются возможности трансляции, загрузки, интерпретации, диалоговой и пакетной отладки программ, написанных на языке ассемблера ОМ. Файлы пользователя хранятся в специальном образом организованных областях на внешней памяти инструментальной ЭВМ – архивах, причем обеспечивается доступ к файлам по именам.

Директивы имитационного комплекса обеспечивают:

- создание архива;
- печать справочника архива;
- создание, ликвидацию, печать файла в архиве;
- копирование файла;
- создание, обновление, печать пакета модулей;
- создание и модификацию библиотеки модулей;

- загрузку модулей из библиотеки в пакет;
- печать справочника библиотеки;
- перенос пакета модулей из памяти в архив и обратно;
- трансляцию с языка ассемблера;
- загрузку пакета модулей;
- интерпретацию.

## Стандартное прикладное программное обеспечение

Стандартное прикладное обеспечение ВС «Электроника ССБИС» организовано в виде расширяемого множества эффективно реализованных подпрограмм, объединенных в библиотеки и пакеты. Его состав охватывает как наиболее часто встречающиеся общеупотребительные задачи численного анализа и дискретной математики, так и задачи, связанные с отдельными предметными областями. Разработка стандартного обеспечения отделена от пользователя и является неотъемлемой частью реализации всего проекта создания новой машины.

Отличительной особенностью разработки в целом является то, что создание стандартного прикладного обеспечения осуществлялось одновременно с разработкой аппаратуры и системного обеспечения, поэтому тестирование, отладка и оптимизация разрабатываемых программ велись на имитационном комплексе основной машины.

Разработка стандартного прикладного обеспечения для векторно–конвейерной ЭВМ «Электроника ССБИС» была начата с ядра, охватывающего первоочередные задачи общего назначения. К их числу относилось создание следующих библиотек и пакетов программ.

- Библиотека стандартных подпрограмм вычисления элементарных математических функций (108 программных модулей, макроассемблер). Отдельные разделы:
  - вычисление элементарных функций вещественного аргумента (скалярный и векторный варианты);
  - вычисление элементарных функций комплексного аргумента (скалярный и векторный варианты);
  - вычисления с двойной точностью (арифметические операции, скалярный и векторный варианты вычисления элементарных функций).
- Библиотека стандартных программ вычисления специальных функций скалярного и векторного вещественного аргумента (27 программных модулей, макроассемблер и ФОРТРАН).
- Библиотека элементарных операций линейной алгебры СПЛАВ (17 программных модулей, макроассемблер, вещественные и комплексные аргументы). Отдельные разделы:
  - скалярное произведение векторов;
  - умножение вектора на скаляр и сложение с другим вектором;
  - копирование вектора;
  - перемещение векторов;
  - вычисление евклидовой нормы;
  - вычисление суммы абсолютных значений элементов вектора;
  - умножение вектора на константу (масштабирование);
  - вращение Гивенса;
  - поиск максимального по абсолютному значению элемента вектора.
- Библиотека программ нечисловой обработки (36 программных модулей, макроассемблер).
- Библиотека программ внутренней сортировки.
- Библиотека стандартных программ генерирования псевдослучайных чисел (10 программных модулей, макроассемблер, скалярный и векторный варианты).
- Библиотека стандартных программ элементарной статистики, предварительная обработка данных, вычисление функций распределения и критериев согласия (32 программных модуля, макроассемблер).
- Библиотека программ интерполирования, аппроксимации и сглаживания функций (12 программных модулей, макроассемблер).
- Библиотека стандартных программ численного интегрирования (12 программных модулей, макроассемблер и ФОРТРАН).
- Библиотека программ решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка (макроассемблер и ФОРТРАН).
- Библиотека программ решения интегральных уравнений (6 программных модулей, ПЛ–1 и макроассемблер).
- Библиотека базовых программ решения задач комбинаторной вычислительной геометрии (11 программных модулей, макроассемблер).
- Библиотека программ решения задач на графах (21 программный модуль, макроассемблер).
- Пакет программ быстрого преобразования Фурье (37 программных модулей, ПЛ/1 и макроассемблер).

- Пакет программ решения задач линейной алгебры с заполненными квадратными и прямоугольными матрицами общего вида, симметричными и треугольными матрицами (50 программных модулей, ФОРТРАН и макроассемблер).
- Пакет программ решения задач линейной алгебры с использованием внешней полупроводниковой памяти (30 программных модулей, ФОРТРАН и макроассемблер).
- Пакет программ решения задач на собственные значения для заполненных симметричных положительно определенных матриц (4 программных модуля, ФОРТРАН и макроассемблер).
- Пакет программ решения задач линейной алгебры с разреженными матрицами (29 программных модулей, ФОРТРАН и макроассемблер).
- Пакет программ решения задач линейной алгебры с ленточными матрицами прямыми методами (38 программных модулей, ФОРТРАН и макроассемблер).
- Пакет программ решения систем линейных уравнений с ленточными матрицами и рациональными методами (12 программных модулей, ФОРТРАН).
- Пакет программ решения задач спектрального анализа для симметричных трехдиагональных матриц (8 программных модулей, ФОРТРАН и макроассемблер).
- Пакет программ решения задач оптимального распределения ресурсов на сетях большой размерности (39 программных модулей, ФОРТРАН и макроассемблер).

В создании описанного программного продукта, получившего название Научная Библиотека «Электроники ССБИС» помимо сотрудников Отдела базового программного обеспечения Института проблем кибернетики РАН принимали участие сотрудники Института математики АН Беларуси и кафедры кибернетики Московского института электронного машиностроения.

## Список литературы

1. Программное обеспечение высокопроизводительной системы // Вопросы кибернетики. М., 1986. Вып. 127.
2. Системы программирования векторно–конвейерной ЭВМ // Вопросы кибернетики. М., 1990. Вып. 162.
3. Архитектура высокопроизводительной вычислительной «Электроника ССБИС/1» // Программные продукты и системы. 1991. № 1.
4. Системное программное обеспечение основной машины ВС «Электроника ССБИС» // Программные продукты и системы. 1991. № 1.
5. Стандартное прикладное программное обеспечение основной машины ВС «Электроника ССБИС» // Программные продукты и системы. 1991. № 1.

# Что стоит за двумя подходами к развитию вычислительных технологий на заре советской компьютерной эры

Хироши Ичикава

Hiroshima University  
ichikawa@hiroshima-u.ac.jp

Прежде всего, хотелось бы представить два новых направления исследования. Одно касается вопроса военной техники вообще, и другое – фундаментального понимания советского общества.

Рассмотрев отношение военщины к первой разработке компьютера в США, Paul Ceruzzi подчеркнул разнообразие интересов военных кругов к новой технике. Он сказал: «Военщина не является единой, а конгломератом служб и бюро, различающимся по ролям, назначениям и средствам» [1]. Так он отрицал миф априористической дальновидности военщины к новой технике.

Достаточно давно, еще в 1977-м году, французский экономист Алес Нове представил концепт «централизованного плюрализм» как ключ к пониманию Советской экономики. Он подчеркнул самостоятельность народнохозяйственных министерств и ведомств [2].

Чем больше развивались архивные изыскания, тем шире его концепт «централизованного плюрализм» встречал поддержку и за пределами экономики. В области истории науки, например, Николай Кременцов отметил: «Несмотря на его тоталитарный характер, Советский Союз нес более сложную, внутреннюю структуру, и много агентов, привлеченных в государственный научно-политический аппарат, развивают свои политики, которые часто противостоят друг другу» [3].

Вот – один вопрос. Хотя официальная хроника советской эры считает первой советской ЭВМ – БЭСМ (Быстродействующая электронная счетная машина), которую разработал Институт точной механики и вычислительной техники Академии наук СССР, датируя ее создание 1952-м годом [4], она была принята Государственной приемной комиссией только в 1955-м году [5]. С другой стороны, «Стрела», которая была разработана Специальным Конструкторским Бюро №245 (СКБ-245) в 1953-м году, была применена на практике уже в 1954-м году и сразу же поставлена на серийное производство [6]. Кроме того, Ю.Я. Базилевский, главный конструктор «Стрелы», был награжден званием Героя Социалистического Труда [7]. Тем не менее, производство «Стрелы» было прекращено достаточно рано – в 1956-м году. Всего было изготовлено 6 «Стрел» [8].

\* \* \*

Чтобы подойти к ядру проблемы, необходимо обратиться к «первой линии» в области вычислительной техники в период сразу после Второй мировой войны.

Видный специалист точной механики, Николай Г. Бруевич и его сотрудники, которые позже входили в руководство исследований и разработок математических машин, написали в проекте первого послевоенного пятилетнего плана так: “Особое место в вычислительной технике занимает решение различных математических задач, связанных со стрельбой в сухопутной, морской, воздушной артиллерии, с прицельным бомбометанием, зенитной стрельбой, стрельбой ракетами дальнего действия и т. п., осуществляемой посредством специальных приборов (ПУАО, ПУАЗО и др.) и прицелов. ... Эти исследования будут проводиться в направлении разработки новых счетно-решающих устройств, в том числе: машина для интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений, машин для решения системы алгебраических уравнений, электроинтеграторов для решения краевых задач при помощи дифференциальных уравнений в частных производных, машин для решения алгебраических уравнений высоких степеней и универсальной счетной перфорационной автоматической машины ...” [9]. Одним словом, Бруевич и другие инженеры-механики поставили своей целью разработку математических машин, специализированных для разных артиллерийских задач, механических, релейных или электромоделирующих типов.

На таком направлении, Институт точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ) и был организован летом 1948г. на базе Отдела точной механики Института машиноведения АН СССР, Отдела приближенных вычислений Математического института им. В.А. Стеклова АН СССР и Лаборатории электромоделирования Энергетического института им. Г.М. Кржижановского АН СССР. Бруевич был назначен и.о. директора этого Института [10]. Сразу после организации ИТМиВТ, при Министерстве машиностроения и приборостроения было учреждено Специальное Конструкторское Бюро №245 (СКБ-245), которое заведовало разработкой и серийным производством математических машин вышеупомянутых типов [11]. Таким образом, уже с 1948года, в котором ИТМиВТ и СКБ-245 были организованы, СКБ-245 разрабатывало следующие машины:

- «Интеграл-1», маленький анализатор с 4 интеграторами [12],
- «Ели-6», «ИПТ-4, -5, -6 и -9», электронные линейные модели [13],
- «Полет», счетная машина, специализированная для автоматизированного пилотирования самолетов,



- «Оператор», электро-модернизирующая счетная машина для моделирования с изменяемыми переменными величинами [14],
- «МДА», мощный дифференциальный анализатор [15].

Теперь стоит рассмотреть структуру финансирования СКБ-245. Кроме средств из государственного бюджета, оно получало дотации от своих клиентов, доля которых занимала около половины годового дохода Бюро [16]. Поэтому деятельность Бюро отражала интересы клиентов.

В 1955г., даже после начала серийного выпуска ЭВМ, один из важных клиентов, Главное артиллерийское управление Министерства обороны заказывало такие машины, как:

- «Корунд» для вычисления баллистических характеристик атмосферы,
- «Приют» для вычисления артиллерийских топографических задач,
- «Гранит» для вычисления систематических срединных и среднеквадратичных ошибок,
- «Удар» для вычисления интегралов вероятности попадания.

В то же время, СКБ-245 занималось исследовательской работой для разработок следующих специальных математических машин для артиллерии:

- «Агат», машина управления огнем для стрельбы наземной артиллерии по наземным и морским целям,
- «Полоз» для расчета установок стрельбы наземной артиллерии,
- «Полигон» для обработки результатов в реальных условиях [17].

\* \* \*

С такой направленностью деятельности инженеров-механиков, занимающихся разработкой вышеуказанных машин, одна группа математиков совсем не была удовлетворена.

Какие задачи были тогда поставлены перед этими математиками?

По воспоминанию Алексея В. Забродина: «В многотрудной работе по решению атомной проблемы на долю коллектива, возглавляемого М.В.(Келдышем), пришлось ее вычислительное обеспечение. ... Тогда, до 1954 г., огромный объем вычислительной работы выполнялся организованными в институте бригадами вычислителей, пользовавшихся электромеханическими машинами (типа “Мерседес”). Работа велась круглосуточно. Бригады сменяли одна другую, передавая по сменам специально оформленные планшеты, заполненные множеством цифр...» [18].

К тому же, уровень, нужный для решения математических задач ядерных исследований, намного выше, нежели уровень, необходимый для артиллерийских задач. Так, например, Нейман (имя и отчество не известны), сотрудник ИТМиВТ после перестройки Института, горевал на совещании Института в 1950-м году. «... К математикам предъявляются очень настойчивые требования со стороны физиков решать весьма сложные (задачи)» [19].

В первый раз, выдающийся математик и организатор Советской науки, Михаил А. Лаврентьев упомянул о необходимости создания универсальной быстродействующей электронной числовой вычислительной машины летом 1947-го года. С тех пор шли горячие споры, касающиеся направления развития вычислительной техники [20]. Потом, 6-го августа 1949-го года, в постановлении Бюро пришли к выводу, что создание быстродействующей ЭВМ необходимо. Но, Бюро, в то же время, компромиссно считало важными также исследования и разработки механических и электро-моделирующих математических машин [21].

Также, только в марте 1950, т. е. через полгода после того постановления Бюро, директором ИТМиВТ был назначен Лаврентьев [22]. В июле того же года, на расширенном совещании Института был утвержден курс на создание ЭВМ в качестве главной задачи Института. С тех пор Институт начал заниматься разработкой БЭСМ [23].

\* \* \*

Главный вопрос: почему ситуация изменялась так медленно?

Лаврентьеву и его сотрудникам было нужно встречать поддержку со стороны высшего политического руководства.

Надо иметь в виду, что тогда шла кампания против «низкопоклонства перед границей». Они были должны подтвердить советскую оригинальность. К счастью, они нашли, что Сергей А. Лебедев и его сотрудники давно занимались своей ЭВМ, МЭСМ (Малая электронная счетная машина), в Киеве.

Едва завершилась основная работа разработки МЭСМ, как Лаврентьев показал ее политическим руководителям Украины [24]. Тогда же к делу подключился и Никита С. Хрущев, который как раз переехал в Москву и по позже стал покровителем Лаврентьева.

Кроме того, Лаврентьев написал письма Борису Л. Ванникову – Начальнику Первого главного управления, занимавшегося разработкой ядерного оружия, а также в Центральный комитет партии и Совет Министров [25].

Наконец, такой манёвр достиг успеха. Бруевич, который объективно препятствовал осуществлению новой политики в области вычислительной техники, ушел из ИТМиВТ в октябре 1950-ого года, вместе со своими сотрудниками [26]. Кроме того, он был обвинен властью за незначительную причину под предлогом «недостаточной бдительности» [27].

Бруевич, в качестве академика-секретаря Президиума Академии наук, и в самом деле являлся осведомителем властей во время войны. Он послал много писем, информировавших «верхи» о политических настроениях и других качествах кандидатов в академики. Например, он писал: «Ландау – политически не предпочтительный...», «...Б. Г. Кузнецов – нуль», «...не адекватно включать двух человек немецкого происхождения в Президиум, пока ведем войну с Германией» и так далее [28].

Более сложным фактом является то, что, несмотря на изменение состава ИТМиВТ, СКБ-245 оставалось таким же, как и раньше. В качестве контрмеры СКБ-245 стало бороться за монополию в области вычислительной техники и начало в 1950-ом году свой проект создания быстродействующей электронной счетной машины<sup>29</sup>.

В конце 1953-го года проект СКБ-245 был завершён. Его машину, «Стрелу-1», высоко оценила государственная приемная комиссия, во главе которой стоял Мстислав В. Келдыш [30].

\* \* \*

Но успех «Стрелы» был только внешним.

Анатолий Н. Мямлин, один из конструкторов самой «Стрелы-1», свидетельствует: «“Стрела”, конечно, работала очень плохо» [31].

По воспоминанию Алексея В. Забродина: “Тогда М.В. Келдыш собрал ведущих ученых, приехал Ю. Б. Харитон и другие физики и состоялся серьезный разговор о постановке и начале расчетов двумерных задач. ... А ведь наша вычислительная база – единственная ЭВМ «Стрела» с быстродействием 2,000 оп./сек. и памятью 2К (байт), по нормальным критериям никак не подходила для проведения таких расчетов...” [32].

Почему Келдыш и его комиссия так высоко оценили «Стрелу»? Михаил Р. Шура-Бура так сказал: «...однажды, придя в институт, я обнаружил, что вместо работ по поиску неисправности, пускаются демонстрационные тесты, на которых машина работает, потому что Мстислав Всеволодович (Келдыш) должен вот-вот привезти больших начальников из Госплана, чтобы показать им работающую вычислительную машину» [33]. Одним словом, первая советская ЭВМ должна была быть успешной.

Такого рода амбивалентная позиция Келдыша осложнила положение.

Но, когда Лаборатория измерительных приборов, тогдашний научный центр ядерных исследований, в лице Курчатова и Соболева, заказала СКБ-245 снабдить их БЭСМ вместо «Стрелы» для «Стрелы» пришел последний день [34]. Серийное производство «Стрел», которое началось лишь за год до этого, было прекращено в 1956-м году [35].

## Список литературы

1. P. E. Ceruzzi, *A History of Modern Computing*, The MIT Press, 1998. p.7.
2. Alec Nove, *The Soviet Economic System*, George Allen & Unwin, Second Edition 1988 (First published in 1977). P.62.
3. N. Krementsov, *Stalinist Science*, Princeton University, 1997. p.5.
4. М. В.Келдыш, “Математика—Вычислительная техника”, «Большой советская энциклопедия (2-ое изд.)», Том 50, стр.438.
5. Российский государственный архив экономики(РГАЭ) Фонд (Ф.) 8123 Опись (Оп.) 8 Дело(Д.) 623. л.л.104-115.
6. РГАЭ Ф. 8123 Оп. 8 Д. 560. л.204.
7. Под ред. И. М. Макарова и др., «История информатики в России», Наука, 2003г. стр.186.
8. *Виртуальный компьютерный музей*, «История отечественной вычислительной техники». ([http://compmus9/valuehost.ru/histussr/18htm](http://compmus9.valuehost.ru/histussr/18htm)).стр.1.
9. Российский государственный архив социально-политической истории (РГАСПИ) Фонд(Ф.)17 Опись(Оп.) 125 Дело(Д.) 447. л.29.
10. Архив Российской Академии ( Архив РАН) Фонд (Ф.) 1559 Опись (Оп.)1 Дело(Д.)3. л.1.
11. РГАЭ Ф. 8123 Оп. 8 Д. 308. л.31.
12. РГАЭ Ф. 8123 Оп. 8 Д. 402. л.1.
13. РГАЭ Ф. 8123 Оп. 8 Д. 523. л.11.
14. Там же, лл.94-109.
15. Там же, лл.153-156.
16. РГАЭ Ф. 8123 Оп. 8 Д. 482. л.85.
17. РГАЭ Ф. 8123 Оп. 8 Д. 629. лл.181-188.
18. Под ответ. ред. А. В. Забродина, «М. В. Келдыш: Творческий портрет по воспоминаниям современников», М.: Наука, 2002г. стр.344.
19. Архив РАН Ф.1559 Оп.1 Д. 15.. л.15.
20. Российская Академия наук, Ордена Ленина Сибирское Отделение, «Век Лаврентьева», Новосибирск, Издательство СО РАН, 2000г. стр.54.
21. Архив РАН Ф.1559 Оп.1 Д. 6. л.11.
22. Архив РАН Ф.2 Оп.3-а Д. 109. л.11.
23. Архив РАН Ф.1559 Оп.1 Д. 15. . л.28..
24. «Век Лаврентьева», Указ. соч.,с.59,60.
25. Там же, стр.60.
26. РГАСПИ Ф.17 Оп. 133 Д.174. л.71; Архив РАН Ф.1559 Оп.1 Д. 14. л.87.
27. РГАСПИ Ф. 17 Оп. 132 Д. 354 . лл.64-69.

28. *Б. М. Малиновский*, «История вычислительной техники в лицах», Киев — Электронная версия— Глава 6. (<http://lib.ru/MEMUARY/MALINOWSKIJ/6.htm>).стр. 17.
29. РГАСПИ Ф. 82 Оп. 2 Д. 930 . лл.49-56.
30. РГАЭ Ф. 8123 Оп. 8 Д. 560. лл.200-202.
31. *А. Н. Мямлин*, “М. В. Келдыш и вычислительная техника.” Под ответ. ред. *Забродина*, Указ. соч., стр. 344.
32. *А. В. Забродин*, “В начале большого пути.” Там же, стр.370.
33. *М. Р. Шура-Бура*, “Мой Келдыш.” Там же, стр.359, 360.
34. РГАЭ Ф. 8123 Оп. 8 Д. 623 . лл.271, 272.
35. Там же, л.261.

# Технология публикации в Интернет малых музеев на основе специализированного инструментального портала

Владислав Витальевич Казаков, Анна Викторовна Верещагина, Татьяна Евгеньевна Алексеева

Новосибирский государственный университет  
Новосибирск, Россия  
vkazakov@phys.nsu.ru, vereshchagina@mmedia.nsu.ru, alexeeva@ngs.ru

**Ключевые слова:** виртуальный музей, информатика, база данных, хостинг, малые музеи

## Developing of an Approach to the Internet Publication of Small Museums and Science-Based Collections with an Instrumental Portal

Vladislav Kazakov, A.V. Vereshchagina, Tatyana Alexeeva

Novosibirsk State University

**Keywords:** virtual museum, informatics, database, hosting, small museums

### Введение

Основной задачей музея является сохранение культурных ценностей и предоставление доступа к культурному наследию. Задача предоставления доступа к культурному наследию решается разными способами. Самый распространенный – это организация различных выставок. Но выставка – это мероприятие локальное и, как правило, не постоянное. Эти два факта существенно ограничивают доступ к культурному наследию и, как следствие, уменьшают значимость конкретного музея в целом. Перенос экспозиций и выставок в виртуальное пространство – еще одно решение задачи просвещения. Виртуализация подразумевает организацию в сети Интернет общедоступного ресурса, зайдя на который пользователь получает возможность ознакомления с виртуальными копиями реальных музейных экспонатов. Создание подобных виртуальных музеев является достаточно эффективным решением задачи просвещения масс, так как виртуальный музей доступен из любой точки мира, где есть Интернет, и работает 24 часа в сутки. Однако, создание развитого виртуального музея – достаточно сложная задача, которая требует значительных затрат.

Среди музеев, в обычном понимании, есть так называемые «малые» музеи. Такие музеи не имеют официального статуса музея, существуют за счет энтузиастов и, чаще всего, не имеют постоянных источников финансирования [1]. Тем не менее «малые» музеи так же хранят культурные ценности и стремятся предоставить доступ к своим коллекциям всем желающим. В наше время в мире существуют тысячи сравнительно небольших музеев и коллекций научно-образовательной направленности. Например, только в Новосибирском государственном университете – музей истории НГУ, музей геологии, археологии и др. В СО РАН насчитывается около 30-ти малых музеев. Их коллекции имеют большое значение, и доступ к ним заинтересованных пользователей может быть организован средствами Интернета. Распространенным способом создания виртуальных музеев является использование неспециализированных средств, таких как интернет-галереи или примитивные средства создания сайтов, но подобные решения не обладают всей необходимой для музейно-выставочной деятельности функциональностью. В то же время специализированные средства не всегда могут быть применены к «малым» музеям и требуют для работы значительных ресурсов и наличия квалифицированных кадров.

### Стандартный метод создания виртуального музея

Самый простой способ опубликовать виртуальный музей – сделать его в виде веб-сайта и выложить в Интернете. Чаще всего виртуальные музеи, так же как и большинство проектов создаются по заказу пользователя – заказчика. Заказчик контактирует с разработчиком и происходит обсуждение будущего виртуального музея. Заказчик ставит требования – объясняет разработчикам, какой именно музей он хочет, каким функционалом музей должен обладать, какие музейные объекты там будут представляться. Далее разработчики проектируют и реализуют новую программную систему поддержки виртуального музея. Готовая оболочка виртуального музея публикуется в Интернете с ограниченными правами доступа и передается заказчику для наполнения

музейными объектами и формирования музейно-выставочного контента. На заключительном этапе открывается публичный доступ к виртуальному музею.

Однако у такого метода создания виртуальных музеев существует ряд недостатков.

- С точки зрения пользователя:
  - требует участия прикладного программиста, как при непосредственном создании музея, так и при дальнейших работах;
  - труднодоступный и дорогостоящий метод – квалифицированного разработчика достаточно сложно найти и оплата его работы требует значительных денежных средств.
- С точки зрения разработчика:
  - разработка виртуального музея «с нуля» – достаточно трудоемкая задача, а регулярных заказов на данные системы по рыночной цене нет, соответственно экономически необоснованно создавать универсальные системы или отдельные многократно используемые модули виртуального музея;
  - поскольку модель виртуального музея достаточно сложна, даже после длительного использования соответствующего программного обеспечения будут выявляться ошибки, требующие незамедлительного исправления. Таким образом, программное обеспечение виртуального музея будет нуждаться в технической поддержке после завершения работ по его разработке.

В то же время, важным преимуществом стандартного подхода является возможность широкой настройки функционала и структуры базы данных виртуального музея, ограничивающиеся только средствами и воображением заказчика.

## Предлагаемое решение

Авторами статьи предлагается более универсальное решение – создание инструментального портала, фундаментом которого станет специализированная информационная система для управления виртуальными музеями и научными коллекциями, позволяющая создавать, наполнять, настраивать и публиковать виртуальные музеи и коллекции научно-образовательной направленности, без участия специалистов в области информационных технологий и с минимальными потребностями в ресурсах. Инструментальный портал предоставляет каждому желающему возможность создать свой собственный виртуальный музей, а так же все необходимые инструменты для удаленной актуализации виртуального музея и возможность его публикации для общего доступа в сети Интернет. Виртуальный музей создается на физически удаленном сервере.

Исключение непосредственного общения заказчика с разработчиком значительно ускорит и удешевит процесс создания виртуального музея. Такое общение заменяется развитой системой пользовательских настроек системы. Заказчику музея предлагается ряд вопросов касающихся структурных особенностей виртуального музея, на которые он должен ответить, выбрав из списка ответов наиболее близкий, характеризующий максимально точно виртуальный музей, который он хочет создать. Затем происходит процесс настройки музея. Пользователю предлагается создать различные типы музейных объектов и внести название полей для их описания. Далее автоматически, программными средствами создается веб сайт виртуального музея с заданной структурой данных и настройками интерфейса. Виртуальный музей имеет область ограниченного доступа – «администрирование». Права доступа к администрированию виртуального музея выдаются заказчику. В администрировании можно изменять настройки виртуального музея, создавать музейные объекты и музейно-выставочное оформление.

## Структура предлагаемого решения

Модель данных виртуального музея построена таким образом, чтобы обеспечить совместную работу всех функциональных модулей, подключаемых при настройке системы. Каждый функциональный модуль представляет собой виртуальный аналог действительного музейного механизма используемого в реальных музеях. Некоторые функциональные модули, как и реальные их аналоги, при использовании в разных предметных областях имеют разную структуру данных. Например, экспонат-камень геологического музея и экспонат-фотография музея истории имеют совершенно разные наборы музейных атрибутов и нуждаются в разных моделях данных для хранения значений их характеристик. Поэтому итоговая модель каждого виртуального музея генерируется индивидуально для каждого конкретного виртуального музея на основе пользовательских настроек предметной области.

Исходя из анализа терминологий и структур данных, используемых в музейной деятельности, и основных требований, обычно предъявляемых к системам управления виртуальными музеями и коллекциями [2], запроектированы и реализованы основные модули. Модуль музейных объектов – основной модуль, который отвечает за различные типы и атрибуты музейных объектов, имеющих в виртуальном музее. Модуль фондовых групп – структура позволяющая распределять музейные объекты по группам для более удобной классификации. Экспозиционный модуль – модуль, позволяющий создавать в виртуальном музее различные экспозиции и

стенды для создания всевозможных выставок. Лекционный модуль – структура для создания лекций и экскурсий по виртуальному музею. Поисковый модуль – осуществляет поиск по музейным объектам, лекциям, экспозициям и другим объектам – зависит от настройки модуля. Справочный модуль – обособленная структура содержит в себе справочные статьи, определения, и т.п., также зависит от её настройки.

Изначальный набор модулей может обновляться и пополняться как усилиями команды разработчиков системы так и сторонними специалистами. Обновления модулей позволяют исправить существующие программные ошибки и уязвимости или внедрить новые функциональные возможности, такие как просмотр изображений музейных объектов под увеличительным стеклом и трехмерные модели археологических или геологических экспонатов.

Инструмент увеличительное стекло был разработан по заказу Музея истории НГУ для просмотра сканов стенгазет – большое полотно стенгазеты невозможно полностью уместить в экране компьютера с сохранением читаемости всех его элементов. С помощью «увеличительного стекла» становится возможно просматривать в увеличении любую область стенгазеты, видя при этом и всю ее целиком.

С помощью проигрывателя трехмерных объектов возможен просмотр отдельных музейных экспонатов в трехмерном режиме, что более интересно и информативно чем просмотр плоских изображений. Сегодня существует множество технологий 3D-сканирования объектов разной степени удобства пользования и качества результата в ценовом диапазоне от 10 тысяч до нескольких миллионов рублей. Следует отметить, что сегодняшние технические возможности могут также позволить пользователям распечатывать опубликованные в веб-трехмерные модели на 3D-принтере.[3]

В качестве дополнительных функциональных модулей также планируется введение модуля видео-лекций и модуля тестирования знаний. Модуль видео-лекций может быть построен на основе разработанной в НГУ системы дистанционного чтения лекций «Мультимедиа лекторий», поддерживающей интерактивные демонстрационные материалы с возможностью расширения, в том числе и на музейную область [4,5]. С использованием такого модуля можно будет записывать видео-лекцию специалиста, сопровождаемую демонстрационным рядом с экспонатами музеев, стендами, статьями и т.п.

Модуль тестирования знаний в свою очередь может быть построен на основе разработанной в НГУ системы тестирования Bench (bench.nsu.ru), что позволит разрабатывать в виртуальном музее тесты контроля или самоконтроля на знание, например, отдельных музейных объектов. После реализации данных модулей они станут доступны не только при создании новых виртуальных музеев, но и при настройке музеев, созданных в системе ранее.

## **Преимущества предложенного решения**

Предложенный подход построения виртуального музея, помогает его сделать более гибким и настраивать не только его информационный и художественный дизайн, но и структуру базы данных. Модульная структура дает возможность в течение всего жизненного цикла виртуального музея добавлять новые функциональные элементы. Хостинг всех виртуальных музеев на едином серверном пространстве производителя позволяет ему контролировать и обновлять программное обеспечение на всех созданных виртуальных музеях без контактирования с заказчиками, то есть предложенный подход обеспечивает возможность реинжиниринга виртуального музея в любой момент после создания. Таким образом, у заказчика виртуального музея отпадает необходимость нанимать прикладного программиста для поддержки виртуального музея.

## **Реализация системы управления виртуальным музеем**

Архитектура системы управления виртуальным музеем представляет собой CMS систему (систему управления контентом), выполненную в классической трехуровневой клиент-серверной модели с веб-браузером, исполняющим роль универсального программного клиента в качестве единственного ПО клиентской стороны. Серверная часть представлена SQL сервером, реализующим уровень хранения данных.

Концептуальную модель данных музея поддерживает специализированный сервер приложений, составляющий вместе с веб-сервером промежуточный уровень. Сервер приложений, однако, реализован особым образом, отличающимся от общепринятых реализаций подобных систем: он не реализует конкретной модели данных, а может реализовывать и интерпретировать целое множество моделей данных, в соответствии с их описаниями. Наиболее важные особенности реализованных моделей данных:

Во-первых, модели данных имеют некоторые черты, свойственные объектно-ориентированным базам данных (ООБД), главной из которых является представление сущностей классами, имеющими, в том числе, и методы, что позволяет интегрировать интерфейсный уровень в модель данных. Кроме того, реализовано такое свойство ООБД как полиморфизм классов, позволяющий разбивать сущности на подтипы, и дающий удобный инструмент для развития модели данных без существенной перестройки интерфейса.

Во-вторых, реализуются ассоциативные контекстно-зависимые связи, позволяющие строить в информационном ресурсе сложное гипертекстовое пространство, с полной поддержкой целостности таких связей. Такие направленные связи могут быть проведены из специального типа атрибутов, предназначенных для размещения

форматированных текстов с перекрестными ссылками. Эти атрибуты содержат XML документы, некоторые элементы которых и являются источниками связей. Целью таких связей являются объекты базы данных. Ассоциативные связи в базе данных типизированы: каждая связь является экземпляром ассоциации, которая определяет от какого класса к какому может быть проведена связь. По принадлежности ассоциативной связи к конкретному типу может быть организована их выборочная обработка.

Таким образом, все модули виртуального музея реализованы в виде классов и методов в CMS системе объектного характера и хранятся в базе данных MSSQL. Так же, в виде CMS системы разработан специализированный инструментальный портал, который обрабатывает заявки пользователей, собирающихся создать свой музей, настройки музеев на предметную область, подключение дополнительных функциональных модулей и т.п. Все настройки формируются в виде конфигурационного файла и сохраняются в базу данных. При создании нового музея автоматически выполняется отдельное.NET приложение, которое, используя средства CMS и конфигурационный файл, собирает новый виртуальный музей и настраивает его. Новый веб ресурс регистрируется в портале и становится публично доступным.

## Выводы

До настоящего момента не существовало инструментальных систем, которые обеспечивали бы построение информационной системы виртуального музея или научной коллекции с настройкой на предметную область без участия прикладного программиста. Новизна предложенного подхода состоит в привлечении и развитии, применительно к музейной деятельности, подхода специализированного хостинга, а также в спроектированной обобщенной концептуальной модели виртуального музея и методов ее настройки на предметную область виртуального музея, ориентированной на особенности «малого» музея. Разработанный подход специализированного хостинга имеет практическую ценность, так как может быть применен при решении проблем публикации виртуальных музеев и научных коллекций в сети Интернет. Реализованная в рамках указанного подхода система «инструментальный портал виртуальных музеев» может быть применена держателями малых музеев и научных коллекций для виртуализации своих музеев и коллекций, без привлечения IT-специалистов. Данной возможностью уже воспользовались несколько музеев и научных коллекций, поддерживаемых Новосибирским государственным университетом и Сибирским отделением РАН.

Система прошла апробацию, в автоматическом режиме было настроено и собрано более десяти реально работающих и поддерживающихся виртуальных музеев, в том числе «Страницы истории СО РАН» [6], «Музей истории НГУ» [7], «История культуры Западной Европы XX в.» [8], «Первобытная культура» [9], «Музей А.А. Ляпунова» [10], «Музей академика Н.Н. Яненко» [11] и др. Все виртуальные музеи имеют свою собственную предметную область и контролируются инструментальным порталом и в любой момент, в автоматическом режиме, могут быть пересобраны с изменением модели данных.

## Список литературы

1. Ляпунова Н.А., Казаков В.Г., Пищик Б.Н., Федотов А.М., Фет Я. И. Создание виртуального музея А.А. Ляпунова как типичная задача публикации научно-образовательных коллекций в Интернете // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2008. Т. 6, вып. 4. С. 15-23.
2. Ляпунова Н.А., Федотов А.М., Фет Я.И., Пищик Б.Н., Казаков В.Г., Алексеева Т.Е., Панина Н.Л., Попович Ю.Л. Виртуальный музей А.А. Ляпунова: основные технологические решения. // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. Т.8, вып. 4 – Новосибирск, 2010. с.97 – 105.
3. Музейные экспонаты разрешили печатать на 3D-принтерах <http://lenta.ru/news/2013/11/14/threedmuseum/>
4. Казаков В.В., Казаков В.Г., Федотов А.М. Перспективы использования и развития мультимедийных технологий в образовании. – Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. Т.9, вып. 2, 2011 г. С. 15 – 24
5. Казаков В.В. Разработка технологии поддержки виртуальных мультимедиа лекций. Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. Т.9, вып. 2, 2011 г. С. 66-79.
6. Виртуальный музей «Страницы истории СО РАН» <http://sbras.nsu.ru>
7. Виртуальный музей «Музей истории НГУ» <http://museum.nsu.ru>
8. Виртуальный музей «История культуры Западной Европы XX в.» <http://euculture.vixpo.nsu.ru>
9. Виртуальный музей «Первобытная культура» <http://ritual.vixpo.nsu.ru>
10. Виртуальный музей «Музей А.А. Ляпунова» <http://lyapunov.vixpo.nsu.ru>
11. Виртуальный музей «Музей академика Н.Н. Яненко» <http://yanenko.vixpo.nsu.ru>

# Являются ли социальные сети социальными сетями?<sup>1</sup>

Виталий Геннадьевич Казаков<sup>1</sup>, Ирина Николаевна Карпенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Новосибирский государственный университет экономики и управления  
Новосибирск, Россия  
kazakov@phys.nsu.ru

<sup>2</sup> Новосибирский государственный университет  
Новосибирск, Россия  
kin69@mail.ru

Предметом исследования являются современные социально сетевые сервисы и способы их построения. Отмечены противоречия в многозначном использовании термина «социальная сеть», ведущие к искаженному восприятию феномена социальных сетевых сервисов. Рассматривается ряд существенных проблем и ограничений таких сервисов в области поддержки реальных социальных сетей, показывается связь данных ограничений с архитектурными решениями программной компоненты сервисов. Обсуждается возможность построения систем для поддержки социальных сетей на основе принципиально других подходов, в частности, как открытых распределенных систем. Предлагается обобщенная архитектура распределенной системы, основанная на взаимодействии множества интеллектуальных агентов, представляющих субъектов социальной сети.

**Ключевые слова:** социальные сети, социальные сетевые сервисы, многоагентные системы

## Введение

Сегодня термин «социальная сеть» прочно ассоциирован с феноменом интегрированных коммуникативных Интернет сервисов, таких как Facebook, ВКонтакте, Одноклассики и др. При этом среди специалистов в областях социологии и социальной психологии под социальной сетью традиционно понимаются особые социальные структуры, не имеющие, в общем случае, к компьютерному миру и Интернет никакого отношения. Применение термина «социальная сеть» к области Интернет систем связано с некоторыми представлениями о близости феномена к реальным социальным сетям в их первоначальном смысле. В связи с этим возникает вопрос об отношении понятий «социальная сеть» в первом и втором значениях, который в утрированном виде и вынесен в название настоящего доклада. Ниже мы попытаемся предложить некоторый взгляд на данную проблему, а также показать, что результаты ответа выходят за рамки чисто научного интереса и могут давать вполне практические рекомендации в области организации Веб пространства.

## Проблемы терминологии

В настоящее время под термином «социальная сеть» понимают несколько весьма различных понятий, что вносит определенную путаницу в анализ связанных с этими понятиями явлений. Во-первых, социальные сети (social network) употребляется в первоначальном смысле, используемом в социологии: некий круг знакомых людей и социальных связей между ними. Появление этого термина, получившего весьма широкое распространение в различных областях гуманитарного знания, относится к середине 50-х годов 20-го века. Для широкого круга специалистов такое понимание социальной сети ассоциировано с получившей популярность в шестидесятых годах теории шести рукопожатий С. Милгрэма [1], согласно которой каждый из людей на земле знаком с каждым всего лишь через шесть промежуточных контактов – рукопожатий. Заметим, что первые эксперименты по проверке этой теории не задействовали компьютерных сетей, а были основаны на рассылке писем через обычную почтовую службу.

Сегодня же термин «социальная сеть» прочно ассоциирован с феноменом специальных коммуникативных сервисов, таких как Facebook, LinkedIn, Twitter и т.д. Причем сам термин применяют как по отношению к кругу (сообществу) пользователей этих сервисов, так и по отношению к самим этим сервисам и даже юридическим лицам, владеющим данными сервисами. Все эти использования некорректны, хотя и в разной степени. Высказывания, вроде «социальная сеть А планирует IPO...», подменяющие коммерческую фирму ее проектом, представляются безусловно ошибочными, хотя бы потому, что у различных сетевых проектов, в том числе и коммуникативных сервисов может быть общий владелец. Когда говорится о функциональных возможностях различных социальных сетей (например, о достоинствах форумов в социальной сети Б) смешивается понятие коммуникативного сервиса с группой пользователей данного сервиса. Хотя группа пользователей не может существовать без самого сервиса, тем не менее, это явления различной природы: в первом случае – программная систе-

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта НГУЭУ №4-2014, НИР «Организация социально-сетевых сервисов как многоагентных систем: Поисковые исследования и постановка задачи»



ма, позволяющая осуществлять коммуникацию, во втором – сообщество лиц, использующих данную систему для взаимодействия. Представляется необходимым разделять эти понятия и на терминологическом уровне.

Что касается сообщества пользователей таких коммуникативных сервисов, то они действительно близки к понятию социальных сетей: это группы лиц, осуществляющих активное неформальное взаимодействие. Однако и здесь нам представляется не очевидным, что подобные сообщества можно отождествлять с социальными сетями. Не вполне ясно, почему для выделения социальной сети из глобального социального пространства имеет значение факт использования конкретного коммуникативного сервиса: нам же не приходит в голову говорить о социальной сети пользователей электронной почты или абонентов Ростелекома.

Взрывное развитие новых коммуникационных средств привело к повсеместному смешению указанных понятий, в том числе и в экспертной среде, и в настоящее время актуальны последовательная выработка и введение в научную практику строгой и общепризнанной терминологии. Мы в данной работе будем использовать термины следующим образом. Термин социальная сеть (social network) будет нами употребляться исключительно в первоначальном смысле объединения социальных субъектов и их связей. Применительно к коммуникационным системам, называемым в обиходе социальными сетями, мы будем использовать термин социальные сетевые сервисы (social networking services), отражающий, по нашему мнению, суть данных объектов наилучшим образом. По отношению к группам пользователей данных сервисов мы будем говорить о виртуальных сообществах (virtual communities).

Отметим, что в англоязычной литературе указанная путаница понятий присутствует в меньшей степени и понятия social network, social networking service и virtual community смешиваются реже. Так, например, для статьи в русскоязычной Википедии «Список социальных сетей с более 100 миллионов пользователей» англоязычным аналогом является статья, озаглавленная как «List of virtual communities with more than 100 million active users».

## Недостатки социальных сетевых сервисов

Разделение понятия социальной сети от социального сетевого сервиса позволяют поставить вопрос, насколько пригодны современные сервисы для поддержки коммуникации между субъектами реальных социальных сетей. Нам кажется, что можно выделить, по крайней мере, три случая, когда эффективность социальных сервисов в поддержке социальных сетей можно подвергнуть сомнению и критике.

1. Мы можем заметить, что современные социальные сетевые сервисы разрушают глобальное социальное пространство через его декомпозицию на изолированные подпространства, образуемые отдельными сервисами. В самом деле, посмотрим, имеют ли цепочки рукопожатий «тесного мира» адекватную проекцию в виртуальном пространстве, образуемом пользователями этих сервисов? Очевидно, что цепочка будет отражена, только если все образующие ее субъекты являются членами виртуального сообщества конкретного социального сетевого сервиса. Таким образом, часть связей между социальными субъектами при переносе в виртуальное пространство, образуемое современными социально-сетевыми сервисами, разрушается.

Обратной стороной этой проблемы является расщепление социальных субъектов в виртуальном пространстве. Пытаясь связать разорванные в виртуальном мире сервисами свои социальные сети, субъекты вынуждены становятся членами все большего количества виртуальных сообществ, создавать профили все в большем количестве сервисов. Иллюстрацией этого факта является то, что общее число активных участников только крупных (более 100000 членов) виртуальных сообществ превышает 7 миллиардов, тогда как число активных пользователей Интернет оценивается менее чем в 2,4 миллиарда человек. Таким образом, на каждого пользователя Интернет приходится в среднем два-три активно используемых профиля в социальных сетевых сервисах.

Невозможность создания в виртуальном мире единого связного (глобального) социального пространства, необходимость дублирования профилей являются существенной проблемой современных социальных сетевых сервисов.

2. Частное пространство участников субъектов социальных сетей, взаимодействующих посредством социально-сетевых сервисов не защищено, что разрушает основу социальных сетей. Конечно, авторизация, идентификация, политики доступа к информации некоторым образом создают иллюзию защищенности информации от несанкционированного вторжения. Однако, использование частной информации неконтролируемым образом всегда остается возможно для лиц, осуществляющих поддержку и управление самим сервисом. В этой связи нельзя не вспомнить классическую работу О'Рэйли, в которой он прямо указывает на особую ценность больших объемов информации, собираемой посредством подобных систем от своих пользователей [2].

Действительно, часто то или иное использование информации пользователей, циркулирующей в публичных Интернет сервисах, является финансовой основой их существования. Так, в 2013 году пользователи одной из популярных систем рассылки почтовых сообщений узнали, что их письма массово перлюстрируются с целью получения коммерческой выгоды. При этом владельцы сервиса данный факт подтвердили, оправдывая его, тем, что анализирует содержание вскрытых писем осуществляет робот [3]. Такая зависимость от использования конфиденциальной информации позволяет предполагать, что подобные нарушения являются для массовых сервисов общепринятыми.

В связи с самой природой социальных сетей, в которых преобладают частные, личные отношения, они наиболее чувствительны к праву на частное пространство. Соответственно незащищенность социальных сетевых сервисов от несанкционированного доступа и использования личной информации пользователей является существенным недостатком социальных сетевых сервисов.

3. Социальные сетевые сервисы имеют predetermined и ограниченные с точки зрения пользователей модели данных и методы работы, что ограничивает типы взаимодействий, реализуемых с помощью таких сервисов заранее определенными схемами. Удовлетворяют ли данные возможности потребностям всех пользователей такого сервиса, число которых может достигать нескольких сотен миллионов? Нет, и свидетельством этому является появление все новых специализированных социальных сервисов, предоставляющих возможности, отсутствующие в других системах: Instagram, Twitter, LinkedIn. Это влечет за собой новые неудобства: тем пользователям, которым нужна функциональность нескольких сервисов, придется заводить несколько профилей. Тот случай, когда требуется отсутствующая функциональность, решения не имеет, даже если потребность в этом ощущают большие группы пользователей. Другой стороной этого вопроса является принцип, по которому выбирается реализуемая функциональность. Тот взгляд, согласно которому возможности системы формируются исходя из потребностей большинства пользователей, представляется не вполне верным. Можно предположить, что очень весомым является интерес владельцев данного сервиса, в самом простом варианте интерес коммерческий. Поскольку активность пользователя в социальном сервисе обычно монетизируется, владельцы заинтересованы в реализации, в первую очередь, такой функциональности, которая бы провоцировала пользователей на определенные виды активности. Это также не соответствует интересам пользователя.

Основываясь на данных наблюдениях, можно сформулировать гипотезу о том, что современные сервисы не поддерживают реальные социальные сети, а культивируют некоторый новый тип социального поведения. В пользу данной гипотезы, в частности, говорит и то, что в то время когда воздействие социальных сетей на общество традиционно характеризовалась как «мягкая сила», виртуальные сообщества в последние годы все чаще проявляются как средство организации больших масс в ходе всяческих социальных катаклизмов. Если же данная гипотеза, хотя бы в какой-то мере, является истиной, то ассоциирование современных социальных сетевых сервисов или виртуальных сообществ с социальными сетями не только некорректно, но и может вредить правильному пониманию социальных, психологических, культурных процессов в современном обществе.

## Как нам строить «социальные сети»?

Таким образом, современные социальные сетевые сервисы, применительно к поддержке коммуникаций между членами реальных социальных сетей, имеют ряд серьезных недостатков. При этом эти недостатки присущи, по-видимому, всем социальным сетевым сервисам. В этой связи логично поставить ряд вопросов. Почему современные социально-сетевые сервисы организованы так, что имеют проблемы в поддержке реальных социальных сетей? Можно ли построить такие социальные сетевые сервисы, которые были бы свободны от указанных недостатков? Какими свойствами и функциональностью должны обладать социальные сетевые сервисы, чтобы в максимальной степени удовлетворять потребностям реальных социальных сетей?

Нам представляется допустимым предположить, что все указанные проблемы происходят от практикуемого способа организации социально-сетевых сервисов как централизованных, закрытых, проприетарных систем. Мы полагаем, что все перечисленные недостатки принципиальны для современных социальных сетевых сервисов, поскольку они являются неустранимыми в рамках той архитектуры, в которой эти сервисы сегодня строятся. Так, организация сервисов в виде централизованной системы, построенной вокруг единой базы данных, означает изолированность пользователей сервиса от остального социального пространства и, соответственно, его (пространства) декомпозицию. Закрытость системы означает, что существует некоторый стандартный набор функций, одинаковый для всех его пользователей, не изменяемый и не расширяемый по их воле. То есть, в конечном счете, стратегии взаимодействия в рамках такого сервиса определяются не его пользователями, а заложенными унифицированными возможностями, и, соответственно, отражают взгляд и интересы создателей и владельцев сервиса. Наконец, проприетарность предполагает стремление к получению коммерческой выгоды, а, поскольку основная коммерческая ценность подобных систем заключается в объединенном информационном ресурсе, состоящим из частной информации пользователей сервиса, то именно она и становится предметом использования в целях, отличных от интересов лиц, её создающих.

Означает ли это, что все эти «асоциальные» свойства социальных сетевых сервисов не могут быть преодолены? Может показаться, что это неразрешимая задача, поскольку способ организации современных социальных сетевых сервисов представляется очевидным и общепризнанным. В то же время нам кажется не очевидным, что данный принцип организации современных социально-сетевых сервисов является единственно возможным. В этой связи актуально рассмотреть возможность их организации на базе иных подходов и архитектур, которые допускали бы возможность формирования единого глобального социального пространства, обеспечивали бы эффективную реализацию социальных взаимодействий в соответствии с ролями субъектов социальных сетей, а также позволяли бы субъектам без ущерба коммуникативным возможностям сохранять необходимую приватность. Попытаемся представить, возможно ли решение данной задачи и какие принципиальные технические решения должны в этом случае быть реализованы. По всей вероятности, можно представить некоторое число существенно отличающихся подходов к построению социально-сетевых сервисов. Однако, задача

исключения вышеописанных недостатков, как нам кажется, тяготеет к следующим решениям.

Во-первых, сервис строится как распределенная система неких взаимодействующих узлов. Система расширяется простой организацией новых узлов с автономными владельцами и управлением. Связи, создаваемые новым узлом с остальными узлами, достраивают и усиливают систему. Такой принцип построения позволяет строить системы, не имеющие одного владельца. Соответственно, управление информацией и осуществление обмена ею с другими узлами более не находится под контролем единого, к тому же коммерчески заинтересованного центра.

Во-вторых, система строится на открытых стандартах и протоколах. Это позволяет пользователям создавать узлы с различной функциональностью, либо наращивать функциональность уже действующих узлов. Этот принцип избавляет субъекта социальной сети от предопределенных схем поведения в рамках сервиса: возможность выбора программного обеспечения означает возможность выбора способов участия в сетевом взаимодействии.

Нужно сказать, что известно несколько попыток построить социальные сетевые сервисы на других основаниях. Так, в 2010 году был запущен некоммерческий проект социального сетевого сервиса Диаспора, в котором делается попытка преодолеть указанные ограничения, реализуя систему распределенной [4]. Основными особенностями Диаспоры является возможность группе пользователей устанавливать, поддерживать и контролировать один из узлов распределенной системы, что обеспечивает лучшую защиту данных от несанкционированного использования. По всей вероятности, может быть сконструировано несколько различных типов систем, в той или иной степени преодолевающих ограничения социальных сетевых сервисов, построенных как централизованные закрытые проприетарные системы.

Нам представляется, что одним из наиболее перспективных путей может являться организация глобальной среды в виде открытой (свободно расширяемой) многоагентной системы, построенной на открытых форматах и протоколах. Агентом такой системы должен являться персональный ассистент субъекта социальных сетей. Такой тип организации системы, на наш взгляд, должен эффективно преодолевать недостатки и ограничения стандартных социальных сервисов. Так, в такой системе отсутствует декомпозиция социального пространства, поскольку отсутствуют границы системы: каждый агент может установить контакт с любым, готовым общаться по предложенным протоколам. В идеале граф, узлами которого являются агенты, а ребрами – установленные контакты, просто изоморфен графу реальной социальной сети. Что касается преодоления ограниченности моделей объекта, то реализация системы на открытых форматах и протоколах в сочетании с возможностью их расширения способна создать основу для практически бесконечного разнообразия функциональности. Наконец, частное пространство субъекта в такой системе защищено тем, что он полностью и непосредственно контролирует своего агента и все доверенные агенту данные.

## Заключение

Нам представляется, что из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. В настоящее время существует определенная путаница в терминологии, связанной с социальными сетями и социальными сетевыми сервисами, что затрудняет анализ соответствующих явлений. Крайне желательна выработка логически обоснованной терминологической базы, общей как для гуманитарных наук, так и для информатики.

2. Современные социальные сетевые сервисы (часто называемые социальными сетями) имеют ряд недостатков и ограничений применительно к поддержке коммуникации между субъектами реальных социальных сетей, которые неустранимы в рамках ныне используемого подхода к организации программной части таких систем.

3. Актуально проведение исследований по поиску новых подходов и методов к построению социальных сетевых сервисов, более соответствующих логике коммуникаций в реальных социальных сетях: в виде распределенных, гетерогенных систем, основанных на открытых форматах и протоколах. Одним из перспективных направлений построения средств поддержки социальных сетей является их организация в виде многоагентной системы.

## Список литературы

1. Stanley Milgram, The Small World Problem, Psychology Today, 1967, Vol. 2, 60-67
2. Тим О'Рейли, Что такое Веб 2.0. Компьютерра, 11 октября 2005 года
3. Google отказал пользователям в праве на конфиденциальность переписки. <http://lenta.ru/news/2013/08/14/gmailprivate>
4. Diaspora\*. The online social world where you are in control. <https://diasporafoundation.org>

# В.А. Мельников – архитектор отечественных вычислительных машин и систем

Вера Борисовна Карпова<sup>1</sup>, Леонид Евгеньевич Карпов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт точной механики и вычислительной техники им. С.А. Лебедева РАН

<sup>2</sup> Институт системного программирования РАН

Москва, Россия

kotre@mail.ru, mak@ispras.ru

**Ключевые слова:** серия БЭСМ, ламповые и полупроводниковые ЭВМ, суперЭВМ



Рис. 1. В.А. Мельников (слева) и С.А. Лебедев

Действительный член Российской Академии наук Владимир Андреевич Мельников – ученик великого русского учёного, академика Сергея Алексеевича Лебедева (рис. 1), основоположника отечественной вычислительной техники, создателя первых отечественных ЭВМ, главного конструктора вычислительных машин, составивших знаменитую линию БЭСМ – *быстрodeйствующих электронных вычислительных машин*.

Владимир Андреевич Мельников родился 18 августа 1928 года в деревне Венюково (ныне Чеховский район Московской области). Его родители – Андрей Андреевич и Елизавета Никитична вскоре переехали в Москву и жили в Сокольниках, на улице Стромынка. Уже после рождения сына, в 1932 году, Андрей Андреевич поступил в техникум, чтобы получить навыки холодной обработки металла. Его дети вспоминали, что при поступлении на учёбу ему особенно трудно было писать диктант по русскому языку. Однако впоследствии он очень хорошо учился, научился очень грамотно писать, работал в Аэрофлоте, а в его письмах с фронта, которые бережно сохранялись Владимиром Андреевичем, ошибку встретить почти невозможно.

С детства Владимир удивлял всех своим умением мастерить собственными руками разные технические игрушки – машинки, самолёты, которые двигались, летали, издавали различные звуки. Он даже сам мотал катушки для электрических двигателей. Любил он делать куклы-марионетки, вырезая их из фанеры, сам их раскрашивал, проявляя несомненный художественный вкус. Уже в это время его отличало умение делать всё очень качественно и надёжно.

Когда началась война, Андрей Андреевич пошёл добровольцем на фронт. Елизавета Никитична, с Андреем и его младшей сестрой Тамарой, на 7 лет моложе брата, уехала в Венюково. Сельская школа-семилетка, в которой после переезда в деревню стал учиться Владимир, была в трёх километрах от дома, но в восьмой и девятый классы будущему академику приходилось ходить пешком в районный центр – Лопасню, теперь город Чехов, который находился в 8 километрах от дома.

В деревне всем приходилось жить по-деревенски. Владимир научился косить, отбивать косы, плести корзинки (которые получались у него удивительно ладными), ловить рыбу с помощью самодельных вершей. Его сестра Тамара, будучи совсем маленькой девочкой, помогала взрослым ворошить и копнить сено, утаптывала

его на чердаке дома, выполняла работу по дому. Елизавета Никитична, будучи неплохой портнихой, сама обшивала своих детей, перешивала сыну костюмы и куртки.

Лишь в конце войны семья, потеряв в 1942 году на фронте Великой Отечественной войны отца, переехала в Москву. Немного жили снова на Стромынке, а затем переехали на Арбат, в Староконюшенный переулок. Десятый класс Владимир заканчивал в школе № 59, бывшей гимназии, имевшей собственные давние традиции. Трудности перехода от сельской школы к школе столичной он преодолел успешно, и сразу после ее окончания в 1946 году поступил в Московский Энергетический институт, окончив его в 1951 году по специальности «Автоматика и телемеханика».

В одной группе с Владимиром Андреевичем учились его будущие коллеги – Всеволод Сергеевич Бурцев и Валерий Назарович Лаут. Все они, будучи студентами МЭИ, с 1950 года работали в академическом Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ), где участвовали в разработке первой электронной вычислительной машины БЭСМ Академии наук. Впоследствии его студенческие товарищи, как и сам Мельников, стали известными учёными: В. С. Бурцев стал академиком, лауреатом Ленинской и двух Государственных премий, кавалером нескольких Правительственных наград, В. Н. Лаут также в будущем стал орденосцем, лауреатом нескольких Государственных премий, он занял место ведущего разработчика ИТМиВТ в области запоминающих устройств.

Тема дипломной работы, которую защищал В.А. Мельников, была посвящена разработке одного из важнейших блоков этой ЭВМ – центрального блока управления операциями. Эта работа выполнялась В.А. Мельниковым в точном соответствии с планом работ над эскизным проектом ламповой вычислительной машины БЭСМ, который был составлен лично руководителем его дипломного проекта С.А. Лебедевым.

Совместная работа кадровых работников ИТМиВТ (которых, кстати, было не так много, в начале 1950 года институт ещё только создавался) и студентов, а также огромный опыт их руководителя С.А. Лебедева, который в то время одновременно работал директором Киевского института электротехники АН УССР и начальником лаборатории ИТМиВТ АН СССР, привела к общему успеху (рис. 2). Машина БЭСМ была принята к эксплуатации, успешно работала в ИТМиВТ вплоть до ноября 1960 года, получила международное признание, как самая быстрая действующая ЭВМ Европы.

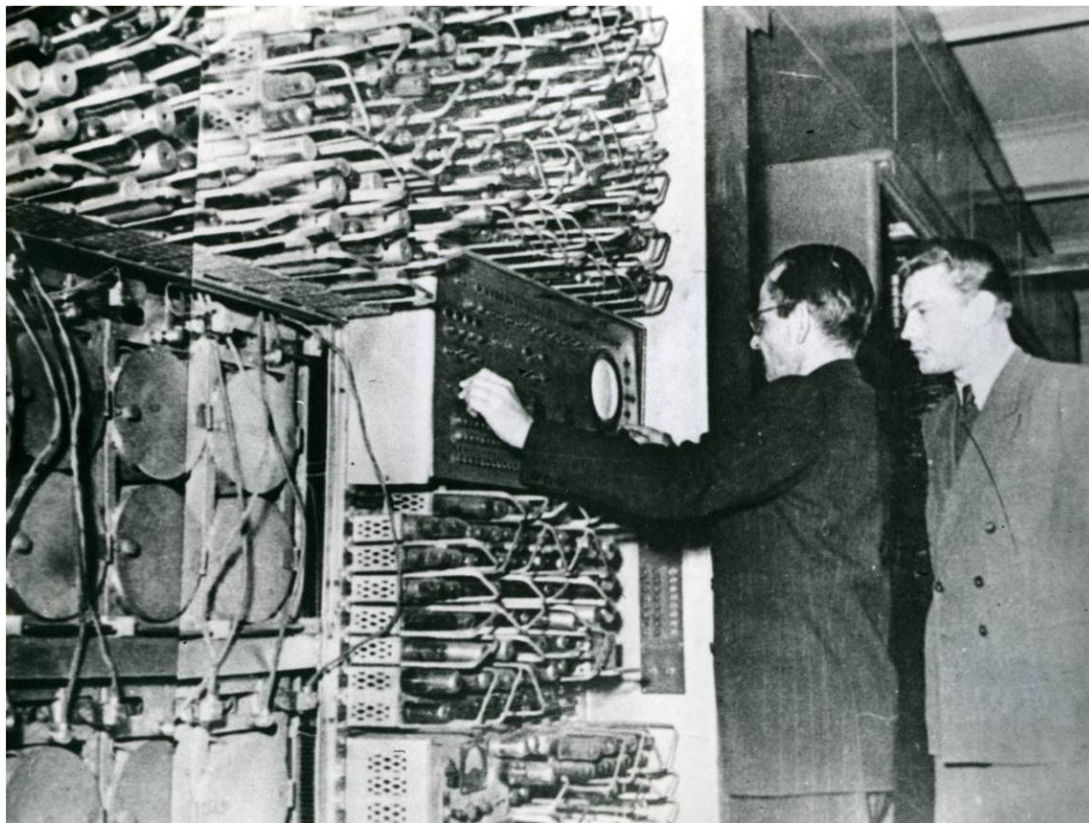


Рис. 2. С.А. Лебедев (слева) и В.А. Мельников у машины БЭСМ АН СССР

Первое время серийный выпуск машины БЭСМ был под вопросом, его разработчики переключились на эксплуатацию машины, но позднее было решено выпустить серию этих машин. Серийное исполнение БЭСМ было названо машиной БЭСМ-2, разработка этой машины была поручена коллективу, в который вошёл и В.А. Мельников, ставший ответственным исполнителем. Эта разработка была успешно завершена, машина серийно выпускалась заводом в городе Ульяновске с 1959 по 1961 год (всего было изготовлено 16 экземпляров БЭСМ-2). Позднее, с 1961 по 1963 год были выпущены 27 экземпляров БЭСМ-2М, совместимой с БЭСМ машины, в



которой была усовершенствована система электропитания. В 1964 году на этом же заводе были построены два экземпляра БЭСМ-3, выполненные уже на полупроводниковой элементной базе.

Машина БЭСМ-2 была воспроизведена и в Китае (рис. 3). Для помощи в создании первой в Китае ЭВМ в эту страну была направлена специальная группа советников из ИТМиВТ, в которую входил В.А. Мельников. Работа этой группы была вполне успешной, в Китае была создана новая отрасль промышленности, а советники были награждены китайскими правительственными наградами. Среди награждённых был и В.А. Мельников.

Огромное влияние на становление В.А. Мельникова, как на руководителя коллективов разработчиков, многие из которых сами были выдающимися инженерами и программистами, имела командировка в Индию, которая состоялась в середине 1950-х годов, в самый разгар работ над машиной БЭСМ-2. В эту командировку В.А. Мельников ездил со своим давним студенческим товарищем Алексеем Николаевичем Зимарёвым. После награждения орденом Ленина за участие в разработке машины БЭСМ АН, состоявшегося в 1956 году, это было ещё одно свидетельство большого доверия со стороны руководства института, прежде всего С.А. Лебедева, и отрасли.

В.А. Мельников принимал участие в разработке и другой очень известной машины – М-20. Эта машина поставлялась не только на научные и производственные предприятия страны: она предназначалась и для более широкого внедрения в экономику. Ею были оснащены многие высшие учебные заведения, все студенты огромной страны учились программировать и строить ЭВМ с помощью М-20. Эта машина выпускалась одной из самых длинных серий в мире. Совокупный выпуск всех модификаций машины М-20 (М-20, М-220, М-222, БЭСМ-4) Казанским и Ульяновским заводами за период с 1964 по 1978 год составил 1337 экземпляров.

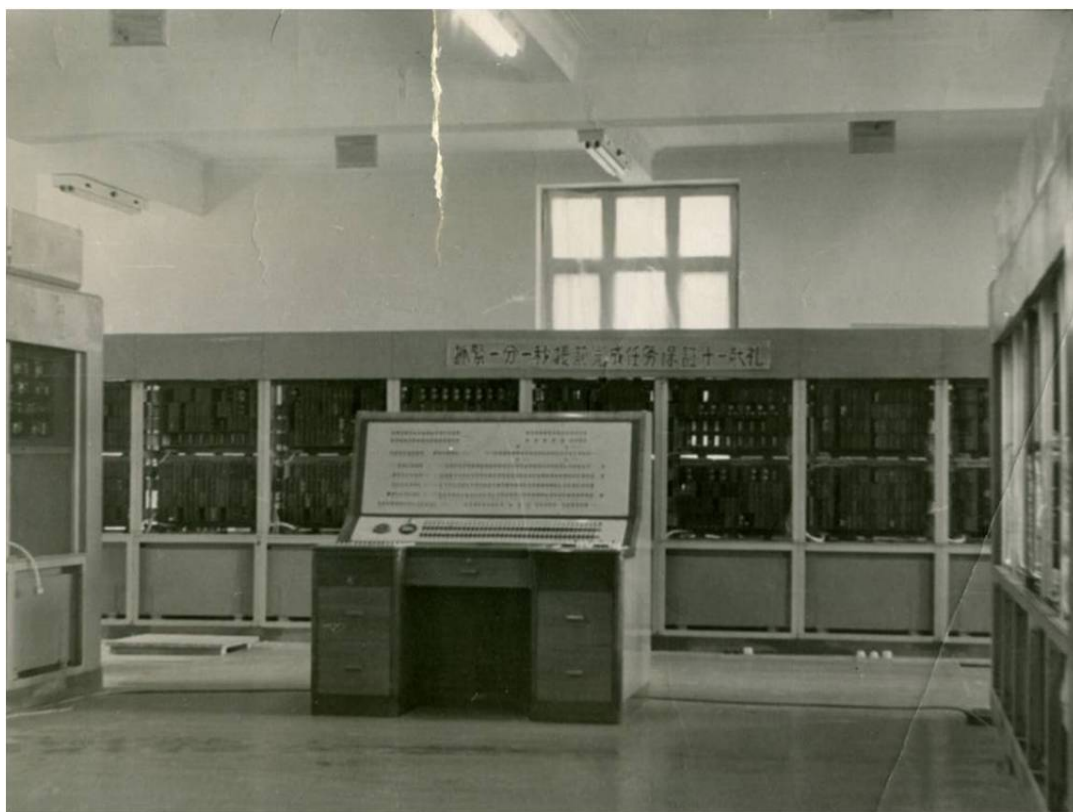


Рис. 3. Китайская ЭВМ, основанная на решениях, принятых при разработке БЭСМ-2

Обобщить свой опыт, накопленный при работе над машинами БЭСМ, БЭСМ-2 и М-20, В.А. Мельников сумел в 1962 году, когда защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук.

Значительное место в жизни В.А. Мельникова заняло создание полупроводниковой машины БЭСМ-6, над которой он работал в качестве заместителя главного конструктора. Это была машина поколения «2.5», как тогда это было заявлено. В 1967 г. машина была сдана в серийное производство и выпускалась на протяжении 17 лет (было выпущено несколько сотен экземпляров).

В акте Государственной комиссии, принимавшей БЭСМ-6, отмечено: «БЭСМ-6 стала первой в стране машиной, имеющей быстроедействие около 1 млн. одноадресных операций в секунду... Комиссия считает, что создание БЭСМ-6 и её математического обеспечения является важным вкладом в отечественную вычислительную технику. Внедрение машины БЭСМ-6 значительно ускорит прогресс во многих важных областях науки и техники. Научные идеи, которые легли в основу создания БЭСМ-6, являются серьёзным достижением в области теории вычислительных машин».

За разработку и внедрение машины БЭСМ-6 в народное хозяйство сотрудники ИТМиВТ АН СССР С.А. Лебедев, В.А. Мельников, Л.Н. Королёв, Л.А. Зак, В.Н. Лаут (институтский товарищ В.А. Мельникова), А.А. Соколов, В.И. Смирнов, А.Н. Томилин, М.В. Тяпкин были удостоены Государственной премии. Вместе с ними этой премией были также удостоены сотрудники Московского завода счётно-аналитических машин (САМ) В.А. Иванов и В.Я. Семешкин.

Двенадцать авторов БЭСМ-6 были выдвинуты на Государственную премию сначала в 1968 году, а затем и в 1969 году. Состав участников хорошо виден на списке авторов документов, направлявшихся в комиссию по Государственным премиям. Однако Виктор Семёнович Петров, директор Московского завода САМ, в последний момент решением высшего руководства отрасли был исключён из списка. Это было полной неожиданностью для всех участников работы. В особенности это взволновало Сергея Алексеевича Лебедева, который совсем не хотел бросать тень на взаимоотношения института и завода. В день выхода центральных газет, из которых все и узнали окончательный состав лауреатов, он звонил Петрову и просил извинений за случившееся, как будто бы сам был виноват в том, что произошло. Впоследствии Сергей Алексеевич многое сделал, чтобы В.С. Петров получил Государственную премию за внедрение БЭСМ-6 в серийное производство.

Огромный вклад в общий успех машины БЭСМ-6 внёс и Владимир Андреевич Мельников, который был одним из заместителей Главного конструктора машины.

Из справки о творческом вкладе В.А. Мельникова видно, что его конкретные заслуги состояли в широком внедрении совмещения выполнения операций с обращениями к оперативной памяти и к внешним устройствам. Мельников участвовал в разработке и моделировании структуры машины и её системы команд, разрабатывал методы параллельной работы внешних устройств и многое другое. В Институте прошёл праздник, посвященный чествованию лауреатов, на котором Лебедев был признан капитаном команды БЭСМ-6, а В.А. Мельникову было вручено колесо от «машины».

Наработки, полученные при создании БЭСМ-6, были использованы разработчиками ИТМиВТ в дальнейшем в ЭВМ «Эльбрус-1К2» и «Эльбрус-1КБ», созданных уже на интегральных схемах М.В. Тяпкиным («интегральных БЭСМ-6»). Эти машины были программно совместимы с БЭСМ-6, но работали в несколько раз быстрее.

БЭСМ-6 служила нашей стране до самого последнего времени – в одном из учреждений Министерства обороны Российской Федерации до 2011 года работала эта замечательная ЭВМ. По состоянию на сентябрь 2008 года эта машина, которая была изготовлена в 1980 году и запущена в эксплуатацию в 1982 году, наработала уже более 76000 часов. В 1969 году В.А. Мельников защитил диссертацию на соискание учёной степени доктора технических наук. В этом же году он приступил к созданию вычислительного комплекса «аппаратура сопряжения с БЭСМ-6» (АС-6). В 1973 году разработка АС-6 была успешно завершена.

АС-6 – это модульная система, позволяющая объединять БЭСМ-6, Центральный процессор АС-6, общие модули памяти, несколько специализированных периферийных машин (ПМ-6) и их периферию в единый комплекс. В 1975 году, в ходе космического полёта «Союз-Аполлон», управление осуществлялось комплексом, построенным на базе АС-6 и БЭСМ-6 и обеспечившим высокоавтоматизированную обработку баллистической и телеметрической информации в Советском Центре Управления полётом. Эта система, дополненная умелыми действиями наших специалистов, позволила обработать траекторные полетные данные на двадцать минут быстрее выполнения этого же расчета в США.

Работа В.А. Мельникова и возглавляемого им коллектива над АС-6 была отмечена Государственной премией за 1982 год. В.А. Мельников в 1971 и 1976 годах награждался Орденами Трудового Красного знамени. В ИТМиВТ сохранилась рукописная характеристика В.А. Мельникова, писавшаяся в 1975 году для представления его к одному из этих орденов. Сохранился в ИТМиВТ и наградной лист В.А. Мельникова.

23 декабря 1976 года начальник лаборатории № 1 ИТМиВТ АН СССР В.А. Мельников стал членом-корреспондентом АН СССР по Отделению математики (математика – средства вычисления). Академиком по Отделению математики (математика, в том числе прикладная математика) В.А. Мельников был избран 29 декабря 1981 года.

С 1978 года В.А. Мельников работал начальником отделения № 6 НИИ Дельта, входившего в систему Министерства электронной промышленности. В этом институте под его руководством была начата разработка новой суперЭВМ, имевшей название «Электроника СС БИС», близкой по системе команд к американской суперЭВМ Cray 1. Разрабатывалось также программное обеспечение (операционная система, система программирования, включавшая трансляторы с языков Фортран и PL/1).

С 1983 г. В.А. Мельников стал директором созданного им Института проблем кибернетики (ИПК) Академии наук, где разработка «Электроники СС БИС» была продолжена, а затем успешно завершена. В городе Калининграде были изготовлены 4 экземпляра этой ЭВМ, на которых успешно была отлажена операционная система. Огромный вклад в общий успех был вложен главным конструктором этой векторной суперЭВМ. Коллеги Владимира Андреевича хорошо помнят такой случай. Будучи чрезвычайно занятым человеком, выполнявшим большую работу по линии Академии наук и Министерства электронной промышленности, В.А. Мельников осуществлял в основном организационные обязанности в общем деле разработки машины. Однако иногда ему приходилось выполнять и обычные инженерные работы. Например, однажды возникли проблемы при разработке подсистемы охлаждения машины, игравшей ключевую роль в общей системе. Инженеры никак не могли выработать общее, устраивающее всех решение. Пришлось главному конструктору на время отложить все организационные дела и выделить три дня на детальное изучение проблемы. Он уединился для изучения созданной к тому времени документации. По окончании определенного им срока В.А. Мельников предложил собст-

венное инженерное решение для системы охлаждения, которое и было впоследствии воплощено в жизнь. Оно оказалось наиболее подходящим для всех.

Владимир Андреевич был, наверное, самым любимым учеником Сергея Алексеевича Лебедева и одним из самых талантливых. На всю жизнь сохранил он благодарность к этому великому учёному, сумевшему увлечь своих гораздо более молодых коллег своим интересом к новой цифровой технике, помочь им найти своё собственное место в науке. Документальный фильм, посвященный С.А. Лебедеву, сохранил для нас воспоминания В.А. Мельникова: *«Мне очень повезло и с моим первым учителем, и с моим первым директором. Моим первым учителем был С.А. Лебедев, который научил нас основам создания электронных цифровых вычислительных машин, а первым директором – М.А. Лаврентьев, сумевший создать в ИТМиВТ творческие условия, способствующие разработке и организации серийного производства первых ЭВМ».*

Владимир Андреевич принял самое деятельное участие в увековечивании памяти С.А. Лебедева, он был одним из инициаторов открытия памятной доски на доме по Песчаной улице, в котором и в настоящее время живет семья С.А. Лебедева.

Как и его учитель, В.А. Мельников любил работать с молодёжью. Ещё будучи сотрудником ИТМиВТ, он вел преподавательскую деятельность в Московском Физико-Техническом институте, работая на кафедре Электронных вычислительных машин факультета радиотехники и кибернетики сначала в должности доцента, а затем профессора и заместителя заведующего кафедрой. Через подготовку на этой кафедре прошли многие замечательные разработчики отечественной вычислительной техники, и немалый вклад в их становление, как инженеров и учёных, внёс В.А. Мельников. Не случайно именно в лаборатории В.А. Мельникова долгое время работал и защищал кандидатскую диссертацию Дмитрий Александрович Кузьмичёв, ставший впоследствии одним из самых известных и самых любимых студентами проректоров МФТИ. Сотрудничество В.А. Мельникова с МФТИ не прекращалось до самого конца его трудовой деятельности. После перехода В.А. Мельникова в НИИ «Дельта», а впоследствии и в ИПК РАН, в этих институтах тоже создавались базовые кафедры, на которых получали профессиональное образование новые поколения разработчиков ЭВМ.

В 1986 году академик В.А. Мельников стал первым главным редактором журнала «Информатика и образование», в котором широко пропагандировалась отечественная школа вычислительной техники. В первом же номере журнала была напечатана большая статья В.А. Мельникова «С.А. Лебедев – основоположник отечественной вычислительной техники», в которой читателям журнала был представлен научный путь его любимого учителя – пионера мировой вычислительной техники.

Умер В.А. Мельников 7 мая 1993 года в Москве и похоронен на Троекуровском кладбище.

Память об этом замечательном человеке, великом русском учёном, надолго сохранится у всех, кто работал рядом с ним, кто учился у него, кто работал на созданных с его участием отечественных вычислительных машинах.



# Российская информатика в лицах: мои учителя

Виктор Николаевич Касьянов

ИСИ СО РАН, НГУ  
Новосибирск, Россия  
kvn@iis.nsk.su

**Ключевые слова:** история информатики, первые российские программисты, Андрей Берс, Игорь Поттосин, Андрей Ершов

## Russian Informatics in Persons: My Teachers

Victor Kasyanov

IIS, NSU  
Novosibirsk, Russia  
kvn@iis.nsk.su

### Введение

С учителями в науке мне повезло. Руководителем моей дипломной работы «Коммутационные схемы для вычислительных систем» (1971) был А.А. Берс. Именно Андрей Александрович привел меня в специальность и в отдел программирования. Кандидатскую диссертацию «Комбинаторные задачи анализа программ в оптимизирующей трансляции» (1976) я подготовил под руководством И.В. Поттосина, будучи сотрудником его лаборатории и его заочным аспирантом. Игорь Васильевич помог мне сделать первые шаги и найти себя в науке и на долгие годы оставался моим соратником и старшим товарищем. Неформальным консультантом моей докторской диссертации «Эквивалентные и оптимизирующие преобразования крупноблочных схем и программ» (1988) был А.П. Ершов, лидер и основатель новосибирской школы программирования. Трудно переоценить то влияние, которое Андрей Петрович постоянно оказывал (да и до сих пор оказывает) на всех нас, кому посчастливилось общаться с ним. Его способности видеть глубже и дальше других, понимать зарождающееся новое и предвидеть будущее, а также безусловное его лидерство и как ученого-организатора, и как личности признавали все, кто с ним работал. Даже И.В. Поттосин и Г.И. Кожухин, первые сотрудники отдела программирования и соратники Ершова по его организации, считали себя его учениками.

В данном докладе я хочу вспомнить своих учителей. Понятно, что жизнь А.А. Берса, И.В. Поттосина и А.П. Ершова неотделима от того времени, в котором они жили. Это было время зарождения отечественной информатики, начала перехода человечества к информационному обществу и экономике знаний, когда одна эпоха, назовем ее энергетической, постепенно начинала сменяться эпохой информационной. Мои учителя не только во многом предвидели черты и роль для общества современной информатики, но и много сделали для ее становления и развития.

### 1. Андрей Александрович Берс (26.06.1934–28.01.2013)

Андрей Александрович Берс родился в 1934 г. в Екатеринбурге (тогда Свердловске) в семье известных уральских археологов. Его отец, Александр Андреевич (1902–1937), приходился внучатым племянником жене Л.Н. Толстого, Софье Андреевне Берс. На фамильном гербе семьи находились дуб, медведь, пчелы и рыбы. Автор ряда работ по истории Урала, в том числе книги «Прошлое Урала» (1930), он был членом Уральского областного бюро краеведения и председателем его археологической секции, членом научного Совета и консультантом Уральского областного музея, секретарем Комиссии по охране памятников старины и искусства при Уральском облисполкоме, заместителем директора по научной части Свердловского областного антирелигиозного музея. Тройкой НКВД по Карельской АССР он был осужден по ст. 58–10 и расстрелян в 1937 г., по-смертно реабилитирован. Мать, Елизавета Михайловна Берс (1907–1981), с 1929 г. принимала участие в археологических раскопках и разведках, открыла и описала новые археологические культуры раннего железного века. В честь и память о родителях Андрея Александровича, оказавших большое влияние на развитие Уральской археологии и музейного дела, в Екатеринбурге вот уже несколько лет проводится периодическая научно-практическая конференция «Берсовские чтения».

В 1961 г. Андрей Александрович окончил факультет автоматики и вычислительной техники Московского энергетического института, и, следуя предварительной договоренности с А.П. Ершовым, приехал по распределению в Вычислительный центр, в то время бывшего частью ИМ СО АН СССР. А затем, в том же году, после переезда из Москвы в Новосибирск А.А. Ляпунова, учителя А.П. Ершова по диплому и аспирантуре, перешёл в отдел кибернетики, организованный Ляпуновым. Но, как пишет А.П. Ершов: «в отделе кибернетики у Андрея работа не сложилась. Алексей Андреевич отошёл от тематического руководства отделом, передав его Юрию Ивановичу Журавлёву, а сам занялся математической биологией. Берса кинули на договорную прикладную тематику, на которой он, вымучив из себя положенное количество отчётов, сильно заскучал. Однако у него сохранился очень важный для жизни и дела контакт с Ляпуновым, который привёл его в физматшколу. Здесь проявилась и развилась замечательная способность Андрея Александровича заражать молодёжь универсальным интересом к науке и поддерживать этот энтузиазм и способность к работе до того времени, когда молодой человек обретает самостоятельность и почву под ногами. Из всех известных мне «рядовых», т. е. не обременённых автоматическим авторитетом должности и звания научных сотрудников, которые работают с молодёжью лицом к лицу, у Андрея Берса эта способность наиболее замечательна и продуктивна».

Я познакомился с Андреем Александровичем Берсом в 1970 г. в новом здании Вычислительного центра, в котором он разместился после своего выделения из Института математики в отдельный институт. К этому времени А.А. Берс вернулся в коллектив А.П. Ершова, сначала в качестве аспиранта, а затем научного сотрудника, ответственного исполнителя многоязыковой транслирующей системы БЕТА. Задача, которую он мне предложил в качестве дипломной, если и была как-то связана с его непосредственной работой, то весьма отдаленно. Речь шла о так называемых перестраиваемых коммутационных схемах, обеспечивающих произвольные  $m$  соединений пар вход-выход для двух множеств, состоящих из  $N$  входов и  $M$  выходов, где  $m \leq \min\{N, M\}$ .

В 1970 г. Андрей Александрович был одним из разработчиков внутреннего языка системы БЕТА. Сегодня, когда существует .NET, никого не удивит схемой реализации  $n$  входных языков для  $m$  компьютеров, в которой за счет использования промежуточного языка вместо  $n \times m$  трансляторов строится  $n + m$  более простых трансляторов. Однако в основу схемы трансляции, разработанной и реализованной в рамках проекта БЕТА более 40 лет тому назад, была положена концепция такого внутреннего (промежуточного) языка, который позволяет с помощью универсальных алгоритмов оптимизации, выполняемых на его уровне, обеспечить для любого из  $m$  компьютеров получение качественной рабочей программы безотносительно ее происхождения.

Это было непростое время для Андрея Александровича, разрабатывающего внутренний язык в рамках идеологического подхода, основанного на потоковых операторных структурах, – время его жесткой конкуренции со вторым разработчиком внутреннего языка, Михаилом Шварцманом, предлагавшим другой, более прагматичный подход к его созданию. Противостояние двух подходов завершилось в 1973 г. полным поражением А.А. Берса и его уходом из проекта.

В 1970-е гг. А.А. Берс активно работал над переводом пересмотренного сообщения по языку Алгол-68, который вышел в 1979 г. в издательстве «Мир» и стал для Андрея Александровича предметом гордости, на мой взгляд, вполне заслуженной.

Однако звездный час Андрея Александровича связан с его работой с издательством газеты «Правда», официальной газеты ЦК КПСС, когда черная волга подъезжала прямо к трапу самолета, встречая прилетавшего в Москву А.А. Берса. Вот как об этом времени вспоминает А.П. Ершов: «Андрей Берс полностью обрёл себя, когда вышел на применение ЭВМ в полиграфии. В этом деле счастливо сфокусировались все его задатки, увлечения и опыт: любовь к книге, к шрифтам и оформлению, графика, системотехника, многоуровневость и разнообразие работы, срочная актуальность в сочетании с «вечными проблемами». В очень короткий срок он осмыслил проблемы целой отрасли и высказал серию безошибочных идей, касающихся принципов компьютеризации полиграфии. Кульминацией этого периода, не только изменившей облик нашей лаборатории, но и оказавшей воздействие на баланс научных направлений института, стал проект РУБИН – программа компьютеризации производственных процессов редакции и издательства газеты «Правда». Андрей Александрович в течение двух лет изучал производственные процессы на «Правде», создал образцовый лабораторный инструментальный комплекс, сформировал сильный коллектив, на 70 % состоящий из его учеников.»

К сожалению, эта интересная и важная работа так и не привела к ожидаемым результатам и была прервана на уровне модельных образцов в силу развала СССР и СЭВ. Высокий уровень этой работы подтверждается также тем фактом, что А.А. Берс защитил по ней в форме научного доклада как кандидатскую (1993), так и докторскую диссертацию (1994).

Михаил Качан, старожил Академгородка и бывший председатель профкома СО АН СССР, в своих воспоминаниях «Мой Академгородок» пишет, что «лицо Берса было неотъемлемой частью культурной жизни Академгородка в 60-е, и, в частности, он был заместителем у министра бардовской песни Валерия Меншикова во время фестиваля бардов в 1968 г.» Надо сказать, что до конца жизни Андрей Александрович сохранял ясность ума и живость мысли, активно участвовал во всех проявлениях научной и общественной жизни Академгородка и, по-прежнему, вполне удовлетворял воспоминаниям М. Качана: «Если где-то можно было выступить, Берс обязательно выступал. Его колоритная фигура и черная борода возникали всюду, где появлялись интересные люди. Если это были журналисты, – они на него делали стойку и брали интервью именно у него. Он, на самом деле, был вездесущ, постоянно улыбался и был доброжелателен и разговорчив». Единственное, что изменилось со временем – это то, что борода А.А. Берса побелела, а бороду, перстень и другие «пижонские» атрибуты, пришедшие его облику, стала дополнять спроектированная им самим трость.

Говоря о манере А.А. Берса держаться, его способности быть всегда и везде мэтром, не могу не вспомнить свою первую международную конференцию «Теория программирования» в 1972 г. В ней участвовало 30 советских и почти 20 известных иностранных ученых, таких, как, например, Дж. Маккарти (США) и К. Хоар (Северная Ирландия). На одном из заседаний сидевший рядом со мной участник спросил, показывая сначала на ведущего заседание Ляпунова, а затем на выступавшего в дискуссии Берса: «Этого Академика я знаю! Это – Алексей Андреевич Ляпунов. Но, этого Академика я не знаю! Кто он?».

В последние годы А.А. Берс продолжал активно участвовать в проведении ежегодных летних школ юных программистов, стал организовывать и проводить ежегодно в день рождения Андрея Петровича публичные Ершовские лекции по информатике.

Вот как оценивал своего ученика А.П. Ершов: «Жизненный путь Андрея Берса трудно назвать образцом для благонамеренного подражания. Он – не блещущий здоровьем человек, без существенных компонент жизнеобеспечения в виде семьи, академических званий и достатка. Его так же легко ранить, как и нарваться на резкость с его стороны. Ему, как и многим из нас, не хватает профессионализма и волевых импульсов на заключительных стадиях проекта. И тем не менее, без всяких юбилейных преувеличений, я хотел бы сказать, что люди, подобные Берсу, являются важными опорными пунктами во внутреннем развитии науки. Главное – это поразительная цельность их натуры, когда работа органически сливается с времяпрепровождением, с привычками, со всем багажом знаний, с общей культурой. Второе – то ощущение своей значимости, предназначенности к выполняемому делу. Не надо путать это с обывательским самомнением. Любая творческая работа по-настоящему реализуется только если человек сознает себя единственным обладателем того, что через минуту (или годы) отойдет в строчке или металле и станет общим достоянием. И, наконец, это уже отмеченная способность к передаче знаний, реальный вклад в поддержание культурной преемственности поколений. В этом качестве Андрей Александрович Берс является достойным продолжателем традиций русской интеллигенции».

## 2. Игорь Васильевич Поттосин (21.02.1933–15.12.2001)

Игорь Васильевич Поттосин родился 21 февраля 1933 г. в селе Кинель-Черкассы Самарской (тогда Куйбышевской) области. Его отец, Василий Васильевич (1905–1993), происходил из семьи служащих, окончил техникум, работал учителем, после окончания Московского педагогического института и аспирантуры был направлен в Томск, в НИИ математики и механики при ТГУ (1934). В 1940 г. он был избран деканом спецфакультета, в 1941 г. защитил кандидатскую диссертацию. В годы войны был на фронте, в 1947 г. вернулся в Томск, работал заместителем декана и деканом физико-технического факультета, преподавал, на пенсию ушел почти в 80 лет. Был председателем совета ветеранов ТГУ, членом КПСС с 1941 г., делегатом XIX съезда КПСС, награжден орденами и медалями. Мать, Елизавета Павловна Поттосина, работала научным сотрудником в Томском институте вакцин и сывороток<sup>1</sup>.

В 1950 г. Игорь Васильевич окончил школу с золотой медалью и поступил на специальное отделение мехмата ТГУ, на котором готовили кадры для Министерства обороны СССР по специальности «баллистика». С 1955 г. по распределению работал в Москве инженером ЦНИИ-27, первого вычислительного центра Министерства обороны СССР, создателем и первым руководителем которого являлся подполковник А.И. Китов. В 1958 г. И.В. Поттосин перешел в отдел программирования Института математики СО АН СССР, который в то время только начал формировать А.П. Ершов в Москве по согласованию с академиком С.Л. Соболевым. Поскольку перебазирование института в Новосибирск произошло до того, как А.П. Ершов смог переехать в Академгородок, формально первым заведующим отдела стал Игорь Васильевич. Приказ о его назначении был подписан 1 ноября 1958 г., и с этого дня ведет свой отсчет история отдела программирования.

Игорь Васильевич был одним из разработчиков системы АЛЬФА, первого в мировой практике оптимизирующего транслятора для языков более высокой сложности, чем Фортран, и вместе с Г.И. Кожухиным ответственным исполнителем этой работы. В частности, ему принадлежат методы и алгоритмы оптимального программирования циклов и экономии выражений, которые были реализованные им в системе АЛЬФА и в дальнейшем были развиты в последующих системах для языка Альфа – АЛГИБРе и АЛЬФА-6. По этим результатам И.В. Поттосин защитил кандидатскую диссертацию в 1969 г.

И.В. Поттосиным был предложен и реализован для системного программирования языковый подход к повышению эффективности создаваемых программ, заключающийся в разработке машинно-ориентированного языка высокого уровня, позволяющего сочетать учет особенности машинных архитектур с наглядностью и читаемостью. В соответствии с этим подходом под его руководством и непосредственном участии был разработан язык ЭПСИЛОН, один из первых в мире языков системного программирования, и были реализованы системы программирования с этим языком для ряда отечественных ЭВМ.

Одной из наиболее крупных систем программного обеспечения, разработанных под руководством А.П. Ершова в 1971 г. с использованием ЭПСИЛОНа, была система коллективного пользования АИСТ-0 – первая отечественная развитая система разделения времени, общий объем программного обеспечения которой превышал 100 тыс. команд.

<sup>1</sup>Крайнева И.А., Марчук А.Г. Игорь Васильевич Поттосин. Из истории Новосибирской школы программирования (к 80-летию со дня рождения). Вестник НГУ, Серия: математика, механика, информатика. 2013. № 1. С. 2–12.

Я знаю Игоря Васильевича еще со студенчества, с конца 1960-х, был первым аспирантом, который защитился под его научным руководством, и одним из постоянных его соавторов. Вспоминаю 1971 г., когда мы, выпускники мехмата НГУ, пришли по распределению в лабораторию И.В. Поттосина и стали разработчиками проекта БЕТА. А тогда в отделе А.П. Ершова было программистских лабораторий две: лаборатория по системному программированию, которой руководил И.В. Поттосин, и лаборатория по теоретическому программированию, которую возглавлял сам А.П. Ершов. Первое, что мы услышали от Игоря Васильевича, было то, что теория и практика в программировании развиваются скорее параллельно и что наша общая задача сделать это развитие совместным, взаимно обогащаемым.

Это было его кредо. Объединение теоретических исследований с программными разработками – одна из основных черт Новосибирской школы программирования. Игорь Васильевич был одним из основателей этой школы. Живой человек, которому ничего человеческого не было чуждо, он был настоящим русским интеллигентом и программистом от бога. В начале 1990-х гг., когда для всех нас настали тяжелые времена, когда под вопросом стояло само существование нашего коллектива, он взял лидерство на себя и сохранил коллектив и институт. В 1998 г., отказавшись от директорства, но сохранив неформальное лидерство и полную ответственность за судьбу коллектива, он много работал, причем, не только с коллегами и студентами, но и со школьниками, был в гуще всех событий у нас в стране и за рубежом.

В 1970-е гг. Игорь Васильевич руководил созданием универсального оптимизатора системы БЕТА, одним из разработчиков которого я стал после окончания НГУ. Это было время еженедельных семинаров многочисленных участников проекта и подготовки проектных рабочих материалов и коллективных многотомных отчетов, время жарких дискуссий на семинарах и последующих расшифровок громадных бобин магнитных лент с записями этих семинаров, выполнение которых, как правило, естественно поручалось нам, только что прибывшим молодым сотрудникам.

Однако, первая наша совместная с Игорем Васильевичем публикация «Применение методов оптимизации к проверке правильности программ» никак не была связана с проектом БЕТА и была подготовлена в виде доклада для Рабочей конференции ИФИП по разработке качественного программного обеспечения, которая состоялась в 1977 г. в Новосибирске. В ней мы рассмотрели, как алгоритмы потокового анализа и ряда оптимизирующих преобразований практически без изменения могут быть применены для повышения надежности программы за счет обнаружения в её тексте довольно широкого класса неправдоподобностей (или аномалий) – определенных свойств, присущих неправильным программам. В последующих совместных работах мы показали, что возможности оптимизации программ позволяют использовать ее технику и методы как основу для построения инструментов работы с программами практически на всех этапах технологического цикла разработки программ, определили архитектуру и общую спецификацию систем конкретизации.

В 1989 г. по разработанному языковым, структурным, трансформационным, технологическим и методологическим подходам к созданию эффективного программного обеспечения И.В. Поттосин защитил докторскую диссертацию в форме научного доклада.

На основе курса «Методы трансляции», который я читал после Игоря Васильевича для студентов НГУ, начиная с 1976 г., мы подготовили ряд совместных учебных пособий: «Методы трансляции» (1978), «Технология трансляции» (1979) и «Автоматизация построения трансляторов» (1983), а также монографию «Методы построения трансляторов», которая вышла в издательстве «Наука» в 1986 г. под редакцией А.П. Ершова. Для меня этот опыт стал определяющим, поскольку это были мои первые учебные пособия и моя первая монография, изданная в серьезном издательстве.

Более четверти века основной курс по программированию студентам мехмата НГУ мы с И.В. Поттосиным читали на двух разных потоках в параллель. Когда на мехмате был образован еще и третий поток, лекции на нем после меня и В.К. Сабельфельда в последние годы стала читать М.М. Бежанова. Относясь к курсу с душой и весьма ответственно, Майя Михайловна инициировала написания по материалу курса книги «Современные понятия и методы программирования», в подготовке которой я, к сожалению, не смог участвовать, поскольку в это время в рамках гранта РФФИ завершал работу над книгой «Курс программирования на Паскале в заданиях и упражнениях» (2001). Судьбе было угодно сделать так, чтобы авторы так и не увидели результаты своего труда. Подготовка книги к изданию в издательстве «Научный мир» (г. Москва) завершалась в декабре 2000 г., в последние дни жизни Майи Михайловны, а книга поступила в Новосибирск в декабре 2001 г., в день похорон Игоря Васильевича.

### **3. Андрей Петрович Ершов (19.04.1931–08.12.1988)**

Андрей Петрович Ершов родился 19 апреля 1931 г. в Москве в семье потомственных интеллигентов. Отец, Петр Николаевич Ершов (1907–1986), был химиком-технологом по образованию, в 1930-е годы учился в аспирантуре НИИ полупродуктов и красителей, работал в Москве, Донбассе, затем заведовал отделом Центральной лаборатории на Кемеровском анилиноокрасочном заводе. Мать, Татьяна Константиновна Малинина, окончила Академию коммунистического воспитания им. Н.К. Крупской в Москве, куда ее приняли благодаря протекции друзей её отца, революционера и партийного работника первых лет советской власти.

Родители А.П. Ершова познакомились в Москве, куда мать приехала из Таганрога, где учительствовала после окончания Академии. В 1937 г., когда отцу предложили жилье и работу на химкомбинате в г. Рубежное,

Ершovy переехали в Донбасс, где их и застала Великая Отечественная война. В мае 1943 г., после освобождения города, Ершovy переехали в г. Кемерово, куда была эвакуирована часть химического комбината. Здесь в 1949 г. А.П. Ершов окончил среднюю школу с золотой медалью. В том же году поступил на физтех МГУ, собираясь стать физиком-ядерщиком, но, не по своей воле, после первого курса был вынужден уйти с факультета. Так в июне 1950 г. он попал на мехмат МГУ. Со временем А.П. Ершов стал специализироваться на кафедре вычислительной математики, руководимой академиком С.Л. Соболевым, а на последних курсах под влиянием А.А. Ляпунова увлекся программированием. Еще будучи студентом, в 1953 г., он поступил на работу в ИТ-МиВТ – организацию, в которой зарождался один из первых советских коллективов программистов.

В 1957 г. С.Л. Соболев, один из основателей Сибирского отделения АН СССР и первый директор Института математики, предложил А.П. Ершову организовать отдел программирования в своем институте. Сначала А.П. Ершов создавал отдел и руководил им дистанционно, а в начале 1961 г. переехал в Академгородок и уже формально возглавил отдел. В 1964 г., после образования ВЦ СО АН СССР, отдел программирования вошел в его состав. В 1990 г. был создан ИСИ СО РАН, сейчас носящий имя Андрея Петровича Ершова и по праву считающийся наследником и продолжателем лучших традиций отдела программирования.

А. П. Ершов – один из тех ученых, которые росли вместе с Сибирским отделением АН СССР, чья деятельность создавала авторитет и научную известность работам этого отделения. В 1962 г. он защитил кандидатскую диссертацию «Операторные алгорифмы», а в 1967 г. – докторскую «Некоторые вопросы теории программирования и конструирования трансляторов». В 1971 г. А.П. Ершов был избран в Академию наук СССР, став членом-корреспондентом, в 1984 г. – академиком. Созданная в Новосибирске им и его учениками авторитетная школа программирования, пользующаяся мировой известностью, внесла значительный вклад в становление и развитие теоретического и системного программирования.

Теория схем программ – одно из наиболее крупных достижений в этой области. На ее базе разработаны методы оптимизирующей трансляции, значительно повышающие эффективность и надежность решения задач на ЭВМ с использованием языков высокого уровня. Внесен существенный вклад в теорию и методологию структурного программирования и параллельной обработки, включая автоматическое распараллеливание программ. Разработаны эффективные алгоритмы анализа, верификации и преобразования программ и систем на базе теоретико-графовых и сетевых моделей. Завершается работа по созданию «энциклопедии» теоретико-графовых алгоритмов для программистов. Получены крупные результаты в разработке теории и методов конструирования качественного программного обеспечения на основе смешанных вычислений, конкретизирующих преобразований, аннотированного программирования и языков спецификаций.

Органическое объединение теоретических исследований с созданием экспериментальных и прикладных программных систем, воплощающих и практически проверяющих разработанные идеи и подходы, – характерная черта таких работ. Эти работы охватывают широкий спектр областей системного программирования: трансляторы и транслирующие системы (АЛЬФА, АЛГИБР, АЛЬФА-6 и др.), языки и системы программирования (ЭПСИЛОН, БЕТА, Лисп, Сетл, БАРС, Поляр и др.), операционные системы и системное наполнение прикладных систем (АИСТ-0, СОФИСТ, ЭКСЕЛЬСИОР и др.), системы анализа и преобразования программ (ТМ, ТРАП, СКАТ, СПЕКТР и др.), инструментальные окружения программирования (СОКРАТ и др.), инструменты визуализации и визуальной обработки (bCAD, HIGRES, VEGRAS и др.), системы искусственного интеллекта (УНИКАЛЬК, НЕМО+, СИМП, ТАО и др.). Особенностью реализованных систем, помимо производственных возможностей, является их принципиальная новизна. Ряд созданных систем закладывал новые направления системного программирования.

Наибольший общественный отклик получили работы А.П. Ершова в области школьной информатики, впервые анонсированные им в докладе «Откуда берутся люди, способные создавать надежное программное обеспечение» на международной конференции в Лос-Анджелесе в 1975 г. Он инициировал широкий спектр работ по информатизации образования, в результате которых всего через 10 лет произошло эпохальное для нашей страны событие, осознанное в мире лишь в последние годы, – возник курс «Основы информатики и вычислительной техники», продвинувший компьютер и науку о нем в среднюю школу. Если в середине 80-х гг. прошлого столетия в развитых странах видели необходимость лишь в вузовском преподавании информатики, то в уже в 1994 г. был разработан международный стандарт IFIP/UNESCO на изучение информатики и программирования в средних учебных заведениях.

В рамках работ по компьютерной грамотности А. П. Ершовым сформулирована «Концепция информатизации образования» и определен «Рабочий план» ее реализации более чем на два десятилетия. Созданы методические пособия для школьного учителя по информатике и школьный учебник, основные идеи которого воспроизводятся в учебниках новых авторских коллективов. Разработаны и массово распространены комплекты учебных программных средств и программное обеспечение для непрофессиональных пользователей на типовых школьных компьютерах (Робик, Рапира, Школьница и др.).

С первых дней А. П. Ершов уделял огромное внимание воспитанию кадров, начиная со школьного возраста. В отделе программирования проходили практику студенты НГУ, одни становились его сотрудниками, другие работали в институтах СО АН, во многих городах страны. В аспирантуре и докторантуре учились специалисты из Кишинева, Таллинна, Киева, других городов страны. Личность А. П. Ершова, его идеи оказали огромное влияние на развитие программирования в нашей стране. Тесные научные и дружеские связи соединяли отдел программирования с ведущими программистскими коллективами нашей страны, с коллегами из США, Франции, Польши, Чехословакии, Германии и других стран. Вспоминаю Советско-американское совещание по

языкам весьма высокого уровня, которое провел Андрей Петрович в 1976 г. в Москве. В нем принимал участие Эдгер Дейкстра, с которым меня тогда познакомил Джекоб Шварц – автор языка SETL и руководитель американской делегации.

Как руководитель крупного отдела ВЦ, зам. директора НФ ИТМиВТ и заведующий кафедрой НГУ, как организатор и лидер советского программирования А.П. Ершов получал довольно много различных документов. Кроме того, он имел обширную переписку, и ему постоянно приходили многочисленные публикации: книги, журналы, труды конференций, препринты и отдельные оттиски статей. Каждый из этих материалов он прочитывал, а затем снабжал «бегунком» – списком тех сотрудников, кому надо его показать. Будучи зеленым стажером, я стал получать материалы от А.П. Ершова, причем, в объеме, существенно превышающем тот, в котором материалы поступают сейчас мне, заведующему лабораторией. Причем, иногда не сразу, а спустя много времени мне становилось понятно, почему тот или иной материал был рекомендован. В футболе это называется «пас на проход».

С самого начала своей научной деятельности А.П. Ершов большое внимание уделял обеспечению себя и коллег научными публикациями, сделал свою личную библиотеку доступной не только для сотрудников отдела, но для всех других заинтересованных ученых Академгородка, а также других научных центров страны. Ему удалось собрать уникальную для СССР библиотеку по программированию и информатике, которая состояла из более 30 тысяч единиц хранения: книг, журналов, трудов конференций, препринтов, отчетов и отдельных оттисков статей. Многие коллеги из других городов, однажды оказавшись в Академгородке и познакомившись с фондом библиотеки, старались приехать к нам снова и снова, чтобы поработать в библиотеке А.П. Ершова.

Как-то Андрей Петрович выступил на семинаре с рассказом о системе Любищева, изложенной в небольшой книжке Даниила Гранина «Эта странная жизнь», которую выпустило издательство «Советская Россия» в 1974 г. Речь в книжке и в докладе шла о биологе Александре Александровиче Любищеве, который в возрасте 26 лет начал вести ежегодный почасовой учёт расходуемого им времени и делал это на протяжении 56 лет до конца жизни. Тогда, на семинаре, меня поразила не сама система Любищева, поскольку с книгой Д. Гранина я уже был знаком. Оказалось, что Андрей Петрович довольно долго (по-моему, не меньше года) жил по системе Любищева: вел рабочий дневник с ежедневным учетом того, на что и сколько он тратит время. По результатам анализа своих трат времени он выяснил, что на настоящую творческую работу ему удается выделять всего по 2–3 часа в сутки, и что наиболее продуктивным для него временем с точки зрения творческих идей является время, когда он моет посуду.

Андрей Петрович был удивительно организованным человеком и, где бы он не находился: в самолете, в гостинице, в больнице или на каком-то заседании, он продолжал работать, просматривая входную корреспонденцию, читая публикации или подготавливая текст новой статьи, доклада или рецензии. Как вспоминает Ю.А. Первин: «именно в самолете были написаны и отредактированы многие страницы первого школьного учебника по информатике».

А.П. Ершов систематизировал всю свою работу с многочисленными документами, раскладывая их по папкам личного архива и, тем самым, упорядочивая материальную составляющую разнообразных видов своей деятельности. Архив, оставленный им, состоит из более, чем 500 толстых канцелярских папок, внутри которых находятся расположенные в хронологическом порядке сотни документов, как правило, связанные общей тематикой. Эти документы, собранные и систематизированные А.П. Ершовым для целей повышения эффективности своей работы, не только отражают весь его жизненный путь, а вместе с ним и историю развития информатики в России и за рубежом, но и позволяют прикоснуться к «внутренней кухне» дела всей его жизни, что делает архив А.П. Ершова бесценным сокровищем для нас и последующих потомков. К счастью, начиная с 2000 г. сотрудники ИСИ переводит архив в электронный вид и публикует его на сайте «электронный архив Ершова».

Андрей Петрович отлично понимал важность взаимных контактов, в том числе неформальных. Поэтому помимо участия в научных семинарах отдела сотрудники отдела сразу же стали собираться дважды каждый день (утром в 10 и после обеда в 14.30), чтобы попить настоящий кофе и обсудить волнующие их вопросы в неформальной обстановке. Вначале местом собраний была приёмная А.П. Ершова, но очень скоро кофе-клуб получил отдельную небольшую комнату рядом с кабинетом А.П. Ершова и превратился в общественную организацию со своим уставом и президентом, которым неизменно был Александр Федорович Рар. Многие советские и зарубежные коллеги, когда приезжали в Академгородок к Андрею Петровичу, приходили в кофе-клуб на его «заседания». Поэтому мы имели возможность не только увидеть и услышать их, но и пообщаться с ними в неформальной обстановке. Со временем кофе-клуб приобрел широкую всесоюзную и международную известность, причем, не только среди программистов. Надо сказать, что не всем это нравилось, и много раз его пытались закрыть, однако, благодаря неизменной поддержке А.П. Ершова, кофе-клуб продолжал существовать.

Андрей Петрович считал, что можно предполагать, что прочитанная статья была понята лишь тогда, когда читатель стал способен написать на ту же тему статью, не уступающую прочитанной. Поэтому, когда он переводил докладчиков на каких-то научных мероприятиях (а делал он это довольно часто), то те, кто знал оба языка, часто отмечали, что перевод оказывался лучше оригинала. И это не зависело от того, переводил Ершов с русского языка на английский или с английского на русский. По-существу, на семинарах отдела, ему часто приходилось переводить с русского языка на русский, когда он буквально несколькими фразами доводил до слушателей то, что безуспешно пытался во время доклада донести до них выступающий. При этом, А.П. Ершов всегда был открыт для нового, и то лучшее, что было в услышанном или прочитанном, он всегда старался взять на вооружение. Как-то Андрей Петрович, познакомившись с предложенной мной методикой базисных нумераций и с ее использова-

нием для построения быстрого алгоритма выделения гамаков, предложил подготовить статью для журнала «Доклады АН СССР». И когда я согласился, он передал мне небольшую публикацию из этого журнала, автора которой я, к сожалению, сейчас не помню, со словами о том, что он давно хотел написать статью, аналогичную данной, но у него так и не возникло материала, который бы соответствовал данному образцу.

Нельзя не сказать о постоянной открытости Андрея Петровича для живого общения. В его приемной стояла длинная скамья, на которой в порядке живой очереди посетители ожидали возможности попасть в кабинет. Скамья была хорошим индикатором. Если она была пуста, то А.П. Ершова, скорее всего, нет на работе, он в командировке. В частности, я не могу припомнить случая, когда кому-то удавалось пройти в кабинет, минуя эту скамью, вне зависимости от того, приходил он по своей инициативе или по делам, порученным ему Андреем Петровичем.

Много внимания А.П. Ершов уделял этическим вопросам взаимоотношения членов коллектива. Например, в 1971 г. перед тем, как мы приступили к написанию аван-проекта по системе БЕТА, он подготовил довольно объемный материал (порядка 15 стр.) под названием «Как писать аван-проект», треть из которого была посвящена именно этическим вопросам. Или другой пример: когда я выходил на защиту докторской диссертации, по предложению А.П. Ершова был реализован следующий алгоритм выбора темы. Сначала я подготовил список из 10 возможных названий моей диссертации и передал его И.В. Поттосину, чтобы он вычеркнул все те названия, которые могли бы затруднить защиту его будущей докторской диссертации, если он ее захочет подготовить. Затем А.П. Ершов вместе с нами рассмотрел весь список и из названий, оставшихся не зачеркнутыми, выбрал саму тему.

## **Заключение**

Очевидно, что мой рассказ об учителях был весьма неполным и субъективным, но я надеюсь, что кому-то он сможет помочь чуть больше узнать о первых российских программистах, с которыми мне повезло встретиться и работать, и даст возможность пусть ненадолго окунуться в то время, когда российская информатика только зарождалась и делала первые шаги. Если считать, что мне удалось состояться как ученому и чего-то добиться в науке, то этим я обязан, в первую очередь, моим учителям, той среде, которая ими была создана и поддерживалась в отделе программирования.

# О некоторых пионерских работах на первых ЭВМ

Юлий Лазаревич Кетков

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
Нижний Новгород, Россия

**Ключевые слова:** машина Горьковский университет, ГИФТИ, схема Горнера линейные сплайны, А.А. Андронов, Н.А. Железцов

## Машина ГИФТИ и схема Горнера

Первый выпуск математиков-вычислителей в Горьковском университете состоялся в 1957 году благодаря поддержке со стороны д.ф.-м.н. А.А. Ляпунова в то время зав. отделом программирования Отделения прикладной математики Математического института им. В.А. Стеклова АН СССР. Он же одновременно был профессором мехмата МГУ. Весь учебный 1956–1957 год шесть студентов физмата ГГУ провели в Москве, т.к. компьютеров в Горьковской области, включая и всемогущий ВНИИЭФ (г.Саров), еще не было. Мы посещали в МГУ лекции по программированию, которые начал читать молодой аспирант А.П.Ершов, проходили годичную стажировку на первых цифровых ЭВМ М-2 (в лаборатории И.С. Брука), БЭСМ (в ИТМиВТ), Стрела-1 (в ОПМ МИ АН СССР), выполняли дипломные работы. Почти весь наш выпуск был по распределению направлен на работу в Горьковский Исследовательский Физико-технический Институт (ГИФТИ при ГГУ), где в это время создавался первый в Горьковской области вычислительный центр (ВЦ ГИФТИ).

Поначалу главным средством вычислений была самая мощная аналоговая машина МН-8, которая обеспечивала решение систем дифференциальных уравнений высокого порядка. Она было очень важным подспорьем для специалистов по теории колебаний, которые занимались исследованием процессов управления и устойчивостью работы ядерных реакторов, проектировавшихся для первых АЭС и атомных подводных лодок. Одновременно заканчивалась настройка небольшой цифровой ЭВМ, получившей название «Машины ГИФТИ». Она разрабатывалась группой выпускников кафедры теории колебаний радиофизического факультета ГГУ, долгое время возглавляемой академиком А.А. Андроновым. В свое время А.А. Андронов был членом межведомственных комиссий, проверявших работу ряда академических подразделений, связанных с проектированием первых ЭВМ в нашей стране. Он здраво оценил перспективность нового направления и всячески содействовал развитию этой тематики на своей кафедре.

В отличие от ЭВМ «Стрела-1», занимавшей в ОПМ двухэтажное здание и его подвальные помещения, с обслуживающим персоналом более 200 человек машина ГИФТИ спокойно размещалась в небольшой комнате и потребляла около 15 квт электроэнергии. Она была машиной последовательного действия с оперативной памятью в 2016 тридцатидвухразрядных ячеек, расположенных на магнитном барабане. На этом же барабане были реализованы сверхбыстрые рециркуляционные регистры, позволившие довести скорость работы арифметического устройства до 6000 сложений в сек. Операции деления-умножения, естественно, выполнялись примерно в 30 раз медленнее. Общая производительность машины ГИФТИ сдерживалась медленной оперативной памятью и в среднем составляла около 100 операций в сек.

Трое первых программистов, включая автора, были нацелены на создание базового программного обеспечения – тестовое хозяйство, библиотеки стандартных функций, простейшие методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений. Скорость вычислений была для нас главным критерием качества программ. Особенно удручала небольшая скорость выполнения операций деления-умножения. Поэтому первой пионерской работой, позволившей на 25% ускорить работу подпрограмм вычисления элементарных функций, была борьба с традиционной схемой Горнера. Как правило, для вычисления значений элементарных функций использовались полиномы 8–10 степени, полученные тем или иным способом (разложение в ряд Тейлора, непрерывные дроби, снижение старших степеней за счет полиномов Чебышева и т.п.). Схема Горнера позволяла вычислить значение полинома  $n$ -ой степени в заданной точке за  $n$  операций умножения и  $n$  операций сложения:

$$P_n(x) = a_n \cdot x^n + a_{n-1} \cdot x^{n-1} + \dots + a_1 \cdot x + a_0$$
$$P_n(x) = (\dots((a_n \cdot x + a_{n-1}) \cdot x + \dots + a_1) \cdot x) + a_0$$

Её оптимальность сомнений не вызывала: чтобы задействовать  $n+1$  независимых коэффициентов  $a_i$  без  $n$  сложений никак нельзя было обойтись. А по поводу умножений сомнения возникали – обязательно ли было каждым умножением повышать степень промежуточного результата только на 1. Ведь из алгебры известно, что полином можно представить в виде произведения скобок, содержащих выражения вида  $(x - x_j)$ , где  $x_j$  – корни полинома. В том случае, когда один из корней оказывался комплексным ( $x_j = c + i \cdot d$ ), для него всегда нахо-



дился сопряженный  $(c - i \cdot d)$ , и произведение двух парных скобок заменялось вещественным полиномом 2-й степени. Дело было за малым – надо найти все корни полинома (и всё это ради только того, чтобы вычислить значение полинома при заданном аргументе  $x$ ). Из той же алгебры следовало, что полиномы выше 4-й степени в радикалах неразрешимы. Следовательно, надо было находить корни приближенным способом и исследовать распространение ошибок первого шага на общую погрешность вычисления полинома. По сравнению с этим схема Горнера казалась блестящей находкой (и даже сегодня многие в этом уверены). Гораздо более перспективным казался путь, подсказанный публикацией статьи американского математика Дж.Тодда [1], где со ссылкой на работу [2] была приведена частная схема вычисления полинома 6-й степени с повышением степени промежуточного результата на 2 при каждом умножении. Эта схема требовала предварительного пересчета исходных коэффициентов  $(a_6, a_5, a_4, a_3, a_2, a_1, a_0)$  в 6 других также независимых коэффициентов  $(b_6, b_5, \dots, b_0)$  и позволяла сэкономить 2 умножения. Все было бы хорошо, если бы на стадии пересчета при некоторых комбинациях исходных коэффициентов не получались бы квадратные уравнения, не имевшие вещественных корней. А появление комплексных коэффициентов  $b_j$  сводило на нет все преимущества схемы Тодда.

В 1957 году мне удалось придумать более универсальную схему, напоминающую американский аналог, но для повышения степени промежуточного полинома на 2 она требовала через шаг то одного умножения, то двух. Зато пересчет исходных коэффициентов никогда не приводил к комплексным  $b_j$ . По сравнению со схемой Горнера экономия в количестве умножений составила 25 %. Предварительные затраты на пересчет исходных коэффициентов во внимание принимать не надо, т.к. эти затраты разовые, а все последующие обращения к подпрограмме вычисления стандартной функции выполнялись по укороченной схеме. Свою первую апробацию новые стандартные программы прошли на машине ГИФТИ. Впервые эта схема была опубликована в 1958 году в относительно мало известном для программистов журнале «Известия вузов. Радиофизика» [3], а позднее по рекомендации Л.А.Люстерника она была включена в один из сборников «Справочной Математической Библиотеки» (СМБ, [4]).

## УИС РГМ – прообраз первых электронных таблиц на ЭВМ типа М-20

8 марта 1961 года в ВЦ ГИФТИ была введена в эксплуатацию одна из лучших ЭВМ первого поколения М-20. После этого машина ГИФТИ была передана кафедре теории колебаний радиофакультета в качестве средства расширения материальной базы учебного процесса. Перед группой программирования, переключившейся на М-20 и насчитывающей уже порядка 15 человек, были поставлены задачи поиска внешних заказчиков и повышения квалификации в области решения разнообразных прикладных задач. Довольно стабильным поставщиком задач, связанных с управлением атомными реакторами, была специализированная лаборатория ГИФТИ, возглавляемая Н.А.Железцовым. В силу специфики тематики она выступала как организация «п/я 88». Затем к нам потянулись радиофизики, специалисты по строительной механике, конструкторы новых радиолокационных станций. В начале 1963 года к руководству ВЦ обратился главный инженер ЦКБ «Волгобалтсудопроект» А.А.Брайловский с просьбой помочь в выполнении плазовых расчетов для сухогруза типа «река-море» (проект 1829) по схеме, разработанной в НИИ Технологии Машиностроения (НИИТМ, Ростов-на-Дону). Автором этой схемы был главный конструктор СКБ НИИТМ Д.С. Китаинов, а сама технология измерения всех практических сечений корпуса судна носила название *радиусографического метода*. Название метода объясняется тем, что все продольные (ватерлинии, батоксы) и поперечные (шпангоуты) сечения проектируемой поверхности формировались из отрезков прямых и дуг окружностей. На большинстве участков судовой поверхности они сопрягались с сохранением значения первой производной на линиях стыков.

Для того чтобы пояснить суть расчетов по радиусографическому методу, опишем некоторые элементы технологии проектирования судов и предварительной подготовки чертежной документации на судостроительных заводах нашей страны. Два крупнейших центра по проектированию надводных и подводных судов располагались в городах Горький и Ленинград. В их составе насчитывалось около десятка специализированных конструкторских бюро, которые в соответствии с техническими заданиями разрабатывали проекты конкретных изделий. Наряду с уточненными тактико-техническими данными корабля, составом и размещением его оборудования основу проекта составлял теоретический чертеж судовой поверхности, выполненный в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Сотрудники КБ составляли такие чертежи в масштабе от 1:25 до 1:100 в зависимости от размера судна. Как правило, на чертеже, поступившем из КБ, были представлены поперечные сечения судна в виде 21 теоретического шпангоута. Продольных сечений (ватерлинии, батоксы) было существенно меньше. Особое внимание уделялось сечениям, характеризующим главные измерения судна (мидель-шпангоут, грузовая ватерлиния и др.). Одна из проекций с поперечными сечениями носа и кормы показана на рис. 1



Рис. 1. Проекция «Корпус»

Теоретический чертеж неминуемо сопровождался большим количеством неточностей, нестыковкой координат одних и тех же точек судовой поверхности на разных сечениях. Ошибка в 1 мм с теоретического чертежа увеличивалась до 10 см на реальной поверхности. Поэтому графические данные теоретического чертежа обязательно проходили согласование в процессе плазово-разметочных работ, выполняемых в специальных (плазовых) цехах судостроительных предприятий. Так, например, плазовый цех Сормовского судостроительного завода представлял собой одноэтажное здание длиной порядка 200 м с идеально выровненным полом. На этом полу несмываемой тушью в натуральную величину воспроизводились все элементы теоретического чертежа с добавлением нужного количества промежуточных сечений. Плавность линий достигалась на глаз с помощью специальных гибких реек («правил», в англоязычной терминологии – «сплайнов»), которые прижимались в опорных точках металлическими грузиками («крысами») в форме небольших утюжков. Линия считалась идеальной, если после снятия нагрузки рейка сохраняла приданную ей форму и отклонялась в опорных точках не более чем на 1–2 мм. Субъективизм в построении плавных линий приводил к тому, что плазовые чертежи одного и того же проекта, выполненные на разных судостроительных заводах, слегка отличались. Поэтому ремонт судна всегда должен был выполняться на том заводе, где корабль был построен.

Основу радиусографического метода составлял так называемый радиусографический ключ – набор небольшого количества продольных линий, которые проходили вдоль корпуса судна и сами были составлены из отрезков прямых и дуг окружностей. Некоторые линии ключа были расположены на поверхности судна. Точки ключевых линий определяли опорные точки на судовой поверхности и координаты центров всех дуг, образующих поперечные сечения. Построение ключа велось обычно от прототипа изделия и определялось пространственным воображением и опытом проектировщика. Д.С. Китаинов виртуозно владел технологией формирования радиусографических ключей, но с большой неохотой передавал свой опыт другим проектировщикам. После того, как радиусографический ключ был сформирован, наступал весьма кропотливый и трудоемкий процесс вычисления координат всех точек сопряжения смежных отрезков и дуг окружностей, радиусов закруглений на каждом из практических сечений. Для этой цели в СКБ НИИТМ было сформировано две библиотеки соответствующих геометрических процедур, каждая из которых содержала порядка 40 типовых геометрических задач и численных схем их решения. Разница между библиотеками заключалась только в форме задания уравнения прямой (через угловой коэффициент или через пару точек). Таким образом, задача построения согласованных плазовых таблиц сводилась к многократному выполнению формируемых цепочек геометрических задач. Но автоматизировать этот процесс сотрудникам НИИТМ никак не удавалось. Оказались несостоятельными и те немногие организации Ростова-на-Дону, которые располагали средствами вычислительной техники. А сотрудникам ВЦ ГИФТИ, получившим начальную подготовку в одном из лучших вычислительных центров страны и успешно осваивавших идеи М.Р. Шура-Буры, заложенные в интерпретирующей системе ИС-2 [6], удалось за год построить несколько версий универсальных интерпретирующих систем радиусографического метода.

Основной идеей построения «матричных систем программирования» послужила мысль об объединении формата команды трехадресной вычислительной машины М-20 и способа задания форматов исходных данных для процедур, включенных в состав библиотеки ИС-2.

$\pi$	КОП	A1	A2	A3
-------	-----	----	----	----

$\pi$  – признаки модификации адресов (3 бита, одна восьмеричная цифра);

КОП – код операции (две восьмеричные цифры);

A1, A2 – адреса первого и второго операндов (по четыре восьмеричные цифры);

A3 – адрес результата операции (четыре восьмеричные цифры).

$\pi$	16	*+1	7501	7610
		Apar1	Nсп	Apar2

Обращение к процедуре с номером Nсп.

16 – команда передачи управления на точку входа в ИС-2 (ячейка с адресом 7501);

7610 – ячейка, в которой формируется команда возврата по адресу  $*+1$ , т.е. по адресу команды, содержащей вторую строку обращения;

Apar1, Apar2 – адреса данных, необходимые для работы вызываемой процедуры.

Абстрактный формат «команды матричного программирования» должен был выглядеть следующим образом:

Asource	КМО	Adest
---------	-----	-------

Asource – адрес (номер) строки в матрице исходных данных

КМО – код матричной операции

Adest – адрес (номер) строки в матрице результатов

Анализируя состав библиотек с геометрическими построениями, мы обнаружили, что в каждой из задач количество исходных данных не превосходило восьми. Поэтому в качестве длины строки исходных данных была принята цифра 8, а сами исходные значения адресовались одной восьмеричной цифрой – от 0 до 7. Полный адрес любой компоненты исходных данных идентифицировался четверкой восьмеричных цифр, первые три из которых соответствовали номеру строки в «матричной программе», а младшая определяла порядковый номер аргумента в соответствующем векторе исходных данных. С тем, что в ряде процедур количество исходных данных было заведомо меньше восьми, мы смирились, т.к. единообразие в адресации для нас было важнее. Примерно так же обстояло и дело со стандартизацией формата строк матрицы результатов – во всех задачах их количество не превышало трех.

Было совершенно очевидно, что набор кодов матричных программ не исчерпывался только задачами геометрических построений. Нужно было подключить логику (условные и безусловные переходы), команды организации циклов, команды ввода и вывода исходных данных.

Матричная программа для расчета поперечных или продольных сечений представляла собой циклически повторяющийся список геометрических построений, разбитый на два раздела. В первом разделе для каждого значения циклически повторяющейся координаты ( $x$  – для шпангоутов,  $y$  – для батоксов,  $z$  – для ватерлиний) по соответствующим фрагментам ключевых линий определялись координаты опорных точек и центров дуг, образующих текущее сечение. Полученные результаты засылались в соответствующие клетки матрицы исходных данных второго раздела, где была закодирована последовательность геометрических процедур, вычислявших геометрические параметры продольного или поперечного сечения. После того, как аналитика сечения была рассчитана, с заданным шагом вычислялись плазовые координаты точек, расположенных на данном сечении. На небольшом примере поперечного сечения (рис. 2) продемонстрируем технологию задания соответствующего фрагмента матричной программы.

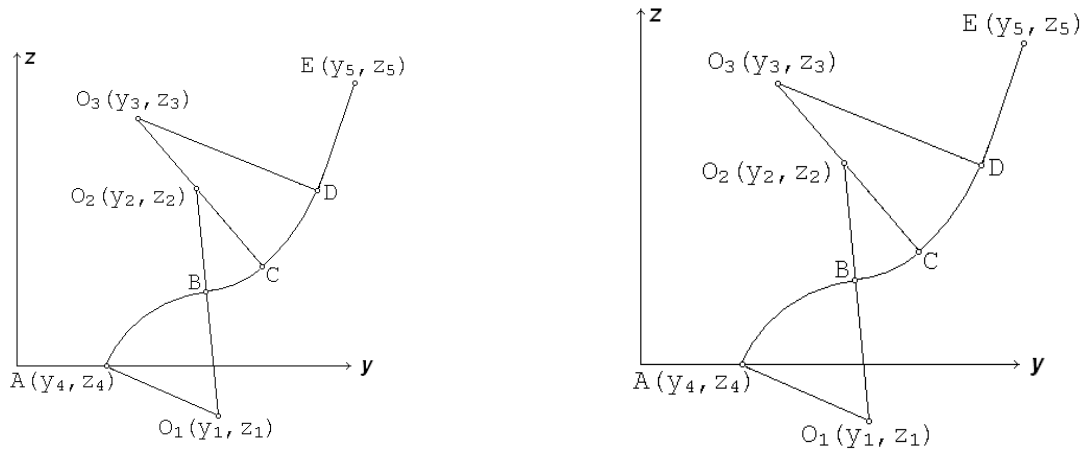


Рис.2. Схема шпации.

Центры окружностей  $O_1, O_2, O_3$  расположены на продольных линиях радиусографического ключа. Точки А и Е находятся на ключевых линиях, проложенных по поверхности судна. Координаты точек сопряжения В, С и D должны быть вычислены по соответствующей цепочке геометрических задач

В табл.1 приведена запись последовательности геометрических построений и соответствующих исходных данных, которые готовил проектировщик формы судовой поверхности. С целью сокращения объема таблицы данные по расчету ключевых параметров уже занесены в соответствующие позиции в виде конкретных числовых значений.

Таблица 1

№ строк	Исходные данные								Nсп	Выдача на печать			Дальнейшая адресовка		
	0	1	2	3	4	5	6	7		4	2	1	4	2	1
1	20	-10	15	0					12			R <sub>1</sub>			31,
2	20	-10	22	30					12			n <sub>1</sub>			125
3	n <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>							41			R <sub>2</sub>			30
4	22	30	12	49					12			n <sub>2</sub>			51,
5	n <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>		12	49	R <sub>3</sub>			40		z <sub>D</sub>	R <sub>3</sub>		73	135
6	60	72	y <sub>D</sub>	z <sub>D</sub>					16		b	y <sub>D</sub>		121	50
7	60	72	22	30	-10	R <sub>1</sub>	-1		02		b <sub>1</sub>	k		131	65
10	20	-10	22	30	30	R <sub>2</sub>	+1		02		b <sub>2</sub>	k <sub>1</sub>			72
11	19	49		20					02		z <sub>B</sub>	k <sub>2</sub>			120
12	k <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>		22					70		z <sub>C</sub>	y <sub>B</sub>			130
13	k <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>							70			y <sub>C</sub>			

Перенос содержимого этой таблицы на бланки матричных программ осуществляется почти механически. Эквивалент табл.1 в формате, пригодном для ввода в ЭВМ, имеет следующий вид (табл.2).

Таблица 2

π	Код	Адрес	Рассылка	Комментарий
1	12	0010		Вычисление и печать R <sub>1</sub>
1			0031	Засылка R <sub>1</sub>
1	12	0020	0125	« - « - «
1	41	0030	0030	Вычисление и печать n <sub>1</sub>
1			0051	Засылка n <sub>1</sub>
1	12	0040	0135	Вычисление и печать R <sub>2</sub>
1	40	0050	0050	Засылка R <sub>2</sub>
1	16	0060	0065	« - « - «
1			0073	Вычисление и печать n <sub>2</sub>
1	02	0070	0072	Засылка n <sub>2</sub>
1	02	0100		Вычисление и печать R <sub>3</sub>
1			0121	Засылка R <sub>3</sub>
3	02	0110	0120	Вычисление и печать z <sub>D</sub> , y <sub>D</sub>
2			0131	Засылка z <sub>D</sub>
1	70	0120	0130	Засылка y <sub>D</sub>
3	70	0130		Вычисление и печать b, k
3				Вычисление и печать b <sub>1</sub> , k <sub>1</sub>
2				Засылка b <sub>1</sub>
1				Засылка k <sub>1</sub>
3				Вычисление и печать b <sub>2</sub> , k <sub>2</sub>
2				Засылка b <sub>2</sub>
1				Засылка k <sub>2</sub>
3				Вычисление и печать z <sub>B</sub> , y <sub>B</sub>
3				Вычисление и печать z <sub>C</sub> , y <sub>C</sub>

Первые две версии интерпретирующих систем УИС РГМ и УИС РГВ отличались только наборами библиотечных процедур. Третья версия была пополнена операциями развертки листов судовой обшивки. Первая публикация по технологии автоматизации радиусографического метода [5] носила закрытый характер, т.к. ряд проектов, по которым были выполнены расчеты плазовой документации, относились к оборонной промышленности. Первая открытая публикация появилась два года спустя [7]. Тем не менее, прототип электронных таблиц на отечественных ЭВМ появился примерно за 15 лет до официального представления системы VisiCalc. Цифровая индексация клеток матричной программы была мерой вынужденной, т.к. алфавитно-цифровые устройства подготовки данных в нашей стране еще не производили. Всего в ВЦ ГИФТИ за период с 1963 по 1965 гг были проведены плазовые расчеты по 19 надводным судам. Автор причастен к внедрению разработанных комплексов в ряде организаций авиационной и судостроительной промышленности.

## Первые линейные сплайны

Попытки визуализации результатов графо-аналитических построений привели нас к использованию первых перьевых плоттеров. Усовершенствование управления их пишущим узлом начинались с того, что сначала перо могло перемещаться на минимальный шаг в одном из четырех направлений. Затем поворот на угол, кратный  $90^\circ$ , был заменен перемещениями под углом, кратным  $45^\circ$ . Наконец, графопостроители начали снабжать интерполаторами, сначала только линейными, а позднее – линейно-круговыми. Это позволило в программе управления плоттером задавать величину перемещения, кратную нескольким минимальным шагам по каждой из координат. В связи с этим возникла задача построения оптимального алгоритма кусочно-линейной аппроксимации произвольного криволинейного контура. И формулировалась-то она предельно просто: как далеко можно было шагнуть вдоль кривой, чтобы соответствующая хорда отклонилась от исходной линии не более чем на заданную величину. Для дуг окружностей существует аналитическая формула, связывающая длину хорды со стрелкой прогиба. А что делать с другими кривыми, например с эллиптическими или параболическими? А если исходная кривая задана таблично? Идентичная задача была актуальной и для станков с числовым программным управлением. Сокращение количества звеньев ломаной, аппроксимирующей обрабатываемый контур, означало уменьшение объема управляющей программы.

Самый простой вариант решения поставленной задачи был очевиден: используя ЭВМ, можно было построить программу, которая постепенно увеличивала длину очередного шага до тех пор, пока стрелка прогиба обеспечивала допустимую точность  $\epsilon$ . Однако идея тупого перебора казалась мало привлекательной – хотелось использовать более качественные математические методы, позволяющие за один шаг построить звено ломаной почти оптимальной длины. В такой постановке задача становилась вариационной, т.к. границы смежных звеньев оказывались переменными. Её удалось сначала решить для кривых с монотонно меняющейся кривизной при малых значениях допустимой точности  $\epsilon$  отклонения звеньев ломаной. Идея решения напоминала метод малого параметра, используемый при решении задач устойчивости динамических систем. Величина стрелки прогиба в точке, максимально удаленной от звена ломаной, разлагалась в ряд. В силу малости отбрасывались члены ряда с более высокими степенями  $\epsilon$ , а затем находились корни уравнения сначала второй степени. Потом аналогичная процедура повторялась для полинома третьей степени, в котором коэффициент при  $\epsilon^3$  заменялся соответствующим квадратичным полиномом Чебышева, наименее, уклоняющимся от нуля.

Так были получены формулы для квазиоптимального шага, которые численно проверялись на различных кривых. Для одного и того же фрагмента кривой определялось количество  $N_1$  звеньев ломаной, построенных в сторону уменьшения кривизны, и количество  $N_2$  звеньев, построенных в обратном направлении. На довольно протяженном участке исходной кривой разность  $N_1 - N_2$  редко превышала 1. Аппроксимация в направлении уменьшения кривизны всегда приводила к звеньям, которые уклонялись от исходной прямой меньше, чем на  $\epsilon$ . А в обратном направлении все звенья отклонялись чуть больше, чем на  $\epsilon$ . Таким образом можно было установить верхнюю и нижнюю оценки для числа звеньев оптимальной ломаной. Более подробные результаты этого исследования и формулы для вычисления длины шага можно найти в работе [8]. Несколько позже аналогичное исследование было выполнено для кривых 2-го порядка с произвольным значением  $\epsilon$ . Его результаты опубликованы в работе [9].

Чтобы оценить результаты проведенных исследований, приведу заключительную фразу из автореферата диссертации [10], защищенной в 1966 году: «Дальнейшее совершенствование аналитических способов задания криволинейных поверхностей выдвигает ряд новых математических проблем. Одной из них, в частности, является задача кусочно-полиномиальной аппроксимации плоских кривых и поверхностей». Таким образом, в этой работе была практически решена задача построения **оптимальных сплайнов первого порядка** и поставлена задача построения **оптимального набора сплайнов более высокого порядка**. В отечественной литературе это была первая работа в области сплайн-аппроксимации. Да из рубежом первые публикации по сплайнам появились пару лет спустя. Наиболее полная библиография первых зарубежных публикаций, приведенная в книге А.Фокса и М. Пратта «Вычислительная геометрия», ссылается на одну работу 1967 года (Гревилл), две работы 1968 года (Безье и Ауджа) и одну работу 1969 года (Гордон).

## Список литературы

1. Todd J. Communications on Pure and Applied Mathematic, v.8, № 1, 1955 (русский перевод: Дж. Тодд. Мотивы для работы в области численного анализа // «Математическое просвещение», вып.1, 1957)
2. Motzkin T.S. Evaluation of the Polinomials. «Bull. Amer. Math. Society», 1955, v. 61, №2, p.163
3. Кетков Ю.Л. Об одном способе вычисления полиномов на математических машинах. // Известия ВУЗ'ов. Радиофизика, т.1., № 4, 1958
4. Люстерник Л.А., Червонскис О.А., Ямпольский А.Р. Математический анализ. Вычисление элементарных функций. М.: Гос. изд. физ. мат. литературы, 1963
5. Кетков Ю.Л. Монография по спецтеematике. Ростов-на-Дону, НИИТМ, 1964, 98 с.
6. Шура-Бура М.Р. Система интерпретации ИС-2 // Сб. «Библиотека стандартных программ», Изд-во ЦБТИ, М., 1961
7. Кетков Ю.Л. Автоматизация проектирования поверхностей корпусов судов при помощи ЭВМ. // В сб. Автоматизация технологического проектирования при помощи электронных вычислительных машин. М.: Машиностроение, 1966. – с.55-72

8. Кетков Ю.Л. Об оптимальных методах кусочно-линейной аппроксимации. // Известия ВУЗов. Радиофизика, т.9, №6, 1966
9. Кетков Ю.Л. О приближенных методах кусочно-линейной аппроксимации плоских кривых. // Ученые записки. Прикладная математика и кибернетика. Материалы к Всесоюзному межвузовскому симпозиуму по прикладной математике и кибернетике. Горький, 1967, с. 202-211
10. Кетков Ю.Л. Об оптимальных методах аппроксимации плоских кривых и системе автоматизации программирования для обработки геометрической информации. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Горький, 1966.

# Разработка диалоговых систем программирования в Нижегородском университете

Юлий Лазаревич Кетков

Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского  
Нижний Новгород, Россия

В статье описываются системы коллективного пользования на базе алгоритмического языка Бейсик, разработанные в Нижегородском государственном университете им. Н.И.Лобачевского в период 1969–1978 гг. Первой среди них была Бейсик-система пакетной обработки, введенная в эксплуатацию на ЭВМ типа М-20 (БЭСМ-3, БЭСМ-4, М-220, М-222) в начале 1970 г. Она активно использовалась в учебном процессе и отличалась от существовавших в то время систем программирования пошаговым компилятором. Эта возможность позволила в 1971 г. преобразовать систему пакетной обработки в многотерминальную диалоговую систему коллективного пользования под названием «Студент». Система была безвозмездно передана в более чем 100 проектных организаций и учебных заведений нашей страны. В 1976 г. появилась последняя версия системы разделения времени, которая обеспечила возможность программирования в диалоговом режиме на ЕС ЭВМ под управлением ДОС ЕС.

**Ключевые слова:** диалоговые системы, Бейсик, терминал-классы, перфокарты

История создания диалоговых систем программирования в Нижегородском университете началась после почти полугодовой командировки автора статьи в конце 1967 г. Тогда Институт Прикладной Математики АН СССР (сейчас – ИПМ РАН им. акад. М.В. Келдыша), в соответствии с постановлением директивных органов, собирал профессиональную команду программистов для создания современной операционной системы ЭВМ БЭСМ-6 – флагмана нашей вычислительной техники. В рамках этого постановления ИПМ планировал разработать и серию трансляторов с наиболее распространенных языков программирования. В составе команды были ведущие программисты наиболее крупных вычислительных центров страны и лучшие программистские кадры отдела ИПМ, возглавляемого лауреатом Государственной премии профессором М.Р. Шура-Бурой.

В рамках новой ОС БЭСМ-6 (она получила название ОС ИПМ) мне была поручена разработка одной из наиболее важных компонент системы – монитора, отвечавшего за распределение ресурсов, управление задачами и параллельными процессами, организацию очередей на выполнение внешних и внутренних запросов многочисленных исполнителей. Единственным доступным инструментом разработки был ассемблер БЕМШ, оперативно созданный под руководством В.С. Штаркмана. Однако для разработки и отладки довольно сложных и объемных программ в коде машины ничего другого, кроме запусков заданий в пакетном режиме у программистов не было. Отсутствие диалогового общения с ЭВМ сильно затягивало сроки разработки системного ПО. Поэтому нам пришлось по ходу дела познакомиться с первыми зарубежными подходами к созданию диалоговых алгоритмических языков и соответствующих систем программирования. Конечно, это были еще не промышленные средства для профессиональных разработок, а только некоторые расширения состава операторов того или иного языка для обеспечения удобства пользователей, тяготившихся общепринятым режимом пакетной обработки заданий. На один из рабочих семинаров в ИПМ был приглашен ведущий сотрудник ВЦ АН СССР В.М. Курочкин, один из когорты первых программистов. Он познакомил нас с языком JOSS и выполненной на его базе системой разделения времени. Второй диалоговой системой оказалась реализация на ЭВМ GE-400 системы программирования на базе языка Бейсик. Источником для знакомства с ней послужило руководство пользователя, описывающего состав операторов языка программирования и нескольких директив по организации прохождения задач. Вторая система произвела на меня большее впечатление.

Возвратившись из затяжной командировки, мы (вместе со мной в Москву была направлена сотрудница отдела Н.М. Салганская, вошедшая в группу разработчиков транслятора с языка АЛМО) доложили на семинаре о результатах нашего «выхода в свет». Тесные контакты с корифеями программирования и предоставленная нам возможность работы на современных супер-ЭВМ (БЭСМ-6 в то время была самым мощным компьютером в Европе), произвели большое впечатление на участников семинара, которым тоже захотелось заняться чем-то более серьезным, чем поднадоевшая поддержка систем программирования на ЭВМ и разработка новых библиотечных подпрограмм. Всем пришла по душе идея создания диалоговой системы программирования на базе Бейсика и возможность за счет этого обеспечить более комфортные условия в процессе обучения студентов. К постоянной работе над системой, кроме автора статьи, были подключены 4 сотрудника лаборатории автоматизации программирования – М.М. Белослудцева, Э.Н. Ильин, И.М. Куракина и В.С. Максимов. К нашей группе добровольно присоединился сотрудник НИРФИ В.В. Бочаров, который в своем институте отвечал за системное ПО (трансляторы, библиотеки стандартных программ, системный и пользовательский сервис). Первоначальное распределение обязанностей было следующим. Наиболее трудоемкую часть компилятора – блок программирования выражений, – поручили тандему Ильин–Бочаров. Дополнительно они должны были реализовать обработку операторов присваивания, определения и использования нестандартных функций. Основные процедуры ввода и вывода информации, включающие обмен с терминалом на физическом уровне и работу с блоком дан-

ных, взялся программировать В.С. Максимов. Логика обработки операторов цикла выпала на долю М.М. Белослудцевой. И.М. Куракина должна была разработать и реализовать концепцию подключения к Бейсик-программе строк, написанных на автокоде (оператор БЭСМ). На Ю.Л. Кеткова возлагалось общее руководство работами других членов команды, создание монитора Бейсик-системы и набора утилит, обслуживавших как системные блоки, так и рабочие программы пользователей.

В качестве устройства общения пользователя с системой в первом варианте использовалась консоль оператора – электрифицированная пишущая машинка чешского производства «Консул-254». Довольно скоро ее заменила аналогичная машинка, работавшая параллельно с консолью (чтобы не совмещать на одном устройстве рабочие места оператора ЭВМ и пользователя Бейсик-системы). К 1971 г. шумящий терминал заменили на дисплей типа «Видеотон-340», а к 1973 г. количество дисплейных терминалов в системе «Студент» было доведено до 10. В их составе были апробированы профессиональные дисплейные станции ЕС-7920. Заметный вклад в программное обеспечение, управляющее параллельным обслуживанием всех терминалов, внесли сотрудники вычислительного центра ГИФТИ Д.М. Штейман, Л.Я. Дутьшева и В.Г. Манишин.

Несмотря на то, что первая версия Бейсик-системы обеспечивала режим пакетной обработки задач, ее целью была работа в режиме реального времени, позволявшая отреагировать на любые задания 8–10 пользователей с задержкой не более 1–1.5 секунд. Это означало, что время приема и обработки очередного оператора, поступившего с любого пользовательского терминала, не должно было превышать 0.15 сек. В состав этого кванта времени входили и затраты на переключение на задачу активизируемого пользователя. Точно такой же квант времени выделялся на выполнение очередного оператора в программе задачи, готовой к исполнению. За счет чего на весьма тихой ЭВМ типа М-20 (скорость работы соответствующих моделей варьировалась от 20 до 27 тыс. оп/сек) удалось достичь такой оперативности?

Во-первых, за счет рационального использования оперативной памяти. Программе каждого пользователя выделялось «виртуальное пространство» емкостью в 4096 45-разрядных ячеек (в терминах М-20 – «куб памяти»). Полупроводниковые модели обычно комплектовались двумя кубами оперативной памяти. При этом куб с номером 1 занимала Бейсик-система, а куб с номером 0 занимала бинарная псевдопрограмма пользователя вместе со всеми данными задачи (массивами, скалярными числовыми и строковыми переменными, константами) и различными управляющими таблицами, которые были необходимы для пооператорной интерпретации псевдопрограммы. Текст исходной Бейсик-программы каждого пользователя выносился на магнитный барабан с целью экономии места в оперативной памяти задачи.

Во-вторых, нужно было свести к минимуму время переключения с одной выполняющейся задачи на другую. На ЭВМ типа М-222, полная комплектация которых могла включать 8 кубов оперативной памяти, каждая из готовых к исполнению рабочих псевдопрограмм могла не изгоняться на внешнее запоминающее устройство (МБ – магнитный барабан) и постоянно находиться в оперативной памяти (МОЗУ). С целью сокращения времени переключения на обслуживание очередного пользователя был определен минимальный квант работы, которую следовало выполнить для предшествующего терминала (все пользователи обладали равными правами и обслуживались по кругу).

Минимальный квант работы определялся состоянием очередной Бейсик-программы. В начальный момент времени все терминалы переводились в режим «редактирования», во время которого пользователь мог набирать очередную строку своей программы или вызвать ранее запомненный текст из архива задач. В первом случае набираемый текст накапливался в буфере терминала, и пользователю выделялся минимальный квант для синтаксического анализа введенной строки и ее преобразования в эквивалентный код псевдопрограммы только после нажатия клавиши, завершающей набор строки. Так как в Бейсик-программе почти все строки являются автономными (кроме пар FOR – NEXT и DATA – READ), то синтаксический анализ ограничивался разбором только введенной строки, и на это вполне хватало порядка 10–15 тыс. машинных тактов. Анализ парных операторов переносился на фазу выполнения псевдопрограммы. Если синтаксический анализатор обнаруживал ошибку, то на соответствующий терминал выдавалось сообщение и выполнялся переход на обслуживание очередного пользователя.

Фаза «редактирования» заканчивалась в момент приема от пользователя команды на выполнение (директива RUN), после чего минимальным квантом на следующем круге становилось время выполнения начальной или очередной строки псевдопрограммы. В отведенное время (0.15 сек.) укладывались практически все операторы Бейсика. Единственное отклонение могла вызвать работа сложной подпрограммы из библиотеки ИС-2 (например, решение системы линейных алгебраических уравнений высокого порядка). Но на такие жертвы мы шли сознательно, считая, что подобные ситуации возникают крайне редко, т.к. использование оператора БЭСМ предполагало некоторые знания в области программирования на автокоде. Да и одновременное обращение двух или более пользователей к достаточно длинным процедурам представлялось маловероятным.

С целью минимизации времени переключения с задачи на задачу мы уделяли особое значение созданию повторно входимых (реентерабельных) программ в собственно Бейсик-системе и сокращению объема данных о задаче пользователя, загружаемых в систему перед выполнением очередного минимального кванта работы. Важную роль в соблюдении указанных критериев сыграло размещение почти всех управляющих таблиц, используемых при интерпретации псевдопрограммы, в тот же куб памяти, где в данный момент находилась и сама псевдопрограмма. При свопинге задач, ожидавших очередной обработки, их куб памяти переписывался на МБ вместе со всеми управляющими таблицами. Если две задачи одновременно находились в кубах МОЗУ, то переключение с одной задачи на другую сводилось к переключению нескольких указателей системы на управ-



ляющие таблицы очередника. В противном случае предшествующую задачу вместе с ее управляющими таблицами приходилось переписывать на МБ, а на ее место загружать новую задачу. В этом случае менять содержимое указателей на управляющие таблицы уже было не нужно, т.к. расположение таблиц во всех кубах было стандартным. Архитектура М-222, оснащенной 8-ю кубами оперативной памяти, позволяла обходиться, практически, без своппинга.

Вместо термина «исполняемая программа», которую обычно формирует компилятор алгоритмического языка, мы до сих пор использовали термин «псевдопрограмма» и ее «интерпретация». Псевдопрограмма составлялась на стадии компиляции операторов исходной Бейсик-программы и имела блочную структуру. Каждому оператору задачи соответствовал блок машинных команд в псевдопрограмме, а его интерпретация сводилась к автоматическому выполнению команд блока под управлением монитора Бейсик-системы. Таким образом, завершение работы очередного оператора исходной программы, переход к следующей строке программы или переход на строку с указанным номером контролировались монитором. Тем самым фиксировались моменты, когда исполнение текущей Бейсик-программы могло быть прервано. Важная роль в этом мониторинге принадлежала управляющей таблице операторов, содержащей 300 строк со следующей информацией:

7	14	12	12
П	N	АМОЗУ	АМЗУ

Здесь П – поле признаков (1 в 45-м разряде: оператор исполняемый,  
1 в 44-м разряде: оператор DATA,  
1 в 43-м разряде: оператор END  
42 – 40 разряды: признаки настройки адресов оператора БЭСМ

N – номер оператора,  
АМОЗУ – адрес входа в блок псевдопрограммы,  
АМЗУ – адрес начала текста исходной программы на МБ

Таблица операторов формировалась в режиме редактирования, ее строки заполнялись в порядке поступления строк исходной программы с терминала, а после завершения ввода упорядочивались по возрастанию номеров. Если в исходной программе оказалось два или более операторов с одинаковыми номерами, то строка, поступившая последней, затирала все предыдущие. Дубль таблицы операторов вместе с текстами строк исходной программы запоминался на МБ. В дальнейшем это позволяло сообщить пользователю все данные об обнаруженной ошибке и произвести нужные исправления.

Ограничение на длину исходной Бейсик-программы, налагаемое таблицей операторов (не более 300 строк, т.е. не более 6 страниц машинописного текста формата А4), не слишком серьезная помеха для разработки программ на стадии первоначального обучения. Выбор цифры 300 объяснялся еще и следующей технической деталью. Для обеспечения пакетного режима первые Бейсик-программы вводились с перфокарт. А объем оперативной памяти (4096 слов) заполнялся до предела содержимым 341 перфокарты. В первой версии Бейсик-системы были предусмотрены и другие ограничения, несколько сужающие область программирования прикладных задач. Например, программа могла использовать не более 286 идентификаторов скалярных переменных, обозначаемых буквой или буквой с цифрой. Длина имени массива (одномерного или двумерного) ограничивалась одной буквой, т.е. программа могла использовать не более 26 массивов.

Конечно, с позиций сегодняшнего дня возможности того первого в стране диалогового терминал-класса могут показаться смешными. Но не надо забывать, что на наших ЭВМ в то время активно использовались трансляторы только с полного (ТА-2) или урезанного Алгола (ТА-1), еще только начинал внедряться транслятор с Фортрана (Ф-20). И все они эксплуатировались в пакетном режиме, т.е. на обнаружение одной-двух первых ошибок на стадии отладки уходило сутки. Да и время прохождения задачи через ту или иную систему программирования исчислялось десятками минут. А в диалоговой системе программирования за один проход можно было выловить почти все синтаксические ошибки. И вместо месяца пребывания в бесконечных пакетных очередях справиться с простым студенческим заданием за два-три сеанса работы за терминалом. Статистика за два семестра одного учебного года (1975/76) показала следующее. В первом семестре терминал-класс обеспечивал занятия 24 академических групп (~ 550 первокурсников). За 1300 сеансов было отлажено порядка 1200 задач. Во втором семестре через терминал-класс прошли уже 30 академических групп (~ 700 студентов). За 1000 сеансов было отлажено порядка 1500 задач. Процессорное время, затраченное на набор и отладку программ, составило всего 40 часов машинного времени М-222. Эти цифры не идут ни в какое сравнение с производительностью пакетного режима обработки заданий.

Наши системы не были в прямом смысле интерпретаторами языка Бейсик, как первые, да и не только первые зарубежные Бейсик-системы. Visual Basic, появившийся на IBM совместимых ПК в 1991 году до версии 4.0 был полным интерпретатором, замедлявшим работу исполняемых программ в 20–30 раз.

В разработанных версиях Бейсик-систем с самого начала была включена возможность программирования в терминах, близких к автокоду ЭВМ типа М-20. Это обеспечивало использование любой стандартной программы из библиотеки ИС-2 (ИС-22). Общий объем диалоговой системы не превышал 12000 45-разрядных слов (т.е. порядка 60 Кб в современном исчислении). На ее создание мы потратили порядка 5–6 человеко-лет. При тиражировании последующих версий даже на ЭВМ с другой архитектурой (например, ЕС ЭВМ) затраты снизились почти вдвое. Сказались приобретенный опыт, отработанные схемы анализа и реализации операторов Бейсика и,

главным образом, накопленная библиотека соответствующих макроопределений на языке ассемблера. Переписать ее из кода М-20 в код ЕС ЭВМ оказалось не так уж и сложно.

На ежегодных конференциях пользователей ЭВМ типа М-20 (комиссия КЭВМ возглавлялась М.Р.Шура-Бурой) сообщения об очередной версии Бейсик-системы вызывали неизменный интерес и приводили к регулярному появлению новых пользователей. В те времена распространение оригинального ПО производилось на безвозмездной основе. В списке заявок на получение и установку диалоговых систем программирования, разработанных в НИИ ПМК, фигурирует более 100 проектных организаций и вузов нашей страны. В Нижегородском университете Бейсик-система функционировала около 10 лет до тех пор, пока не началось увлечение персональными компьютерами.

Первое самиздатовское руководство по Бейсик-системе появилось в НИИ ПМК в 1971 г. В ближайшие пару лет были представлены ряд сообщений о системе на Всесоюзных конференциях и Международном конгрессе болгарских математиков. Первая публикация о Бейсике на русском языке в центральных издательствах состоялась с двухлетним опозданием в 1978 г. Автору статьи принадлежит, наверное, самая большая коллекция книг по Бейсику в нашей стране.

## Список литературы

1. Белослудцева М.М., Бочаров В.В., Ильин Э.Н. и др. BASIC-система пакетной обработки задач на ЭВМ типа БЭСМ-4, М-220 (инструкция по эксплуатации), Горький, НИИ ПМК, 1971
2. Белослудцева М.М., Бочаров В.В., Ильин Э.Н. и др. Использование алгоритмического разговорного языка BASIC на ЭВМ типа БЭСМ-4. // Труды II Всесоюзной конференции по применению ЭВМ и математических методов в планировании и управлении предприятием. Горький, октябрь, 1971
3. Белослудцева М.М., Бочаров В.В., Ильин Э.Н. и др. Использование алгоритмического разговорного языка BASIC на ЭВМ типа БЭСМ-4, М-220Б М-222. // Труды симпозиума «Теория языков и методы построения систем программирования». Киев-Алушта, 1972
4. Кетков Ю.Л. BASIC-система пакетной обработки задач на ЭВМ типа БЭСМ-4, М-220. // Трети конгрес на българските математици. Варна, 6-15 септември, 1972
5. Белослудцева М.М., Бочаров В.В., Ильин Э.Н. и др. BASIC-система пакетной обработки задач на ЭВМ типа БЭСМ-4М, М-220, М-222. Учебное пособие (под ред. Ю.Л.Кеткова). Горький, 1973. 193 с.
6. Дутьшева Л.Я., Манишин В.Г., Штейман Д.М. Совместимая система разделения времени «Студент». // Управляющие системы и машины, 1975, №1
7. Дутьшева Л.Я., Кетков Ю.Л., Кузин С.Г. Обучение программированию в системе коллективного пользования «Студент». // В сб. Машинное обучение с помощью диалога. М., Материалы семинара общества «Знание», 1976. с. 95-98
8. Кетков Ю.Л., Рябов А.Н. Программирование на БЭЙСИКЕ (Входной язык системы программирования Бейсик-222). Учебное пособие. Горький, 1977. 73 с.
9. Кетков Ю.Л. Программирование на Бэйсике. М.: Статистика, 1978. 158 с.
10. Кетков Ю.Л., Максимов В.С., Рябов А.Н. Введение в системное программирование на языке Ассемблера ЕС ЭВМ. М.: «Наука», Гл. ред. физ.-мат. лит., 1982. 264 с.
11. Кетков Ю.Л., Куракина И.М. Программирование на алгоритмических языках Бейсик и Фортран. Горький: изд. ГГУ, 1983. 104 с.
12. Зверев В.И., Кетков Ю.Л., Максимов В.С. Алфавитно-цифровые дисплеи ЕС-7920 в диалоговых системах. М.: «Наука», Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 238 с.
13. Кетков Ю.Л., Куракина И.М. Программирование на алгоритмических языках Бейсик и Фортран. Горький: изд. ГГУ, 1986. 135 с.
14. Кетков Ю.Л. Диалог на языке Бейсик для мини- и микро-ЭВМ. М.: «Наука», Гл. ред. физ.-мат. лит. 1988. 368 с.
15. Кетков Ю.Л. Толковый словарь языка программирования Бейсик. М.: «Наука», Гл. ред. физ.-мат. лит. 1992. 320 с.
16. Кетков Ю.Л. GW-, Turbo- и Quick-BASIC на IBM PC/XT и AT.M.: Финансы и статистика, 1992. 240 с.
17. Кетков Ю.Л., Кетков А.Ю., Шапошников Д.Е. Школьная энциклопедия: Персональный компьютер. М.: Большая Российская Энциклопедия, изд. Дом Дрофа, Москва, 1997, 1998. 440 с.
18. Кетков Ю.Л., Кетков А.Ю. Практика программирования: Бейсик, Си, Паскаль. Самоучитель. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2001, 2002. 480 с.
19. Кетков Ю.Л., Кетков А.Ю. Практика программирования: Visual Basic, C++ Builder, Delphi. Самоучитель. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2002. 464 с.

# Вычислительные машины и устройства на вероятностном принципе

Борис Федорович Кирьянов<sup>1</sup>, Валерий Михайлович Кузнецов<sup>2</sup>, Валерий Андреевич Песошин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

Казань, Россия

pesoshin-kai@mail.ru

## Computing Machines and Devices Based on Probabilistic Principle

Boris Kiryanov<sup>1</sup>, Valeriy Kuznetsov<sup>2</sup>, Valeriy Pesoshin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yaroslav-the-Wise Novgorod State University

<sup>2</sup>Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev

Kazan, Russia

pesoshin-kai@mail.ru

**Ключевые слова:** Стохастические вычислительные машины, вероятность появления случайных двоичных символов, генераторы случайных и псевдослучайных чисел

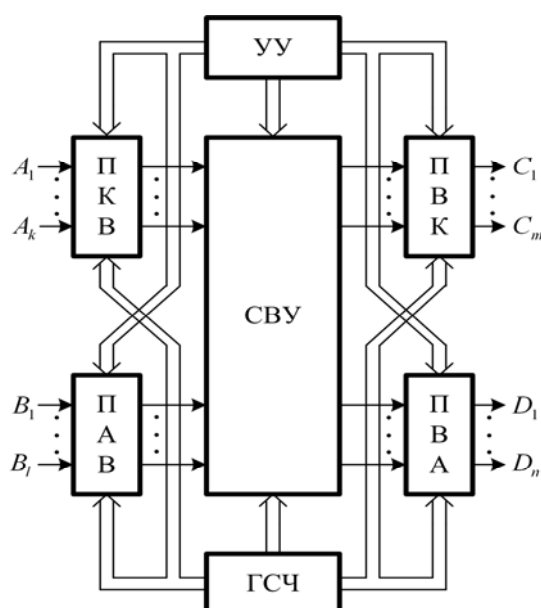
### 1. Введение

Работы Гейнса Б.Р. [1], Poppelbaum W.J. [2] и Ribeiro S.T. [3] положили начало развитию класса стохастических вычислительных машин (СВМ), основные арифметические блоки которых реализуются на цифровой элементной базе. При этом алгоритм решения задач, как в аналоговых вычислительных (АВМ), так и в цифровых интегрирующих машинах (ЦИМ), определяется способом соединения элементов, выполняющих математические операции, а реальные переменные величины в общем случае линейно связаны с машинными переменными в форме вероятностей появления случайных символов 1 или 0 в дискретные моменты времени  $t$ . Такой выбор машинных величин и, как следствие, стохастический (вероятностный) принцип реализации операций, связанный с абстрагированием от конкретных последовательностей символов, вносит специфику как в способы построения устройств СВМ, так и в методы их исследования.

### 2. Блок – схема СВМ

В общем случае блок-схема СВМ предполагает включение устройств, представленных на рисунке.

- устройства ввода информации, служащие для преобразования дискретной и аналоговой информации в последовательности случайных символов, в которых вероятность появления символа 1 пропорциональна величинам входных сигналов (преобразователи код-вероятность (ПКВ) и аналог-вероятность (ПАВ) соответственно);
- стохастические вычислительные устройства (СВУ), которые обеспечивают выполнение различных операций на вероятностном принципе;
- устройства вывода информации, преобразовывающие результирующие вероятности случайных двоичных символов в цифровую или аналоговую форму (преобразователи вероятность-код (ПВК) и вероятность-аналог (ПВА) соответственно);
- генераторы случайных и псевдослучайных чисел (ГСЧ и ППСЧ), служащие для формирования стохастических констант и случайных сигналов (как правило, с равномерным законом распределения), необходимых для функционирования устройств ввода и вывода информации;



– устройство управления, обеспечивающее, как и в любой вычислительной машине, координацию работы всех устройств во времени с целью осуществлением заданного алгоритма вычислений.

### 3. Выполнение операций на стохастическом принципе и основные устройства СВМ

В СВМ реальные величины  $X$ , не превышающие  $X_{\max}$ , представляются машинными переменными в форме вероятностей  $p_x = P\{x=1\}$ , которые естественно предполагают непрерывный интервал изменения  $(0, 1)$ . При этом случайная величина  $x$  дискретна и принимает лишь два значения 0 и 1, характерные для переключательных функций логических элементов СВУ. Физически двоичные переменные  $x$  представимы случайными последовательностями  $x(t)$ . Описанные условия в простейшем однополярном случае обеспечиваются следующим выражением:  $p_x = X / X_{\max}$ , где  $1 / X_{\max}$  – масштаб представления реальной положительной величины  $X$  машинной переменной  $p_x$ .

Аналогичные масштабные соотношения применяются для АВМ, ЦИМ и ЭВМ с фиксированной запятой.

Опишем несколько характерных примеров выполнения арифметических операций на стохастическом принципе.

**Умножение двух величин.** Если  $x_1$  и  $x_2$  – символы входных случайных последовательностей конъюнктора (элемента И), а  $y$  – символы его выходной последовательности, т.е.  $y = x_1 x_2$ , то выражение  $p_y = p_{x_1} p_{x_2} + K_{x_1 x_2}(0)$  демонстрирует операцию умножения вероятностей. При этом  $K_{x_1 x_2}(0)$  – взаимная корреляционная функция при отсутствии временного сдвига воспринимается как погрешность выполняемой операции. Обеспечивая техническими средствами СВМ отсутствие корреляции в виде  $K_{x_1 x_2}(0) = 0$ , получаем идеальную реализацию стохастического умножения в форме  $p_y = p_{x_1} p_{x_2}$ .

Аналогично организуется умножение более чем двух вероятностных переменных на многовходовом конъюнкторе при условии попарно взаимной некоррелированности всех входных последовательностей.

**Сложение.** Подобное рассмотрение двухвходового дизъюнктора (элемента ИЛИ) сопровождается записью  $y = x_1 \vee x_2$ , что в вероятностной трактовке соответствует функции  $p_y = p_{x_1} + p_{x_2} - p_{x_1 x_2}$ . Полученное соотношение представляет операцию сложения вероятностей, для которой компонент  $-p_{x_1 x_2}$  является погрешностью. Для устранения этой погрешности вводятся два дополнительных потока несовместных равновероятных двоичных символов. В результате получаем реализацию операции стохастического сложения в форме

$p_y = 0,5(p_{x_1} + p_{x_2})$ , содержащей необходимый для вероятностного представления суммы двух вероятностей масштабный коэффициент 0,5.

**Дополнение до единицы.** Эта операция реализуется с помощью инвертора, для которого

$$p_y = 1 - p_x.$$

**Возведение в степень.** Для организации операции возведения в целую положительную степень  $n$  необходимо подать на  $n$ -входовый конъюнктор последовательность  $x(t)$  и ее сдвинутые регистром копии  $x(t-1)$ ,  $x(t-2)$ , ...,  $x(t-n+1)$ . Вероятностное описание выхода конъюнктора представится в виде следующей операции стохастического возведения в степень  $p_y = p_x^n$ , предварительно обеспечив условие отсутствия автокоррелированности исходной последовательности  $x(t)$  в форме  $K_{xx}(1) = K_{xx}(2) = \dots = K_{xx}(n-1)$ .

**Генераторы случайных чисел.** Задание исходных вероятностных переменных для реализации стохастических операций происходит на основе множества некоррелированных равновероятных двоичных последовательностей, формируемых с помощью ГСЧ и (или) ГПСЧ. Создание высококачественных, быстродействующих и достаточно простых ГСЧ является одной из основных проблем, возникающих при реализации стохастического принципа вычислений [4–7]. Часть этих последовательностей используется в работе преобразователей устройств ввода-вывода.

**Преобразователи код-вероятность.** Для преобразования входных двоичных кодов, сформированных на основе позиционной системы счисления, в вероятность символа 1 случайных последовательностей используются цифровые компараторы. Очевидно, что результатом сравнения кода  $X$  со случайными числами, имеющими равновероятный закон распределения в интервале  $(0, 1)$ , будет формирование случайной последовательности  $x(t)$  с вероятностью  $p_x = X$ . Такой же линейный характер преобразования обеспечивают ПКВ на основе стохастического суммирования с масштабными коэффициентами, равными весам двоичных разрядов  $X$ .

**Преобразователи аналог-вероятность.** Существует ряд методов построения ПАВ. Один из них предполагает аналого-цифровое преобразование входного сигнала с последующим преобразованием кода в вероятность. Возможно также построение преобразователя по типу ПКВ на основе аналогового компаратора и цифро-

аналогового преобразования равновероятных чисел с ГСЧ. Существенной простотой построения отличаются ПАВ на основе схем с отрицательной обратной связью через аналоговый интегратор.

**Стохастические интеграторы.** Интегрирование машинной величины в форме функции  $p_x(t)$  заключается в формировании машинной величины  $p_y(t)$ , пропорциональной текущему значению интеграла от  $p_x(t)$  по времени  $t$ . Принцип работы стохастического интегратора (СИ) по существу аналогичен интегратору ЦИМ. Отличие состоит в случайности входных сигналов приращений  $x(t)$  и преобразовании содержимого счетчика интегратора  $Y$  в вероятность выходной случайной последовательности  $y(t)$  с помощью ПКВ.

Необходимо отметить, что СИ с обратной связью позволяют реализовать ряд арифметических операций на стохастическом принципе по методу обратных функций. Это, например, вычитание, деление, извлечение корня.

**Преобразователи вероятность-код.** Эти преобразователи по своей основе и функционированию могут использовать время-импульсный метод измерения частоты сигнала посредством интегрирования за фиксированный интервал времени. В случае представления в СВМ знакопеременных величин в качестве ПВК используют следующий режим работы стохастического интегратора с обратной связью.

**Преобразователи вероятность-аналог** строятся в основном как пассивные или активные фильтры нижних частот на элементах аналоговой техники. Основным уравнением работы ПВА в простейшем случае является  $X = m_x p_x$ , где  $X$  – выходное напряжение (аналог),  $m_x$  – масштабный коэффициент.

#### 4. История развития исследований по стохастическим вычислительным машинам

В СССР стохастическим машинам большое внимание было уделено работами двух научных школ: под руководством Яковлева Валентина Васильевича в Ленинградском институте инженеров железнодорожного транспорта им. академика В.Н. Образцова (ЛИИЖТ) и Кириянова Бориса Федоровича в Казанском авиационном институте (КАИ).



Б.Ф. Кириянов



В.В. Яковлев

В 1970 г. Яковлев В.В и Федоров Р.Ф. выступили с докладом «Возможности использования туннельных диодов в стохастических вычислительных машинах» и это можно считать исходной точкой истории стохастических машин в ЛИИЖТе. Яковлев В.В и Федоров Р.Ф. в 1974 г. издали монографию «Стохастические вычислительные машины» [8]. В 1975 г. Яковлев защитил докторскую диссертацию на тему «Синхронные случайные импульсные вычислительные устройства с цифровыми решающими элементами». Федоров Р.Ф., Яковлев В.В и Добрис Г.В. в 1978 г. издали монографию «Стохастические преобразователи информации» [9]. В рамках школы по стохастическим методам и средствам вычислений в ЛИИЖТе защищены около 20 **кандидатских диссертаций**, в том числе выпускниками кафедры ЭВМ Х.Г. Накке и И. Рааш из Германии, П. Кавалец и Г. Пех из Польши, а также:

1973 г. Добрис Г.В. «Исследование принципов построения преобразователей код-вероятность для стохастических вычислительных машин»,

1983 г. Мальченкова О.С. «Исследование стохастических вычислительных устройств с коллективным использованием генераторов случайных и чисел».

В 1990 г. защищена **докторская диссертация** Пех Г. «Теория построения стохастических устройств для реализации методов статистических испытаний».

С 1969 г. в Казанском авиационном институте на кафедре ЭВМ под руководством доцента Кириянова Б.Ф. начались работы по госбюджетной научно-исследовательской работе «Построение вычислительных устройств на вероятностном принципе». В 1973 г. по теме «Аппаратурные методы вычислений на основе стохастического принципа» Б.Ф. Кириянов **защитил докторскую диссертацию**. В 1974 г. была изготовлена малая стохастическая модель для исследования и отработки принципов стохастических вычислений и вероятностного моделирования. К 1976 г. ими были разработаны теоретические основы построения и функционирования вычислитель-

ных устройств на вероятностном принципе – (СВМ). Носителем информации в СВМ является вероятность появления случайных двоичных символов 0 и 1. Разработаны методы построения узлов этих машин, исследованы вопросы точности, эквивалентности, устойчивости и быстродействия, разработаны и исследованы принципы построения вероятностных преобразователей и генераторов случайных и псевдослучайных последовательностей. Результаты работы вошли в монографию Б.Ф. Кирьянова «Основы теории стохастических вычислительных машин и устройств», изданную в Казани в 1975 г., депонированную в ЦНИИТЭИ приборостроения, 1976 г., деп. №524 [10].

С 1976 г. на кафедре ЭВМ КАИ ведутся работы по разработке блока статистического моделирования (БСМ), предназначенного для формирования и ввода случайных и псевдослучайных чисел в ЭВМ. БСМ позволял генерировать случайные и псевдослучайные числа с равномерным, нормальным, экспоненциальным, а также с произвольным (задаваемым пользователем, таблицей или гистограммой) законами распределения. Работа основана на использовании аппаратурной реализации генерирования случайных чисел, по которой получены авторские свидетельства СССР. Был изготовлен макет устройства, который экспонировался в 1981 г. на ВДНХ СССР и удостоен бронзовой медали ВДНХ.

Технико-экономические исследования показали целесообразность опытно-конструкторской работы, которая была проведена в СКБ Казанского завода ЭВМ. Заводской вариант БСМ получил название «Устройство ввода случайных чисел» (УВСЧ) и ему присвоен шифр ЕС 6903. Техническое задание на разработку подписано Генеральным конструктором ЕС ЭВМ В.В. Пржиялковским. На заводе ЭВМ были изготовлены 2 опытных образца ЕС 6903. В 1982 г. успешно завершены Государственные испытания ЕС-6903 (председатель комиссии д.ф.-м.н., профессор С.М. Ермаков). В 1983 г. на заводе ЭВМ УВСЧ ЕС-6903 внедрено в серийное производство.

В 1985 году по итогам конкурса на лучшие НИР работе «Устройство для статистического моделирования ЕС 6903» впервые в истории КАИ присуждена II премия Минвуза СССР. В 1988 году за разработку и теоретическое обоснование методов формирования случайных и псевдослучайных чисел для ЭВМ В.А. Песошину присужден диплом почета ВДНХ СССР. В 1985 г. разработано частное техническое задание на опытно-конструкторскую разработку ГСЧ для Терминальной ЭВМ ЕС 1007, подписанное Главным конструктором А.У. Ярмухаметовым. Разработаны ГСЧ для бортовой ЭВМ для НИИ ЭВМ (г. Минск), для персональных ЭВМ, большая интегральная схема «Генератор равновероятной случайной последовательности» совместно с Казанским научно-исследовательским институтом радиоэлектроники, в том числе на ПЛИС фирмы Xilinx.

Фотография микросхемы БИС ГСЧ на БМК серии 1537XM2



По данному направлению защищены следующие **кандидатские диссертации**:

- 1972 г. Глова В.И. Вопросы анализа и синтеза стохастических интеграторов и преобразователей.
- 1974 г. Скребнев А.А. Вопросы анализа и синтеза линейных преобразователей вероятностных потоков двоичных символов.
- 1975 г. Песошин В.А. Разработка и исследование методов преобразования аналоговых величин в стохастические потоки двоичных символов.
- 1977 г. Бондаренко Б.П. Анализ и синтез генераторов последовательностей импульсов со случайными временными интервалами.
- 1978 г. Тарасов В.М. Разработка и исследование устройств вывода информации из стохастических вычислительных машин.
- 1979 г. Живетина Т.М. К теории построения функциональных преобразователей многих переменных на основе метода задающих булевых функций.
- 1979 г. Мансуров Р.М. Разработка и исследование комбинированных генераторов случайных чисел с равномерным законом распределения.
- 1986 г. Кузнецов В.М. Цифровые устройства формирования случайных сигналов с неавтономным источником шума.
- 1987 г. Дапин О.И. Генераторы псевдослучайных последовательностей на основе многоуровневых регистровых структур.
- 1991 г. Сергеев Н.Н. Цифровые полисинхронные генераторы случайных и псевдослучайных чисел.
- 1992 г. Бурнашев М.И. Генераторы случайных и псевдослучайных чисел на микропрограммируемых БИС.
- 1997 г. Яхина З.Т. Методы и алгоритмы подготовки и обработки информации для систем статистического моделирования.
- 1998 г. Гришкин С.Г. Генераторы случайных и псевдослучайных чисел для статистического моделирования и защиты информации.
- 2006 г. Гришкин А.С. Генераторы псевдослучайных символов на регистрах сдвига с внутренними сумматорами по модулю два при использовании инверсных выходов.





Б.Ф. Кирьянов с учениками:  
В.М. Кузнецов, В.И. Глова, В.М. Тарасов, В.А. Песошин

По данному направлению защищены следующие **докторские диссертации:**

- 1987 г. Песошин В.А. Устройства вычислительной техники для генерирования случайных и псевдослучайных последовательностей и чисел.
- 1995 г. Глова В.И. Вычислительные средства для статистического моделирования.
- 1995 г. Захаров В.М. Аппаратно-программная организация специализированных процессоров на основе автономных вероятностных автоматов.
- 2011 г. Кузнецов В.М. Генераторы случайных и псевдослучайных последовательностей на цифровых элементах задержки (основы теории и методы построения).

## 5. Заключение

Рассмотренные в статье примеры реализации математических операций на стохастическом принципе в целях иллюстративности предполагают простейшее вероятностное кодирование однополярных величин. Тем не менее, имеются подробные разработки стохастических устройств, основанных на представлении знакопеременных величин.

Необходимо заметить, что в целом СВМ можно классифицировать как ЭВМ, работающую на унитарных кодах. По этой причине возникает существенная избыточность кодирования, которая, с одной стороны, определяет исключительную надежность функционирования аппаратуры. Однако, с другой стороны, заметно снижает быстродействие. Погрешность стохастических вычислений обратно пропорциональна  $\sqrt{N}$ , где  $N$  – длина выборки последовательности  $y$ , необходимая для оценки результирующей вероятности  $p_y^*$ . Эта длина выборки, по существу, определяет длительность стохастической операции.

Анализируя форму представления случайных событий в СВМ, возникает весьма привлекательная идея перевода последовательностного характера работы отдельных операционных устройств в ансамблевый. Возникающая при этом аппаратная избыточность (астрономическая по меркам тридцатилетней давности) становится вполне реально терпимой в рамках современных достижений микроэлектроники и современных технологий БИС. Например, стохастический умножитель будет представлять собой параллельный набор конъюнкторов, на входы которых будут подаваться параллельные случайные унитарные коды вероятностных операндов-сомножителей. В такой же форме будет представлен и операнд-результат с выходов этих конъюнкторов. Время выполнения такой операции умножения выразится задержкой одного уровня конъюнкторов, что принципиально недостижимо для известных детерминированных вычислителей. Количество конъюнкторов  $K$  в наборе определит погрешность умножения, которая будет обратно пропорциональна  $\sqrt{K}$ . Очевидно, реальна и компромиссная постановка идеи параллельно-последовательностной стохастической обработки информации посредством представления случайных унитарных кодов матрицей  $K \times N$ .

В заключении уместно подчеркнуть полезность применения апробированных в СВМ вероятностных подходов к проблемам процессорных вычислений, основанных, например, на перспективных нанoeлектронных и квантово-механических технологиях.

*Ренессанс вероятностных вычислений вполне вероятен!*

## Список литературы

1. Гейнс, Б.Р. Стохастическая вычислительная машина / Б.Р. Гейнс // Электроника, 1967, №14. – С.3–11.
2. Poppelbaum, W.J. What next in computer Technology / W.J. Poppelbaum // Advances in computer. 1968, v.9.
3. Ribeiro, S.T. Random-pulse machines / S.T. Ribeiro // IEEE Trans. Electron. Computers, 1967, №3.
4. Бобнев, М.П. Генерирование случайных сигналов / М.П. Бобнев. – М.: Энергия, 1971. – 240 с.
5. Варакин, Л.Е. Теория сложных сигналов / Л.Е. Варакин. М.: Советское радио, 1970 – 376 с.
6. Кузнецов, В.М. Генераторы случайных и псевдослучайных последовательностей на цифровых элементах задержки: монография / В.М. Кузнецов, В.А. Песошин. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2013. – 336 с.
7. Песошин, В.А. Генераторы псевдослучайных и случайных чисел на регистрах сдвига / В.А. Песошин, В.М. Кузнецов Генераторы случайных и псевдослучайных последовательностей на цифровых элементах задержки: монография / В.А. Песошин, В.М. Кузнецов. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2007. – 296 с.
8. Яковлев, В.В. Стохастические вычислительные машины / В.В. Яковлев, Р.Ф. Федоров. – Л.: Машиностроение, 1974. – 344 с.
9. Федоров, Р.Ф. Стохастические преобразователи информации / Р.Ф. Федоров, В.В. Яковлев, В.Г. Добрис. – Л.: Машиностроение, 1978. – 304 с.
10. Кирьянов, Б.Ф. Основы теории стохастических вычислительных машин / Б.Ф. Кирьянов; Казан. авиац. ин-т. – Казань, 1975.– 186 с. – Деп. в ЦНИИТЭИ приборостроения 21.05.76, №524.



# Влияние М.В. Келдыша на развитие ЭВМ в СССР

Владимир Анатольевич Китов

Российский экономический университет имени Г.В.Плеханова  
Москва, Россия  
vladimir.kitov@mail.ru

## Influence of M. Keldysh to the Development of Computers in the USSR

Vladimir Kitov

Russian Plekhanov University of Economics  
Moscow, Russia  
vladimir.kitov@mail.ru

**Ключевые слова:** вычислительная математика, ОПМ МИАН, ЭВМ, М.В. Келдыш, атомно-ракетные проекты

Руководимый Мстиславом Всеволодовичем Келдышем ОПМ МИАН (впоследствии ИПМ АН СССР) в 1950/60-е годы был той организацией, без которой в СССР были бы невозможны как атомные, так и ракетно-космических проекты. В течение многих лет ОПМ МИАН был одним из основных заказчиков ЭВМ в стране. М.В. Келдыш лично вложил много сил в их становление и развитие. Директор МИАН И.М. Виноградов вспоминает: *«Приезжали к нам (в МИАН – ред.) М.А. Лесечко с Ю.Я. Базилевским, тогда они делали первую советскую электронную вычислительную машину. Келдыш вошёл в курс всего этого дела. Поехали мы с ним раз на совещание. Там главным специалистом по ЭВМ считали И.Е. Тамма. Его спрашивают, а он всё знает только приблизительно. А Келдыш все цифры знал досконально, всё мог объяснить»* [2]. Участие М.В. Келдыша на различных этапах создания ЭВМ в СССР началось буквально с первых шагов их разработки. В одном из своих выступлений он говорил: *«Импульсом...явилась необходимость проведения сложнейших технических расчётов, прежде всего для атомной техники, авиации и ракетной техники»*[1]. Ещё в 1951 году М.В. Келдыш, М.А. Лаврентьев, С.Л. Соболев, К.А. Семендяев и А.Г. Курош приезжали в Киев для оценки разработанной под руководством С.А. Лебедева ЭВМ «МЭСМ». М.В. Келдыш был одним из первых, кто понял огромные возможности ЭВМ для решения вычислительных задач. Вычислительная математика, методы которой успешно разрабатывались и использовались в ОПМ МИАН, с рождением ЭВМ получила новый импульс в своём развитии и стала главным связующим звеном в вычислительном деле для атомных и ракетных проектов. В середине 1950-х годов М.В. Келдыш, М.А. Лаврентьев и С.Л. Соболев написали обращение руководству ЦК КПСС о том, что для дальнейшей разработки в СССР ядерного оружия первоочередным является создание более совершенных ЭВМ. Как раз в это время, в 1954 г. в СССР в издательстве БСЭ вышел в свет Философский словарь, в котором кибернетика называлась буржуазной лженаукой. Как вспоминает один из основоположников отечественного программирования М.Р. Шура-Бура: *«Начальный период развития ЭВМ в нашей стране совпал с одной из многих кампаний борьбы с «враждебными» идеологиями и носителями таковых. С лёгкой руки проходивцев от науки и с благословения вождей ЭВМ оказались под подозрением, а кибернетика – бранным словом. Соблюдая внешнюю корректность, Мстислав Всеволодович знал цену таким кампаниям и руководствовался интересами конкретных дел»* [4]. В начале 1950-х годов в СССР был создан под председательством М.В. Келдыша Межведомственный комитет по вычислительной технике, в который через несколько месяцев после создания были представлены два проекта на разработку новых ЭВМ: один из ИТМиВТ АН СССР (руководитель проекта создания ЭВМ «БЭСМ» С.А. Лебедев), другой из секретного СКБ-245 (руководители проекта создания ЭВМ «Стрела» Ю.Я. Базилевский и Б.И. Рамеев). Указанный Комитет принял решение о том, что первой советской серийной ЭВМ будет «Стрела». Семь выпущенных СКБ-245 экземпляров ЭВМ «Стрела» были установлены в ОПМ МИАН, ВЦ №1 Министерства обороны СССР, НИИ «Алмаз», ВЦ АН СССР, НИВЦ МГУ, КБ-11 (РФЯЦ ВНИИЭФ – «Арзамас-16»), НИИ-1011 (РФЯЦ ВНИИТФ – Челябинск-70). Эта ЭВМ обладала быстродействием в 2000 машинных команд в секунду и содержала 8500 электронных ламп и порядка 10000 диодов. Теперь можно было решать задачи атомного проекта и ракетно-космической отрасли гораздо быстрее. М.В. Келдыш добился того, чтобы первый экземпляр «Стрелы» был установлен в возглавляемом им ОПМ МИАН. Из-за того, что ЭВМ «Стрела» содержала огромное количество электронных ламп, работала она крайне ненадёжно. М.В. Келдыш, приезжая на работу в ОПМ МИАН, первым делом шёл в машинный зал «Стрелы», и если ЭВМ исправно работала, то становился весел и благодарил бригаду дежурных инженеров. Если же нет, то молча обходил машинный зал и, убедившись, что все заняты делом, уходил. Низкая надёжность «Стрелы» была серьёзной проблемой при выполнении важных для государства расчётов и поэтому М.В. Келдыш принял решение

провести работы по её усовершенствованию. Причём в жёстко установленный срок – в течение двух недель. Предварительно был составлен почасовой график работ. Ежедневно начальник отдела ЭВМ А.Н. Мямлин докладывал М.В. Келдышу о том, как идёт модернизация «Стрелы». В результате «Стрела» опять заработала ровно через две недели. Это явилось ещё одним доказательством его умения подбирать сотрудников и организовывать их работу. Будучи убеждённым сторонником ЭВМ, М.В. Келдыш приглашал к себе в ОПМ различных высокопоставленных советских чиновников, чтобы показать им работающую ЭВМ и убедить их в том, что не надо жалеть государственных средств на создание компьютеров. В частности, у себя в ОПМ МИАН он демонстрировал представителям Госплана СССР работу ЭВМ «Стрела».

Во второй половине 1957 года была создана комиссия АН СССР, в состав которой вошли М.В. Келдыш, М.А. Лаврентьев, С.А. Лебедев, С.Л. Соболев и ряд других учёных для изучения причин отставания от США в области ЭВМ. По результатам работы комиссии было принято решение информировать Президиум ЦК КПСС о неудовлетворительном состоянии дел в области создания и использования ЭВМ. В письме АН СССР в Президиум ЦК КПСС, которое готовилось при активном участии М.В. Келдыша, приводились неутешительные сравнения СССР с США в области ЭВМ. М.В. Келдыш, сознавая ключевую роль ЭВМ в работах своего института, постоянно держал работу машин в поле своего зрения. Например, ЭВМ «М-20» создавалась С.А. Лебедевым в тесном сотрудничестве с ОПМ МИАН. С 1959 года в ОПМ МИАН велась своя собственная разработка – ЭВМ «Восток» с аппаратным контролем работы (эксплуатировалась с 1963 г. по 1974 г.).

С первых месяцев своего четырнадцатилетнего руководства АН СССР в качестве её президента М.В. Келдыш отводит кибернетике, автоматизации и вычислительной технике первостепенную роль. Это подтверждают приводимые ниже высказывания М.В. Келдыша, содержащиеся в его выступлениях и статьях, опубликованных в виде отдельной книги [5]. Так, 12 июня 1961 г. он говорит в своём докладе «Советская наука и строительство коммунизма», прочитанном им на 1-м Всесоюзном совещании научных работников в Кремле: *«создание быстродействующих ЭВМ открыло широкие возможности в области автоматизации»*. Он определяет для учёных многих областей науки базовый вектор дальнейшей деятельности: *«Вычислительные машины открывают неограниченные возможности для расширения поля применения математических методов в физике, химии, технике, экономике, биологии и даже в таких областях, как языкознание, способствуя превращению этих наук в так называемые «точные»* [5]. М.В. Келдыш последовательно продолжает внедрять в сознание руководителей СССР идею целесообразности широкого использования кибернетики и вычислительной техники. В 1962 году в своей речи на четырнадцатом съезде ВЛКСМ он говорит: *«Я хотел бы остановиться ещё на одном направлении развития науки, которое, несомненно, в годы создания коммунистического общества будет оказывать первостепенное влияние на весь уклад нашей жизни. Это кибернетика – наука о процессах управления и их реализации»* [9]. Следующий случай подтверждает уникальную способность Мстислава Всеволодовича быстро понять и поддержать прогрессивную идею. В 1960-е годы идеи создания в СССР различных автоматизированных систем управления стал развивать В.М. Глушков. В ноябре 1962 г. М.В. Келдыш, оценив важность предложений по перестройке управления советской экономикой, представил В.М. Глушкова заместителю Председателя СМ СССР А.Н. Косыгину, который дал «добро» на развёртывание работ по автоматизированным системам управления. В 1963 г., продолжая оказывать всевозможную поддержку кибернетике, М.В. Келдыш в своём выступлении «Все силы науки – строительству коммунизма» на Пленуме ЦК КПСС говорит: *«Кибернетика вносит принципиальные изменения в процессы производства и управления, в условия жизни общества. Как в своё время переход от ручного труда к машинному открыл новую эру, так и сейчас возможность решения задач с помощью автоматов и других машин нового типа уже не в области физического труда, а в реализации ряда логических процессов или, в более широком плане, того, что раньше относилось к умственной деятельности, открывает грандиозные перспективы»* [7]. М.В. Келдыш, как главный организатор всей советской науки, продолжает находить время для ключевых направлений, определяющих развитие технического прогресса, каким в данном случае являлась вычислительная техника. В 1966 году М.В. Келдыш публикует в журнале «Коммунист» программную статью «Естественные науки и их значение для мировоззрения и технического прогресса». М.В. Келдыш формулирует, что есть две области науки, которые *«внесли наиболее существенный вклад в современный прогресс и которые дали окраску развитию не только науки, но и техники, и производства в нашу эпоху»* [8]. Эти две области современной науки – физика и кибернетика. Далее им выделяется четыре перспективных направления развития науки: физика, освоение космоса, кибернетика и биология. Он утверждает, что в настоящее время экономическая наука уже не может существовать *«без новейших математических методов и вычислительной техники»* и что областью, развитием которой характеризуется современная научно-техническая революция, является кибернетика.

Президент Академии наук СССР М.В. Келдыш продолжает настойчиво говорить о ненормальном состоянии дел с ЭВМ и, в первую очередь, с их производством и использованием. В апреле 1966 года, в речи на XXIII съезде КПСС он прямо указывает, что *«достигнутый у нас уровень развития электронной вычислительной техники и её внедрение являются недостаточными»* [10]. 24 мая 1966 г. М.В. Келдыш пишет письмо Председателю СМ СССР А.Н. Косыгину. К этому письму приложена сравнительная справка об уровнях развития ЭВМ в СССР и в США. В справке М.В. Келдыша приведены ошеломляющие данные: *«на 1-е января 1966 г. общее количество ЭВМ, выпущенных в СССР за все годы их производства, достигло 1300, что в 23 раза меньше, чем в США... Годовой выпуск ЭВМ в 1965 г. в США составил 9000 машин, что в 30 раз больше, чем в СССР. Ещё значительно (более чем в 100 раз) разрыв в объёмах производства ЭВМ в денежном выражении, что связано в основном с более высоким техническим уровнем американских машин, их лучшим оснащением*

внешними устройствами (ввода, вывода и хранения информации), а также более развитым математическим обеспечением» [11]. Отмечается особенно тяжёлое положение дел с применением вычислительной техники при решении экономических задач, когда наши ЭВМ, вследствие их невысокого быстродействия, малых объёмов памяти и низкой надёжности, уступают произведённым в США даже не в 100 раз, как это следует из формальных сравнений, а в несколько сотен раз! Отрадная информация о том, что в 1966 г. в СССР должна вступить в эксплуатацию ЭВМ «БЭСМ-6» с быстродействием около миллиона операций в секунду и оперативной памятью объёмом в 32 тыс. чисел, тут же сопровождается указанием на ещё один недостаток наших ЭВМ: «*отечественные вычислительные машины не имеют развитой системы математического обеспечения и имеют до предела ограниченный набор внешних устройств, что делает процесс подготовки задачи для решения на машине чрезвычайно трудоёмким и требующим высокой квалификации*». В каждой фразе посланного М.В. Келдышем А.Н. Косыгину письма чувствуется его глубокая обеспокоенность катастрофическим положением с ЭВМ в СССР.

В 1971 году в речи на XXIV съезде КПСС М.В. Келдыш осторожно отмечает наметившиеся сдвиги в развитии советских ЭВМ. В то время в СССР начали производиться машины «Единой системы ЭВМ» (ЕС ЭВМ), аналогом которой была американская система ЭВМ «IBM/360». При этом предполагалось использовать системное программное обеспечение (ПО). Последующие годы показали ошибочность этого выбранного советским правительством пути развития советских ЭВМ. В 2005-м году, в сборнике статей, приуроченном к 50-летию ВЦ РАН, заслуживает внимания статья его директора Ю.Г. Евтушенко и др. «50 лет истории вычислительной техники: от „Стрелы“ до кластерных решений». В этой статье авторы пишут: «*В конце 1966 г. на заседании ГКНТ и Академии наук СССР при поддержке министра МРП СССР В.Д. Калмыкова, Президента АН СССР М.В. Келдыша принимается историческое решение о копировании серии IBM-360. Против этого решения решительно выступили А.А. Дородницын, С.А. Лебедев и М.К. Сулим. Однако они остались в меньшинстве. Итак, решение о разработке семейства ЕС ЭВМ состоялось. Под эту грандиозную программу были переориентированы многие НИИ и заводы, многим специалистам пришлось переучиваться и переквалифицироваться, в студенческие программы вузов стали в основном включать вопросы структуры, архитектуры и ПО ЕС ЭВМ.... Как и предсказывалось, другие направления развития отечественной вычислительной техники постепенно стали сокращаться из-за недостатка средств, заказчиков, молодых кадров....*». На Общем собрании АН СССР, посвящённом 50-летию Октябрьской революции, в своём докладе «Октябрьская революция и научный прогресс» М.В.Келдыш с энтузиазмом утверждает: «*появление вычислительных машин наложит не меньший отпечаток на рост производительных сил, чем это было вызвано распространением станков и машин в эпоху промышленного переворота*» [12]. Тогда, в 1967-м году, ему ещё верилось, что тяжёлое положение в Советском Союзе с ЭВМ удастся исправить.

О характере учёного. Использование ЭВМ «БЭСМ-6» обсуждалось сотрудниками института, в том числе с участием директора. Как пишет А.К. Платонов: «*Мстислав Всеволодович был человеком, который никогда не повышал голос. Если он говорил жёсткие слова, то говорил их тихо. Я однажды сам их услышал. Он вызвал меня в кабинет и сказал: “Вы освободите БЭСМ-6, не мешайте Михаилу Романовичу (М.Р. Шура-Бура — ред.) делать ОС ИПМ” (ОС – операционная система). А мы в то время готовились к пуску на Луну, соревнуясь с американцами, причем это было трудно. Я, конечно, оторопел и попытался что-то горячо возразить. Он сказал: “Вы не спорьте, Вы выполняйте!”*» [3]. Видно, что исходная доброжелательность и интеллигентность не мешали М.В. Келдышу быть порой довольно жестким. Также, М.Р. Шура-Бура вспоминает случай, который произошёл во время Межведомственного совещания по актуальным проблемам развития ВТ в Президиуме АН СССР. В совещании принимали участие ведущие учёные и специалисты страны по вычислительной технике. Тогда, «*во время выступления кого-то из военных открылась дверь, и зашёл Главный учёный секретарь АН СССР А.В. Топчиев, не приглашённый на это совещание. Выступавший сразу замолчал, но М.В. Келдыш сказал ему: “Продолжайте, пожалуйста”, а с вошедшим даже не поздоровался*». Но тот подошёл и сел рядом с М.В. Келдышем. М.В. Келдыш даже не обернулся в его сторону. Внимательно выслушав выступление, М.В. Келдыш начал задавать оратору конкретные вопросы. А вошедший, как вспоминает М.Р. Шура-Бура: «*посидел, посидел и вышел, не солоно хлебавши. Принцип – занимаемся делом, кто не приглашён, не приходи – Мстислав Всеволодович соблюдал неукоснительно*» [6].

В 1970-е годы, по-прежнему, продолжает увеличиваться отставание СССР от стран Запада в области производства ЭВМ и их использования. Это стало очевидным уже для всех, имевших отношение к ЭВМ. Сложившаяся с советскими ЭВМ катастрофическая ситуация, наряду с другими проблемами в науке, сильно подтачивали здоровье учёного, поскольку М.В. Келдыш, как президент АН СССР, остро чувствовал свою ответственность за это отставание и ощущал своё бессилие что-либо изменить в лучшую сторону. В 1976 году М.В. Келдыш, уже не будучи Президентом АН СССР, на одном из академических собраний говорит: «*Плохо у нас с периферийными устройствами ЭВМ и, может быть, ещё хуже с их математическим обеспечением*». Далее он продолжает: «*Надо, мне кажется, подготовить и поставить вопрос об изменении порядка создания электронных машин. Должна существовать одна организация – объединение или министерство, которая с участием Академии наук будет разрабатывать в комплексе современные электронные машины, потому что дальнейшее отставание в этом отношении недопустимо*» [14]. В своём выступлении перед студентами в октябре 1971 года М.В. Келдыш пророчески говорил о том, что «*основы вычислительных машин теперь необходимы каждому так же, как основы арифметики*» и что «*созданная за последнее десятилетие вычислительная техника, которая открыла огромные возможности активизации различных процессов, многие из которых казались*

*раньше специфичными лишь для интеллектуального труда. И это одна из характерных особенностей современной научно-технической революции» [13].*

До последних дней своей жизни М.В.Келдыш уделял постоянное внимание ЭВМ и информационно-коммуникационным технологиям руководимого им института. За несколько дней до своей кончины утвердил ТЗ на объединение всех ЭВМ ИПМ, в единую вычислительную сеть.

## Список литературы

1. Келдыш М.В. Избранные труды. Общие вопросы развития науки // М., Наука, 1985. С. 160.
2. Келдыш М.В. Творческий портрет по воспоминаниям современников. М.: Наука, 2002. С. 180.
3. Платонов А.К. Директор, каким он был // <http://xn--d1abof0er.xn--p1ai/platonov.htm>
4. Шура-Бура М.Р. Мой Келдыш. Келдыш М.В. Творческий портрет по воспоминаниям современников. М.: Наука, 2002. С. 360.
5. Келдыш М.В. Избранные труды. Общие вопросы развития науки // М., Наука, 1985.
6. Шура-Бура М.Р. Мой Келдыш. Келдыш М.В. Творческий портрет по воспоминаниям современников. М.: Наука, 2002. С. 358.
7. Келдыш М.В. Все силы науки – строительству коммунизма. Речь на Пленуме ЦК КПСС 20 июня 1963 г. // Вестник Академии наук СССР, 1963, №7.
8. Келдыш М.В. Естественные науки и их значение для развития мировоззрения и технического прогресса // Коммунист, 1966, №17.
9. Келдыш М.В. Речь на XIV съезде ВЛКСМ // газета «Комсомольская правда» за 18 апреля 1962.
10. Келдыш М.В. Речь на XXIII съезде КПСС // газета «Правда» за 3 апреля 1966.
11. Келдыш М.В. Развитие электронной вычислительной техники в СССР и за рубежом. 24.05.1966 // Архив РАН, Ф1729, опись №1, Д4.
12. Келдыш М.В. Октябрьская революция и научный прогресс // Доклад на юбилейной сессии Общего собрания АН СССР 24 октября 1967 г. // Коммунист, 1967, №16.
13. Келдыш М.В. Выступление на Всесоюзном слёте студентов // газета «Правда» за 20 октября 1971.
14. Келдыш М.В. Выступление на сессии Общего собрания АН СССР, посвящённой обсуждению задач науки в свете решений XXV съезда КПСС // Вестник Академии наук СССР, 1976, №9.

# ЭВМ «Стрела» при создании оборонного щита СССР

Владимир Анатольевич Китов

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова  
Москва, Россия  
vladimir.kitov@mail.ru

## Computer “Strela” for Creating the USSR Defense Shield

Vladimir Kitov

Russian Plekhanov University of Economics  
Moscow, Russia  
vladimir.kitov@mail.ru

**Ключевые слова:** ядерно-космические расчёты, военные задачи, математическое моделирование, Стрела

В период 1953–1957 гг. в семи важнейших организациях Советского Союза были установлены семь экземпляров ЭВМ «Стрела». Главной целью их использования было осуществление ядерно-космических расчётов и решение ряда военных задач государственной важности. Этими семью организациями СССР были Отделение прикладной математики Математического института имени Стеклова (ОПМ МИАН СССР), Вычислительный центр №1 Министерства обороны СССР (ВЦ №1 МО СССР – в/ч 01168), Научно-исследовательский институт «Алмаз» (НИИ «Алмаз»), Вычислительный центр АН СССР (ВЦ АН СССР), Научно-исследовательский вычислительный центр Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова (НИВЦ МГУ), Ядерный центр «Арзамас-16» и Ядерный центр «Челябинск-70».

В начале 1950-х годов в СССР был создан Межведомственный комитет по вычислительной технике, возглавляемый выдающимся организатором науки Мстиславом Всеволодовичем Келдышем. В вопросе конкуренции между проектами создания ЭВМ «БЭСМ» (руководитель проекта С.А.Лебедев) и ЭВМ «Стрела» (руководители проекта Ю.Я.Базилевский и Б.И.Рамеев) этот комитет и его председатель поддержали проект создания «Стрелы», которая и стала первой советской серийной ЭВМ.

Первый экземпляр ЭВМ «Стрела» был установлен в 1953 г. в возглавляемом М.В. Келдышем ОПМ МИАН (впоследствии ИПМ АН СССР) – базовом советском институте проведения ядерно-космических расчётов и одним из мировых центров развития методов вычислительной математики. Именно вычислительная математика, использующая компьютеры, стала связующим звеном в деле осуществления советских атомных и ракетных проектов.

Важным местом установки ЭВМ «Стрела» для решения задач государственной важности был Вычислительный центр №1 Министерства обороны СССР (ВЦ №1 МО СССР – в/ч 01168). Этот ВЦ, созданный в 1954 г. основоположником отечественной военной информатики Анатолием Ивановичем Китовым, явился первым вычислительным центром в СССР. А установленная в нём «Стрела» стала первым компьютером в организациях Министерства обороны. На ней в 1950-е годы в ВЦ №1 МО СССР рассчитывались орбиты всех первых искусственных спутников Земли и межпланетных космических станций. Моделировались возможные боевые ситуации при управления войсками, организации танковых атак, воздушных боёв и т.д. В ВЦ №1 МО только программистов и математиков было свыше двухсот человек, силами которых решались разнообразные информационно-поисковые задачи для основных управлений и подразделений МО СССР таких, как Главное артиллерийское управление, Генеральный штаб, Главное разведывательное управление, Управление тыла, Управление сухопутных войск и других.

В первой половине 1950-х годов ещё один компьютер «Стрела» был установлен в НИИ «Алмаз», основной специализацией которого была разработка зенитно-ракетных систем (ЗРС). В течение многих лет, главным конструктором ряда ЗРС и директором института был основоположник отечественной школы создания систем управляемого зенитного ракетного оружия Александр Андреевич Расплетин. Этим сверхсекретным НИИ в 1950–60-х годы были выполнены работы по созданию различных систем и комплексов противоракетной обороны (комплексы С-25, С-75, С-125, С-200 и их модернизации). Были успешно созданы эффективные системы противокосмической обороны.

В системе Академии наук СССР ЭВМ «Стрела» была установлена в Вычислительном центре АН СССР (ВЦ АН). Этот ВЦ был основан более чем через год после ОПМ МИАН и ВЦ №1 МО СССР – осенью 1955 года. Его директором многие годы был известный учёный Анатолий Алексеевич Дородницын. Через несколько лет после создания, ВЦ АН стал ведущим институтом страны в области вычислительных методов, математиче-

ского моделирования, программного обеспечения ЭВМ и различных приложений в области военных применений (авиация, судостроение, баллистические расчёты и т.д.). Основными направлениями исследований ВЦ АН явились вычислительная гидроаэродинамика; вычислительная математика; математическая физика; САПР и другие.

ЭВМ «Стрела», поступившая в декабре 1956 года в Научно-исследовательский вычислительный центр Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова (НИВЦ МГУ), стала первым компьютером, установленным в образовательных учреждениях СССР. НИВЦ был создан осенью 1955 г. на базе отдела ЭВМ мехмата МГУ. Первым директором НИВЦа был Иван Семёнович Березин, а зав.кафедрой вычислительной математики МГУ, выдающийся математик Андрей Николаевич Тихонов почти 25 лет осуществлял научное руководство НИВЦем. Это был период активного становления вычислительных наук в МГУ. Помимо решения научно-образовательных задач, на Стреле НИВЦа решались некоторые задачи оборонного характера.

Не секрет, что советское руководство уделяло огромное внимание своей ядерной программе. Ещё в 1943 году было принято Постановление ГКО о создании атомной бомбы (руководитель атомного проекта зам.председателя ГКО Л. П. Берия, научный глава проекта И. В.Курчатов). Работу советских учёных ускорила информация, поступившая из США по каналам разведки. В 1946 году был основан первый советский секретный Ядерный центр «Арзамас-16». Уже весной 1947 года начали работать его научно-исследовательские и конструкторские подразделения. В первые годы существования центра, ядерные расчёты осуществлялись на арифмометрах. Потом расчёты для Арзамаса-16 производились на ЭВМ «Стрела», установленной в ОПМ МИАН АН СССР. И наконец, во второй половине 1950-х годов, руководство «Арзамас-16» добилось установки у себя своей собственной «Стрелы». В Ядерном центре «Арзамас-16» проявили свой талант выдающиеся физики 20-го века Юлий Борисович Харитон и Андрей Дмитриевич Сахаров, при самом активном участии которых были разработаны первые советские атомная и водородная бомбы.

Самый последний, седьмой экземпляр ЭВМ «Стрела» поступил в Ядерный центр «Челябинск-70», который был организован как второй (после Ядерного центра «Арзамас-16») центр СССР по разработке ядерного оружия. В Ядерном центре «Челябинск-70» было создано большинство рекордных ядерных зарядов по различным показателям. Так, там был создан самый малый в мире ядерный заряд калибра 152 мм для артиллерийского снаряда. С самого основания Ядерного центра «Челябинск-70» там существовал сильный коллектив физиков-теоретиков, специалистов по ЭВМ и учёных в области математического моделирования. В Ядерном центре «Челябинск-70» путём компьютерного моделирования были получены фундаментальные научные результаты в области физики ядерных процессов.

Приведённое краткое описание семи важнейших организаций СССР, в которых была установлена первая советская серийная ЭВМ «Стрела», показывает её выдающуюся роль при создании оборонного щита СССР.

# 60 лет Вычислительному центру №1 Министерства обороны СССР

Владимир Анатольевич Китов<sup>1</sup>, Александр Яковлевич Приходько<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова

<sup>2</sup> Государственный горный университет

Москва, Россия

Vladimir.kitov@mail.ru

## 60<sup>th</sup> Anniversary of Computer Center N1 of the USSR Ministry of Defense

Vladimir Kitov<sup>1</sup>, Alexander Prikhodko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Russian Plekhanov University of Economics

<sup>2</sup> State Mining University

Moscow, Russia

Vladimir.kitov@mail.ru

**Ключевые слова:** информатика, ВЦ №1 МО СССР, ЭВМ М-100, А.И.Китов, космические расчёты

В 2014-м году исполнилось шестьдесят лет с момента создания в СССР научно-производственного вычислительного центра – Вычислительного центра №1 Министерства обороны СССР (ВЦ №1 МО СССР). Сейчас военное дело немыслимо без широкомасштабного и всеобъемлющего использования компьютеров, развитых коммуникационных средств и разнообразных информационных систем, обеспечивающих интерактивное взаимодействие с множеством баз данных и баз знаний. Многим уже кажется, что так было всегда. Но всё началось шестьдесят лет назад. В мае 1954 года в Министерстве обороны СССР была создана секретная войсковая часть – в/ч 01168, которая на самом деле являлась новой военной научно-исследовательской организацией – Вычислительным центром №1 Министерства обороны СССР (ВЦ №1 МО СССР, ныне ЦНИИ-27 МО РФ). Основателем Вычислительного центра №1 Министерства обороны СССР был советский учёный, создавший с «нуля» основы отечественной военной информатики, Анатолий Иванович Китов. В первом полугодии 1954 года руководством Министерства обороны было принято решение о создании в Вооружённых Силах СССР четырех вычислительных центров: ВЦ №1 МО СССР, ВЦ ВМФ, ВЦ сухопутных войск и ВЦ ВВС. Но только ВЦ №1 МО СССР в конце 1950-х годов смог достигнуть мирового уровня в своих исследованиях и разработках. Датой основания ВЦ-1 МО СССР надо считать дату подписания приказа Министерства обороны по в/ч 01168, когда были сформированы три основных отдела центра и назначен личный состав. С 1-го мая 1954-го года А.И. Китов был назначен и. о. руководителя создаваемого им ВЦ №1 МО СССР. Так говорится в официальном Приказе № 0873 Главного управления кадров Министерства обороны СССР. Ему тогда было всего лишь тридцать три года.

Что такое «вычислительная техника» в начале 1950-х годов в Вооружённых Силах (ВС) понимали считанные единицы. В тот период Анатолий Иванович становится одним из ведущих «агитаторов и пропагандистов» нового научно-технического направления. Кроме слов надо было убеждать делом, то есть, практически показывать преимущества и возможности вычислительной техники (ВТ). Одной из основных проблем, которую надо было решить в первую очередь при создании ВЦ №1, была задача подбора личного состава. И здесь главную роль сыграл его основатель А.И. Китов, которому руководство Минобороны санкционировало отбор выпускников из Академии им. Ф.Э. Дзержинского, МЭИ, МГУ, МИФИ, Томского ГУ, Нижегородского ГУ, КПИ, ЛПИ и других вузов страны. Основой ВЦ №1 МО был руководимый А.И. Китовым в Артиллерийской военно-инженерной академии им. Ф.Э. Дзержинского Отдел ЭВМ и программирования (порядка сорока офицеров), который он создал за два года до этого в 1952 году. По приглашению А.И. Китова в состав ВЦ №1 влилась группа уже сложившихся учёных (в большинстве своём из Дзержинки). Это Николай Андреевич Криницкий (в 1954 году перешёл на работу в ВЦ №1 МО СССР с кафедры высшей математики Артиллерийской военно-инженерной академии им. Ф.Э. Дзержинского, возглавил один из отделов программирования), Николай Пантелеймонович Бусленко (в 1954 году перешёл на работу в ВЦ №1 МО СССР с кафедры высшей математики Артиллерийской военно-инженерной академии имени Ф.Э. Дзержинского, возглавил отдел математического моделирования), Лазарь Аронович Люстерник (выдающийся математик, перешёл на работу в ВЦ №1 МО СССР с кафедры высшей математики Артиллерийской военно-инженерной академии им. Ф.Э. Дзержинского), работавший в Отделении прикладной математики МИАН Алексей Андреевич Ляпунов (в 1959 году принят по совместительству на должность заведующего лабораторией ВЦ №1 МО СССР), Игорь Андреевич Полетаев (перешёл на работу в отдел математического моделирования ВЦ №1 МО СССР из НИИ-5 МО СССР), Олег Владимирович Сосюра (в 1954 году перешёл на работу в ВЦ №1 МО СССР из Артиллерийской военно-инженерной академии имени Ф.Э. Дзержинского) и другие. Ряд выпускников вузов, отобранные А.И. Китовым для работы

в ВЦ №1 МО СССР, стали впоследствии известными учёными: Гарольд Георгиевич Белоногов, Георгий Акимович Миронов, Геннадий Дмитриевич Фролов, Игорь Васильевич Поттосин, Владимир Петрович Исаев, Глеб Борисович Смирнов, Юрий Иванович Беззаботнов, Владимир Ильич Богатырёв, Геннадий Алексеевич Мещеряков, Алексей Михайлович Бухтияров и другие. В середине 1950-х годов установкой в ВЦ №1 МО первой советской серийной ЭВМ «Стрела» в Вооруженных силах СССР было ознаменовано рождение новой эры – эры всеобъемлющей информатизации военного дела. Буквально через два года ВЦ №1 МО СССР превратился в крупный научно-производственный центр в сфере информационных технологий, создания программного обеспечения, разработки математических методов, практического решения на ЭВМ оборонных задач государственной важности и т. д. В его стенах работали отделы программирования (порядка ста шестидесяти программистов), мощные подразделения специалистов в области конструирования и эксплуатации ЭВМ, отдел математического моделирования, включавший в свой состав свыше сорока математиков, и другие отделы и лаборатории. В ВЦ №1 МО СССР начали осуществляться революционные преобразования в сфере управления ВС, средствами вооружения и ведения боя (военными операциями) на основе широкомасштабного использования программно-технических средств ВТ. Разрабатывались новые, научно обоснованные методы управления войсками и формирования нового поколения командного состава, способного эффективно использовать новейшие технологии управления в интересах обеспечения надлежащего уровня обороноспособности страны. Все последующие действия ВЦ №1 МО, особенно в период до 1960-го года, были направлены на последовательную и методичную реализацию этой сверхзадачи.

ВЦ №1 МО СССР наряду с другими вычислительными центрами страны обеспечивал выполнение баллистических расчетов запусков всех первых спутников и первых четырех пилотируемых космических полетов.

А.И. Китов продолжал наращивать усилия по расширению применения ЭВМ в ВС СССР. Необходимо было сразу решать огромное число новых организационных проблем по обеспечению эксплуатации ЭВМ, определению научных направлений, организации решения в интересах ВС важнейших практических задач. Несомненное значение для отечественной информатики имел созданный А.И. Китовым периодический «Сборник научных трудов в/ч 01168 Министерства обороны», в котором он же был и Главным редактором. Часть выпусков этого, выходившего регулярно, научного издания не имели гриф «Совершенно секретно», и публиковать в нём свои работы считали достойным, помимо учёных-военнослужащих, и представители промышленности, высшей школы, отраслевой науки и Академии Наук. Как пишет один из ветеранов ВЦ-1 МО СССР, проработавший в нём с начала июля 1954-го года порядка четверти века, полковник, профессор, д.т.н. Г.А. Миронов *«Я недавно просматривал выпуски этого сборника, и возникло желание прореферировать его основные направления. Там так много нового и для наших дней, не говоря уже о прежнем времени».*

В первый период решения практически важных для ВС задач стали видны недостатки существующих в то время универсальных ЭВМ. Поэтому в начальные годы существования ВЦ №1, среди других научных направлений работ, А.И. Китов создаёт отдельное научно-конструкторское направление «Разработка специализированных ЭВМ». Он становится руководителем создания специализированной ламповой машины для обработки радиолокационных данных – ЭВМ «М-100» с быстродействием в сто тысяч операций в секунду над 16-рядными числами с фиксированной запятой. Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР выдал 6-го мая 1959 года коллективу сотрудников ВЦ №1 в составе: Китов А.И. (научный руководитель), Мыльников М.В., Шувалов А.И., Селезнев О.В. Авторское свидетельство по специальной теме № 19628 с приоритетом от 27-го июня 1958-го года на изобретение нового метода параллельного исполнения или совмещения операций, выполняемых арифметическим устройством ЭВМ. В наше время в данном случае уместно было бы употребить термин «конвейерная обработка».

Для успешного развития новых перспективных исследований необходимо было прекращать ряд установленных направлений работ. На определенном этапе, в частности, необходимо было прекратить в ВЦ №1 МО СССР разработку средств ВТ. Такие решения всегда являются очень тяжелыми. Затрачены огромные усилия и средства, получены значимые результаты, создан работоспособный коллектив разработчиков, сотрудники морально настроены на определённый вид деятельности, приобретён производственный опыт и т. д. Но в ВЦ №1 удалось создать научный коллектив, с которым А.И. Китов мог находить и создавать новые научные направления. Именно в стенах ВЦ №1 у А.И. Китова родилась революционная для своего времени идея жизненной необходимости создания в ВС СССР и в стране в целом нового научного направления «Разработка и внедрение информационно-поисковых систем (ИПС)». Приведём ещё одну цитату из Г.А. Миронова (соавтора Н.А. Крилицкого и Г.Д. Фролова известной монографии «Программирование»): *«Характерный пример научного предвидения А.И. Китова – его принципиальная точка зрения на информационные системы, когда он решительно повернул ВЦ №1 МО СССР и всех нас на их разработку. Надо заметить, что поворот к информационной проблематике происходил при довольно сильном сопротивлении разработчиков техники, которым надо было переквалифицироваться. Но так или иначе, усилиями А.И. Китова в ВЦ №1 МО СССР возникли ещё два новых научных направления: РАСЧЕТНЫЕ СИСТЕМЫ и ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»* и далее: *«...мне бы хотелось, в первую очередь, выделить то, что Анатолий Иванович имел замечательное, редко встречающееся качество – быстро выделить основную идею научного предложения или выполненного исследования. И мгновенно поразительно точно оценить её. Это ценнейшее свойство научного руководителя коллектива».*

К 1960-му году коллектив ВЦ №1 уже был готов начать полномасштабные работы по созданию общегосударственной компьютерной сети для управления вооруженными силами страны. Осенью 1959-го года в своём



втором письме в ЦК КПСС Н.С. Хрущёву А.И. Китов послал разработанный им проект создания в Советском Союзе Единой государственной сети вычислительных центров (ЕГСВЦ) – проект «Красная книга». Автор проекта предлагал на основе ЕГСВЦ осуществить коренную перестройку системы управления экономикой страны и её Вооружёнными Силами. В своих воспоминаниях ветеран ВЦ №1, полковник В.П. Исаев так пишет об этом: *«...вторая попытка Анатолия Ивановича “достучаться” до “руководящей и направляющей” партии и руководства Министерства обороны СССР оказалась для него роковой. Этой попыткой стало его второе письмо Н.С. Хрущёву, написанное осенью 1959 г. ...Основную часть письма составлял разработанный им проект «О мерах по преодолению отставания в создании, производстве и внедрении ЭВМ в Вооружённые силы и народное хозяйство страны», известный как проект “Красная книга”. Это был первый в СССР проект, в котором предлагалось объединить в одну национальную сеть вычислительных центров все имеющиеся в стране ЭВМ для решения народнохозяйственных задач (в мирное время) и оборонных задач (при возникновении военных действий). А.И. Китов назвал эту общенациональную сеть ЭВМ сетью вычислительных центров “двойного использования” или “двойного назначения”: военного и народно-хозяйственного». К сожалению, и прежде всего для страны, консервативные силы в руководстве Министерства обороны СССР, в первую очередь, представители военных партийных органов смогли организовать расправу над выдающимся представителем советской военной науки А.И. Китовым.*

1960-й год – год начала заката ВЦ №1 МО СССР. Большинство его ведущих учёных в связи с травлей А.И. Китова и его проекта «Красная книга» либо сразу, либо в течение ближайших лет покинули ВЦ №1 МО. Многие ушли в организации АН СССР и вузы. Нельзя не отметить, что именно в стенах ВЦ №1 МО были написаны одни из первых в СССР монографий по ЭВМ и программированию: *Китов А.И. «Электронные цифровые машины», 1956; Китов А.И., Криницкий Н.А., Комолов П.Н. «Элементы программирования (для электронных цифровых машин)», 1956; Китов А.И., Криницкий Н.А. «Электронные вычислительные машины», 1958 и 1965; Полетаев И.А. «Сигнал», 1958; Китов А.И., Криницкий Н.А. «Электронные цифровые машины и программирование», 1959 и 1961; Криницкий Н.А., Миронов Г.А., Фролов Г.Д. «Программирование», 1963; и другие.*

## Заключение

Созданный весной 1954 года ВЦ №1 МО СССР в 1950-е годы был крупным научно-исследовательским вычислительным центром страны. В нём рассчитывались орбиты всех первых искусственных спутников Земли и межпланетных космических станций; разрабатывались новые типы специализированных ЭВМ; проводились широкомасштабные работы по математическому моделированию боевых ситуаций, осуществлялись расчёты для подразделений Минобороны СССР (ГРУ ГШ, Управления тыла, сухопутных войск, Главного артиллерийского управления и других). Создавались различные программно-технические комплексы для систем противоракетной обороны, в частности, для обработки данных, поступавших с радиолокационных станций. Для этой цели была создана в конце 1950-х годов в ВЦ №1 МО специализированная ламповая ЭВМ «М-100». Закончим статью ещё одной цитатой профессора Г.А. Миронова: *«Оценивая сейчас пройденный путь и упущенные возможности, становится ясно, что именно этот коллектив (коллектив ВЦ №1 МО СССР – ред.), был готов (и мог бы!) стать реальным не только конкурентом, но и идущим впереди американской корпорации Microsoft».*

# Влияние информационных технологий на процесс формирования идентичности

Ольга Владимировна Козлова<sup>1</sup>, Людмила Дмитриевна Козлова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

<sup>2</sup> МАОУ «Прогимназия № 360»

Казань, Россия

hollyhouse@mail.ru, okaa\_san@mail.ru

## The Influence of Information Technology on the Forming of Identity

Olga Kozlova<sup>1</sup>, Liudmila Kozlova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kazan national research technical university

<sup>2</sup> Progymnasium № 360

Kazan, Russia

hollyhouse@mail.ru, okaa\_san@mail.ru

**Ключевые слова:** идентичность, виртуальная идентичность, мультиидентичность, онлайн имидж

Проблема идентичности является предметом междисциплинарных исследований, так как ей в равной степени занимаются такие науки как психология, философия, культурология, социология и ряд других. Широкое распространение термина «идентичность» связывают с именем Э. Эриксона, благодаря которому она стала категорией интердисциплинарного знания.

В структуре идентичности можно выделить «индивидуальный» и «социальный» уровни. Индивидуальная идентичность представляет собой совокупность характеристик, сообщающих индивиду качество уникальности, а социальная идентичность – результат идентификации индивида с ожиданиями и нормами его социальной среды<sup>1</sup>.

«Если самоидентификацию понимать как совокупность добровольного выбора групп и коалиций для отождествления себя с ними и для вхождения в их состав полноправным членом, то идентичность в этом случае будет представлять собой такое же количество способов (механизмов) интеграции человека с группой разного уровня и ранга», – уточняет М.Н. Губогло<sup>2</sup>. Базовая структура личности может быть представлена как совокупность идентичностей, приобретённых в различных ситуациях или на разных жизненных этапах под давлением тех или иных потребностей человека и предписаний среды. Таким образом, идентичность – это комплекс ролей и статусов, организованных адекватно социальной системе, то есть, идентичностей у человека может быть несколько.

Для традиционного общества был характерен поиск идентичности в рамках реального социального взаимодействия.

В информационном обществе, в котором на передний план выходят информационные технологии, произошло становление виртуальной идентичности как особого социального феномена. Это связано с функционированием сети Интернет. Интернет традиционно определяют как всемирную систему объединённых компьютерных сетей для хранения и передачи информации.

Сегодня Интернет стал неотъемлемой частью жизни россиян и российского общества в целом. Он повсеместно используется в личной жизни, в бизнесе, в государственном и муниципальном управлении. Функции Интернета широки: передача информации и коллективное общение, информационные базы и управленческие задачи, помощь в учебе и проведение досуга.

Функционирование сети Интернет в России начинается с того, что в августе 1990 года был зарегистрирован домен верхнего уровня SU (Soviet Union). В 1993 году зарегистрирован домен RU, что можно считать началом официального присутствия России в Интернете. В 1995 году в России начато официальное распространение IP-доступа и WWW-технологий. В 1998 году в России количество пользователей Интернетом достигло почти миллиона человек. К началу 2000 года в России к Интернету подключились около 5,4 млн. человек<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> См. Малахов В.С. Проблема идентичности в постсоветском контексте // Понаехали тут... Очерки о национализме, расизме и культурном плюрализме. М., 2007. С. 7-23.

<sup>2</sup> Губогло М.Н. Идентификация идентичности: Этносоциологические очерки. М., 2003. С.48.

<sup>3</sup> См. Прохоров А. От ARPAnet до INTERNET (краткая история Интернета) // КомпьютерПресс. 2000. № 2 // [http://compress.ru/article.aspx?id=9708&part=page\\_21ext1](http://compress.ru/article.aspx?id=9708&part=page_21ext1) (дата обращения: 15.04.2014)

В 2011 году ООН решила, что доступ в Интернет является неотъемлемым правом человека, а обеспечение населения доступом в Интернет должно являться одним из приоритетных направлений развития любого государства<sup>4</sup>.

По данным 2013 года Интернет-пользователями являются уже 60% наших сограждан, причем 40% выходят в Сеть ежедневно. Объем мобильной аудитории приближается к 35 млн. человек, что составляет почти 44% от всего населения России. В настоящее время Интернет активно осваивают лица в возрасте «50+», при этом «взросление» веб-аудитории отмечается не только в России. 53% пользователей составляют женщины, и эта тенденция сохраняется уже четвертый год. В ближайшие годы число пользователей Интернета будет расти исключительно за счет людей старшего поколения, так как аудитория тех, кто родился в 80-е и 90-е уже почти на 100% «живет в онлайн»<sup>5</sup>. Э. Эриксон писал, что юность – это период, «в котором индивид гораздо ближе к данному историческому моменту», что «новое поколение, вырастающее в атмосфере научно-технического прогресса, ежедневно сталкиваясь с новыми практическими возможностями, естественно, будет подготовлено к совершенно новому образу мыслей. Это может создать связующее звено между новой культурой и новыми формами общественного устройства, позволяя как-то сочетать специализацию с новой внутренней свободой»<sup>6</sup>.

Человек в глобальной сети всегда находится в виртуальных социальных группах, так как Интернет – это сегментированное на сообщества (от англ. community) виртуальное пространство, и практически каждый пользователь сети – член какого-либо виртуального сообщества.

Сегодня особую популярность приобретают социальные медиа. Социальные медиа (англ. social media) – это термин, который используют для описания новых форм коммуникации производителей контента с его потребителями. К ним относятся блоги, подкасты, Интернет-видео и социальные сети. В отличие от традиционных СМИ, опирающихся на авторитет, социальные медиа апеллируют именно к чувству принадлежности к определенному сообществу.

Пользователь, как правило, принадлежит к нескольким сообществам одновременно. Пользователь идентифицирует себя с этими сообществами, осознаёт себя как их часть. Римский В.Л. справедливо отмечает, что виртуальный характер социальных групп пользователей сети Интернет не отменяет их социальные характеристики<sup>7</sup>. И потому коммуникация в виртуальных сообществах, как и в реальных, является невозможной без формирования и развития идентичностей. Интернет как канал коммуникации даёт возможность общаться анонимно, что позволяет создавать идентичности, отличающиеся от реальных. Современные исследователи используют применительно к виртуальным идентичностям термин «конструирование»<sup>8</sup>. Использование так называемых никнеймов (псевдонимы для Интернет-общения, иначе – сетевые имена), юзерпиков или аватаров (изображение, используемое для персонализации пользователя в сети Интернет) ещё более расширяет данную возможность. Таким образом, мы можем вести речь об онлайн-имидже человека. Онлайн-имидж представляет собой процесс отбора элементов идентичности для самопрезентации и, собственно, самопрезентацию в виртуальном пространстве.

У процесса формирования виртуальной идентичности есть положительные и отрицательные стороны.

В долгосрочной перспективе Интернет может стать пространством п мультиидентичности, то есть сложной системы идентичности, основанной на существовании в сети большого количества сообществ, с которыми отождествляет себя конкретный пользователь. В среднесрочной перспективе это может иметь следствием повышение толерантности и взаимопонимания между представителями разных сообществ. Кроме того, за счёт конструирования виртуальных идентичностей происходит процесс самореализации личности.

Однако не следует забывать и то, что неудовлетворенность реальной идентичностью стимулирует различные формы виртуальной идентичности, которая становится способом осуществления мечты о всемогуществе, средством выражения ненормативных импульсов, подавленных в реальности тех или иных сторон личности. То есть, Интернет и виртуальная реальность способствуют размыванию прочих идентичностей личности и превалярованию виртуальной идентичности. Эта психологическая проблема имеет и социальный срез, так как подобные люди самовольно исключаются из жизни общества. Особенной опасности особенно подвержены молодые люди. Причины этого определили ещё Э. Эриксон<sup>9</sup>. Его концепция кризиса идентичности предполагает, что процесс самоопределения завершается в юношестве. Для этого этапа характерно самоопределение в выборе ценностей и приоритетов в жизни. Молодые люди способны оценивать моральные дилеммы, выбирать ясные, устойчивые и высшие ценности. Проблема состоит в том, что абсолютных моральных принципов не существует, и юношеству приходится бороться за них.

<sup>4</sup> Интернет в России. Состояние, тенденции и перспективы развития, отраслевой доклад. Доклад подготовлен ОАО «Научно-исследовательский центр управления, экономики и информатики» (ОАО «НИЦ «Экономика»). М., 2013. С.84.

<sup>5</sup> Интернет в России. Состояние, тенденции... С.85, 86.

<sup>6</sup> Эриксон Э. Идентичность: юность и кризис: Пер. с англ./ Общ. ред. и предисл. Толстых А. В. М., 1996. С. 45-46.

<sup>7</sup> Римский В.Л. Воздействие сети Интернет на социальную активность, формирование и развитие идентичностей // Вестник общественного мнения. 2009. № 1(99). С.92.

<sup>8</sup> Зудилина Н.В. Манифестация идентичности в Интернете: виртуальные проекции // Теория и практика управления социальными системами. 2012. № 1. С. 86.

<sup>9</sup> См. Эриксон Э. Указ соч.

Тем не менее, окончательным ответом о степени влияния информационных технологий, а именно, сети Интернет на формирование идентичности, могут быть слова известной исследовательницы Джудит Донат: «Что мы видели (на сегодняшний момент), так это мир комплексных взаимодействий, в котором перемешаны люди разрозненных культур реального и виртуального миров; мир, в котором границы – это только социальный механизм, и они подвижны»<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Donath Judith S. Identity and Deception in the Virtual Community // <http://smg.media.mit.edu/people/Judith/Identity/IdentityDeception.html> (дата обращения: 20.04.14)

# Андрей Петрович Ершов, Нина Ароновна Юнерман в моей жизни

Любовь Николаевна Корниенко

Санта Клара, Калифорния, США  
kornienk@slac.stanford.edu

## Andrej Petrovich Ershov and Nina Aronovna Yunerman in My Life

Lyubov Kornienko

Santa Clara, CA, USA  
kornienk@slac.stanford.edu

**Ключевые слова:** вторая грамотность, школьная информатика, компьютер «Агат», язык программирования «Рапира»

Далекий уже 1985-й год. Я работала в Новосибирском филиале Института точной механики и вычислительной техники (НФИТМиВТ) программистом. В конце лета этого года Андрей Петрович Ершов прочитал у нас лекцию, где прозвучали тогда еще новые для меня слова о программировании как второй грамотности для школьников. Конференц-зал был полон, все слушали со вниманием – что-то новенькое в чопорном мире точных наук. Потом настало время для вопросов, и я задала два вопроса.

Первый: как Вы думаете, предмет «Информатика» будет на уровне математики, физики, то есть «равным среди равных», или, все-таки, более вероятно, что он будет просто еще одним из многочисленных факультативов, не обязательных к посещению и часто не вызывающих добросовестного отношения ни со стороны учеников, ни со стороны учителей?

Андрей Петрович ответил, что предстоит огромная работа, чтобы наш предмет стал «первым среди равных».

Второй мой вопрос был о том, кто будет писать программы – не компьютерные программы конкретных уроков (это-то понятно), а программы курса «Информатики» для разных классов (тогда разговор шел только о старших классах)? Будет ли дана возможность учителям самим составлять программы (я тогда еще не знала понятия «авторская программа»), или программы будут спускаться из одного центра? И как тогда быть с тем, что в классах даже одного города могут стоять компьютеры разных мощностей?

Ответ Андрея Петровича на этот вопрос изменил мою тихую и размеренную жизнь навсегда. Он сказал: «Четкого ответа на этот вопрос я Вам дать не могу, так как весь процесс внедрения нового предмета в школы находится в стадии исследования и изучения, а Вы подойдите, пожалуйста, ко мне после лекции».

Я на всю жизнь запомнила нашу первую встречу. Андрей Петрович, сидя на стуле, оглядел меня с ног до головы и быстро спросил: «Образование?». Я ответила так же быстро: «Наш университет, факультет экономической кибернетики». Следующий вопрос: «В школу хочешь?». Вот так по-простому, на «ты», и это не было какое-то высокомерие или неуважение, он просто как-то сразу разглядел во мне «свою». Я ответила: «Да», и получила короткую инструкцию: «Завтра приходи. Кабинет мой знаешь где?» и на мой кивок согласия – «Ну вот туда и приходи. К 10-ти утра можешь? Ну и отлично».

Теперь небольшой экскурс в мою жизнь. Дело в том, что я всю жизнь хотела быть учителем. Не знаю, откуда у меня это, но в 5 лет я рассаживала своих кукол, мишек и прочих мягких и не очень игрушек и «учила» их – сначала просила ответить на вопросы по рассказанной моей бабушкой сказке, потом по мере повышения собственного уровня я «обучала» свои игрушки письму и работе с «кассой букв и слогов», которую вспоминаю до сих пор с теплотой и благодарностью – чудесная была методика. Желание стать учителем окончательно закрепилось где-то к седьмому классу, а когда я перешла в физико-математический класс одной из лучших школ моего города и поняла, что значит реально хороший учитель, сомнений не осталось никаких. Я до сих пор благодарна судьбе, что я училась в самой лучшей в мире школе, у самых лучших в мире учителей и у меня были самые лучшие в мире одноклассники, с которыми поддерживаю самые теплые отношения по сей день.

Моя мама не разделяла моего восторженного отношения к профессии учителя и после ее горьких и долгих слез с причитаниями типа «они тебе все нервы испортят» (мои будущие ученики) я поступила в НГУ на новый тогда факультет «Экономической кибернетики», который окончила достаточно успешно и была распределена в мой любимый «филиал».

До сих пор помню слова моей мамы, когда она узнала, что я буду работать в школе: «Стоило ли мне тогда так настаивать и реветь, если через 12 лет и большими кругами ты все равно вернулась в школу». Так оно и

есть. Утром в назначенный день Андрей Петрович взял меня за руку (в буквальном смысле слова) и привел в кабинет со словами: «Вот я нашел Вам учителя, а дальше уже ваше дело довести ее до ума». В кабинете сидела улыбка дама, которая и стала моим наставником, моей судьбой на следующие несколько лет – Нина Ароновна Юнерман. Она также оглядела меня с ног до головы и кратко спросила: «Образование?».

Далее диалог продолжался практически дословно, как и с Андреем Петровичем. Когда она мне сказала: «Завтра приходите», я ей сказала, что уже видно, что вы все здесь из одной школы, разница только в том, что Вы обращаетесь ко мне на «Вы». «Завтра» она показала мне персональный компьютер «Агат» и сказала, что со следующей недели я выхожу в школу, беру 5-й класс и обучаю деток работе на этом компьютере. На мои слова, что я не знаю эту машину, что Вы мне должны все показать – документацию, программное обеспечение, она ответила: «Вы программист или кто? Вот сами и разберетесь...». Это было поведение человека, очень занятого, но поверившего в меня и в то, что я смогу сама разобраться.

С компьютером более-менее понятно. А вот чему учить? Тут Нина Ароновна сразу сказала мне, что программ никаких нет, инструкций нет, но это и хорошо, потому, что у нас есть простор для творчества. Потом она рассказывала мне о школе, о своих учениках, называя их по именам, и я поняла, что она их очень любит и очень гордится их достижениями.

Навсегда запомнила свою первую встречу с директором школы 166 Петром Спиридоновичем Сиволобовым. Он сразу сказал, что в школу нельзя в брюках (я была в кожаном брючном костюме), нельзя носить декоративные, высокие каблуки и т.д., а можно темную юбку и светлую блузку (ни того, ни другого у меня на тот момент не было). Я сказала: «Что, важно, как я “правильно” одета, но совершенно не важно, как я буду учить?» – на что он посмотрел на меня более пристально и ответил: «Сработаемся».

И сработались... В первый мой рабочий день я пришла в школу намного раньше, нашла свой класс (в котором на тот момент не было ни одного компьютера), а когда со звонком я подошла к классу, оказалось, что он уже занят другим учителем. Директор сказал по этому поводу, что вот позавчера еще не было ни одного учителя, а сегодня уже два. Он зашел со мной в класс, разделил ребят по принципу, кто не учился в классе информатики в прошлом году – идите за мной. Перевел нас в соседний класс и сказал ребятам, что вот ваш учитель и направился к двери. Я побежала за ним и уже за дверью класса спросила его, что Вы же говорили, что будет 5-й класс, а это-то далеко не пятый. На что он мне ответил словами, которые я тоже запомнила за всю жизнь: «В пятом-то каждый сможет, а Вы вот здесь попробуйте, в девятом».

Так я начала свои «трудовые будни» – готовилась к первому уроку с послушными 11-летками, а оказалось, что надо работать с ребятами старших классов – интеллектуалами, нигилистами и акселератами – в большинстве своем выше меня ростом. Мой самый лучший в мире 9-ый класс – уже в декабре мой ученик «взял» призовое место на олимпиаде в Чехословакии, а летом двое моих учеников попали в группу, которую Андрей Петрович сопровождал по первому турне в США.

Андрей Петрович никогда меня особо не контролировал, но при всех наших встречах очень внимательно выслушивал мои идеи по поводу преподавания – особенно его интересовали отношения с другими учителями-предметниками. Начинать мы с «чистого листа» – нужно было постоянно каждым уроком своим доказывать, что мы нужны в школе. Очень он одобрял, что я начала практиковать вести другие предметы в компьютерном классе. «Агат» была очень простенькая машинка, но клавиатура была русскоязычная, и дети второго класса могли изучать свои «жи-ши» на наших программах. До сих пор приятно осознавать, что сначала я буквально уговаривала учителей начальной школы, учителей-предметников провести один-два урока в компьютерном классе, а потом они записывались к нам сами и мы планировали уже совместные уроки.

Именно Нина Ароновна подсказала мне эту идею – и мои старшие ученики разрабатывали программы для младших. Для старших это была не просто теоретическая учеба, а доказательство полезности их труда, что очень важно для мотивации учебного процесса. Для младших учеников это было красивое, модное наглядное пособие, которое помогало закрепить полученные на обычных уроках знания. И когда я видела, с каким умением работают ученики начальных классов, с какой радостью следят за ними создатели программ – старшеклассники, я понимала – вот она и есть – вторая грамотность в действии.

В школе 166 я проработала 7 лет. За это время был создан первый компьютерный класс. НФИТМиВТ как шеф моего класса создал рабочую группу под руководством Василия Ивановича Голубева, которая и установила компьютерный класс по всем правилам: компьютеры по периметру, проводка вся в полу, в окнах – кондиционеры, доска пластиковая (мел не очень полезен для нежных деталей и мониторов). На момент моего перехода в другую школу мы имели класс «Агатов», класс «Yamaha» и появлялись уже IBM.

Мною пройден достаточно большой путь от работы методом проб и ошибок до разработки собственной авторской программы по преподаванию информатики с первого по 11 класс, которая получила диплом и грант программы «Инновационные преобразования в образовании».

На мой взгляд, компьютер «Агат» достойно выполнял свою задачу, как машина для обучения. Язык «Рапира» – простой, все команды на русском языке. Сейчас, с высоты лет, все это кажется наивным, но тогда это была сказка. Надо отдать должное уму и прозорливости Андрея Петровича Ершова, который в своих «мечтаниях» буквально описывал наши сегодняшние дни, когда каждый ребенок в состоянии работать с компьютером, разработаны множества программ по математике, физике, химии и пр., а вторая грамотность стала уже первой (как он и говорил).

Я искренне благодарю судьбу за ту лекцию и за встречу с Андреем Петровичем, который помог мне найти мое место в этой жизни.

Я искренне благодарю Нину Ароновну Юерман за ее терпение, доброту, понимание, за ее искреннюю любовь к нашим ученикам, и где бы я ни работала – в других школах Академгородка или, как сейчас, в Калифорнии – она для меня остается примером отношения к коллегам и ученикам.

Я искренне благодарю всех учителей-предметников, поверивших когда-то в нас и сумевших отойти от рутинных методов преподавания и сумевших принять прогресс.

Я искренне благодарю всех своих учеников (а у меня было 8 выпусков и много учеников начальной школы) за их ум, любознательность и доброту – они так ни разу и не «попортили» мне нервы.

Мои бывшие ученики успешно работают в разных уголках России (Москва, Красноярск, Новосибирск), в разных странах мира – в Германии (Хейдельберг), в Англии (Оксфорд), в Японии (Цукуба), в США (Калифорния, Нью-Йорк), мои настоящие ученики (от 6-ти до 16-ти) успешно осваивают «вторую грамотность».

# Становление микроэлектроники в Новосибирске

Эдуард Геннадьевич Косцов

Институт автоматизации и электрометрии СО РАН  
Новосибирск, Россия  
kostsov@iae.nsk.su

Представлены документальные материалы и воспоминания автора об истории возникновения и развития исследований в области микроэлектроники в Институте математики им. С.Л. Соболева и на электронных промышленных предприятиях Новосибирска.

**Ключевые слова:** микроэлектроника, физика, технология, тонкие пленки, полевой транзистор, диоды.

Memoirs on history of occurrence and development of researches in the field of microelectronics, technology of microelectronics in S.L. Sobolev Institute of Mathematics and in Novosibirsk and electronic industrial plants of Novosibirsk are presented.

**Keywords:** microelectronics, thin film, physics, technology, field-effect transistor, diode.

## Введение

При создании Института математики СО АН СССР были определены три главных научных направления:

- разработка фундаментальных проблем математики
- разработка высокопроизводительных электронных вычислительных машин на основе современных достижений математики, кибернетики и физики
- разработка математических методов, кибернетических методов и кибернетических моделей оптимального планирования и управления

В ИМ СО АН на базе Отделения вычислительной техники (ОВТ), начиная с 1960 года, была создана технологическая база, организован большой коллектив физиков, технологов, специалистов в области вычислительной техники преимущественно из молодых ученых (в конце 60-х годов на профсоюзном учете в ОВТ состояло 420 человек). Впоследствии более 20 из них стали известными учеными, докторами наук, руководителями научных подразделений. С 1962 года ОВТ издавало свой журнал – сборник научных трудов Института математики – «Вычислительные системы». Он пользовался в стране большим авторитетом, широко цитировался, по крайней мере, по микроэлектронной тематике, в центральных физических журналах. За время его существования вышло более 170 выпусков, каждый тиражом 700–800 экземпляров. Руководил ОВТ к.т.н. Э.В. Евреинов.

## Начало трудовой деятельности в СО АН СССР

Наши исследования в области физики тонких полупроводниковых пленок и микроэлектроники начались после приезда в Академгородок в августе 1960 года. Мы – это группа молодых физиков, выпускников физического факультета Саратовского университета (СГУ), прошедших конкурсный отбор и получивших распределение в Институт математики СО АН. Количество выпускников СГУ, мечтающих работать в Новосибирском Академгородке, значительно превышало число поступивших заявок. В начале 1960 г. в университет приехал представитель Института математики к.ф.-м.н. Л.Я. Савельев, ныне продолжающий успешно работать в ИМ СО РАН, с целью отбора молодых сотрудников. Кроме меня, были приглашены Скок Э.М., Дагман Е.И., Зизин М., Селезнев А.А., Урбанович В.Д. Нашему отъезду в Новосибирск в мае предшествовал дополнительный ознакомительный визит в Саратов к.т.н. В.Л. Дятлова. Он только что был назначен заведующим новой лабораторией ИМ СО РАН (лаборатория новых физических разработок), входившей в состав Отделения вычислительной техники.

К моменту нашего приезда в Академгородок уже были построены Институты гидродинамики и геологии. Другие институты только закладывались, но бетонные дороги уже были проложены и они были практически такими, какими мы видим их и в настоящее время. Первое наше рабочее место – квартиры в доме 32 на Морском проспекте, а жили мы в общежитии на Морском проспекте, 2.

С учетом нашей будущей специализации – создание элементной базы вычислительной техники, мы были направлены на стажировку – работу в сменах по эксплуатации суперЭВМ тех времен – машины М-20. Машина ламповая, 38 разрядная, с быстродействием в 20000 операций в секунду и оперативной памятью на ферритовых кольцах объемом 4096 слов. ЭВМ занимала все правое крыло Института геологии и подвал под ним, где размещалась холодильная установка. Машина работала круглосуточно, обслуживалась сменами инженеров и операторов, которые поддерживали ее постоянную работоспособность. В каждой смене было 5 человек – инженер-



«электронщик», два оператора, «холодильщик» и механик. Такая мощная и многоэлементная машина достаточно часто выходила из строя. Дефект определялся с пульта управления (это могли делать только опытные инженеры, одним из них был начальник машины Г. П. Макаров). Затем происходила замена крупного блока (ячейки размером 28×100×250 мм) на новый, а дефектный блок подлежал ремонту в специальной группе ячеек.

После 2-хмесячной работы в таком режиме (включая ночные смены), мы убедили Э.В. Евреинова в том, что основное представление о современной вычислительной технике мы получили. Тогда перед нами и поставили задачу спрогнозировать физические принципы построения будущих мощных вычислительных устройств, перспективы дальнейшего развития вычислительной техники, использование в этой технике новых физических эффектов, создание миниатюрных ЭВМ. Была сформулирована и конечная цель – построение ЭВМ размером с почтовую марку. Такую задачу мы встретили с энтузиазмом – это было первое для нас научное исследование. Каждый из нас выбрал в качестве основы построения новой элементной базы ЭВМ те физические эффекты, которые он посчитал наиболее перспективными. Э. Дагман взял на себя задачу рассмотреть возможность использования сверхпроводимости, Э.Скок – магнитные явления, М. Зизин – оптические эффекты. Рассматривались также биологические и химические принципы. Я выбрал эффекты в полупроводниках. Через 2 месяца мы представили отчеты, они были написаны от руки. Мой отчет стал пользоваться большим спросом – через три месяца я видел его достаточно «зачитанным», потом он куда-то исчез, говорили – пошел «наверх».

## Направление – элементная база для вычислительной техники

После длительных обсуждений, семинаров мы, в итоге, выбрали, как наиболее перспективное, направление создания тонких пленок полупроводников как основу элементной базы будущих вычислительных устройств. Сразу же были куплены 3 установки «Тесла», мы их привезли из УКСа, из микрорайона «Ш», на открытом грузовике, в здание Института геологии, где на 4 этаже (над главным входом) мы первоначально разместились. Запуск установок и получение первых пленок металла для нас не представляло большого труда – сказалась наша хорошая практика в вакуумной лаборатории на физическом факультете Саратовского университета. Запомнилось изготовление первых пленок серебра (как одного из контактов будущих полупроводниковых приборов). Тогда мы еще не отладили систему приобретения материалов, не было отдела снабжения, и поэтому мы были рады, когда Н. Сигорская – новый сотрудник в нашей группе, пожертвовала свое серебряное кольцо, которое было расплыено при создании электродов.

После первых технических успехов встал вопрос, на каком приборе (физическом эффекте) мы можем получить логический быстродействующий элемент. Выбор пал на туннельный диод, как элемент, обладающий двумя устойчивыми состояниями. В конечном итоге такие диоды были получены на основе структур титан – окислы титана-серебро, титан – селен-серебро.

Диэлектрические пленки получались методами анодного оксидирования. Этот метод был нами отработан очень хорошо – тонкие пленки (менее 1000 Å) окислов титана, алюминия, циркония, гафния и других из так называемой группы вентильных металлов, получались с высокой электрической прочностью и малыми токами утечки, исключительно однородные по всей поверхности подложки. Это был 1962 год. Учиться этому методу к нам приезжали несколько групп технологов, в том числе из Зеленограда, в котором только начиналось строительство. Я в эти годы многократно бывал в Зеленограде, помню грязь строек и пешеходные перемещения на большие расстояния.

К физико-технологическим работам, проводимым в ИМ СО АН, проявляли постоянный интерес академики В.М. Глушков, С.А. Лебедев, Л.В. Киренский, ряд руководителей космической программы СССР, которые нередко наблюдали на месте за их ходом. За короткий срок, в 1961–1965 гг. в ИМ СО АН были созданы первые отечественные образцы микроэлектроники (тонкопленочные полевые транзисторы, семейство различных диодов, конденсаторов, резисторов), получена первая действующая тонкопленочная микросхема, синтезируемая на одной подложке, радиоприемник. Одним из крупных заказчиков этих работ был п/я 651 – организация, связанная с космическими исследованиями (впоследствии выяснилось, что это ОКБ-1 Сергея Павловича Королева). Для ОКБ-1 требовалась создание миниатюрной, микроэлектронной БЦВМ. В тот период не стояла задача повторять результаты аналогичных исследований, проводимых на Западе – в лучшем случае параметры разрабатываемых элементов микроэлектроники были близкими.

Наши исследования, в том числе, послужили основанием для решения Совета Министров СССР, подписанного А. Н. Косыгиным, о преимущественной ориентации СО АН на развитие вычислительной техники, об организации в СО АН под задачи микроэлектроники и вычислительной техники нового Института физики полупроводников, о подключении к этим работам Института неорганической химии СО АН (ИНХ). Здесь был организован отдел, основной задачей которого стал синтез материалов (первоначально CdS – сульфид кадмия) для задач микроэлектроники, возглавляемый к.х.н. Ф.А. Кузнецовым (в 1983–2005 директор ИНХа). Впервые мы обратились в ИНХ СО АН в 1961 году с просьбой синтезировать порошок CdS для создания транзистора, указав необходимые для наших задач его свойства и описав перспективы и неизбежность появления нового направления техники – «микроэлектроника». Ф.А. Кузнецов оказал нам содействие в этом вопросе.

Большое внимание к нашим работам проявлял и академик В.М. Глушков, директор Института кибернетики АН УССР, где разрабатывалась управляющая ЭВМ широкого назначения «Днепр». Глушков неоднократно приезжал к нам в институт и всегда приходил к нам в группу.

В русле указанных решений в 1964 г. был организован и ВЦ СО АН, первоначально во главе с к.т.н. Ю.Г. Косаревым, а затем – чл.-корр. АН СССР Г.И. Марчуком. К решению вопросов миниатюризации электронных приборов позже подключился также и ИАиЭ СО АН, директор которого, чл.-корр. АН СССР К.Б. Карандеев, уделял особое внимание проблеме миниатюризации приборов измерительной техники (в частности, один из первых выпусков журнала «Автоматика» в 1965 году был посвящен этому вопросу) и ряд других институтов, а также Опытный завод СО АН. Предполагалось дальнейшее увеличение числа институтов в СО АН СССР и организация технологического Центра аналогичного Зеленограду, задачей которых было бы участие в разработке и создании суперЭВМ. Результаты указанных работ, проводимые в СО АН СССР, послужили основой создания и развития промышленности микроэлектроники в г. Новосибирске, они начинались при поддержке институтов СО АН на таких крупных промышленных предприятиях как НЭВИ (ныне ФГУП «Восток»), п/я 27 и ряд других, которые перенимали опыт институтов СО АН в новой области техники и технологии.

## Тонкопленочные полевые транзисторы

В конце 1962 года – начале 1963 гг. были созданы первые в СССР тонкопленочные полевые транзисторы на изолирующей подложке (руководитель работ Э.Г. Косцов, ныне зав. лаб. ИАиЭ СО РАН, д.ф.-м.н.). В этом транзисторе расстояние исток–сток 50 мкм – лучшее, что можно было тогда сделать с помощью масочной технологии (фотолитографии тогда еще не было).

Отметим, что в те же годы аналогичные работы по разработке тонкопленочных полевых транзисторов на основе полупроводника CdS проводились в МЭИ под руководством К.В. Шалимовой и в Ленинграде (КБ-2), под руководством Ф.Г. Староса. Эти работы носили закрытый характер. Как выяснилось на закрытой конференции по электронике, проведенной в 1964 году в Таганроге (председатель конференции д.ф.-м.н. В.И. Стафеев), сибирский транзистор обладал значительно более высокими параметрами. В.И. Стафеев, однако, справедливо заметил, что CdS не лучший материал для создания микроэлектронных элементов, лучше использовать мономатериал – кремний. Выступление в Таганроге было первым публичным представлением наших исследований в области микроэлектроники. Мы начали заниматься этой тематикой после окончания университета, опыта написания научных текстов не было, как и не было опытных руководителей, которые могли бы нас направлять, но мы регулярно писали научно-технические отчеты. Первые публикации по тонкопленочной тематике у нас появились только в 1965 году.

Отметим также, что работы по созданию тонкопленочных, полностью напыляемых на поверхность изолирующей подложки транзисторов проводились на Западе фирмами RCA, Hughes, Melpar, университетом в Калифорнии. Сравнение этих транзисторов с полученными в ИМ СО АН, показывало близость их нормированных параметров.

## Хоздоговор с ОКБ-1

В середине 1964 году мы заключили хоздоговор «Разработка стандартных элементов для БЦВМ в пленочном исполнении» с ОКБ-1 С.П. Королева (ныне НПО «Энергия»). В начале работы (апрель–май 1964 г.) он позвонил и представился мне как проф. Сергеев, спросив понятно ли Техническое задание, а также сделаем ли мы работу в срок. Я отвечал утвердительно, сказал, что у нас уже есть большой задел, а указанные в ТЗ параметры мы уже практически имеем. Разговор продолжался 20–30 секунд, тогда этому звонку я не придавал серьезного значения, обычный рутинный контакт.

Договор был на всю возможную сумму, которую разрешалось «осваивать» Институту математики. Заказчики сокрушались, что эта сумма (135 тыс. руб.) очень небольшая, они готовы были увеличить ее в несколько раз. До этого, годом ранее, договор на такую же сумму вел сотрудник ИМ Член-корреспондент АН СССР Леонид Витальевич Канторович.

Договор по разработке указанных тонкопленочных элементов, притом с заданными, достаточно жесткими параметрами, мы, несмотря на малый срок (7 месяцев), успешно выполнили. Успех этой работы был обусловлен тем, что у нас уже имелся большой задел и практически все параметры указанных приборов были апробированы. По итогам работы был составлен подробный отчет объемом 280 страниц с предложением по дальнейшему развитию ОКР. В закрытой части отчета рассматривались вопросы массы и габаритов создаваемых полупроводниковых приборов, содержалось сравнение с используемой в то время элементной базой и возможности практического применения разрабатываемой элементной базы для бортовых систем.

Наш выбор CdS как базового полупроводника при создании ТПТ был обусловлен как тем, что этот материал был очень хорошо изучен, он уже широко применялся при построении фотоприемников, а также тем, что мы уже создали тонкопленочные диоды со структурой Ti-CdS-Te-In с хорошими параметрами. Позже исследование этих диодов было представлено в журнале «Вычислительные системы» № 15, 1965 год.

Было проведено сравнение параметров созданных нами ТПТ с параметрами зарубежных фирм (RCA, Melpar, Hughes, Калифорнийский университет) с пересчетом на одинаковые геометрические размеры. Оно показало, что эти параметры были близки. Позже указанное расстояние, несмотря на использование масочной технологии, было снижено до 50 мкм, соответственно были улучшены и параметры транзисторов.

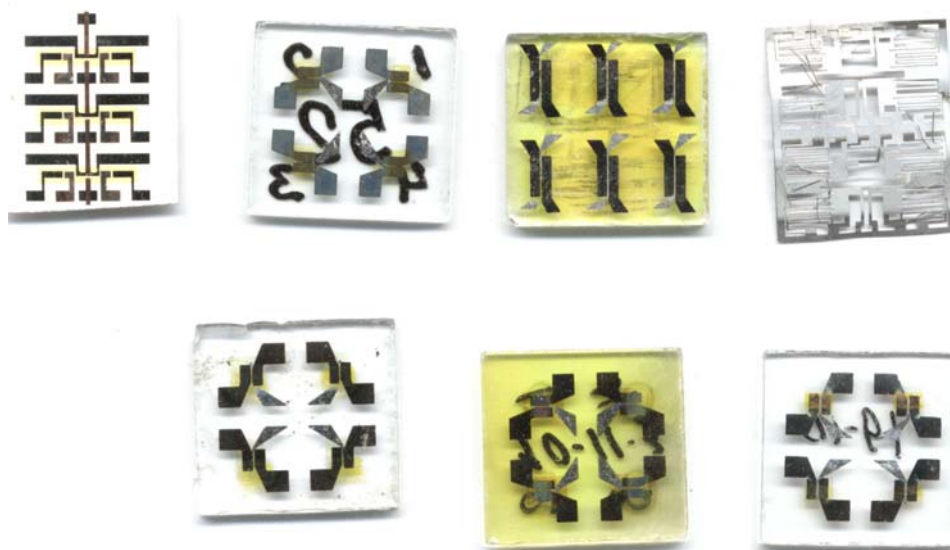


Рис. 1. Первые в СССР тонкопленочные полевые транзисторы на основе CdS, справа сверху видна одна из масок на основе тонкого молибдена

## Технологическая база исследования

Наши физико-технологические успехи в области создания тонкопленочных элементов электроники обеспечивались высокой по тем временам (1961–1965 годы) технологической базой и соответствующей вакуумной культурой. Каждый из изготовленных образцов сопровождался физико-технологической картой-паспортом, где указывались как все параметры технологического процесса, так и некоторые электрофизические параметры.

Одним из важных факторов, обеспечивающих высокие результаты наших исследований, была разработка по нашим многократно обсуждаемым предложениям конструкторским бюро ОВТ (А. Крашков) и изготовление на Опытном заводе крупных универсальных технологических установок, с большим числом фланцев, до 16, для высоковакуумного напыления пленок. Поверхность камер и фланцы предназначались для высокого вакуума до  $10^{-10}$  мм рт. столба. Одна из трех таких установок успешно функционирует в настоящее время в ИАиЭ СО РАН [рис.2]. Установки были куплены соответствующими организациями Москвы, Ленинграда, Минска, Томска, Киева и др.

Все форвакуумные наносы находились вне технологических помещений, были проложены системы форвакуумных линий, вход в технологические помещения проходил через тамбуры и т.д. Для обеспечения постоянной работоспособности была создана специальная группа вакуумщиков (3–4 человека). Был создан большой химический участок – для подготовки подложек и для очистки вакуумной оснастки. Для изготовления масок создали специальную фотолабораторию с соответствующим оборудованием, с ее помощью удалось создать маски из тонкого молибдена, позволившие нам изготовить полевые транзисторы с расстоянием исток-сток в 50 мкм.

Для указанных технологических задач из Новосибирска привозилась сверхчистая деионизованная вода, однако при перевозке ее сопротивление в несколько раз уменьшалось – с 20 Мом до 5–7 Мом. Поэтому был создан также свой участок для производства чистой воды, с двойной перегонкой. Ежедневно привозили жидкий азот, старожилы Института математики вероятно помнят многочисленные дюары с жидким азотом, которые постоянно стояли у главного входа Института, позже они были заменены на азотный большой танкер.

Все производство поддерживалось крупными механическими мастерскими, которые оперативно изготавливали по наброскам технологов или по чертежам нашего КБ вакуумную оснастку. Иными словами был создан замкнутый комплекс для выполнения сложных физико-технологических задач.

В Отделении вычислительной техники было две крупных физико-технологических лаборатории. Одна из них возглавлялась В. Дятловым. Наша группа была в составе этой лаборатории на правах полной автономности, вторая группа во главе с Дятловым и Ю. Данилевским занимались магнитными явлениями, в том числе в тонких пленках, также применительно к задачам построения элементов вычислительной техники. Другая лаборатория, созданная на 2 года позже – лаборатория А. Трубецкого. В составе последней лаборатории были Ю. Басихин, разработчик новых ферритов и плазмо-химических методов получения пленок, а также семейства материалов для электронно-лучевой литографии на базе кремний-органических соединений, А. Сулимин, один из первых разработчиков плазмо-химических способов получения пленок и О. Яковлев, организатор внедрения первых плазмо-химических методов получения пленок в производство.



Рис. 2. Одна из высоковакуумных технологических установок, изготовленных на Опытном заводе СО РАН, 1963–1964 гг.

## Создание Института физики полупроводников (ИФП)

Меня несколько раз приглашал к себе Сергей Львович, когда принимал различные делегации и мы вместе говорили о развитии микроэлектроники в Институте математики. Для этих целей у меня всегда с собой была коробочка с нашими образцами, которые я постоянно обновлял. Однажды я присутствовал в кабинете Сергея Львовича, когда он беседовал с крупным военным начальником (возможно, это был один из зам. министров обороны – генерал-полковник, тогда я, по молодости лет, не обращал внимание на такие «мелочи»). Последний, после рассказа о наших разработках оживился и, обратился к Соболеву: «Хотите, мы построим вам новый Институт, здесь рядом?». Возможно, этот разговор дал толчок к созданию ИФП.

При выборе названия института обсуждались варианты: Институт физики твердого тела, Институт физики элементной базы ВТ, Физико-технологический институт, Институт микроэлектроники. В выборе конечного названия Института сыграли роль как уверенность в перспективности полупроводникового направления, так и наши работы.

Помню, как мы сразу же начали планировать число лабораторий в этом институте, спорили об их числе и тематике, и заказывали оборудование. Просматривая список этого оборудования, в последний момент обнаружилось отсутствие электронного микроскопа, срочно заказали чешский микроскоп Е-4 (впоследствии, наши сотрудники, перешедшие в ИФП, говорили, что все заказанное оборудование поступило в ИФП, включая и указанный микроскоп). При выборе названия института обсуждались варианты: Институт физики твердого тела, Институт физики элементной базы ВТ, Физико-технологический институт, Институт микроэлектроники. В выборе конечного названия Института сыграли роль как уверенность в перспективности полупроводникового направления, так и наши работы.

Но никто из нашей «команды» не мог возглавить новый Институт, мы не имели научных степеней и даже публикаций. М.М. Лаврентьев предлагал мне быструю защиту по техническим наукам на основе имеющихся отчетов, но для меня это было психологически сложно, учитывая то, что я окончил университет по кафедре теоретической физики. Лаврентьев сказал, что пройдут годы, и никто не вспомнит эти тонкости, но я не согласился. В итоге я защитил диссертацию на звание к.ф.-м.н., первым из нашей команды, но только через 4 года, имея уже публикации в центральных физических журналах, в 1968 году, в Объединенном диссертационном совете по физико-математическим и техническим наукам в ИФП, под председательством А.В. Ржанова. Тема диссертации «Исследование влияния особенностей микрорельефа поверхности электродов на процессы прохождения тока и явления пробоя в тонкопленочной системе металл-диэлектрик – металл». В ней, в частности, рассматривалась инжекция электронов в диэлектрик с поверхности микровыступов с нанометровыми радиусами кривизны.

Насколько я помню, первоначально предполагалось, что директором нового института будет В.И. Стафеев, он даже специально приезжал в Академгородок из Зеленограда на 5–7 дней. Ему показали наши результаты, включая демонстрацию возможности создания ряда мультивибраторов на базе наших тонкопленочных транзи-

сторов. Однако позже мы узнали, что директором нового Института – Института физики твердого тела и полупроводниковой электроники СО АН СССР – был назначен А.В. Ржанов, избранный членом-корреспондентом АН СССР в июне 1962 г. Постановлением Президиума АН СССР № 49 от 24 апреля 1964 года на основе объединения Института физики твердого тела и полупроводниковой электроники и Института радиофизики и электроники был создан Институт физики полупроводников (ИФП СО АН СССР). Время показало, что выбор А.В. Ржанова, известного ученого в области физики поверхности полупроводников, в качестве директора нового института был очень удачным. ИФП за эти годы превратился в один из крупнейших и авторитетных институтов СО РАН и РАН.

Сразу же после организации ИФП ряд наших сотрудников перешел в новый институт (Э. Скок, Л. Гасанов, В. Петросян, Э. Дагман), другие сделали это несколько позже: Е. Черепов, Б. Фомин, И. Солдатенков, И. Михайловский, Ю. Невский, Л. Покровский, А. Хороменко, В. Пчелкин, К. Зилинг, Б. Зотьев, В. Хорошевский и др. Я же, вместе со своей группой, связанный действующими установками и конкретными планами, не решился сразу на такой переход, хотя это было бы очень логичным завершением истории.

Летом 1964 года, к нам, в ИМ, дважды приходил вновь назначенный директор ИФП А. В. Ржанов, мы подробно говорили о технологии микроэлектроники.

13 июля 1964 года в нашу группу в сопровождении М.М. Лавреньева и С.Л. Соболева приходил М.С. Келдыш, сразу же после вручения им Ленинской премии академику А.И. Мальцеву, несмотря на очень напряженный график его визита в Новосибирск. Мы с ним проговорили минут 15, рядом были А.И. Мальцев, возможно А.В. Ржанов и К.Б. Карандеев, другие участники церемонии вручения премии. В момент разговора Келдыш задавал достаточно общие вопросы относительно элементов микроэлектроники. Разговор понравился М.А. Лаврентьеву, он мне показал большой палец, за несколько месяцев до этого у нас состоялась личная встреча, где я достаточно подробно рассказывал о наших разработках.

## Внедрение в производство

Согласно договору между ИМ СО РАН и НЭВИ группа сотрудников предприятия (в том числе, ныне работающие В.Н. Гаштольд, И. Степанов, а также А. Генюкер, А. Колосанов, О. Кузнецова и др.) стали создавать технологический участок, размещенный в двух комнатах на первом этаже здания-пристройки ИМ по 60 м<sup>2</sup>. Участок включал 6 вакуумных установок с форвакуумными линиями, оснасткой и т.д. Была полностью скопирована технология изготовления элементов (тонкопленочные транзисторы, диоды, конденсаторы, сопротивления), которые уже были созданы в ИМ, наши сотрудники участвовали в этом процессе, оперативно решая возникающие вопросы.

Все пункты указанного соглашения были успешно и в срок выполнены, коллектив сотрудников НЭВИ переместил все созданное технологическое оборудование на свою территорию, воспроизвел параметры всех указанных элементов, сдал работу межведомственной комиссии. Комиссия, отметив успешное выполнение поставленной задачи, не рекомендовала начинать мелкосерийный выпуск тонкопленочных полевых транзисторов на основе CdS. Причина – недостаточная стабильность их параметров во времени, что отмечалось и в указанном отчете. Решено было рекомендовать, базируясь на уже накопленном опыте работы с тонкопленочной тематикой, переходить сразу на кремниевую технологию, аналогичная ситуация была и в указанных американских фирмах: ни один из транзисторов на основе CdS не пошел в серию. Однако начало становления новой для НЭВИ тематики, современной микроэлектронной технологии, было заложено, и НЭВИ стал одной из ведущих организаций в стране в области технологии микроэлектроники. Впоследствии по микроэлектронной тематике мы неоднократно выполняли хозяйственные работы совместно с НЭВИ.

## Заключение

Отделение вычислительной техники ИМ СО РАН перестало существовать в 1972 году. Логично было бы на его базе организовать новый институт – Институт вычислительной техники. Причиной ликвидации ОВТ являлось не качество проводимых в Отделении работ, оно было очень высоким, а чисто субъективные факторы, в первую очередь организационные проблемы руководителей Отделения, неспособность их найти общий язык с руководством СО АН СССР, с другими «внешними» организациями. Мы, молодые сотрудники, в то время не понимали таких «нюансов», просто занимались своей конкретной деятельностью, но, в итоге, многие из нас были вынуждены менять место работы, переходить в другие институты СО РАН.

# Компьютерные технологии поддержки научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в проекте авиационно-космической системы БУРАН

Владимир Степанович Криворученко

ЦАГИ

Московская обл., г. Жуковский

тел. +74955564084, e-mail krivoruchenko@tsagi.ru

**Ключевые слова:** компьютерная инфраструктура, автоматизированные системы, научные исследования, аэродинамическая труба, межмашинные взаимодействия в сети разнородных ЭВМ и ОС, транспортабельное программное обеспечение, авиационно-космическая система БУРАН

В 2013 году исполнилось 25 лет со дня успешного орбитального полета авиационно-космической системы БУРАН. Этот полет иллюстрирует собой вершину достижений СССР не только в авиационно-космической области, но также и в области создания сложной распределенной компьютерной инфраструктуры с информационно согласованными вычислительными средствами и программными сервисами, обеспечившими поддержку этапов жизненного цикла проекта вплоть до успешного приземления.

Критической проблемой для проекта было определение аэрогазодинамических характеристик, которые использовались в расчетах баллистики, устойчивости и управляемости ракеты и самолета, динамики нагружения и прочности конструкции, нагружения рулевых приводов двигательных установок, регулирования наддува баков окислителя и горючего, процессов отделения параблоков и самолета, торможении при входе в атмосферу, при посадке самолета и т.д. Объем и сложность экспериментальных исследований по аэрогазодинамике и аэроакустике, проведенных в аэродинамических трубах и на натуральных стендах не имеют аналогов в отечественной технике.

Аэродинамическая труба это сложный энергетически нагруженный стенд для экспериментальных исследований, где летательный аппарат (или его модель) находится в покое, а поток набегает на него. Взаимодействие потока с моделью фиксируется с помощью множества датчиков, сигналы которых регистрируются измерительными системами и подвергаются компьютерной обработке. Датчики регистрируют:

- локальные перепады давления (статика) в отдельных точках, распределенных по модели (по ним определяются распределенные нагрузки);
- пульсации давления (динамика, включая и звуковой диапазон);
- силы и моменты, действующие на модель в целом и ее отдельные компоненты.

За период с 1975 по 1987 гг. было спроектировано, изготовлено и испытано около 200 моделей и их модификаций. Большинство из них с большим объемом измерений, вплоть до 1200 каналов измерения статического давления, до 75 каналов измерения пульсаций, до 50 каналов тензометрии для измерения сил и моментов.

Сложность задач аэродинамики определилась, прежде всего, спецификой аэродинамической компоновки. Параллельное расположение ракетных блоков и полезного груза, наличие каналов большой протяженности между ними влекут за собой появление многочисленных зон интерференции и отрыва потока, приводящих к нелинейности изменения аэродинамических характеристик по углам атаки и скоростям полета, появлению нестационарных нагрузок. Наличие протяженного участка полета с примерно постоянными величинами скоростного напора, близкими к максимальным значениям, привело к необходимости рассмотрения большого числа расчетных случаев в диапазоне чисел Маха от 0,8 до 2,0 и широком диапазоне кинематических параметров.

Жесткие требования предъявлялись также к точности определения исходных данных по распределенным аэродинамическим характеристикам и перепадам давления, так как из-за больших абсолютных размеров блоков сравнительно малые, порядка 0,01 атм., погрешности давления приводили к ошибкам в десятки тонн при определении нагрузок на блоки.

Наиболее ответственные исследования, требующие высокой точности определения аэродинамических характеристик, проводились на моделях разного масштаба в больших аэродинамических трубах Т-109 и Т-128 ЦАГИ с размерами рабочих частей 2,2×2,2 и 2,8×2,8 метра.

На основе использования малогабаритных внутримодельных тензочувствительных датчиков и пневмокоммутаторов создан ряд уникальных моделей, не имеющих аналогов в отечественной технике. К числу таких моделей относятся дренажно-акустическая модель масштаба 1:50 для исследования распределения давления и акустических нагрузок по наружной поверхности блоков и дренажно-весовая и акустическая струйная модель масштаба 1:50 для исследования влияния струй работающих двигательных установок ракеты на распределение давления и аэродинамические характеристики в аэродинамической трубе Т-109 ЦАГИ.



Огромные объемы исходных данных, многоступенчатые разветвленные процессы их дальнейшей переработки в исследовательских, расчетных и конструкторских автоматизированных системах, жесткие требования по срокам реализации проекта потребовали разработки совершенно новых подходов и реализации ориентированной на компьютеры среды поддержки проекта. Прежние подходы, которые ограничивались обработкой небольших объемов экспериментальных данных и передачей между системами результатов в виде текстов и графиков, ориентированных на восприятие человеком, не годились в принципе. Кардинальное увеличение объемов экспериментальных данных практически остановило и их обработку, и передачу в автоматизированные системы проектирования и производства.

Необходимо было разобраться с базовыми понятиями, такими как классы аэродинамических данных, процессы их получения, обработки, верификации и представления для потребителей разных классов. Эти проблемы в аэродинамике и сейчас теоретически до конца так и не решены. Но тогда мы были прижаты обстоятельствами. Те, кто работал в те времена, помнят, как приходилось поднимать неподъемные проблемы и решать не решаемые ранее задачи. К разработанной теории мы еще вернемся, а пока рассмотрим созданную в 80-е годы в ЦАГИ централизованную сетевую компьютерную инфраструктуру – ЦВС-2, в рамках которой и были реализованы базовые механизмы информационной поддержки исследований аэродинамики Бурана.

## Архитектура ЦВС-2

Централизованная вычислительная система автоматизации аэродинамического эксперимента – ЦВС-2 имеет иерархическую звездообразную структуру, состоящую из двух уровней:

1-й уровень – имеющиеся интерфейсные устройства с аэродинамическими трубами, измерительно-вычислительные комплексы (ИВК) для сбора и первичной обработки экспериментальной информации, на базе миниЭВМ типа СМ-4 (DEC 11) и ЕС-1010 (MITRA), оснащенные аппаратурой связи с ЭВМ 2-го уровня сети ЦВС-2;

2-й уровень – центральный блок (ЦБ) сбора, хранения, обработки и отображения экспериментальной информации, оснащенный двухмашинным комплексом ЭВМ ЕС-1055 с общим полем памяти на накопителях на магнитных дисках (НМД) и оснащенные аппаратурой связи с ЭВМ 1-го уровня сети ЦВС-2

Ядром системы ЦВС-2 является «Архив» – центральный коммуникатор (сейчас аналогичные функции выполняет портал) с пакетом программной поддержки и специализированной файловой системой. На верхнем уровне организуются директории, называемые зонами. В зонах-директориях организуются файлы. Для обеспечения переносимости файлов данных между ЭВМ и ОС разных типов структуры записей в файлах были унифицированы. Были разработаны соответствующие программные средства и технология поддержки работы, которые позволили единообразно работать с подсистемой «Архив» из любой ЭВМ сети (как центральных ЕС ЭВМ, так и объектовых миниЭВМ).

Для сети связи ЦВС-2 был разработан магистральный интерфейс [1]. На ЕС ЭВМ центрального блока были модифицированы перфоленточные устройства ввода/вывода для работы с длинными магистральными линиями. Для подключения миниЭВМ объекта к магистрали используется устройство сопряжения на базе стандартного параллельного интерфейса. Была также разработана четырехуровневая структура обеспечения связи. Ниже будут рассмотрены протоколы уровней программного обеспечения связи в системе ЦВС-2.

### Магистральный интерфейс

Применяемый в ЦВС-2 магистральный интерфейс (полудуплекс, восемь линий – данные, 4 линии – служебные) обеспечивает единые принципы обмена данными и формат информации, единую последовательность управляющих сигналов между магистралью и приемно-передающей аппаратурой объекта вне зависимости от характеристик аппаратуры объекта.

Протокол управления информационным каналом (УИК) ЦВС-2 устанавливает формат передаваемых по информационному каналу кадров, определяет процедуры управления этим каналом и порядок передачи информации по каналу. Он определяет также особые ситуации, которые могут возникнуть в процессе работы.

В силу того, что контроль правильности передачи кадра осуществляется программным путем, необходимость подтверждать правильность приема кадра путем изменения направления передачи приводит к неэффективному использованию информационного канала. Поэтому для эффективности выполнения таких служебных функций интерфейса, как подтверждение правильности приема, обнаружение несовпадения контрольной суммы в кадре и других, был применен механизм, позволяющий подтверждать правильность либо ошибочность приема кадра, не меняя направления передачи. Суть его заключается в том, что информацию несет размер передаваемого кадра. Все кадры, передаваемые по информационному каналу, имеют стандартную длину. Если длина кадра не совпадает со стандартной, то это означает, что в процессе передачи произошло какое-то событие.

Например: если передающая ЭВМ обнаружила, что принимающая ЭВМ «оборвала» соединение с физическим каналом после передачи 10 байтов, то это означает, что при передаче предыдущего кадра была обнаружена ошибка. После этого передающая ЭВМ повторит передачу ошибочного блока. Важно, что режим передачи при этом не нужно менять. Поскольку в настоящее время в ЦВС-2 направлением передачи управляет протокол

более высокого уровня, в протоколе УИК нет необходимости в передаче управляющих кадров. По информационному каналу передаются кадры стандартной длины (16 и 512 байтов).

Первые два байта информационного кадра содержат контрольную сумму, получающуюся сложением остальных однобайтовых полей, составляющих кадр, без учета знаков и переполнений. После приема кадра принимающая ЭВМ осуществляет проверку контрольной суммы. При обнаружении ошибки во время передачи информационного кадра предпринимается пятикратная попытка передачи ошибочного кадра. Прозрачность информационного канала обеспечивается отсутствием синхронизирующих символов перед информационным кадром. Поэтому нет необходимости применять операцию байтстаффинга.

Таким образом, протокол УИК ЦВС-2 обеспечивает передачу кадров информации, контроль передаваемых данных и прозрачность информационного канала. Передача кадров связана с прохождением трех фаз (этапов): установление соединения, его поддержание и разъединение. Переход от одной фазы к другой определяется протоколом магистрального интерфейса ЦВС-2.

### Протокол удаленного вызова процедур

Схема построения верхнего уровня программного обеспечения связи в ЦВС-2 реализована не на послышке-приеме сообщений, как в традиционных схемах, а на вызове некоторых процедур, выполняющихся в удаленных объектах. Эта схема имеет ряд преимуществ, а именно: снижение затрат на создание и эксплуатацию МО, расширение функциональных возможностей при меньшей затрате ресурсов.

Данный протокол ориентирован на предоставление услуг прикладным программным процессам, связанным с передачей файлов. Выполнение любой процедуры разбивается максимум на три характерных этапа:

- 1) установление связи;
- 2) прием-передача файлов данных;
- 3) подтверждение об окончании (или о возможности выполнения процедуры).

В зависимости от типа операции процедуры очередность выполнения этапов 2 и 3 может меняться; существуют также операции, не требующие передачи данных, то есть, выполняющиеся с помощью этапов 1 и 3.

Процесс установления связи заключается в приеме ЦБ от объекта 2-х блоков: 1) блока установления (16 байтов), 2) фиктивного блока подтверждения, длина которого указывает на правильность приема блока установления. Блок установления содержит информацию об операции процедуры, которую заказывает абонент.

Второй этап заключается в приеме или передаче абонентом файлов, определенных в блоке установления. Этап подтверждения заключается в пересылке с ЦБ на объект стандартного блока подтверждения, который содержит параметры заказанной операции, дату исполнения и код окончания.

### Прикладной уровень

На прикладном уровне программного обеспечения связи на ЦБ ЦВС-2 реализованы описанные выше процедуры удаленного доступа к архиву данных на МД и режима удаленных приватных магнитных лент. Функции базы данных и центрального коммуникационного узла по преобразованию форматов информации и передачи их в подсистемы САПР выполняет подсистема «Архив» и комплекс специальных системных программ. Для обеспечения доступа с объектовых ЭВМ к архиву были созданы процедуры удаленного вызова через сеть пользовательских и системных операций архива:

Наряду с программным вызовом процедур архива в ЦВС-2 был реализован и терминальный доступ к процедурам и ресурсам центральных ЕС ЭВМ в режиме эмуляции терминала ЕС-7920 с использованием дисплеев объектовых мини-ЭВМ. Все это позволяло реализовывать сложные процедуры комплексной обработки с терминала любой ЭВМ. Разработанный комплекс аппаратно-программных средств связи в сети разнородных ЭВМ не имел аналогов в мире и был защищен пятью авторскими свидетельствами.

### Программируемые контроллеры

С середины 80-х в ЦАГИ широко внедряются разработанные на базе микроЭВМ «Электроника-60» программируемые связные контроллеры (ПКС) для подключения к ЕС ЭВМ нестандартных устройств и удаленных терминалов, а также для создания различных многомашинных комплексов. На базе стандартной платы пользовательского интерфейса «И5» микроЭВМ «ЭЛЕКТРОНИКА-60» создан блок связи с каналом ЕС ЭВМ. По системотехническим соображениям выполнение значительной части логических функций блока связи с каналом ЕС ЭВМ возложена на программу. Оснащение такой платой придает данной ЭВМ возможность выполнять функции контроллера разных периферийных устройств ЕС ЭВМ или связанного процессора в коммуникационных связях. За счет программной логики эмулировались различные нестандартные аппаратные функции и протоколы взаимодействия в системах связи. Простота структуры такого контроллера и его дешевизна способствовали повышенному интересу к этой разработке.

Аппаратные средства ПКС:

- конструктив «Электроника-60» с интерфейсной платой для связи с ЕС ЭВМ,



- кабель подключения к мультиплексному каналу,
- выходной разъем и кабели в стандарте RS-232C,
- терминальные подсистемы на базе терминалов VT-52, VT-100, персональных ЭВМ, миниЭВМ.

В качестве среды передачи данных используются:

- 4-х проводной телефонный кабель,
- некоммутируемые и коммутируемые телефонные линии, подключаемые через модемы, работающие с RS-232C.

Программные средства:

- ЕС ЭВМ – программа первоначальной загрузки ПС, программа поддержки передачи файлов (Kermit), библиотеки графических интерактивных подпрограмм, программа начальной настройки системы;
- ПКС – программа обмена с каналом ЕС, программа эмуляции стойки ЕС-7920 и экранов ЕС-7927, программа поддержки передачи файлов;
- ПЭВМ, миниЭВМ – программа обслуживания интерфейса RS-232C, программа обслуживания передачи файлов (Kermit), эмулятор графической подсистемы (только для ПЭВМ).

С помощью созданных контроллеров и разработанных соответствующих эмуляционных программ было обеспечено построение графиков с ЕС ЭВМ на графопостроителях, функционирование удаленных терминалов типа VT-52,100 в режиме дисплея ЕС-7927, связь ЕС ЭВМ с персональными ЭВМ разных типов, ЭВМ типа VAX, RISC-станциями, комплексирование ЕС-ЭВМ.

Особо следует отметить, что с использованием программируемых контроллеров начали организовываться расчетно-экспериментальные системы multidisciplinary исследований с доступом к вычислительным ресурсам больших ЭВМ и ЦБЭАД с распределенных по ЦАГИ автоматизированных рабочих мест исследователей.

## Межсистемный обмен информацией

В середине 80-х появился ряд новых задач, решение которых оказалось возможным только в рамках системы в целом, и которые по-новому сформировали пути развития ЦВС-2. К таким задачам, прежде всего, относится задача информационной связи систем автоматизации аэродинамического эксперимента и систем автоматизации проектирования (САПР) летательных аппаратов. Дело в том, что мощные измерительно-вычислительные комплексы экспериментальных установок стали выдавать значительно большее количество данных при прежней форме представления, ориентированных на получение, переработку и выдачу заключения человеком. Однако увеличение объема данных потребовало применения средств вычислительной техники и на этом этапе.

Проблема ввода данных в систему автоматизации проектирования оказалась значительно сложнее, чем это представлялось на первый взгляд. Первоначальная постановка о согласовании результатов процессов сбора и обработки (файлов первичной, вторичной и т.д. обработок) оказалась практически невыполнимой в силу отсутствия их конструктивных определений. В силу этого было невозможно осуществлять цепочки программных преобразований ЭВМ-ориентированных данных (от исходных показаний датчиков в двоичном коде до физических величин, действующих на реальный летательный аппарат в условиях эксплуатации). Традиционное включение человека-оператора, координирующего процессы преобразования данных в режиме диалога, при резком увеличении объемов исходных показаний датчиков в проекте Буран было абсолютно бесперспективно. Требовались новые нетрадиционные подходы. И они были реализованы. Прежде всего расскажем об уровне модели данных аэродинамики.

### Уровневая модель данных

Постепенно пришло осознание необходимости структуризации всей области данных аэродинамических исследований на основе системного подхода на подсистемы. В результате была предложена уровневая модель данных [2] и комплекты формализованных электронных документов, представляющих данные аэродинамических исследований в унифицированном виде. Разбиение на формализованные, четко описанные подсистемы данных позволяет оперативно и независимо менять процессы, создающие и потребляющие данные с целью их оптимизации, распараллеливания и т.д. Наряду с этим, такое разбиение позволяет реализовать и наиболее современную концепцию поддержания данных в базе данных.

Для летательного аппарата существует определенный набор физических (размерных) величин, определяющих его режимы полета и картину обтекания. Этот набор составляет уровень А (AIRCRAFT). Получение данных уровня А непосредственно в эксперименте или расчете по известным причинам затруднительно. Широко используются различные методы моделирования, основанные на теории подобия. Согласно этой теории существует набор данных, адекватный уровню А, но состоящий из безразмерных величин, определяемых при условиях выполнения критериев подобия.

Набор таких безразмерных данных, достаточный для определения требуемых аэродинамических характеристик летательного аппарата, назовем уровнем G (GENERAL). Данные уровня G, представляемые в единых форматах уровня, определяются как расчетным, так и экспериментальным путем в результате исследования характеристик различных моделей в различных аэродинамических трубах.

Набор данных, определяемых в цикле экспериментальных исследований, назовем уровнем М (MODEL). Отметим, что это безразмерные характеристики.

При проведении экспериментальных исследований данные уровня М определяются по некоторым физическим параметрам, описывающим обтекание модели в трубе, по специальным методикам, учитывающим разнообразные поправки. Связано это с невозможностью реализации в аэродинамической трубе всех требований теории подобия (равномерность и неограниченность потока, температура и т.п.). Набор размерных данных, определенных в одном цикле исследований, назовем уровнем W (WINDTUNNEL).

Данные уровня W непосредственно не регистрируются современной измерительной аппаратурой. Как правило, мы имеем дело с цифровым сигналом, полученным из аналогового сигнала датчика. Всю совокупность зарегистрированных в процессе испытаний цифровых сигналов назовем уровнем С (CONTROL).

Такое выделение основных типов данных и классификация их по уровням влечет за собой вполне определенную последовательность процессов, обеспечивающих преобразования данных с уровня на уровень. Такие преобразования имеют вид определенных этапов расчетно-экспериментальных аэродинамических исследований

Наряду с основными данными, описывающими область определения программы исследований (область изменения параметров исследований и область изменения регистрируемых величин), на уровнях фиксируются и метаданные, которые предназначены для именованя и определения:

- типов и структур основных данных уровня;
- процессов преобразования и отображения входных и выходных данных для их функционирования;
- геометрии (в общем случае топологии) пространства для представления данных;
- механизмов поддержки.

Более формализованным понятием для описания данных является документ, то есть, совокупность данных:

- обладающая определенной структурой, относящейся к определенному типу, создаваемому на основе более простых типов;
- сопровождающаяся ссылкой на создающий процесс, процесс, контролирующий доступ, и перечнем ссылок на потребляющие процессы;
- имеющая механизм поддержки определенного класса;
- требующая определенную среду хранения для защиты и регламентации доступа.

Для поддержки преобразований данных между уровнями потребовалось создание большого объема не только программных средств, но и различного рода поясняющих, сопровождающих и регламентирующих материалов, без которых этот процесс был бы невозможен.

Дополнительную сложность при разработке средств программной поддержки уровневой модели добавила необходимость обеспечения транспортабельности данных и программ в среде разнородных ЭВМ и ОС. Такая транспортабельная структура данных «бэг» для поддержки набора формализованных документов с результатами аэродинамических исследований была создана. Ниже будут описаны средства ее поддержки.

СпецМассив – объект в оперативной памяти, организующий обработку больших объемов взаимосвязанных данных. Основными назначениями объекта СпецМассив являются инкапсуляция функций работы с архивом и унификация модулей обработки данных.

ТегМед – транспортабельная библиотека, обеспечивающая перенос данных на другие ЭВМ и ОС.

В методах доступа, поддерживаемых операционной системой, пользователь оперирует понятием записи файла – некоторой совокупности элементарных полей (в пределе весь файл может рассматриваться как запись некоторой сложной структуры). При работе с пользовательскими файлами в сетевой обстановке возникают следующие проблемы:

- не определена пользовательская запись (максимум, что бывает известно, – физический размер блока и записи);
- неизвестен тип данных элементов записей.

Структура таких файлов закрыта для системы и они могут восприниматься только специализированными (уникальными) программами, что противоречит задаче создания унифицированного МО обработки. Для преодоления указанных трудностей было введено понятие тегированной записи. Это запись, состоящая из некоторого количества данных одного типа, снабженная тегом (этикеткой), который содержит служебную информацию. Все файлы пользователей реструктурируют к файлу, состоящему только из тегированных записей. Метод доступа, работающий с тегированными записями, позволяет давать записям и их элементам имена и осуществлять выборку, модификацию и занесение данных по именам.

На основе вышеуказанных средств была построена технология обработки данных эксперимента для проекта Буран.

Прежде всего, выделим две основные области: распределенную расчетно-экспериментальную (поддерживает уровень G и уровень М на разных ЭВМ) и экспериментальную (поддерживает уровни М, W, С, Е на ЭВМ АДТ). Начало технологическому процессу дает «Задание на проведение исследований», в результате анализа которого формируется «Программа испытаний в АДТ», которая делится на пункты. После проведения пункта испытаний, физические воздействия потока на модель (уровень Е), преобразованные датчиками в данные уровня С (экспериментальные данные в двоичной форме) и обработанные с уровня С до уровня W, а затем и М в ИВК АДТ, передаются по линиям связи на ЦБ ЦВС-2.

Для практических целей важно внести ясность в вопрос о совместимости разнообразных методов описания геометрии изделий в расчетных и экспериментальных исследованиях. В испытаниях на распределение давления необходимо определиться с понятиями и различать геометрию пространственного распределения датчиков (которую принято называть геометрией в экспериментальных исследованиях) и реальную геометрию поверхности модели, которая задается в расчетных методах. Далее экспериментальные данные вместе с описанием геометрии исследуемой сложной модели при перемещении ее в целом и ее элементов (центральный бак, четыре ускорителя, орбитальный самолет, управляемые поверхности и т.д.) преобразовывались для согласования с описаниями для расчетных методов (уровень G). При этом стал возможен принципиально новый подход к контролю наиболее сложной и объемной информации – распределения давления. Он заключался в том, что данные по распределению давления использовались программами для расчета суммарных нагрузок на модель в целом и на ее блоки. В случае совпадения рассчитанных нагрузок с данными, полученными непосредственно по показаниям аэродинамических весов, принималось решение о кондиционности данных по РД. А если не было совпадения, то традиционному визуальному контролю подлежали только графики с данными по конкретному блоку, где было выявлено расхождение. Применение такой технологии позволило сократить время верификации данных эксперимента на два порядка.

После завершения всей программы испытаний и получения результатов, определенных в документе «Задание на проведение исследований», они должны быть на совместимых носителях и в совместимом формате переданы ОКБ и другим организациям аэрокосмической отрасли.

### Средства обеспечения транспортабельности данных и программ

При обработке данных и передаче данных уровней между различными ЭВМ в рамках ЦАГИ в основном использовались линии связи. Однако для передачи больших объемов данных между организациями, учитывая состояние на тот период линий связи и скорости передачи модемов, было признано необходимым использовать широко распространенные магнитные ленты в формате IBM, поддерживаемые практически всеми типами ЭВМ. В конце 80-х для этих целей дополнительно стали использоваться и флоппи-диски.

Назовем источник и потребителя данных абонентом. Каждый из абонентов использует для приема или передачи данных ЭВМ некоторого типа, оснащенную накопителем на МЛ или флоппи-диском. Процесс передачи данных распадается на обмен дискретными порциями данных, называемыми далее посылками (parcel). В посылке содержатся логически связанные данные. Для каждой посылки можно задать тип, зависящий от содержащихся в посылке данных. Тип посылки определяет и ее структуру.

Посылки разбиваются на более элементарные единицы – формализованные документы (ФД), называемые далее также письмами (letter). Для ФД вводится понятие типа ФД (типа письма), определяющего его структуру.

Для представления аэродинамических данных используются целые, плавающие, символьные и некоторые другие типы данных. Информация на магнитный носитель помещается в кодах ЕС.

Для однозначной интерпретации абонентом структуры и типов принимаемых данных вводится понятие теговых записей, на которые разбивается письмо. Запись состоит из множества (массива) данных одного типа, перед которым расположен тег (этикетка, ярлык), содержащий характеристики записи, а именно: тип записи, тип данных и длину записи.

Весь файл пользователя реструктурируется к письму, состоящему только из теговых записей.

Для работы с посылками используется комплекс программных средств, обеспечивающих их формирование и считывание. Данный комплекс входит как составная часть в общий комплекс программ для работы с теговыми данными.

Для обмена посылками между автоматизированными системами различных организаций поддерживались следующие виды посылок:

- 1 – для файловой системы.
- 2 – для магнитной ленты.
- 3 – для логического канала, бесформатное представление.
- 4 – для логического канала, форматное представление.
- 5 – для сетевой среды.

Вид 1 используется для создания и обработки посылок как отдельных файлов в файловой системе данной ОС.

Вид 2 выполняет обработку посылок на магнитных лентах. При выводе на МЛ можно выполнять блокирование записей. Коэффициент блокирования позволяет указать, сколько 512-байтовых блоков будет содержаться в одном блоке МЛ. Дополнительно можно определить включение в каждый блок на МЛ контрольной информации: контрольной суммы, номера и адреса письма, начинающегося в данном блоке. Наличие такой информации позволяет выполнить при считывании дополнительный контроль и уменьшить последствия возможных сбоев.

Вид 3 используется для обработки посылки, заданной в виде фортрановского номера канала ввода/вывода. При этом используется форматное представление посылки. Операции шифровки и перекодировки не выполняются.

Вид 4 используется для обработки посылки, заданной в виде фортрановского номера канала ввода/вывода. Для данного номера канала должны быть определены операции записи (или чтения) блоками по 512 байт.

Вид 5 обменивается блоками посылки с подпрограммами, заданными пользователем, что позволяет использовать ее в сетевой среде. Запись в такую посылку производится блоками по 512 байт, а чтение может производиться блоками любой длины.

Комплекс состоит из набора транспортабельных подпрограмм, написанных на языке Fortran-77 и служебных подпрограмм, ориентированных на конкретный тип ЭВМ и ОС, выполняющих операции ввода-вывода, перекодировки, шифровки и т.д.

### Управление информационными потоками

В рамках проекта Буран было необходимо иметь средства для централизованного контроля и управления потоками. Причем, чем выше уровень руководства и управления, тем более мощные средства для этого необходимо использовать. Основным компонентом всех этих средств был ЦБЭАД, к которому через программный и аппаратный интерфейс соответствующей мощности обращались пользователи разного уровня. Только централизованное управление данными позволило эффективно обеспечить соблюдение стандартов, принятых в отрасли.

Вопрос о централизованной базе данных эксперимента встал особенно остро в силу нескольких причин.

- В связи с автоматизацией аэродинамических установок и ростом их количества как в ЦАГИ, так и в отрасли значительно увеличился объем выходных данных эксперимента.
- Расширилось количество приложений, для которых требуются данные аэродинамического эксперимента. Если данные конкретного эксперимента используются в разное время разными подсистемами, то для однозначности трактовки и анализа результатов их работы совершенно необходимым становится требование целостности данных, то есть, их правильности, единственности и непротиворечивости.
- Даже в рамках отдельной подсистемы, оперирующей с одними и теми же данными, требуется осуществлять информационное взаимодействие с различными классами пользователей и обеспечить независимость данных от приложений.
- Увеличение объема экспериментальных данных из ИВК АДТ и расширение количества подсистем, их потребляющих, приводит к усилению информационных потоков между ними.
- В рамках централизованных организаций (институт, корпорация, отрасль) необходимо иметь и средства для централизованного контроля и управления этими потоками. Централизованное управление данными позволяет обеспечить соблюдение стандартов, принятых в отрасли и минимизировать суммарное количество интерфейсов между подсистемами с  $N(N-1)$  до  $N+1$ .

В дальнейшем функции сопровождения данных аэродинамического эксперимента в рамках безбумажной технологии были расширены и были обеспечены возможности локального и удаленного доступа к ЦБЭАД для организации распределенных вычислений и информационных обменов в рамках систем комплексных междисциплинарных расчетно-экспериментальных исследований [3].

В ЦАГИ был разработан и внедрен с 01.07.88 отраслевой стандарт ОСТ 102636-87, определяющий термины, определения, идентификаторы и коды, применяемые для представления результатов аэродинамического эксперимента на машинных носителях, способы их представления и набор стандартных программных средств для поддержки ОСТ.

Разработана программная поддержка стандарта для основных типов ЭВМ (ЕС, БЭСМ-6, СМ-4, СМ-1700, ЕС-1840) и операционных систем, применяемых в отрасли. Программные комплексы поддержки стандарта были сданы в ОФАП (отраслевой фонд алгоритмов и программ) и распространялись на предприятиях отрасли. Их применение позволило резко сократить (более чем на порядок) время получения экспериментальной аэродинамической информации на ЭВМ предприятия отрасли по сравнению с ручным вводом с бумажных носителей.

К концу 80-х на основании опыта реализации сложных технологических цепочек, которые обеспечивали информационную поддержку подразделений НИИ, ОКБ и заводов аэрокосмической отрасли на различных этапах ЖЦ изделий в проекте БУРАН, начала формироваться концепция построения отраслевой системы информационного обеспечения, которая по сути являла собой прообраз CALS – технологий.

### Итоги проекта

Ракета носитель «Энергия» являлась универсальным средством для доставки в космос самых разных грузов, поэтому аэродинамические характеристики определялись для ряда компоновочных схем с различными полезными грузами, в том числе и с крылатыми. При этом для каждого варианта требовалось повторение в полном объеме. Рабочая документация по аэрогазодинамическим характеристикам только ракеты-носителя «Энергия» составляет 10 томов графического и текстового материала.

Основной объем исходных данных определялся по результатам экспериментальных исследований на моделях в аэродинамических трубах. При этом основные аэродинамические исследования проводились на экспериментальной базе, имеющей аэродинамические трубы, наиболее полно удовлетворяющие условиям моделирования (большие масштабы моделей, необходимые параметры потока, углы атаки и скольжения). Впервые для такого огромного количества каналов измерений была реализована возможность первичного контроля и ком-

плексной обработки получаемой информации практически в темпе эксперимента в распределенном многомашином комплексе, включавшем мини ЭВМ серии PDP-11/34 в АДТ-109 и ЕС ЭВМ ЦБ ЦВС-2.

Был создан банк экспериментальных данных по аэродинамическим характеристикам ракеты и орбитального самолета. Это позволило сократить сроки проведения экспериментов и обработки данных, а также значительно повысить качество выполнения работ и увеличить информативность весовых и дренажных испытаний в пять-шесть раз по сравнению со стандартными исследованиями в аэродинамических трубах

Впервые в отечественной промышленности был реализован безбумажный способ передачи информации на магнитных носителях. Результаты испытаний в унифицированном представлении оперативно передавались из ЦАГИ в ОКБ и на заводы-изготовители для непосредственного использования.

Результаты летных испытаний подтвердили правильность данных по аэродинамическим характеристикам ракеты и орбитального самолета. Выбранные внешние обводы блоков и рациональная компоновка позволили получить очень небольшое для такого класса изделий аэродинамическое сопротивление. Принятый вариант компоновки обеспечил наименьшие возмущающие аэродинамические моменты и малые изменения суммарных аэродинамических характеристик при существенных изменениях обводов полезного груза от цилиндрической формы до крылатой схемы.

Компьютерные технологии в процессе реализации проекта Буран получили очень динамичное развитие и обеспечили уровень соответствия задачам проекта в достижении его целей. Хотелось бы вспомнить сегодня соратников из разных организаций отрасли, внесших в те годы огромный вклад в их создание. Это, прежде всего начальник ВЦ ЦАГИ А.Д. Смирнов, сотрудники ЦАГИ (А. Кузнецов, В. Криворученко, А. Никитин, В. Змеев, А. Ваганов, В. Плешечник, В. Песецкий), НПО Молния (В. Терехин, В. Гуцин) и НПО Энергия (А. Дядькин, М. Казаков).

И в завершении следует отметить, что разработанные теоретические подходы, программные и организационные средства распределенной компьютерной инфраструктуры и на сегодняшний день во многом остаются актуальными [4,5] и развиваются на современной технической базе.

## Список литературы

1. А.Д. Смирнов, В.С. Криворученко, Г.Д. Бокарев, А.А. Кузнецов, З.Г. Садонина «Система коммутации вычислительных устройств, устройство коммутации связи и устройство сопряжения» а.с. №1180915 Москва 1985 г.
2. А.Д. Смирнов, В.С. Криворученко «Системный подход в рамках САПР к задаче автоматизации аэрофизического эксперимента в многомашинной АСНИ» в сборнике «Вопросы кибернетики. Автоматизированные системы научных исследований» Москва, ВИНТИ, 1986 г.
3. А.Д. Смирнов, В.С. Криворученко, К.А. Шарий. «Распределенные системы автоматизации аэродинамических исследований» Труды симпозиума «Компьютеры в Европе. Прошлое, настоящее и будущее». Украина. Киев. 1998 г.
4. В.С. Криворученко «Распределенные системы автоматизации аэродинамических исследований», международная конференция «Развитие вычислительной техники в России и странах бывшего СССР: история и перспективы» SORUCOM 2006 Петрозаводск ПГУ 2006.
5. В.С. Криворученко «Системный подход к автоматизации аэродинамических исследований» ТВФ №2 стр. 51-64 2011 г. Москва

# Устройства и системы внутренней памяти в разработках М.А. Карцева

Александр Александрович Крупский, Виталий Никитович Зенин

Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М.А. Карцева  
Москва, Россия  
hradiol@mail.ru

Рассмотрены устройства и системы внутренней памяти четырех поколений ЭВМ и вычислительных комплексов, разработанных М.А. Карцевым и под его руководством с начала 1950-х годов до 1983 года, – от ЭВМ М-2 до системы М-13. Отмечены особенности и положительные свойства разработок памяти, в значительной степени определившие высокие характеристики вычислительных средств в целом.

Михаил Александрович Карцев был одним из крупнейших ученых и инженеров в области информатики и вычислительной техники. Доктор технических наук, профессор, Лауреат Государственной премии СССР, он был конструктором мощных отечественных вычислительных комплексов, глубоко и профессионально владел практически всеми аспектами hardware и software цифровой вычислительной техники. В 1950–1960 годах он, в частности, был признанным специалистом в области арифметических устройств электронных вычислительных машин (ЭВМ). Ему принадлежит ряд монографий, посвященных арифметике ЭВМ. Другой «привязанностью» Михаила Александровича была память ЭВМ.

М.А. Карцев остро понимал, что производительность и функциональные возможности компьютеров и вычислительных комплексов на их основе во все времена зависели и зависят от параметров памяти. Компьютеры и комплексы, разработанные М.А. Карцевым, всегда были обеспечены широкой иерархией памяти, но настоящая работа посвящена особенностям именно внутренней памяти вычислительных средств. Разработки этих устройств, при руководящей роли Карцева, выполнялись большим рядом его ведущих сотрудников, имена которых в целях экономии места в докладе не упоминаются, но зато приведены в библиографическом списке к докладу.

Машина М-2 (1953) [1] в лаборатории электросистем Энергетического института АН СССР была первой ЭВМ, созданием которой руководил М.А. Карцев, и в начале ее функционирования его изрядно удручала «слабость» ее памяти. Запоминающих устройств (ЗУ) в машине М-2 до 1957 года было два: на магнитном барабане емкостью 512 чисел и электростатическое на электронно-лучевых трубках 13ЛЮ37 в той же емкости. В это время в вычислительной технике начиналась эра памяти на ферритовых сердечниках, продлившаяся около трех десятилетий. В составе Института электронных управляющих машин (ИНЭУМ АН СССР) под личным руководством М.А. Карцева были выполнены разработка, изготовление и наладка ферритового запоминающего устройства емкостью 4096 36-разрядных чисел [2], которое в 1957 году было включено в состав М-2, существенно повысив ее параметры. ЗУ на ферритовых сердечниках К-65 было сконструировано по классической схеме 3D, имело практически те же характеристики, что и аналогичное ЗУ машины БЭСМ, и вошло в строй приблизительно в то же время.

Учитывая довольно длительное время от поколения к поколению крупных ЭВМ в СССР, М.А. Карцев уже в этой разработке ввел традицию: в течение срока службы каждой очередной машины модернизировать ее память.

В следующих поколениях ЭВМ [1], главным конструктором которых был Михаил Александрович, архитектура внутренней памяти претерпевает изменения. В первую очередь, дополнительно к оперативным ЗУ (ОЗУ) (что подразумевалось в предыдущем тексте), на тот же уровень внутренней памяти Карцев вводит постоянные ЗУ (ПЗУ) [3], более простые и дешевые, а также обеспечивавшие более высокую готовность машины, что было важно для наших основных заказчиков – военных. Заказчики были разработчиками и пользователями наиболее ответственных радиоэлектронных систем СССР в первую очередь, – системы предупреждения о ракетном нападении (СПРН).

С 1963 года до середины 1970-х годов на объекты было поставлено более 50 машин М-4 (М4-2М и внешних вычислителей М4-3М). Все машины были оснащены ферритовыми ОЗУ по классической схеме 3D. Емкость этих ОЗУ «определяла» условный шифр машины: шифр 5Э71 соответствовал емкости 4096 слов, шифр 5Э72 – емкости 8192 слова, шифр 5Э73 – емкости 16384 слова. Машины М-4 имели также «прошивочные» ПЗУ той же емкости, что и ОЗУ (схемы прошивки от модели к модели варьировались), а с 1973 года при модернизации машины в ее состав взамен прошивочных ПЗУ была введена память на ферритовых кольцевых сердечниках КДО («циклоп»). Для записи информации в это ПЗУ использовался вначале загрузочный жгут, а позже было разработано специальное устройство записи информации УЗИ. Для записи информации блоки памяти отсоединялись от ПЗУ и подсоединялись к УЗИ. В качестве промежуточного носителя информации была применена бумажная перфолента. Заказчики признали машины М-4 лучшими отечественными вычислительными средствами второго поколения, М.А. Карцеву была присуждена Государственная премия СССР.

Разработки третьего поколения ЭВМ М.А. Карцев начал в конце 1960-х годов машиной М-10 (5Э66); фактически они начались с участия Карцева в проекте М-9, который «не пошел», но дал импульс всей разработке. В машине М-10 структура памяти получила дальнейшее развитие.

Внутренняя память М-10 [4] содержала два уровня (рис.1). На первом уровне (главная память) были расположены устройства оперативной памяти ОП и постоянной памяти ПП. На втором уровне (большая память) располагалось устройство большой памяти (БП). Всего в первой модификации М-10 внутренняя память занимала 20 стандартных шкафов (8-ОП, 8-ПП и 4-БП) из 31 шкафа и соответственно составляла большую часть потребляемой электроэнергии. В конце 1970-х годов были разработаны модификации перечисленных выше устройств, и в модифицированной машине М-10М (66И6) память составила всего 5 типовых шкафов (1-ОПМ, 2-ППМ и 2-БПМ).

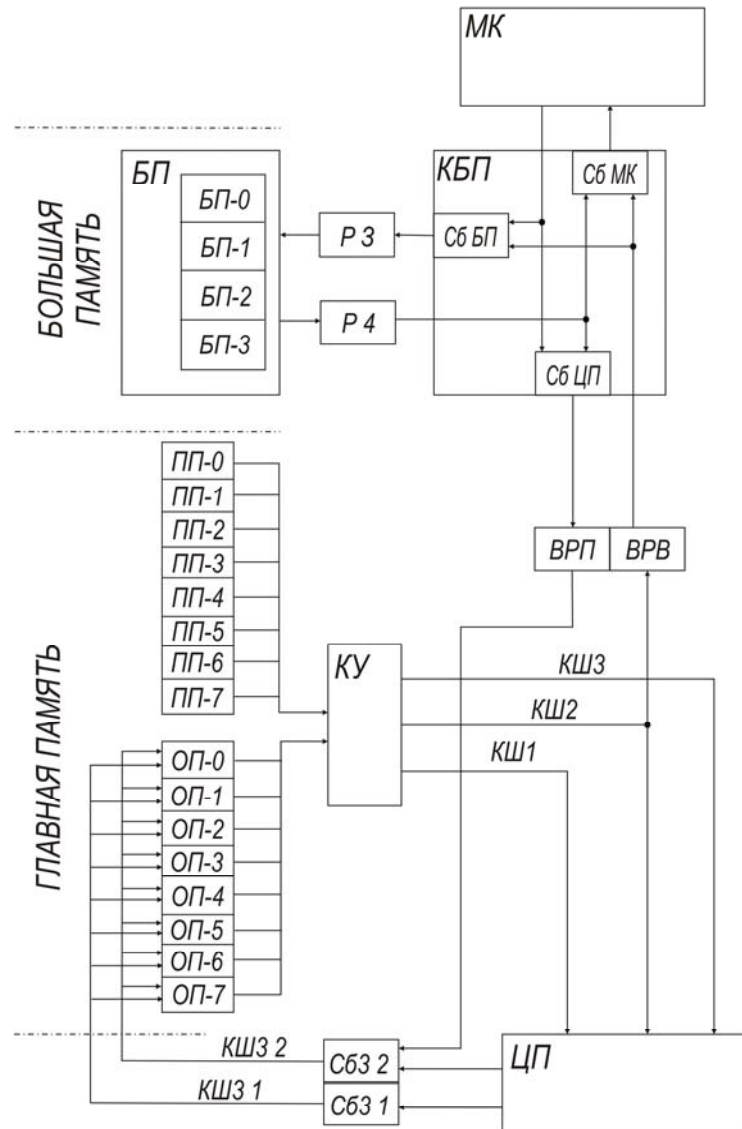


Рис. 1. Внутренняя память ЭВМ М-10

Устройство ОП [5] было ферритовым, использовались серийные сердечники М100П-2К1058, и для повышения быстродействия – система выборки 2D с разнополярным разрядным током. Конструктивно шкаф устройства состоял из 4 независимых блоков – модулей емкостью 1024 136-разрядных числа каждый, т.е. всего около 0,5 Мбайт. Независимость модулей позволяла обращаться к ним по разным адресам. Такие запись и чтение информации («змейка») позволяли более эффективно использовать емкость памяти. Быстродействие ОП (цикл 1,3 мкс и время выборки 0,8 мкс) с точки зрения необходимости в ЭВМ оказалось даже несколько превышенными, поскольку к концу разработки и настройки М-10 ее машинный такт стал равным 1,9 мкс. В модификации М-10М с начала 1980-х годов устройство ОПМ было выполнено на отечественных интегральных микросхемах памяти с использованием корректирующего кода Хэмминга. Его быстродействие было практически таким же.

Устройство ПП в первой модификации М-10 [6] было конденсаторного типа. Запись информации в ПП производилась путем пробивки отверстий в метакартах (метакарта – металлический экран из бериллиевой бронзы с отверстиями, расположенный между адресными и разрядными шинами). Для записи использовался специальный узел пробивки отверстий в метакартах – перфоратор. Метакарты собирались в кассеты по 64 карты в каждой, две кассеты составляли блок накопителя (модуль) емкостью 256 136-разрядных чисел. Блок памяти постоянного запоминающего устройства конденсаторного типа на металлических перфокартах был впоследствии признан памятником науки и техники I категории ЭВМ М-10 (сертификат № 604 07.12.2004 г.).

Замена метакарт в накопителе велась вручную. Компоновка накопителей в шкафу, включая возможность чтения «змейкой», были организованы так же, как в устройстве ОП.

Устройство ППМ было выполнено на тех же ферритовых сердечниках КДО, что и устройство ПЗУ в последних моделях М4-2М. Габариты и массу постоянной памяти удалось уменьшить в 4 раза, структура и организация (включая чтение «змейкой») сохранились. Параллельно было модернизировано устройство записи информации УЗИ – прообраз существующих ныне программаторов.

На втором уровне внутренней памяти М-10 (большая память) располагается устройство большой памяти (БП) емкостью 4 Мбайт (65536 544-разрядных чисел) на термостабильных ферритовых микросердечниках М100П 2К105В (2,4ВТ-1) размерами 1,0х0,7х0,3 мм по системе 3D/4W (четыре обмотки).

Устройство БП является памятью с произвольной выборкой, но с быстродействием меньшим, чем в ОП (цикл обращения 6 мкс, с импульсом разрушения после записи 9 мкс). При непрерывном обращении возможен интерливинг (наложение циклов 4:1), причем эффективный цикл сокращается в 4 раза. Номинальная амплитуда токов выборки 320 мА, стабильность  $\pm 5\%$ . Для уменьшения помех от полувыбранных сердечников применены прямоугольные (64х256 сердечников) матрицы накопителя, а также временной сдвиг передних фронтов полутоков X и Y при существенно различной крутизне этих фронтов.

Накопитель Большой памяти на ферритовых микросердечниках ЭВМ М-10 был впоследствии признан памятником науки и техники I категории (сертификат № 874 12.11.2006 г.).

Устройство БП [7] было единственным в мире серийным устройством памяти такой емкости на ферритовых сердечниках (во второй половине 1970-х годов началась эра полупроводниковой памяти). Также единственным в мире было удачное построение двухуровневой внутренней памяти суперкомпьютера М-10, которое позволило обеспечить ее емкость, в несколько раз превышавшую емкость одноуровневых внутренних ЗУ наиболее мощных суперЭВМ тех лет при практическом сохранении быстродействия этих ЗУ и их функциональных возможностей в обеспечении информацией центральной процессорной части и обмене информацией с внешними устройствами. Основным техническим решением при этом явилось введение в систему памяти специального узла обмена, фактически являющегося контроллером большой памяти и позволяющего производить обмен между главной и большой памятью одновременно с вычислениями в центральном процессоре (ЦП)[8].

Децентрализованная организация обмена во внутренней памяти освободила ЦП от необходимости формирования большого количества промежуточных команд и облегчила загрузку процессоров. Возможен как односторонний обмен, так и двусторонний – свопинг. При свопинге на место информации, считываемой из ОП, в том же такте (цикле обращения) записывается информация, считанная из БП.

Обмен с мультиплексным каналом (МК) осуществляется одиночными словами, причем предусмотрен обмен как с главной памятью, так и с большой. Обмен МК непосредственно с большой памятью служит, как правило, для накопления массивов информации во внутренней памяти М-10 и выгодно отличает описываемую организацию от многоуровневой памяти таких систем, как «Атлас», «Стретч» и им подобных, где обмен с МК сильно загружает главную память. Возможность прямого обращения МК к большой памяти обеспечивается тем, что устройство БП является памятью с произвольным доступом и обладает достаточно высоким быстродействием.

В 1978-79 гг. было разработано модифицированное устройство БП-М для модификации машины М-10М (изделие 66И6). Новое устройство БП-М было также сделано на термостабильных ферритовых микросердечниках М104П-2К1658 (2,4ВТ-4) несколько меньшего размера 0,7х0,4х0,2 мм. Матрицы БП-М были большего формата, чем в БП, отличались конструктивно и были собраны по двухпроводной системе 2,5D/2W. В электронике обрамления накопителя использовались гибридные микросхемы адресных и адресно-разрядных формирователей, а также усилителей воспроизведения.

Перечисленные усовершенствования позволили значительно сократить размеры большой памяти (2 типовых шкафа БП-М в машине М-10М вместо 4 типовых шкафов БП в машине М-10). Одновременно удалось повысить быстродействие устройства (цикл обращения 2,5 мкс вместо 6–9 мкс), однако в М-10М это преимущество использовано не было.

После замены устройств памяти структура внутренней памяти М-10М (66И6) не претерпела изменений. Изделия 5Э66 и 66И6 эксплуатировались на объектах Минобороны СССР и РФ до конца 1990-х годов.

Опыт проектирования и эксплуатации описанных выше устройств и систем показал, что структура новой машины должна быть более гибкой как в организации входящих в нее систем, так и в части производительности и в части сопряжения с источниками обрабатываемой информации. Проект ЭВМ М-13 (13М6), разработка которой была начата М.А. Карцевым в конце 1970-х годов, предусматривал три базовые модели: М13/10 (малая модель), М13/20 (средняя модель), М13/30 (большая модель), а также ряд их модификаций, различающихся комплектностью устройств памяти, дополнительных внешних устройств и др.



Внутренняя память ЭВМ М-13 [9] (рис. 2) представляет собой сложную разветвленную структуру, включающую устройства и узлы локальной памяти (нулевой уровень внутренней памяти), относящиеся к процессорам и устройствам машины, а также двухуровневое центральное ядро внутренней памяти (уровень главной памяти и уровень большой памяти).

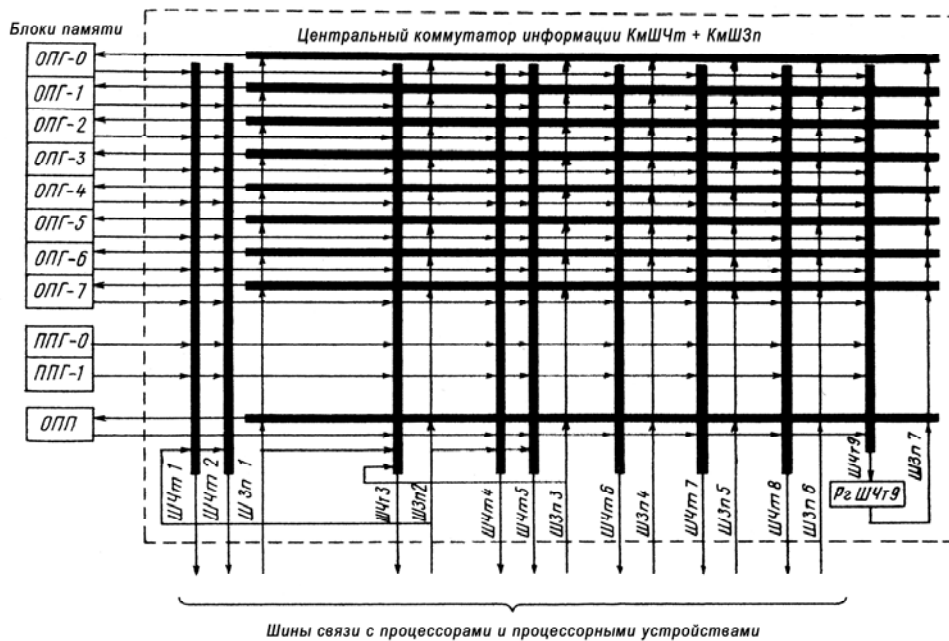


Рис. 2. Система внутренней памяти ЭВМ М-13 (центральное ядро)

Уровень главной памяти включает восемь функционально независимых блоков оперативной памяти (ОПГ) и два функционально независимых блока постоянной памяти (ППГ). Уровень большой памяти содержит устройство оперативной памяти полупроводниковой (ОПП), функционально представляющее собой один блок.

Система центрального ядра внутренней памяти ЭВМ М-13, представленная на рисунке, базируется на матричном центральном коммутаторе информации (ЦКИ), обеспечивающем информационные связи типа «каждый с каждым» между блоками памяти и процессорами (процессорными устройствами) машины.

Связь процессоров и процессорных устройств с блоками памяти осуществляется по восьми шинам чтения  $ШЧт$  и шести шинам записи  $ШЗп$ . С помощью дополнительной девятой шины чтения  $ШЧт9$  и седьмой шины записи  $ШЗп7$  может быть осуществлен информационный обмен между уровнями и, в принципе, – даже между отдельными блоками памяти. Кроме доступа к запоминающим устройствам, ЦКИ обеспечивает также информационный обмен между процессорными устройствами.

Центральный коммутатор информации включает в себя два функционально самостоятельных узла – коммутатор шин чтения  $КмШЧт$  и коммутатор шин записи  $КмШЗп$ . Для компактности рисунка изображения обоих коммутаторов на нем наложены друг на друга.

Все блоки памяти функционально независимы, и допускается одновременное обращение к различным блокам в одном машинном такте без каких-либо ограничений. В результате обеспечиваются максимально возможная нагрузка и параллельность работы всех устройств и процессоров М-13 – как устройств памяти, так и процессоров и процессорных устройств. Поскольку суммарная пропускная способность всех интерфейсов процессоров и процессорных устройств несколько выше, чем суммарная пропускная способность всех интерфейсов памяти, в режиме пиковой производительности системы оказываются загруженными и работают без простоя все запоминающие устройства центрального ядра внутренней памяти.

Работу центрального ядра памяти определяет устройство управления кодовыми шинами (на рисунке оно не показано). Устройство формирует для каждого блока памяти команду обращения, а для ЦКИ – команду коммутации, в которой каждой шине чтения указан источник информации (один из блоков памяти), а каждой шине записи – потребитель.

Емкость памяти и разрядность шин определяются комплектацией ЭВМ М-13. Нарращивание общей емкости памяти осуществляется «слайсами» за счет увеличения емкости и формата блоков памяти и соответственного увеличения разрядности информационных шин.

В максимальной комплектации емкость каждого блока ОПГ составляет 128 Кбайт ( $2К \times 64$  байта), емкость блока ППГ 256 Кбайт ( $4К \times 64$  байта) и емкость ОПП 32 Мбайт ( $512К \times 64$  байта). Общая емкость центрального ядра внутренней памяти при этом равна 34 Мбайт. Цикл обращения к устройствам ОПГ и ППГ составляет три машинных такта, но за счет конвейерной организации этих устройств (интерливинга 3:1) в режиме непрерывного обращения эффективный цикл равен одному машинному такту (300 нс). Цикл обращения к устройству ОПП равен шести машинным тактам (1,8 мкс).

Запоминающие устройства главной памяти обеспечивают обращение с точностью до 1 байта (устройство ОПГ – запись и чтение, устройство ППГ – чтение). Устройство большой памяти ОПП обеспечивает запись с точностью до 1 байта, чтение в ОПП осуществляется полной строкой. Длина строки зависит от комплектации М-13. В малой комплектации она составляет 16 байт, в средней – 32 байта, в максимальной комплектации М-13 длина строки составляет 16 байт.

При чтении в команде обращения к устройствам ОПГ и ППГ указываются два адреса строки – основной и дополнительной, а также номер первого байта, считываемого по основному адресу. Результатом исполнения такой команды является выдача информации, прочитанной по основному адресу от начального до последнего байта в строке и по дополнительному адресу, начиная с нулевого байта до байта, предшествующего заданному в команде. При записи в ОПГ или ОПП команда обращения содержит основной и дополнительный адреса и номера двух байтов – начального и конечного, подлежащих записи. В результате исполнения команды производится запись информации по основному адресу от начального до конечного байта включительно. При наличии так называемого «перегиба», т.е. когда номер конечного байта меньше начального, по основному адресу производится запись до последнего байта в строке, а по дополнительному – записываются байты, начиная с нулевого до конечного, указанного в команде. Другими словами, реализуется та же «змейка», которая описана выше.

Узлы управления блоков памяти обеспечивают реализацию описанных функций.

Устройство ОПГ построено на микросхемах статического nМОП типа 132РУ4А с организацией 1К×1. Устройство ППГ реализовано на магнитных запоминающих элементах «микробиакс». Наконец, в устройстве ОПП применены микросхемы динамического типа nМОП 565РУ3 с организацией 16К×1.

Традиционно еще до окончания Государственных испытаний М-13 в НИИВК были разработаны и переданы в производство модернизированные устройства оперативной памяти ОПГ на микросхемах ЗУПВ nМОП 132РУ6А с организацией 16К×1 и постоянной памяти ППГ на микросхемах ЗУПВ КМОП 537РУ14А с аварийным электропитанием от гальванических элементов, полностью взаимозаменяемое с устройством ППГ на микробиаксах.

Из устройств и узлов локальной памяти М-13 здесь рассмотрено только устройство памяти гипотез УПГ [10], входящее в процессор обработки функций (ПОФ). В начале 1980-х годов ПОФ был на передовом уровне развития принципиально нового направления вычислительной техники – цифровой обработки сигналов (ЦОС). Важнейшим узлом УПГ явился автомат формирования адресов памяти – адресный автомат. Благодаря этому узлу УПГ учитывает особенности выполняемых процедур и структуру обрабатываемой информации при ЦОС. Из состава локальной памяти М-13 устройство УПГ имеет самую большую емкость (4 Мбайт) и, за счет своей многопортовости, выполняет ряд функций, не свойственных собственно устройствам памяти.

Устройство УПГ реализовано на тех же динамических БИС памяти nМОП 565РУ3 16К×1, что и ОПП. Всего в системе ПОФ предусмотрено подключение до 10 устройств УПГ с общей емкостью до 40 Мбайт. За счет интерливинга 4:1 эффективный такт обращения к устройству УПГ составляет 300 нс.

Устройство УПГ оснащено пятью портами, один из которых – универсальный на запись/чтение и служит для загрузки информации в УПГ из главной памяти, либо из процессорных устройств ПОФ, а также выгрузки информации из УПГ в обратном направлении. Остальные четыре порта – порты чтения, которые служат для выборки из устройства УПГ различных составляющих информации и передачи этих составляющих в процессорные устройства ПОФ в качестве управляющей информации.

В устройстве УПГ предусмотрены две модификации режима чтения. В обычном режиме каждая прочитанная строка фиксируется на выходных шинах в течение одного такта, в модифицированных режимах – в течение двух или четырех тактов. Это техническое решение позволило существенно сэкономить общий объем аппаратуры ПОФ, поскольку в УПГ оно обходится практически без дополнительного оборудования, а перенесение функции задержки в процессорные устройства ПОФ потребовало бы большого числа громоздких регистров.

Таким образом, устройство УПГ обеспечивает необходимую аппаратную поддержку высокой (порядка нескольких миллиардов операций в секунду) производительности процессора обработки функций М-13 благодаря максимальному учету в структуре памяти особенностей выполнения всех алгоритмов ПОФ. При этом на устройство возложено выполнение вспомогательных функций ПОФ – промежуточное хранение информации, ее сдвиг, «упаковка» в разрядной сетке и др., что позволяет освободить от этих функций основное процессорное оборудование ПОФ.

Принятые при разработке УПГ технические решения позволили ограничиться в системе ПОФ универсальным устройством памяти одного типа и тем самым сократить номенклатуру устройств ПОФ.

Внешняя память в разработках М.А. Карцева не является предметом настоящего доклада. Необходимо только отметить, что в разработках Карцева иерархическая многоуровневая организация доступа к внешней памяти обеспечивала режим реального времени для привилегированной задачи и режим разделения времени для остальных задач.

Коллектив М.А. Карцева собственно устройств внешней памяти не разрабатывал (если не считать разработки начала 1950-х годов), и лишь в отдельных случаях они подвергались доработке и адаптации.

## Список литературы

1. Рогачев Ю.В. Вычислительная техника от М-1 до М-13 (1950-1990). – НИИВК, М., 1998, 102с.
2. Глухов Ю.И., Золотаревский В.И., Карцев М.А., Константинов В.П., Шидловский Р.П. Ферритовое запоминающее устройство на 4096 чисел.- Выпуск «Михаил Александрович Карцев», – ГК Синерджента Техносфера, М., 2013, с.81-92.
3. Вахновецкий И.И., Зенин В.Н., Коренев Н.И. Постоянные запоминающие устройства в ЭВМ серии М. – «Всего лишь 40» – Юбилейный выпуск, НИИВК, М., 2007, с.90-93.
4. Крупский А.А. Внутренняя память ЭВМ М-10. – «Вопросы радиоэлектроники», сер. ЭВТ, 1980, вып. 9, с. 26-28.
5. Емелин В.М., Иванов Л.В., Лазарев В.А., Макарова Р.П. Устройство оперативной памяти ЭВМ М-10. – «Вопросы радиоэлектроники», сер. ЭВТ, 1980, вып. 9, с.29-31.
6. Шидловский Р.П., Слипченко Б.И. Устройство постоянной памяти ЭВМ М-10. – «Вопросы радиоэлектроники», сер. ЭВТ, 1980, вып. 9, с.32-36.
7. Крупский А.А. Большая память в суперЭВМ М-10 и М-10М. – «Всего лишь 40». – Юбилейный выпуск, изд. НИИВК, М., 2007, с.100-104.
8. Крупский А.А., Левин Ю.Б. Организация двухуровневой внутренней памяти в суперкомпьютере конца XX века. – «Вопросы радиоэлектроники», сер. ЭВТ, 2014, вып. 4, с.38-43.
9. Георгиев Н.В., Емелин В.М., Крупский А.А., Левин Ю.Б., Миллер Л.Я. Внутренняя память ЭВМ М-13. – «Вопросы радиоэлектроники», сер. ЭВТ, 1990, вып. 10, с.3-6.
10. Георгиев Н.В., Крупский А.А., Левин Ю.Б. Устройство памяти гипотез ЭВМ М-13. – «Вопросы радиоэлектроники», сер. ЭВТ, 1990, вып. 10, с.6-8.

# Автоматизация программирования в Институте прикладной математики (ИПМ) им. М.В. Келдыша РАН

Виктор Алексеевич Крюков

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

Москва, Россия

krukov@keldysh.ru

В статье кратко описывается зарождение в нашей стране нового научного направления – «автоматизация программирования», перечисляются наиболее заметные работы по созданию языков программирования, компиляторов и операционных систем.

Особое внимание уделено работам по автоматизации создания бортового ПО орбитального корабля БУРАН и ПО для испытаний и предстартовой подготовки многоразовой космической системы ЭНЕРГИЯ-БУРАН.

Статья завершается анализом современных тенденций в архитектуре ЭВМ и проблем автоматизации параллельного программирования.

## Зарождение нового научного направления – «автоматизация программирования»

Работы по автоматизации программирования в нашем Институте всегда велись в тесном сотрудничестве с прикладными специалистами и с разработчиками ЭВМ. С момента организации Института в 1953 г. перед ним стояли задачи, связанные с проведением численных расчетов на грани возможностей имевшейся вычислительной техники и требовавшие огромных усилий по созданию соответствующих программ. М.В. Келдыш уделял самое серьезное внимание вопросам вычислительной техники и программирования. В 1953 г. он организовал в ИПМ первый в СССР отдел программирования, который сначала возглавлял Алексей Андреевич Ляпунов, а с 1954 г. по 2007 г. – Михаил Романович Шура-Бура.

В 1952–1953 учебном году А.А. Ляпунов прочитал в МГУ первый в стране спецкурс по программированию, в котором он изложил предложенный им операторный метод программирования. В основе этого метода лежала идея "крупноблочного" описания алгоритма.

Идея создания программной системы, производящей полную реализацию всех операторов, была высказана С.С. Камыниным и Э.З. Любимским летом 1954 года. А осенью был готов первый вариант такой «программирующей программы». О ней было сообщено на научном семинаре под руководством М.В. Келдыша, который сразу оценил идею как открытие самостоятельного научного направления.

К весне 1955 года был создан второй, более полный вариант «программирующей программы», который использовался для решения многих производственных задач и послужил прототипом при создании аналогичных программ для разных отечественных ЭВМ. С тех пор исследования и разработки по автоматизации программирования стали постоянной и традиционной темой в ИПМ, а создание в 1963 г. в Институте одного из первых в мире трансляторов с полной версии Алгола-60 следует рассматривать как одно из крупнейших достижений автоматизации программирования, завершившее период его становления.

## Языки и компиляторы

Вслед за созданием транслятора с языка Алгола-60 последовала разработка компиляторов с разных языков на разные машины, что привело к идее создания алгоритмического машинно-ориентированного языка – АЛМО (С.С. Камынин, Э.З. Любимский), одновременно используемого и в качестве промежуточного языка компиляции, и как язык реализации самих компиляторов. Если есть  $N$  языков и  $M$  машин, то вместо создания  $N \cdot M$  компиляторов достаточно создать их  $N+M$ . Наиболее распространенная в настоящее время компиляторная система GCC построена по такому принципу и поддерживает 7 языков программирования и свыше 30 типов машин.

Очень успешной оказалась разработка в конце 60-х годов Валентином Федоровичем Турчиным функционального языка обработки символьной информации РЕФАЛ. На многих ЭВМ была выполнена его эффективная реализация и в течение десятилетий он используется при создании компиляторов.

Работы по компьютерной графике привели к созданию в начале 70-х годов библиотеки ГРАФОР, широко использовавшейся во многих организациях. В настоящее время активно развивается новое направление компьютерной графики, связанное с моделированием распространения, отражения и поглощения света в различных средах.

Автокод БЕМШ и язык системного программирования АСТРА (В.М. Михелев, В.С. Штаркман) также очень широко использовались на БЭСМ-6.

Выполненные в Институте работы по созданию пакетов прикладных программ позволили решить ряд крупных практических задач математической физики. Первым из таких пакетов стал пакет Сафра (Д.А. Корягин).

Система управляемой виртуальной памяти (Э.З. Любимский, Н.А. Коновалов) обеспечила использование в Фортран-программах на ЭВМ БЭСМ-6 не 32 тысячи слов прямо адресуемой ОП, а 100 тысяч слов, что позволило решать гораздо более сложные задачи. Предложенная тогда идея расширения стандартных языков программирования оптимизирующими указаниями, не видимыми для обычных компиляторов, была спустя 20 лет применена при создании DVM-системы параллельного программирования.

## Операционные Системы

В 1965 году под руководством В.С.Штаркмана была разработана первая в нашей стране операционная система – ОС для ЭВМ «Весна».

Операционная система ОС ИПМ для БЭСМ-6 (Э.З. Любимский, И.Б. Задыхайло, С.С. Камынин) была одной из наиболее развитых операционных систем своего времени и содержала многие элементы будущих операционных систем.

Большой комплекс работ по системному программному обеспечению БЭСМ-6 связан с созданием и развитием ОС ДИСПАК и систем, работающих под ее управлением. В частности были разработаны файловая система УПД-6 и многотерминальная диалоговая система ДИМОН. Эти системы были широко востребованы и установлены на сотнях машин БЭСМ-6.

Создание системы СУПРОЗ – отражение огромного внимания М.В. Келдыша к вопросам организации использования ЭВМ. В конце мая 1978 г. в кабинете М.В. Келдыша обсуждался этот вопрос, а осенью перед нами была поставлена задача автоматизации прохождения задач на ЭВМ. Созданная в начале 80-х годов система СУПРОЗ позволяла распределять машинное время и специальное время приоритетного обслуживания между группами пользователей и конкретными пользователями, что обеспечивало гибкое управление предоставлением машинных ресурсов. Система использовалась в ИПМ и на факультете ВМК МГУ. Сейчас остро ощущается отсутствие подобных возможностей на современных ЭВМ коллективного пользования.

Работы по сетям ЭВМ (А.Н. Мямлин, В.И. Сулханов, В.С. Штаркман) выполнялись, прежде всего, для поддержки баллистико-навигационного обеспечения космических полетов. Хочется отметить, что Удаленный Вызов Процедур, положенный в основу сетей СЕКОП и РУСЛАН – был предложен на несколько лет раньше, чем за рубежом появилась первая публикация о подобном подходе.

Работы по метакомпьютерингу и ГРИДУ были развернуты в Институте по инициативе Д.А. Корягина, в настоящее время Институт участвует в крупнейшем проекте по созданию общеевропейской сетевой инфраструктуры ГРИД.

В 1983–1984 гг. была разработана бортовая ОС многоцветного корабля БУРАН, которая обеспечивала выполнение в режиме реального времени алгоритмов управления бортовыми системами и взаимодействие вычислительного комплекса с ЦУПом.

ОС для ЭВМ, состоящей из многих сотен транспьютероподобных отечественных процессоров, которая разрабатывалась в начале 90-х годов (В.Н. Ильяков), была первой для нас ОС для ЭВМ с массовым параллелизмом.

Совместное с НИЦЭВТом создание суперЭВМ ЕС-1191 очень тесно объединяло работы по архитектуре многопроцессорной ЭВМ, языкам параллельного программирования и операционной системе (И.Б. Задыхайло, Н.А. Коновалов, В.Д. Емельянов).

Созданная в 2000 г. для многопроцессорной ЭВМ с распределенной памятью МВС-1000 система управления прохождением задач СУППЗ постоянно развивается и используется в настоящее время на различных параллельных ЭВМ в ряде организаций (ИПМ РАН, МСЦ РАН и др.).

## Создание систем автоматизации разработки ПО «Бурана»

Ярким подтверждением высочайшей квалификации системных программистов ИПМ стало создание в 1983–1987 годах специализированных языков ПРОЛ2 (Н.А. Коновалов, В.М. Михелев) и ДИПОЛЬ (М.Р. Шура-Бура), позволившее своевременно разработать ПО бортового вычислительного комплекса многоцветного корабля БУРАН и ПО наземного комплекса для проверки и предстартовой подготовки космической системы ЭНЕРГИЯ-БУРАН. Наверное, трудно назвать другой такой случай, когда роль автоматизации программирования была продемонстрирована столь убедительно.

В начале 1983 года возникла критическая ситуация с созданием программного обеспечения Бурана. Технология разработки алгоритмов управления и проверки бортовых систем (БС) была такова – разработчики БС из нескольких организаций записывали алгоритмы в виде блок-схем, а программисты из НПО АП переводили их на ассемблер бортового и наземного вычислительных комплексов, а затем отлаживали их на стендах. Опыт го-

ризонтально-летных испытаний корабля Буран показал, что для создания ПО требуется привлечь дополнительно свыше 1000 программистов.

Разработчики Бурана обратились за помощью к Президенту АН А.П. Александрову, он привлек директора ИПМ А.Н. Тихонова, и в марте 1983 года мы оказались в НПО АП на обсуждении сложившейся ситуации. В тот же день стало ясно, что правильное решение – это создание специализированных языков и трансляторов с них. Привлечение 1000 программистов было бы неверным решением – обучить их и организовать их работу в короткие сроки было нереально, к тому же не хватало стендов, на которых можно было отлаживать программы. В мае такой язык для бортового вычислительного комплекса был нами разработан, и уже в июне вышло решение правительства о перераспределении работ, по которому программирование на новом языке поручалось организациям – разработчикам БС. В конце 1983 года первая версия системы автоматизации программирования и отладки была передана в организации НПО Энергия, НПО Молния и НПО АП. Язык позволял программировать не только управляющие алгоритмы, но и создавать программные модели БС. Система обеспечила проведение предварительной отработки и отладки на универсальных ЭВМ.

Позже были реализованы и средства автоматизации разработки ПО наземного комплекса для проверки и предстартовой подготовки космической системы.

## **Параллельные ЭВМ и автоматизация параллельного программирования**

В начале 80-х годов в институте начались работы по созданию проекта СуперЭВМ для решения сложных вычислительных задач (К.И. Бабенко, А.В. Забродин, И.Б. Задыхайло, А.Н. Мямлин), состоящей из большого числа процессоров с распределенной памятью.

Однако приступить к реальному воплощению проекта удалось только в начале 90-х годов. Совместно с НИИ КВАНТ в 90-е годы были созданы параллельные ЭВМ МВС-100 и МВС-1000 (А.В. Забродин)

В 1985 г. был разработан декларативный язык НОРМА (И.Б. Задыхайло), а позже – система НОРМА, которая является уникальной системой параллельного программирования, основанной на декларативном языке и доведенной до практического применения.

Тогда же – в середине 90-х годов – были разработаны языки параллельного программирования Фортран-GNS, Си-GNS, Фортран-DVM, Си-DVM (Л.А. Поздняков, Н.А. Коновалов). Все эти 4 языка представляют собой расширения стандартных языков Фортрана и Си, первые два – конструкциями передачи сообщений, а DVM-языки – оформленными в виде спецкомментариев спецификациями параллельного выполнения.

## **Современные ЭВМ и проблемы параллельного программирования**

В 2003–2004 гг. стало ясно, что повышение быстродействия процессоров за счет увеличения тактовой частоты уже практически невозможно – энергопотребление при этом возрастает непропорционально сильно. Многоядерность стала магистральным направлением, что означало повсеместный переход на параллельное программирование, и необходимость в уже существующих параллельных программах находить резервы углубления параллелизма. При этом при увеличении числа ядер до нескольких десятков неизбежно приходится мириться с отсутствием у них доступа к быстрой общей памяти, что означает невозможность использования привычной модели программирования, когда параллельные процессы взаимодействуют через общие переменные. Кроме того, оперативная память стала представлять собой сложную иерархическую память, организация эффективного использования которой возлагается на программиста. Поскольку возможности размещения на кристалле большого числа логических схем неуклонно возрастают, а ограничения по энергопотреблению уже не позволяют всем им работать одновременно и на максимальной частоте, то выходом является неоднородность – наличие процессоров-ускорителей или ядер разной архитектуры, приспособленных для эффективного выполнения разных классов программ. Учитывая также, что современные ЭВМ являются объединением большого количества узлов, связанных коммуникационной сетью, то в результате программисту приходится использовать разные модели параллельного программирования и разные инструменты. Причем эти модели программирования являются низкоуровневыми моделями, требующими от программиста детальных знаний архитектуры ЭВМ и кропотливой внимательной работы.

Закончилась почти 20-летняя эра господства и достаточности одной модели программирования – модели передачи сообщений. Если не обеспечить прорыва в автоматизации программирования для современных ЭВМ, то их широкое и эффективное использование будет просто невозможно.

Мы считаем наиболее перспективными три направления автоматизации.

Во-первых, гибридные языки высокого уровня, позволяющие обеспечить достаточно полный контроль программиста над отображением его программы на ЭВМ, но не требующие от него знания многих технических деталей.

Во-вторых, использование языков с неявным параллелизмом – языков, при использовании которых программа не содержит никаких конструкций, отражающих архитектуру параллельной ЭВМ. Таким языком, например, является язык НОРМА. Мы предлагаем использовать и привычные последовательные языки Фортран и Си. Программист должен выбрать подходящий вычислительный метод и записать алгоритм, руководствуясь

некоторыми правилами – например, не усложнять программу ради экономии памяти. И тогда такую программу можно автоматически отображать на ЭВМ разной архитектуры.

И третье направление – помочь программисту распараллелить его последовательную программу или дополнительно распараллелить его параллельную программу, например, некоторые фрагменты MPI-программы отобразить на графические ускорители.

Есть уверенность, что по всем трем направлениям будут достигнуты серьезные научные продвижения и будут созданы экспериментальные инструментальные средства, апробированные на реальных программах.

Но вот вопрос – удастся ли организовать широкое использование созданных инструментов? В чем же тут основные проблемы? Назовем две – организацию разработки прикладных параллельных программ и недооценку важности специальных организационных мер для создания и продвижения средств автоматизации программирования.

Разработчики параллельных программ у нас в стране практически не используют инструментальные средства отладки и анализа эффективности, не овладевают новыми языками программирования – ведь все это требует значительных усилий. В национальных лабораториях США специалисты по параллельному программированию одновременно участвуют в нескольких проектах, быстрее накапливают опыт и мотивированы осваивать новые методы программирования и новые инструменты.

Большую роль в освоении параллельных ЭВМ у нас в стране сыграли воля и настойчивость таких людей, как Алексей Валерьевич Забродин и Анатолий Федорович Сидоров.

Наверное, сегодня надо сочетать волевые решения и материальное стимулирование использования новых методов и инструментов.

## **Заключение**

Работы по автоматизации программирования в Институте привели к формированию школы системного программирования, широко известной и признаваемой за пределами ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. В этом большая заслуга сотрудников Института, многих из которых уже нет вместе с нами, но чей вклад в упомянутые выше достижения достоин уважения и памяти.

# Академик Г.И. Марчук: документальные страницы биографии

Наталья Александровна Куперштох

Институт истории СО РАН  
Новосибирск, Россия  
nataly.kuper@gmail.com

В докладе представлены результаты поиска, изучения и формирования массива архивных документов как основы для подготовки биографии академика Гурия Ивановича Марчука (1925–2013) – выдающегося российского ученого и организатора науки.

**Ключевые слова:** академик Г.И. Марчук, Научный архив Сибирского отделения РАН, биография, документы

Академик Гурий Иванович Марчук (1925–2013) – выдающийся ученый-математик и организатор науки. Его жизни и деятельности посвящено немало работ, назовем лишь некоторые из них: публикации к юбилейным датам [1–3]; информация в справочных изданиях и словарях [4–5]; статьи о научных достижениях Г.И. Марчука [6]; об организации вычислительных центров Сибири [7]; и др. После ухода из жизни этого талантливого ученого и яркого человека опубликованы различные по жанру материалы, среди которых документальной точностью выделяется статья сотрудника Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН В.П. Ильина «Гурий Иванович Марчук – ученый и гражданин» [8].

В своей статье В.П. Ильин справедливо отмечает: «Уход Гурия Ивановича Марчука – это окончание целой эпохи, оставившей нам бесценное интеллектуальное наследство. Пусть пройденный им путь будет примером для новых поколений, выбравших науку целью своей жизни». Биография Г.И. Марчука вместила много событий, являющихся частью не только сибирской, российской, но и мировой науки. Это означает, что перед историками науки и специалистами в области вычислительной математики и математического моделирования стоит актуальная задача подготовки фундаментального издания о жизни Гурия Ивановича Марчука и его научном наследии. Такая задача может быть выполнена только совместными усилиями ученых из разных городов, прежде всего Москвы и Новосибирска. И первым шагом в этом направлении может стать выявление и изучение документальных источников о жизни и научной деятельности Г.И. Марчука.

Документы об ученом сосредоточены как в центральных государственных и ведомственных архивах, так и в региональных архивах. Почти два десятилетия своей жизни Г.И. Марчук посвятил Сибири. В Новосибирске он был председателем Сибирского отделения АН СССР, директором Вычислительного центра, профессором Новосибирского государственного университета, осуществлял многоплановую научную, научно-организационную, педагогическую и международную деятельность. Основные виды этой деятельности зафиксированы в значительном объеме документов, которые находятся в Научном архиве Сибирского отделения РАН (НАСО).

В настоящее время удалось выявить свыше 40 архивных дел НАСО, в которых содержатся документы, отражающие научный и профессиональный рост Г.И. Марчука, раскрывающие его научно-организационную и общественно-политическую деятельность в Сибири. В архиве содержатся черновики статей и докладов, рукописные документы, подготовленные к совещаниям, конференциям, Общим собраниям СО АН СССР, оригиналы фотоснимков, и т.п. Выявленные документы можно сформировать в отдельные тематические блоки по разным основаниям. Документы представляют коллекцию, которую можно использовать при подготовке музейных экспозиций по истории науки в Сибири, разместить в Электронном архиве, а также использовать при подготовке научных, документальных и научно-популярных изданий, в лекционных и специализированных курсах для учащихся вузов и колледжей.

В данном докладе представлен краткий обзор документов, позволяющих проследить основные вехи становления Г.И. Марчука как ученого и организатора науки. Комплекс выявленных документов отличается высокой репрезентативностью. Это машинописные и рукописные оригиналы некоторых документов, а также заверенные копии дипломов, постановлений, распоряжений, справок, характеристик, отзывов, в которых, как правило, четко указаны дата, регистрационный номер, авторы документов.

В автобиографической справке Г.И. Марчука, датированной 20 декабря 1975 г., содержатся факты о том, что учебу в университете, в котором Гурий Марчук обучался с 1942 г. (математико-механический факультет ЛГУ находился в это время в г. Саратове), прервала служба в Красной Армии – сначала в окружной школе артиллерийской разведки, затем в 9-м учебном разведывательном артиллерийском полку [9, л. 10]. С октября 1945 г. Гурий Марчук смог продолжить учебу в университете. В 1949 г. он завершил обучение в ЛГУ по специальности «Механика» и получил соответствующую квалификацию [9, л. 13].



Сразу после окончания вуза Гурий Марчук поступил в аспирантуру математико-механического факультета ЛГУ [9, л. 10]. Из списка научных трудов следует, что первой печатной работой Г.И. Марчука (соавторы – Г.И. Петрашень и К.И. Огурцов) стала публикация 1950 г. «О задаче Лэмба в случае полупространства» в «Ученых записках ЛГУ» [9, л. 21]. Однако вскоре по приказу Министра высшего образования Г.И. Марчук был переведен в аспирантуру Геофизического института АН СССР [9, л. 10], переехал в Москву и в 1952 г. защитил кандидатскую диссертацию «Динамика крупномасштабных полей метеорологических элементов в бароклинной атмосфере» [9, л. 51]. Подготовка диссертации сопровождалась публикацией нескольких статей на эту тему [9, л. 21].

После окончания аспирантуры и защиты диссертации молодому ученому предложили работать в Геофизическом институте в должности младшего научного сотрудника. Как следует из автобиографической справки, в июле 1953 г. правительственным постановлением Г.И. Марчук был переведен на работу в Физико-энергетический институт Госкомитета Совета министров СССР по использованию атомной энергии в г. Обнинск Калужской области [9, л. 22]. Именно там началось создание первой советской атомной электростанции, активно проводились оборонные исследования по атомной тематике.

В списке трудов новый этап биографии Г.И. Марчука открывает небольшая статья 1955 г. «О приближенных методах расчета ядерных реакторов», которая опубликована в книге «Сессия Академии наук СССР по мирному использованию атомной энергии» [9, л. 21]. В последующие годы в развитие этой проблемы было опубликовано еще несколько работ. В 1956 г. Г.И. Марчук защитил докторскую диссертацию по теме «Численные методы расчета ядерных реакторов», а в 1958 г. опубликовал книгу с таким же названием, ставшую одной из первых монографий по вычислительной математике. Архивный документ (заверенная копия диплома доктора наук) содержит сведения, что решением Высшей аттестационной комиссии от 26 января 1957 г. Г.И. Марчуку присуждена ученая степень доктора физико-математических наук [9, л. 14]. Вскоре после защиты докторской диссертации решением ВАК от 8 апреля 1959 г. Г.И. Марчук был утвержден в ученом звании профессора [9, л. 15].

Такой документ как постановление Общего собрания Академии наук СССР зафиксировал важную веху в научной биографии Г.И. Марчука. 29 июня 1962 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР по специальности «Атомная энергетика» [9, л. 16]. Чтобы участвовать в выборах, необходимо было представить в президиум АН СССР ряд документов. Характеристику Г.И. Марчуку дали директор Физико-энергетического института М.П. Родионов, секретарь парткома А. Белов и председатель месткома М. Буров. Характеристика была согласована с секретарем горкома КПСС г. Обнинска А. Руденко [9, л. 76–78]. В характеристике отмечалось, что «Г.И. Марчук является специалистом в области прикладной и вычислительной математики», внесшим «крупный вклад в развитие атомной науки и техники» и что в 1961 г. «за выдающиеся научные достижения в области методов расчета ядерных реакторов ему присуждена Ленинская премия».

В архиве хранятся также отзывы о научной деятельности Г.И. Марчука, которые накануне академических выборов 1962 г. подготовили научный руководитель Физико-энергетического института академик АН УССР А.И. Лейпунский [9, л. 54–63] и директор Института математики СО АН СССР академик С.Л. Соболев [9, л. 51–53].

В 1962 г. академики М.А. Лаврентьев и С.Л. Соболев пригласили Г.И. Марчука в Новосибирский Академгородок для создания нового научно-исследовательского института – Вычислительного центра. Время основания Сибирского отделения совпало с периодом бурного развития ЭВМ, вычислительной математики и математического моделирования. В условиях стремительного развития междисциплинарных исследований эти научные направления приобретали все большее значение – как для отдельных ученых, так и для науки в целом.

История новосибирского ВЦ берет свое начало с организации в 1957 г. Вычислительного центра в Институте математики СО АН СССР. «Задачей Вычислительного центра, – говорилось в постановлении президиума АН СССР от 21 июня 1957 г., – является решение математических задач, требующих большого объема вычислений, при помощи быстродействующих цифровых математических машин. Задачи эти в значительной мере будут поступать из разных НИИ и промышленных организаций Западной Сибири, в том числе и из Сибирского отделения АН СССР» [10, л. 14–15].

Гурий Иванович Марчук был идеальной кандидатурой для руководителя нового института: молодой, перспективный, имеющий опыт работы по самым современным направлениям междисциплинарных исследований. Академик М.А. Лаврентьев сумел убедить руководство Госкомитета СМ СССР по использованию атомной энергии и М.В. Келдыша, президента Академии наук СССР, о безальтернативности кандидатуры Г.И. Марчука в деле организации нового научного учреждения. В письме от 28 августа 1962 г. председатель Госкомитета СМ СССР по использованию атомной энергии А.М. Петросьянц дал указание директору Физико-энергетического института М.П. Родионову откомандировать «тов. Марчука Гурия Ивановича в порядке перевода в Сибирское отделение Академии наук СССР» [9, л. 139].

5 октября 1962 г. бюро президиума СО АН СССР приняло решение о назначении члена-корреспондента Г.И. Марчука на должность зам. директора по науке Института математики СО АН СССР [9, л. 140]. В этой должности Г.И. Марчук занялся организационной работой по созданию первого в Сибири Вычислительного центра.

22 мая 1963 г. в соответствии с постановлением президиума СО АН СССР Г.И. Марчук был назначен директором ВЦ [9, л. 142]. В июне этого же года зам. председателя СО АН СССР Т.Ф. Горбачев совместно с секретарем парткома СО АН СССР Г.С. Мигиренко и председателем объединенного комитета профсоюза В.П. Сигорским подготовили характеристику [9, л. 70–72], в которой высоко оценили деятельность Г.И. Марчука по организации Вычислительного центра. В документе говорилось: «Г.И. Марчук соединяет в себе достоинства крупного ученого, блестящего научного организатора и прекрасного товарища, пользующегося огромным авторитетом и искренним уважением у всех, соприкасающихся с ним по работе».

В сентябре 1963 г. была подготовлена еще одна характеристика Гурия Ивановича Марчука, на сей раз за подписью самого М.А. Лаврентьева, а также уже упомянутых Г.С. Мигиренко и В.П. Сигорского [9, л. 73–75]. Подчеркивалось, что в качестве директора Вычислительного центра Г.И. Марчук сумел за короткий срок сплотить коллектив «вокруг решения четко очерченного круга задач вычислительной математики в области динамической метеорологии и некоторых других вопросов математической физики, автоматизации программирования и работ по усовершенствованию ЭВМ». В качестве значимой позиции указывалась работа Г.И. Марчука в качестве ученого секретаря Совета по науке при Совете министров.

23 октября 1963 г. Г.И. Марчука избрали директором ВЦ на Общем собрании СО АН СССР [9, л. 143], а 4 февраля 1964 г. постановление Общего собрания Академии наук СССР утвердило это избрание [9, л. 144].

В архиве содержатся документы о переизбрании академика Г.И. Марчука в должности директора ВЦ в 1968, 1972 и 1977 годах [9, л. 146–147, 157–159, 161–163]. Сохранились также отчеты Г.И. Марчука о научной работе за отдельные годы [9, л. 93–98] и список научных трудов за 1950–1977 гг. [9, л. 21–50].

Г.И. Марчук возглавлял Вычислительный центр СО АН СССР вплоть до отъезда в Москву в 1980 г. В архиве содержится автограф заявления Г.И. Марчука с просьбой об освобождении его от обязанностей директора ВЦ в связи с назначением на другую работу (на пост председателя Госкомитета по науке и технике (ГКНТ) – зам. председателя Совета министров СССР) [9, л. 166]. В постановлении президиума СО АН СССР от 21 января 1980 г. говорилось: «Удовлетворить просьбу академика Марчука Гурия Ивановича об освобождении от обязанностей директора Вычислительного центра СО АН СССР и председателя Ученого совета Вычислительного центра с 4 февраля 1980 г. в связи с переходом на другую работу. ... Просить академика Марчука Гурия Ивановича осуществлять научное руководство Вычислительным центром СО АН СССР» [9, л. 164].

Значимый рубеж в биографии Г.И. Марчука – избрание действительным членом Академии наук СССР в 1968 г. Характеристику ученому подготовили и.о. председателя СО АН СССР академик А.А. Трофимук, секретарь Советского райкома КПСС г. Новосибирска В.П. Можин и председатель месткома СО АН СССР А.А. Жирнов [9, л. 79–80]. В документе отмечалось, что «Г.И. Марчук своими исследованиями продвинул два направления в науке – теорию расчета ядерных реакторов и краткосрочного прогноза погоды. ... Научно-исследовательская деятельность Г.И. Марчука умело сочетается с организационной и общественной работой. Он является председателем межведомственной комиссии по численным методам прогноза погоды, заведующим кафедрой и профессором Новосибирского государственного университета, членом бюро Советского райкома КПСС и пропагандистом». Отмечалось также, что в 1967 г. за выдающие заслуги в деле развития сибирской науки Г.И. Марчук был награжден орденом Ленина.

Отзыв о научной деятельности подготовил академик М.А. Лаврентьев [9, л. 64–69], назвав Г.И. Марчука «выдающимся ученым в области математики и ее приложений». Наряду с достижениями ученого в атомных исследованиях М.А. Лаврентьев отметил такую значимую деятельность Г.И. Марчука, как исследование динамики атмосферы. Кроме того, академик М.А. Лаврентьев представил развернутую аннотацию научных трудов Г.И. Марчука, подчеркнув уникальность полученных им результатов по целому ряду научных проблем [9, л. 81–86].

В архиве содержатся также документы, свидетельствующие о поддержке кандидатуры Г.И. Марчука коллективами вузов, организаций и научно-исследовательских учреждений страны [9, л. 99–125]. Помимо нескольких институтов Новосибирского научного центра и Новосибирского университета, документы в его поддержку прислали академические институты математического и кибернетического профиля Белоруссии, Украины, Узбекистана и Казахстана, Физико-Энергетический институт, Ташкентский и Тбилисский университеты, Главное управление гидрометеорологической службы при Совете министров СССР. 26 ноября 1968 г. Г.И. Марчука избрали действительным членом (академиком) на Общем собрании АН СССР по специальности «Физика атмосферы» [9, л. 17].

Избрание по данной специальности было вполне закономерным. Гурий Иванович Марчук, работая в Сибири, активно расширял горизонты научного поиска и искал новые сферы приложения методов вычислительной математики и математического моделирования, в частности, в такой области, как физика атмосферы. В документе зафиксировано, что Г.И. Марчуком выполнено «фундаментальное исследование по постановке обратных задач для интерпретации данных с метеорологических спутников, разработан метод для решения сложных проблем атмосферной оптики и опубликованы первые результаты по численным методам решения задач об океанических циркуляциях» [9, л. 91–92].

Исследования Г.И. Марчука стали основанием для включения его в состав бюро Отделения океанологии, физики атмосферы и географии Академии наук СССР (постановление президиума АН СССР от 15 июля 1971 г.) [9, л. 155]. Документом, свидетельствующем об общественном признании научной деятельности Г.И. Марчука, является постановление президиума АН СССР от 18 декабря 1975 г. о присуждении ученому премии имени А.А. Фридмана за цикл работ в области гидродинамических методов прогноза погоды и физики атмосферных процессов [9, л. 155].

В отдельный блок документов можно выделить международные научные связи сибирского ученого, которые год от года стремительно расширялись. Эти сведения можно почерпнуть из его отчетов, справок, других документов. В архиве содержится отчет Г.И. Марчука «Вычислительная техника США и ее применение» – о поездке в 1972 г. делегации Академии наук СССР в США, целый ряд других интересных документов. В конце своей жизни академик Г.И. Марчук являлся членом нескольких зарубежных академий и научных обществ, почетным доктором университетов США, Франции, Германии, других стран.

Постепенно расширялся объем научно-организационной деятельности Г.И. Марчука в масштабах всего Сибирского отделения. 3 января 1969 г. президиум СО АН СССР принял постановление о его назначении исполняющим обязанности зам. председателя Сибирского отделения в связи с «необходимостью усиления руководства научно-организационной деятельностью Сибирского отделения АН СССР» [9, л. 149]. До этого у председателя СО АН СССР М.А. Лаврентьева было два заместителя – академик А.А. Трофимук и член-корреспондент АН СССР Т.Ф. Горбачев. Новому заместителю – Гурию Ивановичу Марчуку – было поручено курировать ученый секретариат, планово-финансовое управление, центральную бухгалтерию и управление материально-технического снабжения Сибирского отделения [9, л. 150]. На Общем собрании СО АН СССР Г.И. Марчука избрали заместителем председателя и членом президиума Сибирского отделения АН СССР [9, л. 152]. 16 мая 1969 г. президиум «большой» Академии одобрил эти решения [9, л. 153]. Заместителем председателя СО АН СССР Г.И. Марчук работал вплоть до своего избрания председателем Сибирского отделения в 1975 г.

На примере кадровых решений СО АН СССР можно составить представление о взаимоотношении руководства Сибирского отделения с местными партийными организациями. Председатель СО АН СССР академик М.А. Лаврентьев направил в Новосибирский обком КПСС записку, обосновывающую выдвижение академика Г.И. Марчука на должность своего заместителя только 7 июля 1969 г., то есть после официального утверждения кандидатуры Г.И. Марчука в г. Москве [9, л. 89–90]. В этом документе М.А. Лаврентьев подчеркнул выдающиеся научные заслуги Г.И. Марчука, отметил его активную общественную деятельность и умение работать с людьми в качестве уже избранного депутата Новосибирского областного совета.

На посту зам. председателя СО АН СССР Г.И. Марчук решал не только «рутинные» задачи повседневной деятельности Сибирского отделения. Он активно занимался развитием вычислительной техники. В сферу компетенции Г.И. Марчука входили также проблемы внедрения инноваций, популяризация научно-технических достижений сибирских ученых. Необходимо отметить, что проблемы социально-экономического развития и производительных сил региона академик Г.И. Марчук всегда тесно увязывал с состоянием науки и образования Сибири.

27 ноября 1975 г. академик Г.И. Марчук был избран председателем Сибирского отделения АН СССР – вице-президентом Академии наук СССР на Общем собрании АН СССР в г. Москве [9, л. 160]. Как руководитель СО АН СССР в 1975–1980 гг., он внес большой вклад в его развитие. Сформулировал знаменитый принцип взаимодействия науки и производства «Выход на отрасль», был инициатором формирования программы «Сибирь» (с 1978 г.), а завершил свою деятельность в качестве руководителя СО АН СССР организацией первой Всесоюзной конференции по развитию производительных сил Сибири (1980 г.).

1980-й год – очередной рубеж в биографии академика Г.И. Марчука. Справка, подготовленная в Управлении кадров президиума СО АН СССР 13 февраля 1980 г., зафиксировала основные достижения и общественные признания ученого и организатора науки за время работы в Сибирском отделении [9, л. 126]. Г.И. Марчук был избран академиком (1968 г.), удостоен звания Героя Социалистического Труда (1975 г.), лауреата Государственной премии СССР (1979 г.), награжден тремя орденами Ленина (1967, 1971, 1975 г.), премией им. А.А. Фридмана АН СССР (1975 г.).

Достижения сибирского периода создавали для академика Г.И. Марчука новые возможности для продвижения по служебной лестнице уже в общесоюзном масштабе. Он стал руководителем научных организаций союзного уровня: в 1980–1986 гг. возглавлял ГКНТ СССР, а в 1986–1991 г. являлся президентом Академии наук СССР.

В докладе обозначена лишь небольшая часть документов, которая дает возможность хронологически точно датировать основные события биографии академика Г.И. Марчука. Выявление и изучение массива документов в полном объеме позволит раскрыть и изучить вклад Г.И. Марчука в самые разные направления научной и научно-организационной деятельности, обогатить историю информатики и вычислительной математики новыми интересными фактами.

## Список литературы

1. Гурий Иванович Марчук. Материалы к биобиблиографии ученых СССР. Сер. Математика. Вып. 16. М.: Наука, 1985. 136 с.
2. Академик Г.И. Марчук // Вестник Российской академии наук. 2005. Т. 75. № 4. С. 380–381.
3. К 80-летию академика Гурия Ивановича Марчука // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2005. Т. 41. № 3. С. 291–293.
4. Марчук Гурий Иванович // Ученые Московского университета – действительные члены и члены-корреспонденты Российской академии наук (1755–2004). Биографический словарь / под ред. В.А. Садовниченко. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. С. 252–253.
5. Марчук Гурий Иванович // Российская академия наук. Сибирское отделение. Персональный состав / Отв. ред. В.М. Фомин. Новосибирск: Наука, 2007. С. 164–165.
6. Алексеев А.С., Михайлов Г.А., Ильин В.П. Гурий Иванович Марчук (к 75-летию со дня рождения) // Сибирский журнал вычислительной математики. 2000. № 2. Т. 3. С. 89–92.
7. Куперштох Н.А. Роль академика Г.И. Марчука в создании вычислительных центров Сибири // Труды SORUCOM–2011: Вторая Междунар. конф. «Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР» / Отв. ред. А.Н. Томилин. Великий Новгород, 2011. С. 171–174.
8. Ильин В.П. Гурий Иванович Марчук – ученый и гражданин // Наука в Сибири. 2013. № 23.
9. Научный архив Сибирского отделения РАН (НАСО). Ф. 10. Оп. 2. Д. 530.
10. НАСО. Ф. 4. Оп. 1. Д. 3.

# Судьба семьи в эпоху компьютеров

## The Destiny of the Family in the Era of Computers

Галина Владиленовна Курляндчик

Санта Клара, Калифорния, США  
galina.kurlyandchik@gmail.com

**Ключевые слова:** история ЭВМ, история программирования, школьная информатика, семейная история, вебсайт, Интернет

### Вступление

История любой семьи всегда сопрягается с исторической эпохой. Эпоха влияет на выбор места, где живут люди, на выбор профессии и занятий. Мы все знаем, что развитие науки и техники с середины XX века тесно связано с компьютерами. Вот уже около полувека компьютеры постоянно присутствуют в судьбе моей семьи и во многом определяют ее. Наша работа в ВЦ СО АН СССР, ИСИ им. А.П. Ершова СО РАН, в Новосибирском филиале ИТМиВТ им. С.А. Лебедева в сибирском Академгородке бывшего СССР и России, а также в компьютерных компаниях OSTEEL (штат Флорида), TekNow (штат Аризона) и NVIDIA Corporation (штат Калифорния) в Соединенных Штатах Америки непосредственно связана с компьютерами. Члены нашей семьи на первых ролях работают в ARQA Technologies (Новосибирск, Россия), Инвестиционной группе ТРИНФИКО (Москва, Россия), участвуют в других проектах, связанных с высокими технологиями.

Развитие школьной информатики непосредственно повлияло на судьбу подрастающих поколений нашей семьи, начиная с первых шагов этого предмета в школе. Освоение компьютера явилось «второй грамотностью», которая стала базой для образования наших детей и внуков. Интернет открыл новые возможности, что позволило нам организовать различные семейные проекты.

Любая эпоха – это, безусловно, имена людей, личностей, которые ее определяют. Для нашей семьи – это член-корреспондент АН СССР Алексей Андреевич Ляпунов и академик Андрей Петрович Ершов.

Идея сделать сообщение на тему «Судьба семьи в эпоху компьютеров» возникла у меня в 2011 году в стенах Новгородского университета им. Ярослава Мудрого, где проходила предыдущая конференция SoRuCom-2011. Доклады, дискуссии и сама атмосфера, царившая на конференции, принесли ощущение значимости всего того, что делали выдающиеся ученые и инженеры для развития компьютеров, и осознание того, что и моя семья участвовала в этом процессе. В своем сообщении я хочу рассказать о времени, начиная с 30-х годов XX века, и о тех местах, с которыми связана судьба нашей семьи в эпоху компьютеров.

### **1930-е годы. СССР, Москва, ЦАГИ**

В эти годы мой дед Натан Владимирович Бабушкин работал в ЦАГИ (Центральный аэрогидродинамический институт), где пионер советского самолетостроения Андрей Николаевич Туполев был заместителем начальника института по опытному цельнометаллическому самолетостроению. Они были не только соратниками, но и друзьями, вместе работали над созданием этих самолетов, вместе отдыхали. Сегодня конференция SoRuCom-2014 проходит в стенах Казанского государственного университета им. А.Н. Туполева, что я считаю весьма символичным для семейной истории.

А.Н. Туполев был арестован 21 октября 1937 года по обвинению во вредительстве, принадлежности к контрреволюционной организации, вместе с ним арестовали многих ведущих специалистов ЦАГИ и ОКБ, директоров большинства авиационных заводов. Одним из поводов к обвинению послужило то, что в 1936 году Туполев входил в состав делегации работников авиапромышленности, занимавшейся закупкой оборудования и лицензий в США. Мой дед Н.В. Бабушкин был в этой делегации, также был арестован и погиб в застенках НКВД в 1938 году. После своего освобождения, в конце 40-х годов, Андрей Николаевич пригласил мою бабушку Розу Борисовну Вольфман, вдову Натана Владимировича Бабушкина, возглавить библиотеку в своем ОКБ, где она проработала и до пенсии. Моя девичья фамилия – Бабушкина. Для нашей семьи имя А.Н. Туполева значит много, поэтому для меня выступление в стенах Казанского государственного университета, носящего имя Андрея Николаевича Туполева, это – дань памяти выдающемуся человеку.

**1940-е годы. СССР, Москва, Артиллерийская академия имени Ф.Э. Дзержинского РККА**

В 1940-е годы в Артиллерийской академии имени Ф.Э. Дзержинского преподавал Алексей Андреевич Ляпунов, один из основоположников кибернетики и программирования в нашей стране. «Он вел семинары по различным разделам математики, не входившим в обязательные программы, но необходимые для математической и общенаучной культуры человека. Большое значение для молодых слушателей имели простота и ясность изложения материала, а также его эрудиция в различных областях науки»<sup>1</sup>. Слушателем Академии в те годы был отец моего мужа Марк Иосифович Курляндчик, который не раз вспоминал о времени учебы у Алексея Андреевича. А.А.Ляпунов также глубоко почитаем в нашей семье.

**1950-е годы. СССР, Приморский край и Западная Украина**

Я (на Дальнем Востоке) и мой будущий муж Яков (на Украине) жили там, где служили наши отцы-офицеры. Мы учились в школе, принимали участие в математических и физических олимпиадах, готовились стать учеными и инженерами, которые были нужны нашей стране.

**1960-е годы. СССР, Новосибирский Академгородок. ФМШ, НГУ**

В 1962 году полковника М.И. Курляндчика, отца Якова перевели в ту же часть в Приморье, где служил и мой отец Владилен Натанович Бабушкин. Мы с Яковым оказались в одном классе и подружились. В восьмом классе Яков стал одним из победителей Краевой олимпиады по физике, которая проходила во Владивостоке, и был приглашен на Летнюю физико-математическую школу при Новосибирском государственном университете (ФМШ НГУ). Там он слушал лекции А.А. Ляпунова и мечтал стать математиком, был принят в ФМШ, через два года поступил на мехмат НГУ. На первых же курсах Яков начал посещать лекции и семинары кафедры кибернетики, которую возглавлял Алексей Андреевич. Курс программирования им читал В.Л. Катков, но пока Яков думал, что программированием заниматься не будет. В ту пору все были убеждены, что в Академгородок приезжают, чтобы стать ученым, а не инженером, а программирование было настолько новой профессией, что было совершенно непонятно, какова будет его роль в науке и в жизни общества. Я же к концу средней школы решила, что ученых и инженеров достаточно, а для будущей семьи лучше, чтобы мама была ближе к гуманитарным знаниям. Поэтому я выбрала филологический факультет пединститута, чтобы прочитать как можно больше книг, созданных за сотни лет великими писателями и поэтами разных стран, и подготовиться к воспитанию своих будущих детей, изучив педагогику.

**1970-е годы. Новосибирский Академгородок. НГУ, ВЦ СО АН СССР, НФ ИТМиВТ АН СССР**

В 1971 году Яков защитил диплом на кафедре кибернетики НГУ и как отличник был распределен в аспирантуру НГУ. На распределении он познакомился с Г.И. Кожухиным, который набирал выпускников НГУ на работу в Конструкторское бюро системного программирования (КБ СП). Геннадий Исаакович представил Якова Андрею Петровичу Ершову. Андрей Петрович был заинтересован в аспирантах НГУ, которые могли бы составить костяк будущей кафедры: в 1971 году специальность «программирование» относилась к кафедре вычислительной математики. Так Яков Курляндчик стал первым аспирантом НГУ со специализацией по программированию.

Создание многоязыковой транслирующей системы БЕТА – это первый проект, в котором принял участие аспирант Яков Курляндчик. Параллельно с учебой он начал заниматься практическим программированием, а в 1973 году оставил аспирантуру и поступил на работу в Новосибирский филиал ИТМиВТ АН СССР. Вспоминает сам Яков:

«Я начал работать в Лаборатории № 3 под руководством И.С. Голосова, разрабатывал отладчик в рамках инструментального комплекса для одного из компьютеров, предназначенных для армии, но потребовались доработки от проектировщиков машины, и этот проект не был осуществлен.

Следующий проект – «Хамелеон» – архив на М-220, который позволял хранить на магнитных лентах и редактировать тексты и использовать их с разными компиляторами. Основная проблема заключалась в том, что в те годы ленты были очень ненадежны и требовали постоянного дублирования, а «Хамелеон» позволял ее решить, обеспечивая очень высокий уровень надежности. На М-220 эта система прожила недолго и была перенесена на БЭСМ-6, где дожила до окончания ее эксплуатации. Мне рассказывали, что она использовалась на последней демонтированной в СССР машине. Но это может быть одной из легенд вокруг «Хамелеона».

В 1976 или 1977 я оказался в лаборатории у Геннадия Дмитриевича Чинина и с тех пор начал заниматься «Интегралом». В какой-то момент 8-я лаборатория была разделена на 5-ю, 8-ю и 11-ю. Я попал в 5-ю к В. Гололову и оставался там до отъезда в США.

<sup>1</sup> С.Н. Лебедева. Алексей Андреевич Ляпунов – основоположник советской кибернетики и программирования.  
URL : <http://www.computer-museum.ru/galglory/lyapunov2.htm>.

Сначала «Интеграл» создавался как архив на БЭСМ-6. Затем были сделаны модификации в ЯРМО-2 (Анна Бондарь и Владимир Разгулин), потом добавлены отладчик (Михаил Лазебный) и документатор (Валентина Братухина). И, наконец, компилятор и интерпретатор Эльбрус-2 (Александр Гутман) были подключены к «Интегралу». В результате получился комплекс, на котором впоследствии Новосибирский филиал ИТМиВТ АН СССР вел разработки для машин серии Эльбрус. Так получилось, что явочным порядком я стал руководителем этого проекта и занимался им до тех пор, пока он не прекратил свое существование во второй половине 80-х.

Но вернемся к моей истории. В феврале 1972 года я начала работать в должности старшего лаборанта в Отделении информатики ВЦ СО АН СССР, которое возглавлял научный руководитель моего мужа А.П. Ершов. Буквально с первых дней моей работы Андрей Петрович, в дополнение к секретарским обязанностям, поручил мне заниматься организацией его библиотеки по программированию, которая помещалась в его кабинете, в пяти книжных шкафах, забитых книгами, журналами. Скажу честно, я тогда не представляла, насколько это важно. Кое-какие представления о библиотечной работе у меня были с детства, так как росла я, фактически, в разных библиотеках, где работали мои бабушка Роза Борисовна Вольфман (она руководила библиотекой при ОКБ А.Н. Туполева) и моя мама Светлана Александровна Бабушкина, которая возглавляла библиотеки Домов офицеров в гарнизонах, где служил мой отец. Какие-то знания я, конечно, почерпнула во время учебы в вузе, так как любила проводить время в читальных залах, собирая информацию для курсовых работ, со студенческих пор вела свои собственные картотеки.

Но этих знаний, конечно, было недостаточно для работы в специализированной научной библиотеке, поэтому в течение целого года я раз в неделю посещала библиотечно-библиографические курсы при ГПНТБ СО АН СССР. Но главные знания и умения приходили ко мне в процессе работы. Ни в одном вузе, ни на каких курсах тогда не учили тому, как автоматизировать деятельность библиотеки. Сейчас я понимаю, что благодаря своей работе у Андрея Петровича Ершова я оказалась на переднем крае нового направления – внедрения баз данных, то есть автоматизации библиотеки. Через год меня зачислили инженером в новый институт Академгородка – Новосибирский филиал ИТМ и ВТ АН СССР, где Андрей Петрович был заместителем директора по научной работе. Он направил меня в лабораторию № 5, которую возглавлял Александр Васильевич Замулин. Программисты этой лаборатории занимались автоматизацией библиотеки А.П. Ершова. Вместе работали ученые (Владимир Анатольевич Евстигнеев, специалист по применению теории графов в программировании), программисты (Борис Николаевич Пищик, Валентина Гавриловна Котельникова), библиограф (Владимир Николаевич Киселев), лингвисты Наталья Ариановна Черемных и Ольга Анатольевна Логинова. Этот проект был новым для всех его участников, было много трудностей, да и просто рутинной работы по вводу информации, которая требовала много времени и внимания. Но мы ощутили большое удовлетворение от проделанной работы, когда стали автоматически получать распечатки каталогов, списки новых поступлений в библиотеку и рассылать информацию нашим пользователям системы ИРИ (избирательное распределение информации) в разные города Советского Союза. В базы данных библиотеки вводились не только единицы хранения, то есть отдельные книги, отчеты, препринты, диссертации и т.д., но и все статьи из журналов, сборников научных трудов и конференций. Нам сейчас трудно представить, как ученые раньше пользовались только «ручными» каталогами, сколько времени уходило на поиск необходимой информации!

#### **1980-е годы. СССР, Новосибирский Академгородок.**

##### ***ВЦ СО АН СССР, НФ ИТМиВТ АН СССР, школа № 166, НГУ***

К началу 1980-х комплекс «Интеграл», созданный Яковом в стенах Новосибирского филиала ИТМиВТ СССР, уже был внедрен в ряде институтов Сибирского отделения АН СССР и использовался как для разработки программного обеспечения, так и в качестве системы хранения информации при подготовке документации и дистанционной пакетной обработке.

В 1981 году на Ученом совете ВЦ СО АН СССР Яков Маркович Курляндчик защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.10 (Математическое обеспечение вычислительных машин и систем): «Интегральный подход к проектированию и реализации базовых программных средств построения больших инструментальных комплексов». Научным руководителем, естественно, был член-корреспондент АН СССР А.П. Ершов. Практическая реализация результатов научных исследований, изложенных в диссертации, заключалась в следующем:

1. Спроектированы и реализованы базовые средства, обеспечивающие нижний уровень для создания и функционирования больших инструментальных комплексов.
2. Предложены и практически проверены программные методы обеспечения целостности общего архива для ЭВМ БЭСМ-6 в рамках ОС ДИСПАК.
3. Спроектирована и реализована мониторинговая система, в рамках которой предлагается создавать большие инструментальные комплексы.
4. Предложены и практически проверены методы редактирования больших текстовых массивов, обеспечивающие хорошую реактивность редактора в многотерминальном режиме с использованием функциональной клавиатуры алфавитно-цифровых дисплеев.

Яков вспоминает: «Последний проект, которым я занимался под эгидой Филиала, была кросс- система Эльбрус-МКП. Виктор Пасько делал эльбрусовскую часть, Вера Аристова – МКП, а я руководил этим проектом. По-

сле этого все мои проекты проходили в здании Филиала, но не имели к нему никакого отношения. В этот период я сделал для ВЦ СО РАН (сейчас это Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН)<sup>2</sup> систему автоматизации библиотечных процессов, которую так и назвал – «БИБЛИОТЕКА», потом приспособил ее к потребностям Мемориальной библиотеки А.П. Ершова, где она используется по сей день».

Я сама в 1980-е годы продолжала работать в библиотеке А.П. Ершова в ВЦ СО АН СССР. Пожалуй, мои самые яркие воспоминания тех лет связаны с полиграфическим проектом. Я говорю о проекте РУБИН (программа компьютеризации производственных процессов редакции и издательства газеты «Правда»), а также МРАМОР и САПФИР, которыми руководил Андрей Александрович Берс. Сейчас мне трудно говорить о технических деталях проектов, но их важность общепризнанна. Для этих проектов на ВЦ получили итальянские пишущие машинки фирмы «Оливетти», одну из них отдали в мое распоряжение для нужд библиотеки, а Андрей Александрович научил меня на ней работать. Это было потрясение: на экране появлялась строка, в которой можно тут же исправить ошибки, а готовый текст записать на диск! Сейчас такая реакция кажется забавной. А вы бы видели в те годы глаза столичных корреспондентов, которые приезжали к Андрею Петровичу Ершову и наблюдали в его библиотеке, как я работала за экраном, распечатывала уже набранные и отредактированные тексты, например, стихи Андрея Петровича! Такая машинка была мечтой каждого пишущего человека, мечтой, которая воплощалась в жизнь.

С начала 1980-х годов, когда на ВЦ СО АН СССР группа программистов и педагогов начала занятия в Школе юных программистов, наш сын, ученик пятого класса Владимир Курляндчик, стал заниматься у Геннадия Анатольевича Звенигородского, прекрасного программиста и энтузиаста работы с детьми. Володя неоднократно участвовал и в Летних школах юных программистов, которые проводили сотрудники группы Школьной информатики ВЦ под руководством академика А.П. Ершова.

В 1984 году Владимир поступил в 9-В класс школы № 166 Советского района города Новосибирска. Это был первый в Академгородке класс со специализацией по программированию, набор в который организовал Г.А. Звенигородский. Он же собирался быть не только преподавателем программирования в этом классе, но и классным руководителем. У Геннадия Анатольевича были большие планы по воспитанию нового поколения людей, овладевающих «второй грамотностью». Но случилось непредвиденное, Звенигородский скоропостижно скончался осенью 1984 года. Со специализированным классом начала работать Нина Ароновна Юнерман (Гейн), для нее, как и для ее учеников, этот эксперимент по преподаванию программирования в обычной школе был первым.

В Архиве А.П. Ершова хранится телеграмма:

«МОСКВА К-П НЕКТОР 8ГУ СЕМИКОВУ. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КАБИНЕТ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ НОМЕР 166 СОВЕТСКОГО РАЙОНА НОВОСИБИРСКА СОСТАВЕ 18 ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЭВМ АГАТ ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ ТЧК ПОНЕДЕЛЬНИК НАЧИНАЕМ РЕГУЛЯРНЫЕ ЗАНЯТИЯ ЕРШОВ (14.11.84).

Этот вычислительный кабинет в средней школе № 166 новосибирского Академгородке определил судьбу нашего сына, как и многих его одноклассников. Овладев «второй грамотностью», ученики 9-го, а затем 10-го класса подготовили ряд пакетов прикладных программ (ППП), которые помогали усваивать учебный материал средней школы. Ребята выбирали темы школьной программы, которые их интересовали, и реализовывали их на персональных ЭВМ АГАТ. Дмитрий Милютин и Олег Полянский написали ППП «Производство серной кислоты», были созданы ППП по физике, астрономии. Владимир с увлечением реализовал ППП «Спряжение глаголов», Михаил Тумайкин написал программу-игру «Ударение», которая помогала освоить эту тему на занятиях по русскому языку. За свои программы ученики средней школы № 166 получили грамоты ВДНХ.

В прошлом году ребят разыскали создатели сайта, посвященного советской персональной электронной вычислительной машине «Агат». Энтузиасты, создатели этого сайта, пишут: «Будучи в первую очередь школьным компьютером, «Агат» открыл путь к вычислительной технике для немалого числа вчерашних школьников. Многие из них не забыли и не растеряли к нему тёплых чувств даже спустя почти 20 лет после завершения производства»<sup>3</sup>.

Летом 1985 года Владимир Курляндчик в составе новосибирской команды юных программистов принимал участие в Летней школе юных программистов в Словакии. Новосибирскую команду из учеников нескольких школ Академгородка повезла в Словакию Лидия Васильевна Городняя.

В 1986 году Владимир поступил на механико-математический факультет НГУ. Летом 1987 года он успешно окончил первый курс, но, как и большинство его сокурсников, был призван в армию. В это время шла война в Афганистане, и студентов не освобождали от службы в армии. Владимир проходил службу в зенитной части на острове Итуруп, самом большом из Курильских островов. По окончании воинской службы в 1989 году он восстановился на второй курс мехмата НГУ. В первое после армии лето Владимир работал на гуманитарном факультете НГУ, программируя учебные курсы для кафедры английского языка. Володю пригласили, зная его опыт в программировании школьного курса русского языка во время учебы в школе.

<sup>2</sup> [http://nftmivt.ru/content/people/detail.php?ELEMENT\\_ID=114](http://nftmivt.ru/content/people/detail.php?ELEMENT_ID=114) (Из ответов Я.М. Курляндчика на вопросы анкеты на сайте НФ ИТ-МиВТ).

<sup>3</sup> URL : <http://deka18.tsk.ru/er/agat/Apps/Aos166rus.shtml>

**1990-е годы. Академгородок, Новосибирск, НФ ИТМиВТ АН СССР, ИСИ СО АН СССР (РАН), НГУ, СМВБ; Москва, ЮКОС-Инвест, Инвестиционная компания ТРИНФИКО. США, Флорида, Сарасота, OSTEЛ; Аризона, Феникс, TekNow, Inc.**

С распадом СССР сотрудникам НФ ИТМиВТ АН СССР перестали платить зарплаты, поэтому Якову, как и многим другим, пришлось искать возможности дополнительного заработка. Владимир Груздев организовал кооператив, в котором работали сотрудники НФ ИТМиВТ: Виктор Кораблев, Сергей Дедерер, Павел Леонов, Яков Курляндчик. Кооператив программистов писал бухгалтерские программы для чулочно-носочной фабрики в Нижнем Тагиле на Урале, и зарплату они частично получали носками. Наш сын Владимир Курляндчик тоже работал в этом коллективе в 1992–1993 годах.

Яков вспоминает: «В 1993 году я начал «работать на американцев» в команде Сергея Шелестова. Вместе с Натальей Головлевой и Александром Гутманом мы сделали СУБД для телефонного коммутатора компании Compass (OSTEL). Эта система «пошла» у них, а потом использовалась и в ряде разработок других компаний (OSTEL был куплен фирмой Lucent). В результате, когда в 1994 году OSTEL свернул свою деятельность в России, нас с Владимиром Разгулиным пригласили работать в этой фирме в Штатах. Но это было уже в 1995 году.

А последний проект, которым я занимался в здании Филиала, был связан с оптимизацией микропроцессорного кода в компиляторе с EPL компании Energy Line Systems, где почти вся наша группа, работавшая на OSTEL, оказалась после того, как он свернул работы в России. Этот проект тоже оказался очень удачным и имел долгую жизнь в продуктах компании».

В декабре 1988 года после тяжелой болезни скончался академик Андрей Петрович Ершов. Наследники передали его уникальную библиотеку в Институт систем информатики СО АН СССР, организованный в начале 1990 года под руководством член-корреспондента АН СССР Вадима Евгеньевича Котова. Мемориальная библиотека А.П. Ершова становится научной библиотекой этого института, а я продолжаю там работать уже в качестве ведущего инженера ОНТИ ИСИ СО АН СССР. Как уже упоминал Яков, мы использовали его разработку – систему «БИБЛИОТЕКА».

Яков спроектировал и реализовал на персональном компьютере систему «БИБЛИОТЕКА», которая позволяла автоматизировать многие рутинные библиотечные операции. На базе нашей библиотеки проходили семинары сотрудников ГПНТБ и библиотек других институтов СО АН. Мы знакомили их с возможностями работы с книжными, журнальными, постатейными и читательскими каталогами на ЭВМ, обучали поиску информации с помощью персонального компьютера. Большую помощь в это время оказал Фонд Сороса, который выделил нам персональный компьютер.

У нас в институте появилась электронная почта, поэтому, когда Яков уехал в США (город Сарасота, штат Флорида – Sarasota, Florida), мы постоянно находились на связи. Несмотря на то, что Яков программировал коммутаторы для телефонной связи, домашнего телефона до отъезда в США у нас не было. Мы много лет стояли в очереди, но нам предложили установить телефон, когда мы оба уже жили во Флориде.

В конце 1995 года я переехала в США к мужу. Первое посещение городской библиотеки города Сарасота меня приятно удивило. Здесь были установлены те же персональные компьютеры, что и в Библиотеке А.П. Ершова, и работали на той же СУБД FoxPro, что и система «БИБЛИОТЕКА», созданная для нас Яковым. Правда, во Флориде эту систему вскоре заменили более современной. В Мемориальной библиотеке А.П. Ершова система «БИБЛИОТЕКА» по-прежнему работает благодаря тому, что наш сын Владимир Курляндчик модернизировал ее, обеспечив Y2K-совместимость, т.е. решил «проблему 2000 года», которая довольно остро стояла на пороге нового тысячелетия.

В 1997 году Яков получил приглашение на работу в компанию TekNow, Inc. (Феникс, Аризона), и мы переехали в Аризону. Как и в фирме OSTEL, он продолжил заниматься связью, только уже писал программы для телефонных терминалов, передающих беспроводные (wireless) сообщения.<sup>4</sup>

Сначала в офисе, а затем и дома у нас появились персональные компьютеры. Связь с семьей, с бывшими коллегами, друзьями шла по электронной почте.

В 1990-е годы Владимир продолжил учебу в НГУ. Он специализировался на кафедре программирования. Курсовую работу он делал у Сергея Тена в лаборатории Игоря Васильевича Поттосина в ИСИ СО АН СССР (позже ИСИ СО РАН). После отъезда научного руководителя на работу в Японию Владимир перешел к Михаилу Алексеевичу Бульонкову, ученику Андрея Петровича, и стал заниматься смешанными вычислениями, то есть через М.А. Бульонкова приобщился к научным идеям академика Ершова. Суть работы нашего сына видна из отзыва научного руководителя: «...на повышение специализируемости программ была нацелена дипломная работа Владимира Яковлевича Курляндчика «Поливариантный анализ периода связывания для функций высших порядков». В отличие от традиционной для новосибирской школы ориентированности на императивные языки программирования здесь предметом исследования были функциональные программы. Общая идея состояла в следующем: при обычном моновариантном анализе периода связывания некоторая переменная объявляется задержанной, если она задерживается хотя бы при одном вычислении. Хотелось бы преобразовать исходную программу так, чтобы сделать больше вычислений доступными, раскопировав, при необходимости, как код программы, так и данные».

Параллельно с учебой в магистратуре НГУ Владимир начал работать в Отделе программирования (позже IT-подразделение) на Сибирской межбанковской валютной бирже (СМВБ). «Программисты СМВБ участвовали

<sup>4</sup> URL: <http://www.bizjournals.com/phenix/stories/1997/12/15/focus3.html>



в создании первой региональной электронной площадки по торговле государственными облигациями (ГКО и ОФЗ) в России. Этот проект делали ММВБ и ЦБ на базе Сибирской биржи. Когда проект был завершен, – вспоминает Николай Анохин, бывший президент СМВБ, – это стало невероятным прорывом в области финансовых технологий. «К нам в гости приезжал тогда первый зампред правительства Анатолий Чубайс, курировавший экономическую и финансовую политику. Он был удивлен, когда мы сказали, что у нас те же самые котировки, что и на терминалах в Москве»<sup>5</sup>.

Владимир Курляндчик стал одним из основных разработчиков информационной системы для показа торгов в реальном времени для банков. Система называлась QUIK (Quickly Updatable Information Kit). К маю 1999 года на базе этой системы сделали торговую платформу, первые торги на ней прошли в декабре 1999 года.

Наша дочь Екатерина тоже занималась в Школе юных программистов на ВЦ СО АН СССР и не раз принимала участие в Летней школе юных программистов. Информатику в 9-м и 10-м классах школы у нее преподавал Герман Петрович Безнососов. В 1991 году она, так же, как отец и брат, поступила на мехмат НГУ, специализировалась на кафедре программирования. Руководителем ее диплома был Александр Владимирович Лагутин, бывший сотрудник НФ ИТМиВТ АН СССР, который к тому времени работал в одном из банков города Новосибирска, так что дипломная работа Екатерины была связана с автоматизацией банковских процессов. Параллельно с работой над дипломом она окончила Школу по ценным бумагам в Новосибирске и, сдав экзамен, получила лицензию на работу с ценными бумагами.

В 1995 году, после окончания НГУ, Екатерина переехала в Москву и была принята на работу в бэк-офис инвестиционной компании ЮКОС-Инвест, с 1999 года перешла на работу в бэк-офис Управляющей компании Инвестиционной группы ТРИНФИКО<sup>6</sup>.

### **2000-е годы. Россия, Новосибирск, ARQA Technologies; Москва, Инвестиционная компания ТРИНФИКО. США, Калифорния, Санта-Клара (Силиконовая долина), NVIDIA Corporation**

В конце 2002 года Яков получил предложение на работу в Силиконовой долине (Калифорния), в NVIDIA Corporation, которая занимается разработкой графических процессоров и сопутствующего программного обеспечения. Яков работал в проекте 3D Vision, создавая драйверы для различных устройств, поддерживающих трехмерные изображения. За одну из идей в этой области он получил патент на изобретение.

Получив разрешение на работу в США, я начала работать в городских библиотеках, сначала в Скоттсдейле (Аризона), затем в Санта-Кларе (Калифорния). С развитием Интернета я решила попробовать свои силы в организации веб-сайтов и создании электронных публикаций. В 2005 году, накануне 80-летия нашей мамы Светланы Александровны Бабушкиной, мы сделали ей подарок – опубликовали альбом ее вышивок «Живопись иглой». Веб-мастер, Оксана Приходько из Москвы, помогла мне создать сайт на русском и английском языках, посвященный работам моей мамы. Сайт <http://svetart.ru/> пользуется большим успехом в Интернете. На него ссылаются другие сайты по рукоделию и домашнему интерьеру. В форумах рукодельницы рекомендуют друг другу этот сайт. Каждый год мы стали выпускать календари, иллюстрированные маминскими вышивками.

В 2007 году мы с моими московскими помощниками начали работу над веб-сайтом «Чудеса рукотворные» <http://chudosite.ru/>, где двоюродная сестра моего отца Лилия Семеновна Харитоновна не только представляет свои работы, но и дает уроки мастерства. Мы получаем от посетителей этого сайта много благодарных и восхищенных слов.

В апреле 2000 года Сибирская межбанковская валютная биржа (СМВБ), где работал Владимир, вывела свой основной продукт, торговую платформу Quik, в отдельную компанию «СМВБ – Информационные технологии» (СМВБ-ИТ). Туда перешли специалисты IT-департамента биржи. Вскоре компания получила название ARQA Technologies, а Владимир стал ее директором по развитию. Наша дочь Екатерина Лопаткина заняла пост директора по развитию Управляющей компании ТРИНФИКО, в частности, IT-отдел тоже входит в сферу ее ответственности. В России параллельно шло развитие финансового бизнеса и высоких технологий. Знания наших детей оказались востребованы на стыке этих двух направлений.

Деятельность всех членов нашей семьи так или иначе связана с информатикой – кто-то пишет программы или же ставит новые задачи программистам, но все мы широко используем возможности современных IT-технологий для общения, для образования, для сохранения семейных традиций. Подросли внуки: Николай Курляндчик, Анна Лопаткина, Алиса Лопаткина – это поколение начинает приобщаться к компьютеру с первых школьных дней, а то и раньше.

### **2010-е годы. Россия, Новосибирск, ARQA Technologies; Москва, Инвестиционная компания ТРИНФИКО. США, Калифорния, Санта-Клара (Силиконовая долина), NVIDIA Corporation**

Яков продолжил работу в Силиконовой долине: NVIDIA Corporation, Санта-Клара, Калифорния, США. Он участвовал в разработке драйвера для стереографики, который позволяет смотреть стереоклипы, стереокино,

<sup>5</sup>URL:<http://www.finanz.ru/novosti/aktsii/akcii--bystro--deshevo--istoriya-Quik---samoy-populyarnoy-v-rossii-torgovoy-platformy-1000039637>

<sup>6</sup>Бэк-офис – операционно-учетное подразделение, обеспечивающее работу подразделений, участвующих в управлении активами и пассивами организации, осуществляющей деятельность на финансовых рынках.

фотографии на компьютере (или телевизоре) с помощью специальных очков. Сейчас Яков работает в проекте SHIELD – корпорация NVIDIA создает первое в мире портативное игровое устройства для открытых платформ.

В 2010 году я открыла третий, семейный, сайт «Летопись моей семьи» (<http://mychronicle.ru/>). Как говорят в Индии, *«Всё, что не отдано, потеряно»*. Цель этого семейного сайта – вспомнить, сохранить, осознать историю семьи, отыскать свои корни, познакомиться с традициями, талантами и поделиться всем этим со своими детьми, внуками, правнуками, а также поддерживать связь с близкими и дальними родственниками.

1 апреля 2012 года исполнилось 40 лет со дня создания Новосибирского филиала ИТМ и ВТ АН СССР. Сейчас этого института уже нет, но с ним связано очень многое в жизни нашей семьи, и в память о нем, о нашей молодости и дружбе я инициировала открытие четвертого сайта, <http://nftmivt.ru/>, посвященного истории Филиала. Он «живет» благодаря поддержке и участию моих бывших коллег и друзей.

Последний мой проект – издание книги «Мир чудес Лилии Харитоновой» в декабре 2013 года в Москве. Горячие отклики на эту книгу мы получаем и устно, и через Интернет. Все мои проекты, конечно, были бы невозможны без поддержки Якова, Владимира и Екатерины.

Владимир продолжает трудиться в ARQA Technologies в Новосибирске. Многочисленные клиенты фирмы в России и за рубежом широко используют ее разработки, ARQA Technologies активно сотрудничает с зарубежными партнерами – биржами и поставщиками market data, каждый год участвует в международных конференциях, представляет свои достижения на выставках<sup>7</sup>. Среди партнеров фирмы – Лондонская валютная биржа, Варшавская валютная биржа. Деловые круги Европы и России высоко оценивают возможности и потенциал фирмы<sup>8</sup>.

Екатерина недавно стала генеральным директором Инвестиционной компании ТРИНФИКО, в своей работе она непосредственно связана с информационными технологиями.

Анна и Алиса учатся, на компьютере готовят презентации по школьным предметам, а Николай увлекся разработкой компьютерных игр, то есть так или иначе наши внуки используют технологические инструменты, развитие которых проходило на наших глазах.

## Заключение

За прошедшие десятилетия жизнь нашей семьи очень изменилась, и, разумеется, компьютеры в этом сыграли важную роль. Тот факт, что мой муж, сын и дочь приобрели профессию программиста, определил их высокий профессиональный уровень в тех сферах деятельности, с которыми они связали свою судьбу. Наш переезд в Соединенные Штаты Америки был напрямую связан со знаниями, умениями и опытом Якова как высококвалифицированного профессионала («суперпрограммиста», как с уважением называли и называют его коллеги). Сибирская школа программирования, основателем которой был Андрей Петрович Ершов, главный, в профессиональном смысле, человек в моей судьбе, воспитала и Якова, и наших детей. Я сама всегда заинтересованно следила за новыми идеями и старалась использовать те новые возможности, которые предоставляют нам информационные технологии. Мы стали не просто свидетелями становления эпохи компьютеров, но и активными участниками наступающей на наших глазах эры «второй грамотности».

## Список литературы

1. Ершов А.П. О человеческом и эстетическом факторах в программировании // Кибернетика. 1972. № 5. С. 95–99.
2. Ершов А.П. Программирование – вторая грамотность. Новосибирск, 1981. 18 с. (Препринт/АН СССР, Сибирское отделение; ВЦ; № 293).
3. Курляндчик Я.М. Индивидуально-групповой текстовый архив с универсальным выходом//Материалы VI конференции Ассоциации пользователей БЭСМ-6. Секция «Программное обеспечение». Тбилиси: ТГУ, 1976. С. 19–23.
4. Гололобов В.И., Курляндчик Я.М., Цанг Ф.Р. и др. Интеграл – комплекс автоматизированной разработки программного обеспечения//Автоматизация проектирования ЭВМ: Материалы Всесоюзной конференции. Киев, 1979. С.40-46.
5. Курляндчик Я.М. Система управления файлами. Москва, 1980. 20 с. (Препринт/ИТМ и ВТ АН СССР; № 13).
6. Курляндчик Я.М. Об одном подходе к программно-аппаратной реализации надежных систем хранения информации//Вычислительные системы, сети и центры коллективного пользования: Материалы конференции (ВССиЦКП-78), часть 2. Новосибирск, 1978. С.102–106.
7. Курляндчик Г.В. Светлые годы // Андрей Петрович Ершов – ученый и человек. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. С. 269–281.
8. Бульонков М.А. Смешанные вычисления в Новосибирске // Там же. С. 120–145.
9. Курляндчик Г.В. Мой мессия// ПСИ-7: Семинар «История информатики в Сибири». Новосибирск: ИСИ СО РАН, 2009. С. 57-60.
10. Крайнева И.А., Черемных Н.А. Путь программиста. Новосибирск: Нонпарель, 2011.

<sup>7</sup> Петр Руденко. Сибирский Quik: как создавалась самая популярная в России торговая платформа: <http://m.forbes.ru/article.php?id=252795>

<sup>8</sup> Vladimir Kurllyandchik. Markets weren't built in a day (Expert opinion): [http://arqa.ru/pdf/TheTrade39\\_2014.pdf](http://arqa.ru/pdf/TheTrade39_2014.pdf)

# Интегральные Кубы памяти

Рафаил Аронович Лашевский<sup>1</sup>, Владимир Ефимович Хавкин<sup>2</sup>, Рудольф Николаевич Лаврентьев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> США (Бостон)  
rlashevsky@yahoo.com  
<sup>2</sup> Россия (Санкт-Петербург)  
rudnik311@mail.ru

Доклад посвящен судьбе интегральных ферритовых кубов памяти, которые были созданы коллективом под руководством двух американцев: Альфреда Саранта и Джоэла Барра, которых мы всю свою жизнь знали, как Филиппа Георгиевича Староса и Иозефа Вениаминовича Берга.

## Воплощение идеи

После приезда Ф.Г. Староса (Sarant), и И.В. Берга (Barr) в Советский Союз в 1956 г. и создания ими лаборатории СЛ-11 на одном из заводов Радиопрома в Ленинграде, в числе первых задач стала разработка запоминающего устройства (ЗУ) для ЭВМ.

В 1950–60-е годы в домикроэлектронную эпоху основным средством хранения оперативной информации была память на миниатюрных ферритовых сердечниках. Такие устройства памяти собирались вручную и были одной из самых дорогостоящих и капризных частей любой вычислительной машины. Для больших стационарных машин с максимально возможными объёмами памяти это было, очевидно, единственно возможное решение в то время. Гораздо сложнее складывалась судьба встраиваемой миниатюрной оперативной памяти для бортовых и промышленных управляющих машин, аппаратуры связи и измерительных приборов. Попытки решить проблему в рамках уменьшения объёма памяти на сердечниках в большинстве случаев приводили разработчиков к неэффективным проектным решениям, и зачастую просто не позволяли создать необходимую аппаратуру. Поэтому совершенно естественно, что, взявшись за создание своей первой малогабаритной машины, УМ-1, Старос и Берг сразу столкнулись с этой проблемой, стали искать решение и нашли его.

В качестве прототипа был выбран куб памяти на многоотверстных ферритовых пластинах (МФП), предложенный ранее американским ученым Я. Райхманом.

Он был первым их создателем, и первые же публикации об этой новинке, появившиеся во второй половине 50-х годов в американских журналах, были замечены Старосом и Бергом во время их еженедельных интеллектуальных марафонов в БАН – библиотеке Академии наук.

## Отступление:

*Какие петли случаются в человеческих судьбах!*

*В 1967 году в разгар холодной войны в Ленинградском доме учёных встречаются два американца, два талантливых инженера, работавшие над одной и той же проблемой по разные стороны железного занавеса Ян Райхман и Джо Берг.*

*Они создали интегральные кубы памяти на многоотверстных ферритовых пластинах. Конечно, такие кубы были нужны, прежде всего, для бортовых систем управления советских и американских ракет и космических объектов.*

Было решено создать интегральную ферритовую память, где основной частью будет многоотверстная ферритовая пластина с нанесёнными на неё печатными проводниками, заменяющими ручную прошивку кубов на тороидальных сердечниках.

Назовем основных производителей кубов на многоотверстных ферритовых пластинах. Первым был опытный участок в рамках старосовского ЛКБ (1962год)

Там не только изготавливались опытные образцы, отрабатывалась серийная технология, но и многие годы велись поставки для самых ответственных применений.

В 1962–1972 годах кубы памяти КУБ-1, 2 и 3 были освоены на девяти серийных заводах Электронной промышленности и других министерств, применялись в гражданских и военных моделях вычислительных машин, их производство продолжается до настоящего времени.

На этих фото кубы памяти:



Первым серийным заводом стал ЛЭМЗ (Ленинградский электромеханический завод). Он обеспечивал не только комплектацию для машины УМ1-НХ, но и самостоятельные поставки для других применений.

Серийное производство ферритовых пластин велось на Ленинградском ферритовом заводе. Через полвека после создания первых кубов, в конце 1990-х годов, прекратили существование все заводы, ранее производившие эти кубы. И только ЛФЗ сумел собрать всё технологическое обеспечение этих погибших производств, воссоздать выпуск кубов. Так удалось обеспечивать заказы военных на поставку этих изделий для пополнения комплектов запчастей для техники, находящейся на вооружении в течение 50 лет – там, где уникальные возможности ферритовых кубов не удалось воспроизвести даже на самых последних достижениях микроэлектроники. Информацию об этом нам любезно предоставили сегодняшние руководители и работники завода «Магнетон», его генеральный директор Анатолий Иванович Фирсенков.

Серийное производство Куб-1м и Куб-3 на Хмельницком заводе «Катион» продолжалось с 1972 по 1992 гг. Некоторое время кубы выпускались также на заводе «Кулон», входившем в состав Ленинградского объединения «Позитрон». Одними из первых освоили, и многие годы продолжали серийное производство нескольких моделей интегральных ферритовых кубов в институтах и на заводах Зеленоградского Центра микроэлектроники. Среди них первым был завод «Ангстрем», ещё до того, как он стал производителем интегральных схем. Дальнейшее производство велось в НИИ Микроприборов и продолжалось до 1991 года.

На многие годы кубы стали неотъемлемой частью бортовых машин серии «Салют», устанавливавшихся на космических пилотируемых кораблях и орбитальных станциях. Создателем этих машин и систем является коллектив НИИ Микроприборов под руководством воистину гениального человека – Героя Социалистического Труда Геннадия Яковлевича Гуськова (1918–2002).

Этот институт успешно развивал свои работы, претворяя в жизнь принципы вертикальной интеграции в современной микроэлектронике. Геннадию Яковлевичу удалось сделать то, что не позволили сделать Старосу – первым войти в «микроэлектронную космонавтику».

Старос и его команда сумели совершить непростой прорыв в области подводного кораблестроения.

Пилотируемая космонавтика была не единственным бортовым применением наших кубов. Многие годы ими комплектовались бортовые системы управления баллистических ракет подводного базирования академика В.П. Макеева (1924–1985).

Выпускались кубы и на заводах радиопромышленности. Именно на одном из них произошёл удивительный случай, когда в результате бездумного увлечения рационализаторской деятельностью в конструкцию куба заводскими работниками были внесены изменения, которые привели к массовым сбоям в составе ракетных комплексов, стоявших на боевом дежурстве. Представьте себе состояние Главного конструктора кубов, пока он не нашёл причину сбоя и отменил следствие «рационализации»!

В это время уже активно велись работы над проектом малой конфигурации вычислительно-управляющей машины УМ-1 для военных и народно-хозяйственных целей и интегральный куб памяти они оценили сразу – как его преимущества, так и недостатки. Началась обычная для шефов мозговая атака, в результате которой родились советские интегральные кубы памяти, которые были совершенно отличны от американских по своим конструктивно-технологическим решениям. Вместо литой ферритовой пластины с отверстиями для образования запоминающего элемента появилась прессованная пластина, в которой отверстия формировались в процессе ультразвуковой прошивки.

Сейчас уже не важно, какое решение было более перспективным. Важно другое – мы видим на этом примере, из чего и как складывался паритет в области вооружений и как реальные успехи в технической гонке зависели от точности выбора направлений развития.

Видим мы так же и «главный секрет», который Старос и Берг привнесли в советскую микроэлектронику – поиск новых идей в мировой научной литературе и периодических изданиях, ознакомление с этими новинками своих начальников вплоть до высших уровней руководства страны и своих подчинённых всех уровней, от своего ближайшего окружения до начинающих молодых инженеров. Неумение и нежелание идти таким путём де-

лало любого сотрудника в глазах шефов просто неинтересным, такие люди очень быстро старались найти себе другую работу.

УВМ УМ-1НХ специальным постановлением правительства внедрена в серийное производство на заводе ЛЭМЗ, выпускавшем до этого электросчетчики. Там же было освоено и серийное производство «Куб-1». Ферритовые пластины памяти и дешифратора для него изготавливал Ленинградский ферритовый завод.

Кубы памяти были разработаны для народнохозяйственных применений, поэтому имели узкий температурный диапазон, низкую механическую и климатическую устойчивость. Однако возникла необходимость использования их в составе электронного оборудования подводной лодки, к разработке которого приступило наше предприятие. В связи с этим разработчики провели доработку конструкции куба памяти для обеспечения соответствия требованиям морских групп нормами «Мороз». В результате появилась военная модификация «Куб-1М».

Поскольку других микроминиатюрных кубов памяти в нашей стране не было, проявился интерес к их применению в военной технике и со стороны ряда оборонных предприятий для аппаратуры, работающей в узком температурном диапазоне, либо в термостатированном варианте. Наиболее радикальным было решение свердловского НИИА, занимавшегося разработкой электронной аппаратуры для ракет КБ Макеева. В этом НИИ по согласованию с нами, сохранив всю начинку куба памяти, изменили конструкцию, придав ему необходимую для ракет механическую прочность. На этих кубах летали советские «Поларисы».

Одновременно с освоением кубов «Куб-1» в серийном производстве и началом их эксплуатации в составе приборов и систем велась разработка нового куба памяти «Куб-2». Было принято решение о переходе от рядных пластин к числовым с уменьшением диаметра отверстия запоминающих ячеек до 0,18мм.

Это позволило использовать эффект неограниченного магнитного потока вокруг отверстий для расширения температурного диапазона до минус 40 – плюс 60 С, что предоставило возможность применять эти кубы памяти во многих видах военной аппаратуры без термостатирования. Куб памяти на 128 чисел собирался из 8 кассет, в каждой из которых располагалось 16 пластин по 18 разрядов и элемент дешифратора на 16 чисел. Техническое задание на ОКР было согласовано с Министерством обороны и вся работа велась под контролем военной приемки.

По завершении ОКР техническая документация была передана в Зеленоград, и в 1966г. завод «Ангстрем» приступил к серийному выпуску «Куб-2».

Разработки бортовой аппаратуры на кубах памяти велись заказчиками в тесном контакте с нашим предприятием. Наиболее близкие деловые и даже товарищеские отношения сложились с такими известными радиоэлектронными НИИ как «Гранит», ВНИИРА, «Нептун», «Электроавтоматика», «Электроприбор» и другие в Ленинграде, а также с предприятиями в Москве, Свердловске, Ульяновске и других городах. Эти отношения позволяли нам отслеживать требования к новым разработкам. Так уже в 1964г. возникли пожелания о дальнейшем расширении температурного диапазона и повышении быстродействия кубов памяти. Для реализации этих потребностей, а также для обеспечения максимально возможного удовлетворения требованиям военных стандартов в 1965 – 67г.г. была выполнена ОКР «Куб-3». Было налажено производство этих кубов памяти на опытном участке и их поставка заказчикам. Одновременно решался вопрос об организации производства ферритовых пластин на заводе «Кулон» и кубов памяти на заводе «Мезон» в Ленинграде. Практически одновременно с завершением ОКР «Куб-3» и его освоением в опытном производстве началась разработка ряда блоков памяти на Куб-3 в ОКР «Электроника-300» для широкого круга применений.

Ранее задача создания оперативной памяти (БОП) для каждого конкретного применения решалась путем разработки специализированных блоков в соответствии с требованиями ТЗ. Нетрудно представить себе каких затрат сил и средств стоил такой путь решения задачи с учетом не только затрат труда на разработку схем и конструкции но и необходимость организации мелкосерийного производства каждого типа блока со всеми вытекающими из этого экономическими последствиями. Насколько нам известно, идея создания ряда блоков памяти как комплектующих изделий широкого применения до «Электроника-300» никем не декларировалась и не было попыток ее реализации в конкретных разработках. Наша попытка была первой и весьма удачной.

Известия о предполагаемом серийном производстве блоков памяти очень быстро распространились по стране. Завод начал получать заявки на поставку блоков и кубов памяти, принимать делегации будущих потребителей. Многие из них, с которыми уже ранее были сложившиеся с нами отношения, информацию получали непосредственно от нас. В результате к моменту начала производства завод имел портфель заказов на все количества, которые он мог изготовить. Это очень серьезно влияло на отношение к внедрению не только разработчика и завода, но и руководства ЮГУ МЭП.

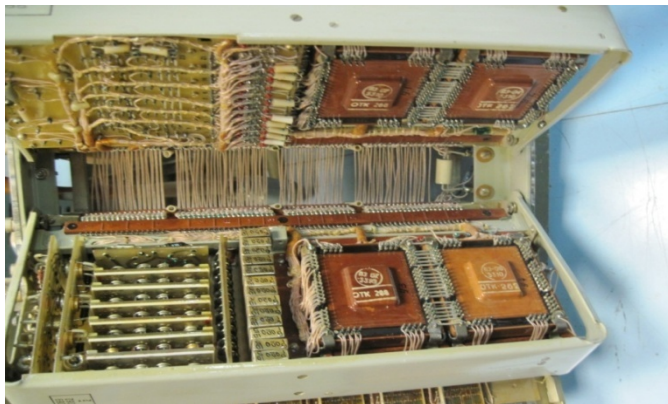
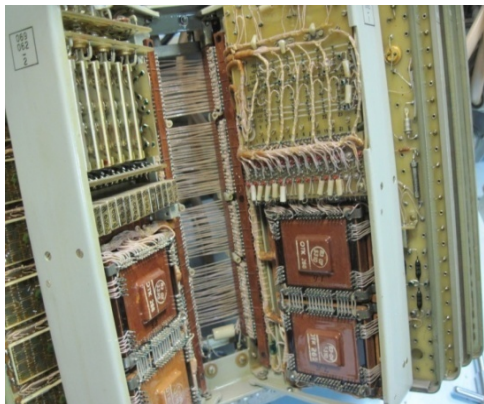
Эти заказы покрывали все важнейшие области военной техники. Так блоки памяти закладывались в аппаратуру для туполевских бомбардировщиков – «невидимок», аэродромные посадочные радиолокаторы, системы телефонной и радиосвязи, корабельные системы управления и т.д., и т.п.

Большой интерес с самого начала внедрения БОП «Электроника-300» проявил Ижевский радиозавод. Главный инженер этого завода неоднократно приезжал на Хмельницкий завод «Катион» Благодаря ему и его команде БОП «Электроника-300» был установлен в систему радионавигации для подводных лодок.

Особые отношения сложились у нас с предприятиями космической отрасли, где технические характеристики БОП «Электроника-300» оказались вне всякой конкуренции по самым жестким параметрам, в первую очередь, по радиационной стойкости. Самая тесная связь установилась с фирмами Главных конструкторов аппаратуры для космоса.

В заключении доклада мы предлагаем вашему вниманию две фотографии блоков оперативной памяти (БОП), которыми комплектовались управляющие машины общепромышленного назначения «Электроника К-200» и боевые информационно-управляющие системы (БИУС) «УЗЕЛ».

Эта система в течение 40 лет была установлена на 75-ти подводных лодках «Варшавянка», которые до сих пор эксплуатируются на Российских флотах, флотах Индии, Китая и других стран.



# Использование информационных технологий в организации самостоятельной работы студентов (при преподавании иностранного языка)

Мария Владимировна Луканина

МГУ имени М.В.Ломоносова, НИТУ «МИСиС»  
Москва, Россия  
lukanina@spa.msu.ru

## Information Technologies in Extracurricular Student Work Management (Foreign Language Teaching)

Maria Lukanina

Lomonosov Moscow State University, NUST “MISiS”  
Moscow, Russia  
lukanina@spa.msu.ru

**Ключевые слова:** информационные технологии, преподавание, иностранный язык, электронное образование

Актуальность использования новейших информационных технологий в процессе преподавания в высшей школе, помимо собственно повышения качества образования, обусловлена еще рядом причин. Среди них тот факт, что повышение конкурентоспособности российских вузов стало одним из приоритетных направлений развития государства. Так, в настоящее время в РФ проводится программа оказания государственной поддержки ведущим вузам России в рамках программы 5/100, направленной на формирование российских научно-образовательных центров мирового уровня.

Для успешного достижения поставленных целей вузам необходимо поднять стандарты качества, обеспечить возможность преподавания на иностранном языке и приглашения иностранных специалистов, предоставить доступ к новейшей (в том числе, непередаваемой) литературе по специальности, принимать активное участие в международных проектах и конференциях, стажировках и совместных образовательных программах, обеспечить условия для успешного трудоустройства выпускников и многое другое. Все это предполагает достаточно свободное владение английским языком для специальных целей.

Однако, большинство программ по иностранному языку для неязыковых вузов, предлагаемых различными российскими университетами и институтами, ограничены в сетке аудиторных часов и не позволяют в должной мере отрабатывать речевые навыки. Кроме того, по новым стандартам образовательных программ занятия лекционного типа (например, лекции на иностранном языке) не могут оставлять более 30–35% занятий, а удельный вес занятий, проводимых в активных и интерактивных формах, должен составлять не менее 55%.

Отчасти решить данную проблему можно за счет самостоятельной внеаудиторной работы студентов с помощью использования информационно-коммуникационных технологий. Долгие годы внеаудиторные часы в высшем образовании использовались номинально, часто для подготовки курсовых и других письменных работ, докладов, и т.п., в то время как развитие автономии студентов и привлечение информационных технологий позволяют качественно и кардинально преобразить самостоятельную работу студентов.

В данном случае речь идет не только об оснащении новейшим мультимедийным оборудованием, хотя без этого сложно говорить об использовании передовых технологий обучения и учебных материалов ведущих зарубежных издательств. Важную роль играют технологии дистанционного и смешанного обучения (blended learning), электронное обучение (e-learning) и использование Интернет-технологий, разработка сайтов преподавателей, создание курсов на различных платформах, использование систем управления обучением (Learning Management Systems) и создание персональной среды обучения (Personal Learning Environment).

В целом, приходится признать, что на данный момент в российском образовании только в отдельно взятых вузах используются модули и программы, приближенные к международным образцам [1]. В рамках обучения в российских вузах пока исключительно редки программы, предполагающие самостоятельную постановку студентами целей, выбора материалов из многообразия предложенных ресурсов, и соответственно организации процесса обучения, как это должно происходить при создании персональной среды обучения [2]. Тем не менее, процесс запущен, и за последние 10 лет количество программ развития образовательной деятельности неуклонно растет как на уровне высшего, так и среднего образования (например, проекты группы компаний VP GROUP и Blackboard [3])



В этой связи особенно ценным представляется опыт отдельных вузов. Так, кафедра русского и иностранных языков и литературы НИТУ «МИСиС» в рамках проекта по модернизации языковой подготовки внедрила модель смешанного обучения на базе технического бакалавриата. Кафедра РИЯЛ использует учебный комплекс Touchstone, разработанный издательством Кембриджского университета и сочетающий пособие для аудиторной работы и системы управления обучением (LMS), то есть расположенные в виртуальной среде электронные тренажеры и инструменты для групповой работы, позволяющие создавать виртуальное обучающее сообщество в пределах учебной языковой группы [4]. Преподаватели дисциплин профиля «Лингвистика» также активно используют смешанное обучение в своей работе [5].

Используемая модель смешанного обучения посредством электронной среды позволяет «задействовать более широкий спектр технических решений, включая аудио- и видеотренажеры, что обеспечивает разнообразие заданий, придает им аутентичность и создает дополнительную мотивацию... Интерактивные инструменты (чаты, блоги, форумы, голосовые сообщения, вики) позволяют осуществлять общение с другими учащимися для выполнения отдельных заданий и комплексных проектов» [6]. Электронная система управления обучением позволяет студентам самим определять приоритетные области, темп и время обучения, самостоятельно выбирать соответствующие тренажеры, отслеживать прогресс и добиваться поставленных целей.

Хотелось бы также отметить потенциал информационно-образовательных платформ (Coursera, edX, etc.), объединяющих в себе курсы ведущих университетов мира (как пример получения актуальных технологических знаний), где предлагается широкий спектр направлений, как технических, так и гуманитарных. Использование ресурсов информационно-образовательных платформ (Coursera.org, edX, etc.) является ценным с нескольких точек зрения. Во-первых, курсы, предлагаемые различными зарубежными университетами, разработаны в соответствии с международными стандартами, давая возможность российским студентам получить представление об уровне знаний и собственно получить эти знания бесплатно. Лекции сопровождаются домашними заданиями и тестами, своевременная сдача которых обязательна для получения сертификата о прохождении курса.

Кроме того, при привлечении преподавателем таких ресурсов и «параллельном освоении» второго англоязычного курса по специальности студенты также отрабатывают другие компетенции: аналитические навыки, выделение релевантной информации, умение конспектировать и многое другое.

Во-вторых, такие курсы позволяют получить доступ к англоязычной речи: письменной и устной, зачастую речи носителя иностранного языка. Использование видео, аудио файлов, текстов и письменных заданий повышает уровень владения языком и активизирует лексику. При этом наличие текстов аудио-лекций позволяет студентам, испытывающим сложности с восприятием иностранного языка на слух, прочитать и при необходимости перевести со словарем непонятные отрывки текста.

В-третьих, курсы разработаны с опорой на самые разные технологии: видео, аудио, тесты, дополнительные ресурсы, форумы, что обогащает и дополняет аналогичные российские программы. Студенты имеют возможность не только общаться между собой, но и консультироваться и обращаться за разъяснениями к преподавателю курса.

Дополнительным преимуществом таких курсов является удобство пользователей в плане выполнения заданий в любое удобное время в течение оговоренного срока. Средняя продолжительность таких курсов составляет около 8–10 недель (около 3–4 внеаудиторных часов в неделю), что оптимально вписывается в структуру семестрового курса российских вузов. К сожалению, воспользоваться такими ресурсами можно только при удачном стечении обстоятельств и совпадении такого курса с программой ВУЗа или сохранении части материалов преподавателем в электронном виде. Так, в рамках магистерской программы «Теория коммуникации и международные связи с общественностью» НИТУ «МИСиС» при построении курса «Теория коммуникации» планируется использовать материалы курса Coursera.org «Introduction to Communication Science» [7].

Все большее количество высших учебных заведений создает курсы на основе разных платформ (Moodle, Blackboard и т.п.). Такие курсы необходимы для дистанционного обучения, однако могут эффективно использоваться и непосредственно в процессе преподавания. В Оренбургском государственном университете, например, использование системы электронного обучения Moodle закреплено Положением университета, утвержденным Ученым Советом. Данный документ описывает основные термины и определения, цели и направления применения системы, общий порядок использования и обеспечение процесса внедрения. При соответствующей методической помощи и информационно-программном обеспечении такие вузы быстро получают конкурентное преимущество, повышая качество образования и удовлетворяя спрос абитуриентов [8].

Безусловно, использование платформ дает качественно другой уровень преподавания, благодаря возможностям, заложенным технически (при условии, что сам преподаватель сможет курс выстроить и освоить). Так, для повышения уровня интерактивности обучения и качества самостоятельной работы обучающихся на факультете государственного управления МГУ имени М.В.Ломоносова осуществляется поддержка учебных взаимодействий на основе дистанционных образовательных технологий на платформе Moodle [9]. Для последующего создания курсов на платформе для студентов ФГУ, дистанционного обучения, а также обучения государственных служащих проводится соответствующее обучение преподавательского состава в рамках повышения квалификации.

Программы и курсы повышения квалификации для преподавателей, безусловно, необходимы, однако, сами по себе не могут обеспечить внедрения информационных технологий в учебный процесс. Например, Титова С.В. приводит набор необходимых преподавателю умений, составляющих ядро информационно-коммуникативных компетенций. В этот список входит умение создать свой учебный сайт, обучающий блог,



подкаст, использовать сервисы Веб 2.0, внедрять веб-проекты и е-портфолио в учебный процесс, пользоваться форумами и микроблогами и многое другое... [10].

Для того, чтобы не просто узнать о существовании таких технологий, а освоить их на уровне сформированных навыков, преподаватель высшей школы должен иметь поддержку во многих сферах. Процессом образования должны управлять компетентные специалисты, способные, например, провести тщательный анализ состояния рынка информационных технологий при выборе образовательных платформ [11], осуществить полномасштабный охват всей образовательной и административной деятельности учреждения с помощью информационных технологий. Это требует финансовых вложений, технологической базы, затрат времени и усилий, психологической и методологической готовности как преподавательского состава, так и самих студентов. Однако, в данном случае поговорка «цель оправдывает средства» уместна как никогда.

## Список литературы

1. Лапицкая О. Р. Реализация e-learning на платформе WebCT (Blackboard) в обучении иностранным языкам в Томском политехническом университете. Молодой ученый, 2011. №4, Т.2. С. 105-107. <http://www.moluch.ru/archive/27/2905/>.
2. Dr. Francois Victor Tochon. Online Instructional Personal Environment for Deep Language Learning. International Online Journal of Education and Teaching Vol.1, No. 2, 2014.
3. Проекты группы компаний VP GROUP и Blackboard: [http://www.vpgroup.ru/Portals/7/materials/VPGROUP-Blackboard\\_Learn-100000.pdf](http://www.vpgroup.ru/Portals/7/materials/VPGROUP-Blackboard_Learn-100000.pdf).
4. Бондарева Л.В. Английский язык: практика иностранного языка: учебное пособие. М.: изд-во Дом МИСиС, 2013.
5. Захарова М.С., Сухова Н.В. О роли смешанного обучения в дисциплине "Практическая фонетика". Доклад на XLIII Международной филологической конференции на филологическом факультете Санкт-Петербургского государственного университета, 2014.
6. Бондарева Л.В. Английский язык: методика преподавания иностранных языков: учебно-методическое пособие. М.: изд-во Дом МИСиС, 2013. С.8.
7. Dr. Rutger de Graaf, Massive Open Online Course «Introduction to Communication Science». University of Amsterdam. January 15, 2014. . Курс будет повторно запущен 02.07.2014. <https://www.coursera.org/course/commsciencehttp://en.misis.ru/academics/programs/communications/>
8. Положение «Об использовании системы электронного обучения Moodle в образовательном процессе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет», 08.10.2012, [http://moodle.osu.ru/pluginfile.php/4295/block\\_html/content/polojenie\\_po\\_moodle.pdf](http://moodle.osu.ru/pluginfile.php/4295/block_html/content/polojenie_po_moodle.pdf)
9. [distant.spa.msu.ru](http://distant.spa.msu.ru)
10. Титова С.В. Информационно-коммуникационная компетенция педагогов и новые образовательные стандарты высшей школы. Вестник Московского университета. Серия 19. Лингвистика и межкультурная коммуникация. Москва, МГУ, 2011. № 3, с.118-132, <http://titova.fl.msu.ru/portfolio/publicationsarticles.html>.
11. Michael Feldstein. Рынок open source LMS в образовательном секторе США, <http://www.smart-edu.com/razvivayuschisysaygnok-lms-michael-feldstein.html>

# Разработки ЭВМ под руководством академика А.В. Каляева

Олег Борисович Макаревич

Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных систем им. А.В. Каляева  
Южный федеральный университет  
Таганрог, Россия  
mak@tsure.ru

Под руководством Анатолия Васильевича Каляева<sup>1</sup> было выполнено много интересных и важных НИОКР. В сообщении представлены некоторые из них.

Это, во-первых, разработка и внедрение серии микросхем цифровых интеграторов (ЦИ) К-502 и построение на их основе мини ЦИМ с электронной коммутацией на 90 интеграторов. Впервые независимо друг от друга на машине могли работать три оператора, разделив поле процессоров (интеграторов) между собой.



Рис. 1. Общий вид цифровой модели коллективного пользования на 90 функционально-ориентированных микропроцессоров



Рис. 2. Сопроцессор

Во-вторых, разработка высокопроизводительной системы обработки сигналов «Символ-2П», для которой были в течение одного года разработаны три БИС: процессор «бабочки» БПФ (ПО «Интеграл», г. Минск), коммутатор (ПО «Светлана», г. С-Петербург) и ортогональная память (КБ завода полупроводников, г. Нальчик).

В-третьих, разработка многопроцессорной ЭВМ «Парус» и векторного ускорителя к отечественной персональной ЭВМ. СуперЭВМ «ПАРУС-М» являлась персональной параллельной многопроцессорной вычислительной системой (МВС), которая могла использоваться для построения профессионально-ориентированных рабочих станций. Разработка выполнена по договору с РНИИ приборостроения (Москва). Система реализована в единичном экземпляре. Для обеспечения конкурентоспособности вычислитель многопроцессорной персональной суперЭВМ был выполнен на высоконадежном 32-разрядном комплекте СБИС АМ 29с300 (в СССР он известен как серия 1843 – изготовитель ПО «Интеграл», Минск). Число параллельно работающих макропроцес-

---

<sup>1</sup> Анатолий Васильевич Каляев (1922-2004) – советский, российский учёный, академик РАН по Отделению информатики, вычислительной техники и автоматизации (2000; член-корреспондент РАН с 1991; член-корреспондент АН СССР с 1984), Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, Герой Социалистического Труда (1986), почётный гражданин г. Таганрога.

соров (МАП) – 4; объем оперативной памяти одного МАП: память команд – 128 Кбайт; память данных – 2 Мбайта; форматы данных МАП (стандарт ИИИЭР754): 32 и 64 разряда с плавающей запятой; 32 разряда с фиксированной запятой.

Программное обеспечение: параллельные языки высокого уровня на базе ФОРТРАН-77, Си, Модула-2; профессиональный язык программирования вычислительных задач EVAL; параллельный язык ассемблера; параллельная реализация пакетов прикладных программ. Производительность: пиковая – 64 Мфлопс; на пакете LINPAK – 36 Мфлопс. Организация вычислений в МВС базируется на разделении системных функций и параллельном выполнении их на отдельных процессорах. Управление задачей осуществляет ядро ОС, размещаемое в управляющем процессоре (УП). Системная функция обменов по коммутатору выполняется процессором обменов. Любая задача состоит из одного или нескольких отдельно транслируемых программных модулей. Для выполнения различных системных функций модули обращаются к ОС, используя систему прерываний.

Векторный ускоритель (ВУ) предназначен для увеличения производительности персональных ЭВМ. Повышение производительности достигается путем аппаратно-микропрограммного исполнения библиотечных операций, написанных на ассемблере ВУ. Подключение ВУ к персональному компьютеру позволяет увеличить производительность в 10-30 раз по сравнению с арифметическим сопроцессором 80287 (10 МГц). Области применения ВУ: обработка многомерных массивов информации в задачах анализа изображений, радиолокации, гидроакустики, поиска рыбных скоплений и т.д. Конструктивно ВУ выполнен в виде блока в настольном варианте, подключаемого к IBM PC через переходную плату, или в виде модуля из 2-х плат, вставляемых в свободный «слот» ПЭВМ ЕС 1855.

Системное матобеспечение включает язык ассемблера, загрузчик, отладчик, тестовые программные средства. По отдельному заказу поставляется программная модель, позволяющая производить разработку и отладку библиотечных операций без векторного ускорителя. Прикладное матобеспечение включает библиотеку программ матричной алгебры, библиотеку сложных научно-технических расчетов различных объектов (турбин, лопаток, трубопроводов и т.д.) методом конечных элементов и библиотеку для расчета гидроакустических и рыбопромысловых задач. Опытные образцы (2 шт.) изготовлены в НИИ ЭВМ в Минске, техническая документация передана на Московский завод счетных арифметических машин (САМ) в 1993 году.

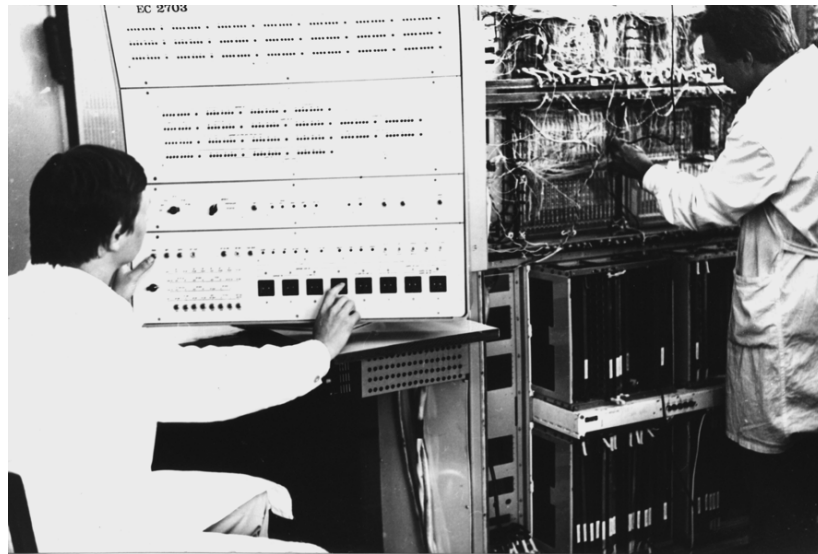


Рис. 3. Разработка многопроцессорной вычислительной системы ЕС-2703

В-четвертых, разработка многопроцессорной вычислительной системы ЕС-2703. Она выполнялась по Постановлению СМ СССР и ЦК КПСС в течение пяти лет. Система ЕС-2703 по тем временам (1985 год) была одной из самых перспективных. ЕС-2703 представляла собой параллельную систему, состоящую из 16 процессоров с возможностью наращивания до 64. Каждый процессор имел 64 разряда с плавающей точкой (ПТ) и мог менять разрядность, как в ЭВМ М-10: два процессора разрядностью 32 с ПТ или четыре процессора по 16 разрядов с фиксированной точкой. Все процессоры могли обмениваться информацией друг с другом через несколько видов электронной коммутации. Система ЕС 2703 имела распределенную память. Элементная база: серия АМД 2900. Максимальная производительность СП для конфигурации 64 УП составляет около 50 млн. эквивалентных ЕС ЭВМ оп/с., разрядностью 32 бита.

Работа была принята Межведомственной комиссией 25 октября 1986 года. Председатель комиссии – начальник предприятия п/я Г-4903 д.т.н. профессор Александр Дмитриевич Смирнов. Операционная система и параллельный ФОРТРАН позволили на данном комплексе успешно решить ряд крупных задач, в том числе и специально подобранную в ЦАГИ смесь «Зебра».

**Выводы комиссии:**

Материалы технического проекта, научно-технического отчета с результатами исследований по оценке эффективности вычислительного комплекса ЭВМ ЕС1061-ЕС2703 при решении задач математической физики и результаты испытаний экспериментального образца комплекса в объеме утвержденной программы подтвердили высокий научно-технический уровень и перспективность выбранных архитектурных решений, структуры аппаратной части и программного обеспечения.

Используя имеющийся задел по разработке архитектурных и структурных решений в аппаратуре и программном обеспечении, следует приступить к проведению опытно-конструкторской работы по созданию многопроцессорного вычислительного комплекса с производительностью до 1 млрд.оп/с на базе ЭВМ ЕС «Ряд-4».

Однако события конца прошлого века в стране не позволили внедрить данный вычислительный комплекс ЕС-1061 – ЕС-2703 в производство.

Все это только часть научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, выполнявшихся под руководством Анатолия Васильевича Каляева. По его инициативе успешно шли теоретические и практические исследования параллельных вычислений для решения специализированных задач в Таганрогском радиотехническом институте. Следует отметить, что в тот период и сам Анатолий Васильевич написал ряд монографий по теории цифровых интегрирующих машин (ЦИМ) и многопроцессорных вычислительных систем (МВС).

# От базы данных к автоматизированной информационно-расчетной системе «Высокочистые вещества и материалы»

Константин Константинович Малышев, Ольга Петровна Лазукина, Елена Нагимовна Волкова

Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девярых РАН  
Нижний Новгород, Россия  
expo@ihps.nnov.ru

## From the Data Base Up to the Automated Information-Computing System “High-Purity Substances and Materials”

Konstantin Malyshev, Olga Lazukina, Elena Volkova

G.G. Devyatykh Institute of Chemistry of High-Purity Substances RAS  
Nizhny Novgorod, Russia  
expo@ihps.nnov.ru

**Ключевые слова:** банк данных, высокочистые вещества, информационно-расчетная система, программирование, статистическая обработка результатов измерений

Создание базы данных по высокочистым веществам было начато в 70-х годах прошлого века для информационной поддержки работы Постоянно-действующей Выставки-коллекции веществ особой чистоты и эмпирического анализа её данных. Выставка была создана в 1974 году, в период интенсивного развития работ в области получения, анализа, исследования и применения высокочистых веществ и формирования химии высокочистых веществ как науки. Исследовательская программа Выставки включает:

- сбор образцов высокочистых веществ;
- полное и достоверное исследование содержания конкретных примесей;
- составление реальной картины о степени чистоты веществ и тенденций ее изменения во времени;
- поиск закономерностей формирования примесного состава.

К концу 70-х годов база данных по примесному составу высокочистых веществ насчитывала более 6000 элементоопределений и продолжала расти. Появились работы [1–4], где впервые было сформировано представление о возможности рассмотрения содержания примеси, как случайной величины, которая может иметь устойчивые статистические распределения.

Первая версия банка данных по высокочистым веществам была создана в 1982 году [5]. Она включала информацию о образцах Выставки, их свойствах, примесном составе. В основе программного обеспечения был положен пакет прикладных программ АСПИД-3. Первоочередными задачами этой версии было: установление вида функции распределения величины содержания примесей по концентрации, сравнение с теоретически полученным распределением, получение количественных критериев сходимости теоретических и экспериментальных данных. Базируясь на вероятностном подходе к закономерностям формирования примесного состава высокочистых веществ, было показано, что функция распределения величины логарифма содержания примесей в высокочистом веществе близка к нормальной.

В процессе развития система переводилась на различные программные и аппаратные платформы, рос объем данных, расширялись список веществ и разнообразие их характеристик. В 1987 г. создается второй вариант банка данных – эта версия была разработана в операционной системе MS-DOS. В 1998 году была выпущена версия, сочетающая в себе функции хранения и обработки данных – информационно-расчетная система (ИРС) «Высокочистые вещества и материалы» [6]. ИРС состоит из баз данных по примесному составу высокочистых веществ (более 50000 элементоопределений), их свойствам, методам получения, метрологическим характеристикам наиболее чувствительных методов их анализа, а также производителям высокочистых веществ, характеристикам их продукции, нормативно-технической документации и пр. Разработаны методы и с использованием ИРС выявлены наиболее общие закономерности в примесном составе высокочистых материалов. Разработан аппарат функций распределения примесей по концентрации, позволяющий рассчитать величины интегральных характеристик (среднее значение концентрации и суммарное содержание всех или определенной группы примесей в образце или выделенной группе образцов) по экспериментальным данным о концентрации ограниченного числа примесей и пределов обнаружения. С развитием ИРС появились задачи, связанные не только с накоплением и обработкой данных, но и с эволюцией самой ИРС. Например, найденные с использованием ИРС закономерности в структуре данных позволили делать оценку входной информации по содержанию конкретных примесей (разработана оригинальная методика, позволяющая оценить полноту и правильность получаемых аналитических данных).

Стремительное развитие информационных технологий, появление новых задач, необходимость расширения структуры данных явились причиной разработки новой версии информационно-расчетной системы.

## Архитектура системы

Новая версия информационной базы ИРС построена по объектному принципу с использованием СУБД MS SQL Server 2000. В отличие от прежней, основанной на заранее заданных структурах, ее архитектура предусматривает возможность расширения состава и типов хранимых данных. Структурная схема представлена на рис. 1, в ее основе лежит понятие объекта. Объектный подход был выбран для обеспечения возможности вносить изменения в существующие конфигурации данных и добавления новых. В классических решениях для этого приходилось перерабатывать программный код, при этом трудоемкость работы возрастала по мере расширения охвата предметной области. В настоящей версии модификация структуры данных возможна без изменения программного кода. На практике это означает возможность быстрой интеграции в систему новых типов различного рода экспериментальных данных, связанных с измерениями значений свойств веществ и материалов, описаний методик измерения, различного рода справочников и т.д. Кроме того, можно добавить новые атрибуты в уже созданные структуры.

В наиболее общей и классической постановке [7] объектно-ориентированный подход базируется на концепциях:

- объекта и идентификатора объекта;
- атрибутов и методов;
- классов;
- иерархии и наследования классов.

Любая предметная область описывается набором свойственных ей сущностей. Сущность отображает информационное содержание понятия предметной области. В терминологии объектно-ориентированных систем сущности называются объектами. В рассматриваемой области высококчистых веществ объектами будут «вещество», «свойство», «метод анализа», «примесь», «примесный состав» и т.д. Реализация объекта называется экземпляром. Так, конкретное вещество (например, кремний) есть экземпляр объекта «вещество». Объектно-ориентированные системы оперируют объектами предметной области и их экземплярами. Объект при своем создании получает генерируемый системой уникальный идентификатор, который связан с ним во все время его существования и не меняется при изменении состояния объекта.

Каждый объект определяется его состоянием и поведением. Состояние объекта – набор значений его атрибутов. Поведение объекта – набор методов (программный код), оперирующих над состоянием объекта. Значение атрибута объекта – это тоже некоторый объект или множество объектов. Состояние и поведение объекта инкапсулированы в объекте; взаимодействие между объектами производится на основе передачи сообщений и выполнении соответствующих методов.

Множество объектов с одним и тем же набором атрибутов и методов образует класс объектов. Объект принадлежит только одному классу (если не учитывать возможности наследования). Атрибут – это некоторая характеристика объекта, значения которой может быть выражено числом, строкой, логическим значением, изображением, текстом, а также другим объектом. Например, среди атрибутов объекта «образец» можно выделить вещество, степень чистоты, массу, условия хранения и т.д. Из перечисленных атрибутов «масса» выражается числом, а «Вещество» в свою очередь является объектом со своими атрибутами – формула, наименование, молекулярный вес и т.д.

Допускается порождение нового класса на основе уже существующего класса – наследование. В этом случае новый класс, называемый подклассом существующего класса (суперкласса), наследует все атрибуты и методы суперкласса. В подклассе, кроме того, могут быть определены дополнительные атрибуты и методы. Различаются случаи простого и множественного наследования. В первом случае подкласс может определяться только на основе одного суперкласса, во втором случае суперклассов может быть несколько. Если в языке или системе поддерживается простое наследование классов, набор классов образует древовидную иерархию. При поддержании множественного наследования классы связаны в ориентированный граф с корнем, называемый решеткой классов. В предлагаемой системе используется только простое наследование.

Модель данных разделена на три уровня:

- уровень объектов;
- уровень словаря данных;
- уровень данных.

Уровень объектов хранит описание сущностей. Каждая сущность получает уникальный код, по которому распознается системой. Объектный уровень организован по иерархическому принципу (рис 2).

В вершине находится стандартный объект, который содержит всего один атрибут – наименование. Все остальные объекты наследуются от него. Конкретная реализация данных зависит от предметной области. Так в высококчистых веществах, корневой сущностью служит понятие «вещество», т.к. входит практически во все понятия данной предметной области. Этот объект в иерархии классов является производным от абстрактного стандартного объекта и получает от него единственный атрибут – название.

Каждый объект описывается набором атрибутов (свойств). Атрибуты делятся на три класса:

- простые: числовые, текстовые, логические, дата/время;
- списки;
- ссылки на объекты.

Простые атрибуты хранят первичные значения свойств объекта. Так, для сущности «вещество» простым атрибутом является химическая формула. Список содержит набор возможных значений, из которого выбирается значение свойства. Например, это может быть агрегатное состояние вещества (твердое, жидкое, газообразное, и т.д.). Как отмечалось выше, атрибут может представлять собой объект. В этом случае его значением будет ссылка на этот объект. Система использует такую ссылку для доступа к значениям его свойств. Так, понятие «образец высокочистого вещества» содержит в себе понятие «вещество», которое представляет собой атрибут типа «ссылка». На уровне объектов возможны следующие операции:

- добавление нового объекта;
- изменение свойств существующего объекта (добавление, изменение или удаление атрибутов);
- удаление объекта.

Словарь данных содержит значения атрибутов созданных объектов. Его структура представлена на рис. 3. Значение атрибута хранится вместе с идентификаторами значения в зависимости от его типа в соответствующих таблицах, имеющих схожий формат:

- идентификатор значения;
- идентификатор объекта;
- идентификатор атрибута;
- значение атрибута (в зависимости от его типа).

Словарь данных является хранилищем значений атрибутов объектов, и заполняется после определения структуры данных. Для этого предназначен стандартный интерфейс, с помощью которого возможен ввод новых записей, редактирование и удаление имеющихся записей. Данные из словаря копируются в базу данных с помощью специальных процедур, выполняемых на стороне сервера. Они объединены в пакет «генератора таблиц». Непосредственное изменение записей в базе данных не допускается. Все изменения происходят в словаре данных и переносятся в базу в соответствии с правилами и структурой объектной модели данных. Сама структура таблиц базы данных может изменяться, если пользователь вносит новые элементы в структуру первичных данных (рис. 1). Главное назначение базы данных – поставка информации для выполнения запросов. Результаты запросов в виде таблиц могут быть использованы в подключаемых модулях системы или во внешних программах для обработки и расчетов.

## Модель данных ИРС «Высокочистые вещества» и прикладные задачи

Модель данных ИРС описывает предметную область «высокочистые вещества и материалы» с акцентом на примесный состав образцов Выставки-коллекции. Ее схема показана на рис. 4.

Объектами (классами) верхнего уровня являются: вещество, свойство, получение, анализ, источник. Кроме того, здесь же содержатся общие справочники системы – единицы измерения, классификаторы веществ, города, страны, виды и формы образцов. Класс «вещество» характеризуется следующими свойствами: название, химическая формула, состояние. Таблица Менделеева является производным от вещества и, в дополнение к его атрибутам, имеет только присущие ей свойства, такие, как: порядковый номер, группа, период. Свойства, в свою очередь, разделяются на индивидуальные и примесночувствительные. Общий справочник свойств содержит наименование свойства, единицу измерения, тип. Значения свойств наследуются от объекта «свойство» с добавлением необходимых атрибутов: вещество, значение свойства, источник. Класс «получение» является базовым классом для элементов системы, касающихся методик получения и их характеристик: видов равновесий, коэффициентов разделения. Аналогично построен объект «анализ», который содержит справочник-классификатор методов анализа, справочник методик анализа, данные по пределам обнаружения. Одним из важных элементов системы является объект «источник», который содержит данные о различных типах источников информации. В настоящее время поддерживаются следующие справочники: организации (как источник информации об образце), каталоги фирм, ГОСТы и литературные источники. Все они унаследованы от базового понятия «источник» и дополнены присущими данному типу источника атрибутами.

Данные об образцах высокочистых веществ относятся к основному содержанию системы. Естественно, что атрибуты, свойственные понятию «образец», унаследованы от предыдущей версии, но в данной версии эта структура не является застывшей, а может при необходимости видоизменяться. Базовый класс «образец» включает в себя описанные выше объекты: вещество, анализ, получение, источник.

Естественной классификацией образцов является классификация по типу источника информации о нем:

- организации-изготовители (образцы Выставки-коллекции);
- каталоги фирм (информация о свойствах и примесном составе веществ, получаемых промышленными фирмами);
- ГОСТы – информация о стандартах на высокочистые вещества и материалы;
- литературные источники, в которых представлены данные по получению, свойствам и анализу высокочистых веществ).

Независимо от источника, можно выделить общие свойства класса «образец»:

- вещество;
- источник;
- назначение (лабораторный, промышленный, для микроэлектроники, и.т.д.);
- марка;
- форма образца (монокристалл, поликристалл, жидкость и.т.д.);
- степень чистоты (содержание основного вещества).
- анализ – информация о методиках анализа образца (наименование методики анализа, единица измерения, источник информации, дата проведения анализа)
- данные о результатах анализа образца, полученные с помощью методик, перечисленных в пункте «Анализ» (примесь, содержание).

Остальные атрибуты зависят от источника информации об образце:

- образец Выставки: дата получения, условия хранения, масса, признак «лучший образец», признак «аттестован выставкой»;
- образец из каталога фирм: масса, цена, страница каталога.

Отметим, что приведенная схема может в дальнейшем дополняться как в плане детализации уже имеющихся классов, так и в плане добавления новых структурных элементов в базу данных. Например, уже в ближайшее время в связи с развитием программы по созданию стандартных образцов потребуется выделить понятие «стандартный образец» в отдельную структуру, поскольку для стандартных образцов актуальны данные по нижней и верхней границе определяемых содержаний (доверительные интервалы), которые наравне с измеренным значением концентрации вносятся в паспорт образца.

На прикладном уровне в системе реализованы:

- Интерфейс построения запросов. Пользователь выбирает нужные ему элементы данных, определяет правила и условия отбора данных. В дальнейшем результаты запросов могут быть использованы внешними модулями обработки.
- Модуль обработки данных по примесному составу, в котором используется методика оценки интегральных характеристик – области концентраций, содержащей основную часть примесей и суммарной концентрации по данным анализа, включающим как измеренные значения, так и пределы обнаружения [8]. Встроена возможность экспорта данных в MS Excel. Дальнейшее развитие системы в значительной степени связано с разработкой подключаемых модулей для выполнения различных задач по обработке данных, сопоставления результатов, выявление различного рода закономерностей.

## Заключение

Разработанная система, в отличие от предыдущих версий, позволяет пользователю работать со схемой данных, изменять и дополнять ее по мере необходимости. Это означает, что появление новых понятий и сущностей в предметной области «высокочистые вещества и материалы», будет своевременно отражаться в базе данных. При этом не потребуется переработки программного кода, что было неизбежно ранее в таких случаях. В базу включены интерактивные средства для отбора нужной пользователю информации, а так же инструменты для расширения системы за счет подключаемых модулей. Теперь при появлении новых задач соответствующие алгоритмы могут быть встроены в систему, образуя единую библиотеку алгоритмов.

## Список литературы

1. Нисельсон Л.А. // В кн.: Получение и анализ веществ особой чистоты. М., Наука, 1966, с.33.
2. Сахаров В.М., Алымова Т.Е., Лулова Н.И., Оглоблина И.П.// Получение и анализ веществ особой чистоты: Межвуз. сб. Горьк. гос. ун-т.1974. с. 92.
3. Девярых Г.Г., Чурбанов М.Ф. // Известия СО АН СССР. Сер. хим. наук. 1978. № 9. вып. 4. с.3
4. Девярых Г.Г., Степанов В.М., Чурбанов М.Ф., Крылов В.А., Яньков С.В. // Докл. АН СССР. 1980. т. 254. № 3. с. 670
5. Г.Г. Девярых / О создании банка данных по высокочистым веществам. // Вестник АН СССР, 1982, вып. 7, с.35-31.
6. Г.Г. Девярых, И.Д. Ковалев, В.А. Крылов, К.К. Малышев, Л.И. Осипова / Информационно-расчетная система «Высокочистые вещества и материалы» // Известия вузов. Материалы электронной техники, 1998, № 3, с.44-51.
7. Won Kim. Object-Oriented Databases: Definition and Research Directions // IEEE Trans. Data and Knowledge Eng. 1990. V.2. N3. P.327-341.
8. Г.Г. Девярых, И.Д. Ковалев, К.К. Малышев и др. /Анализ данных по примесному составу простых твердых веществ Выставки-коллекции веществ особой чистоты // Высокочистые вещества. 1992. №5-6. С.7-11.



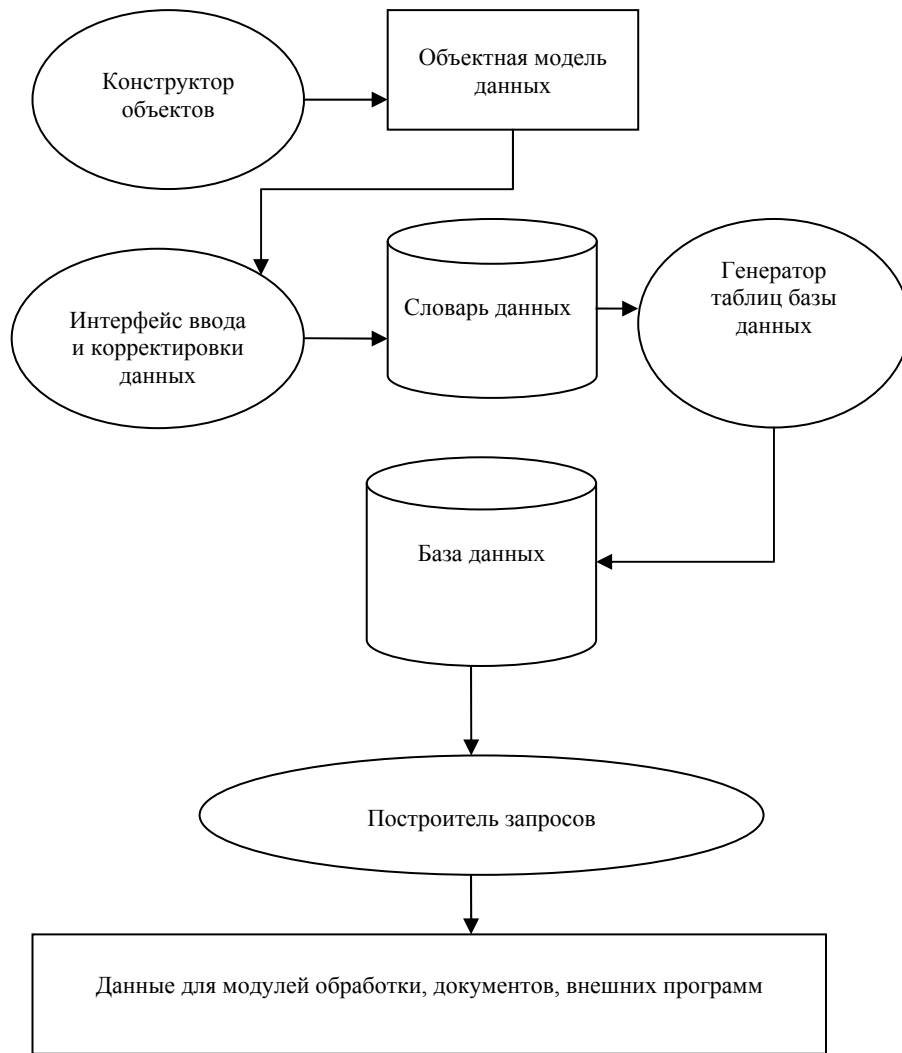


Рис.1. Структурная схема системы



Рис. 2. Иерархическая модель объектов

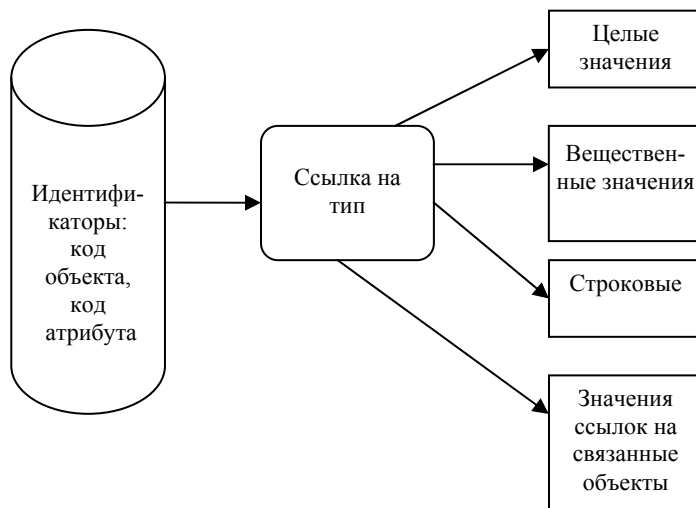


Рис. 3. Блок-схема организации словаря данных

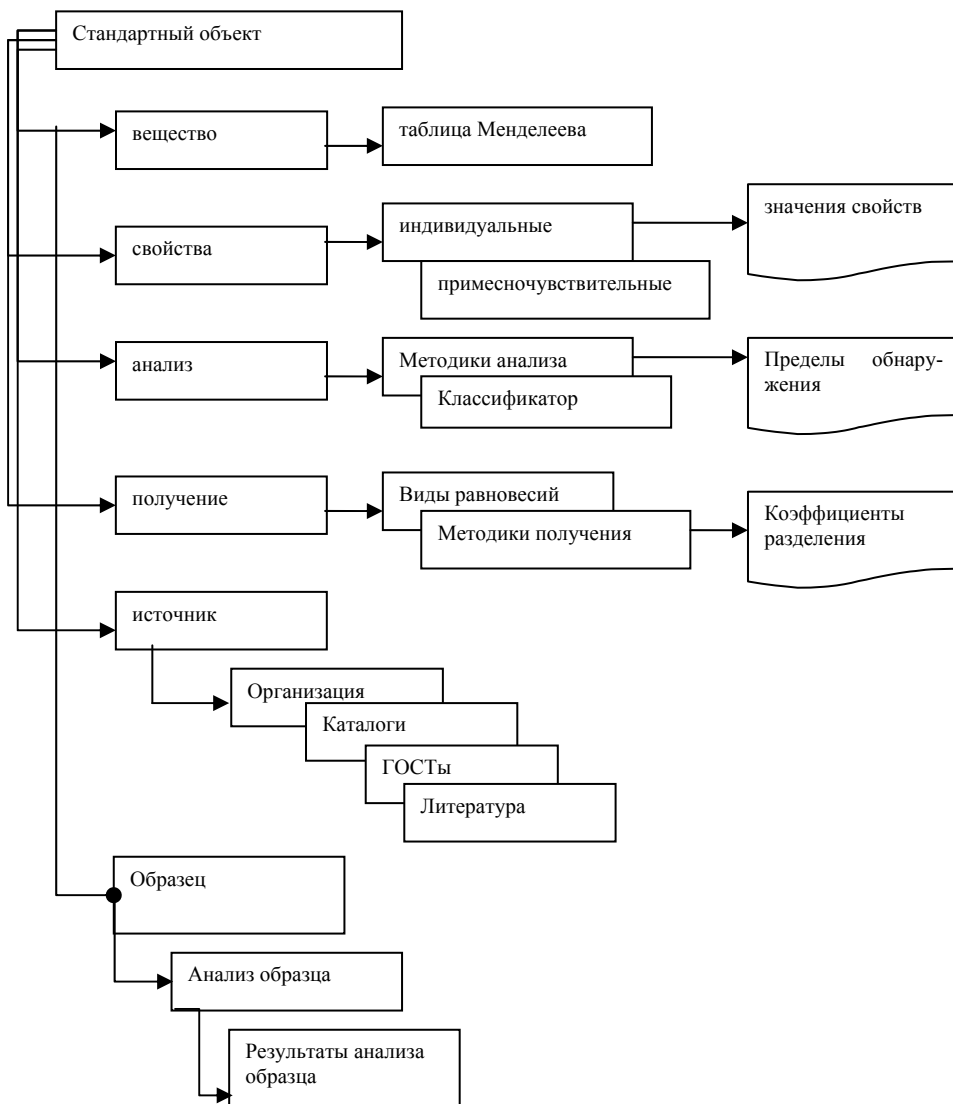


Рис. 4. Схема базы данных ИРС

# К 80-летию Н. Вирта: Синтаксические диаграммы Н. Вирта в SYNTAX-технологии

Борис Константинович Мартыненко

Санкт-Петербургский государственный университет  
Санкт-Петербург, Россия  
mbk@ctinet.ru

## Towards the 80<sup>th</sup> Anniversary of H. Wirth: N. Wirth's Syntactic Charts in the SYNTAX-Technology

Boris Martynenko

Saint Petersburg State University  
Saint Petersburg, Russia  
mbk@ctinet.ru

**Ключевые слова:** синтаксические диаграммы Н. Вирта, трансляционные RBNF-грамматики и граф-схемы, челночные сплайновые процессоры

### Введение

Среди календарных дат 2014 года есть одна, связанная с 80-летием Никлауса Вирта, автора языка программирования Паскаль [1], широко используемого в мире и России для обучения программированию в старших классах школы и на первых курсах вузов. Вирт ввёл понятие синтаксических диаграмм, которое он использовал для наглядного представления структуры конструкций языка Паскаль. Впоследствии это понятие, родственное понятию графа, поручило дальнейшие развитие и применение в качестве средства реализации систем обработки данных, управляемых синтаксисом языков.

Использование графов<sup>1</sup> в математике началось ещё задолго до появления компьютеров. А когда они появились в 50-х годах прошлого века, и программирование велось в кодах вычислительной машины в условных адресах, то программисты часто применяли блок-схемы для документирования управляющей структуры машинных программ. Вскоре это привело к появлению теории схем программ<sup>2</sup> [2].

Плодотворно ставятся на графах и другие задачи программирования: оптимальное распределение памяти, исследование потока данных в программах, эквивалентные преобразования КС-грамматик, автоматическая генерация тестов, семантические сети Г.С. Цейтина [3] в задачах искусственного интеллекта и т. д.

### 1. Проект реализации Алгола 68

В начале 1970-х группа сотрудников Вычислительного центра и лаборатории математической лингвистики Ленинградского государственного университета под научным руководством Г. С. Цейтина приступила к изучению языка программирования Алгол 68 [4] и, вскоре, к его реализации на ЕС ЭВМ<sup>3</sup> по заказу Научно-исследовательского центра электронной вычислительной техники (НИЦЭВТ) Министерства радиоэлектронной промышленности СССР (отчёт об этом проекте см. в [5]).

Язык Алгол 68 в то время ещё не был «заморожен»: поправки поступали в каждом номере Алгол-Бюллетеня, некоторые выпуски которого содержали вложения – микрофиши с описанием синтаксиса этого языка в виде синтаксических диаграмм Н. Вирта. Это привело к идее использовать синтаксические диаграммы Вирта, как основы, для внутреннего представления структуры предложений входного языка в системе его реализации.

Синтаксис Алгола 68 определяется двухуровневыми грамматиками А. ван Вейнгаардена, порождающими рекурсивно-перечислимые множества, задача распознавания которых в общем случае алгоритмически не разрешима. На эффективные анализаторы, использующие непосредственно грамматики этого класса, рассчитывать

<sup>1</sup> Отцом теории графов (так же как и топологии) является Эйлер (1707–1782), решивший в 1736 г. широко известную в то время задачу, называвшуюся проблемой кёнигсбергских мостов.

<sup>2</sup> Схемы Янова – *схемы программ*, которые были введены в литературу А.А. Ляпуновым и Ю.И. Яновым в 1958 г. и направлены на разработку общей теории условий, управляющих последовательностью выполнений операторов в программе.

<sup>3</sup> Советский аналог серии System/360 и System/370 фирмы IBM, выпускавшихся в США с 1964 г.

не приходилось. Исходную грамматику можно было рассматривать лишь как первоначальную форму спецификации синтаксиса языка, то есть только как документ. Требовалось найти эффективный метод анализа языка Алгол 68 на основе других, более простых, классов грамматик, и построить адекватный инструмент, его реализующий. Позднее он был воплощён в технологическом комплексе (ТК) SYNTAX [6].

## 2. Трансляционные RBNF-грамматики

*Трансляционная грамматика* есть формальная система  $G_t = (G_c, E)$ , где  $G_c$  – управляющая грамматика;  $E$  – описание операционной среды.

**2.1. Управляющая RBNF-грамматика** есть шестёрка  $G_c = (N, T, \mathfrak{R}, \Sigma, P, S)$ , где  $N$  – словарь нетерминалов,  $T$  – словарь терминалов,  $\mathfrak{R}$  – словарь резольверных символов (резольверов),  $\Sigma$  – словарь семантических символов (семантик),  $P = \{A: R_A \mid A \in N, R_A \text{ – регулярное выражение относительно символов из множества } N \cup T \cup \mathfrak{R} \cup \Sigma\}$  – множество правил,  $S$  – начальный нетерминал.

Управляющая грамматика специфицирует *синтаксическое управление* – множество цепочек  $C(G_c) = \lambda(R_S)$  над терминальными и контекстными символами (т. е. символами из множества  $T \cup \mathfrak{R} \cup \Sigma$ , где  $\lambda(R)$  определяется в зависимости от вида  $R$  следующим образом:

$$\lambda(R) = \begin{cases} \{a\}, & \text{если } R = a, a \in (T \cup \mathfrak{R} \cup \Sigma) \text{ или } a = \varepsilon; \\ \lambda(R_A), & \text{если } R = A, A \in N \text{ и существует правило вида } A: R_A.; \\ \bigcup_{k=0}^{\infty} (\lambda(R_1))^k, & \text{если } R = R_1^*; \\ \bigcup_{k=1}^{\infty} (\lambda(R_1))^k, & \text{если } R = R_1^+; \\ \lambda(R_1) \bigcup_{k=1}^{\infty} (\lambda(R_2)\lambda(R_1))^k, & \text{если } R = R_1 \# R_2; \\ \lambda(R_1)\lambda(R_2), & \text{если } R = R_1, R_2; \\ \lambda(R_1) \cup \lambda(R_2), & \text{если } R = R_1; R_2; \\ \lambda(R_1) \cup \{\varepsilon\}, & \text{если } R = [R_1]; \end{cases}$$

Здесь  $R_1$  и  $R_2$  – некоторые регулярные выражения. Определение вида регулярного выражения производится с учётом старшинства операций и расстановки скобок. Предполагается, что наивысшее старшинство имеют унарные операции  $*$  и  $+$ -Клини, затем бинарные операции: итерация с разделителем ( $\#$ ), далее конкатенация ( $,$ ) и, наконец, объединение ( $;$ ).

**2.2. Описание операционной среды.** *Описанием операционной среды* называется формальная система  $E = (E, N, I_{\mathfrak{R}}, I_{\Sigma}, e_0)$ , где  $E$  – *пространство состояний операционной среды* – область определения предикатов:  $I_{\mathfrak{R}} = \{\iota_{\rho}: E \rightarrow \{false, true\} \mid \rho \in \mathfrak{R}\}$ , ассоциированных с резольверными символами, и *преобразований операционной среды*:  $I_{\Sigma} = \{\iota_{\sigma}: E \rightarrow E \mid \sigma \in \Sigma\}$ , ассоциированных с семантическими символами;  $N$  – *объектное подпространство*, то есть та часть операционной среды, состояние которой представляет особый интерес<sup>4</sup>;  $e_0 \in E$  – *начальное состояние операционной среды*.

## 3. Трансляция, определяемая трансляционной грамматикой

Пусть  $e \in E$  – некоторое состояние операционной среды,  $\rho \in \mathfrak{R}^*$  – некоторая резольверная цепочка, а  $\sigma \in \Sigma^*$  – некоторая семантическая цепочка.

Положим по определению

$$\iota_{\rho}(e) = \begin{cases} \iota_{\rho_1}(e) \& \iota_{\rho'}(e), & \text{если } \rho = \rho_1 \rho', \rho_1 \in \mathfrak{R}, \rho' \in \mathfrak{R}^*, \\ true, & \text{если } \rho = \varepsilon; \end{cases}$$

$$\iota_{\sigma}(e) = \begin{cases} \iota_{\sigma'}(\iota_{\sigma_1}(e)), & \text{если } \sigma = \sigma_1 \sigma', \sigma_1 \in \Sigma, \sigma' \in \Sigma^*, \\ e, & \text{если } \sigma = \varepsilon. \end{cases}$$

Здесь  $\iota_{\rho_1}$  и  $\iota_{\sigma_1}$  определяются описанием операционной среды, а  $\iota_{\rho'}$  и  $\iota_{\sigma'}$  – рекурсивные ссылки на соответствующие определения, приведённые выше.

<sup>4</sup> Например, выходной файл.

Трансляционная грамматика определяет *трансляцию*:

$\tau(G_t) = \{(x, [e]_H) \mid \exists c_x (c_x \in C(G_c), c_x = \kappa_0 a_1 \kappa_1 a_2 \dots \kappa_{m-1} a_m \kappa_m - \text{управляющая цепочка}; \kappa_i \in (\mathcal{R} \cup \Sigma)^* (i = 0, 1, 2, \dots, m) - \text{цепочки контекстных символов, в которых } \rho_i \in \mathcal{R}^* - \text{резольверные подцепочки, } \sigma_i \in \Sigma^* - \text{семантические подцепочки}; a_j \in T (j = 1, 2, \dots, m) - \text{терминальные символы}; x = a_1 a_2 \dots a_m - \text{входная цепочка (предложение входного языка)}; e = \iota_{\sigma_m}(\dots \iota_{\sigma_1}(e_0)) - \text{финальное состояние операционной среды при условии, что } \iota_{\rho_0}(e_0) \& \iota_{\rho_1}(e_1) \& \dots \& \iota_{\rho_m}(e_m) = \text{true, где } e_{n+1} = \iota_{\sigma_n}(e_n) (n = 0, 1, \dots, m); \text{очевидно, что } e = e_{m+1})\}$ . Здесь  $[e]_H$  обозначает проекцию точки  $e \in E$  на объектное подпространство  $H - \text{результат трансляции входной цепочки } x$ .

Другими словами, трансляция есть множество пар, в которых первая компонента есть предложение входного языка, а вторая – проекция состояния операционной среды после её преобразований посредством семантик, входящих в соответствующую управляющую цепочку. Заметим, что управляющая цепочка и вместе с ней предложение входного языка определяются с учётом контекстных условий, задаваемых резольверами. При этом предполагается, что резольверы вычисляются *синхронно* с семантическими преобразованиями по порядку вхождения контекстных символов в управляющую цепочку. Синхронизация означает, что сначала вычисляются предикаты, ассоциированные с резольверными символами, предшествующими терминалу  $a_1$ , в порядке их следования. Если все они выполняются, то исполняются преобразования операционной среды, ассоциированные с семантическими символами, предшествующими терминалу  $a_1$  (также в текстуальном порядке). Затем аналогичным порядком выполняются резольверы и семантики, предшествующие терминалу  $a_2$ , и т. д. Процесс заканчивается, когда успешно завершается вычисление конъюнкции предикатов, следующих за символом  $a_m$ , и исполнение соответствующих семантик.

Синтаксически правильными считаются лишь те входные цепочки, которые входят в состав управляющих цепочек, на которых выполняются все предикаты, ассоциированные с их резольверными символами. «Смысл» входного предложения  $x$  представляется семантической цепочкой  $\sigma_1 \sigma_2 \dots \sigma_n$ .

Если некоторому входному предложению соответствует несколько управляющих цепочек с разными семантическими составляющими, то такое предложение называется *семантически неоднозначным*. В SYNTAX-технологии семантическая неоднозначность не допускается<sup>5</sup>. Однако использование резольверов во многих случаях помогает избежать этой опасности. В TK SYNTAX управляющие грамматики записываются на языке TSL<sup>6</sup>. Именно по ним генерируются граф-схемы. Операционная среда описывается на языке программирования Borland Pascal 7.0 и после компиляции представляется в виде DLL-библиотеки.

Приведём пример трансляционной грамматики, иллюстрирующий спецификацию интерпретатора арифметических выражений (калькулятора).

### CALC – трансляционная грамматика калькулятора

#### MICROLEXICS

**Lexical classes:** d, '.', 'e', '+', '-', '\*', '/', '(', ')', EOF, Escaped Symbols.

d: '0'..'9'. Escaped Symbols: #32, #13, #10. EOF: "".

#### SYNTAX

**Nonterminals:** PROGRAM (ПРОГРАММА), EXPRESSION (ВЫРАЖЕНИЕ).

**Terminals:** 'd', '.', 'e', '+', '-', '\*', '/', '(', ')', 'EOF'.

#### Auxiliary notions:

NUMBER (ЧИСЛО), INTEGER NUMBER (ЦЕЛОЕ), FRACTIONAL PART (ДРОБНАЯ ЧАСТЬ), EXPONENT PART (ПОРЯДОК), DIGIT (ЦИФРА), MONADIC OPERATION (УНАРНАЯ ОПЕРАЦИЯ), DYADIC OPERATION (БИНАРНАЯ ОПЕРАЦИЯ), OPERAND (ОПЕРАНД).

**Forward pass semantics:** Reset, Complete, Push Mon{adic} Op{eration}, Push Dyadic Op{eration}, Push Op{eran}d, Push Open Par{enthesis}, Unload And Discard Open Par{enthesis}, Init Int{eger Number}, App{end} Dig{it}, Set Int{eger} Part, App{end} Exp{onent} Part, Set Fr{actional} Part, App{end} Fr{actional} Part, Set Exp{onent}, Set Dig{it}, Set Sign.

PROGRAM: Reset, EXPRESSION, Complete, 'EOF'.

EXPRESSION: ((MONADIC OPERATION)\*, OPERAND) # DYADIC OPERATION.

OPERAND: NUMBER, Push Op{eran}d;

Push Open Par{enthesis}, '(', EXPRESSION, Unload And Discard Open Par{enthesis}, ')'.  
 NUMBER: INTEGER NUMBER, Set Int{eger} Part, [ FRACTIONAL PART, App{end} Fr{actional} Part ],  
 [ EXPONENT PART, App{end} Exp{onent} Part ].

INTEGER NUMBER: Init Int{eger Number}, (Set Dig{it}, DIGIT, App{end} Dig{it})+.

FRACTIONAL PART: '.', INTEGER NUMBER, Set Fr{actional} Part.

EXPONENT PART: 'e', Set Sign, ('+'; '-'), INTEGER NUMBER, Set Exp{onent}.

DIGIT: 'd'.

MONADIC OPERATION: Push Mon{adic} Op{eration}, ('+'; '-').

DYADIC OPERATION: Push Dyadic Op{eration}, ('+'; '-'; '\*'; '/').

<sup>5</sup> Фактически семантическая неоднозначность контролируется при построении управляющих таблиц процессоров.

<sup>6</sup> Описание языка TSL дано в [5, гл. 8].

Поясним, что спецификация трансляционной грамматики состоит из трёх разделов. Раздел **MICROLEXICS** содержит информацию для построения транслитератора.

Задача последнего – распределить символы входного алфавита по лексическим классам. Именно лексические классы, а не сами символы, управляют процессом обработки входного текста на стадии синтаксиса, описываемого в разделе **SYNTAX**.

Из словаря нетерминалов выделяются вспомогательные понятия (Auxiliary notions), если они определяются прямо или косвенно регулярными выражениями. Они вставляются в граф-схему механизмом макроподстановок.

Пример граф-схемы, построенной по управляющей грамматике калькулятора до раскрытия вспомогательных понятий<sup>7</sup>, показан на рис. 1 в разд. 4. Как видно на рисунке, дуги граф-схем помечены контекстными символами, в то время как дуги синтаксических диаграмм Вирта никак не помечаются.

Разделы **ENVIRONMENT** и **IMPLEMENTATION**, описывающие окружение и интерпретацию контекстных символов в этом окружении, здесь не показаны. Они преобразуются в DLL-библиотеку посредством транслятора на той платформе, на которой реализуется инструментальный комплекс SYNTAX-технологии.

#### 4. Спецификация трансляций при помощи трансляционных граф-схем

В SYNTAX-технологии используется три различных формы спецификации трансляций, одна из которых (RBNF-грамматика) удобна для первоначального задания трансляций, другая (процессор) является формой реализации трансляций, а третья (трансляционная граф-схема) есть промежуточная форма между двумя первыми. Эта форма, аналогичная синтаксическим диаграммам Вирта, может использоваться для описания синтаксиса языков и спецификации трансляций непосредственно, тем более что граф-схемы являются более гибким аппаратом для задания трансляций, чем грамматики<sup>8</sup>. В технологическом комплексе SYNTAX она применяется также при автоматической генерации прототестов.

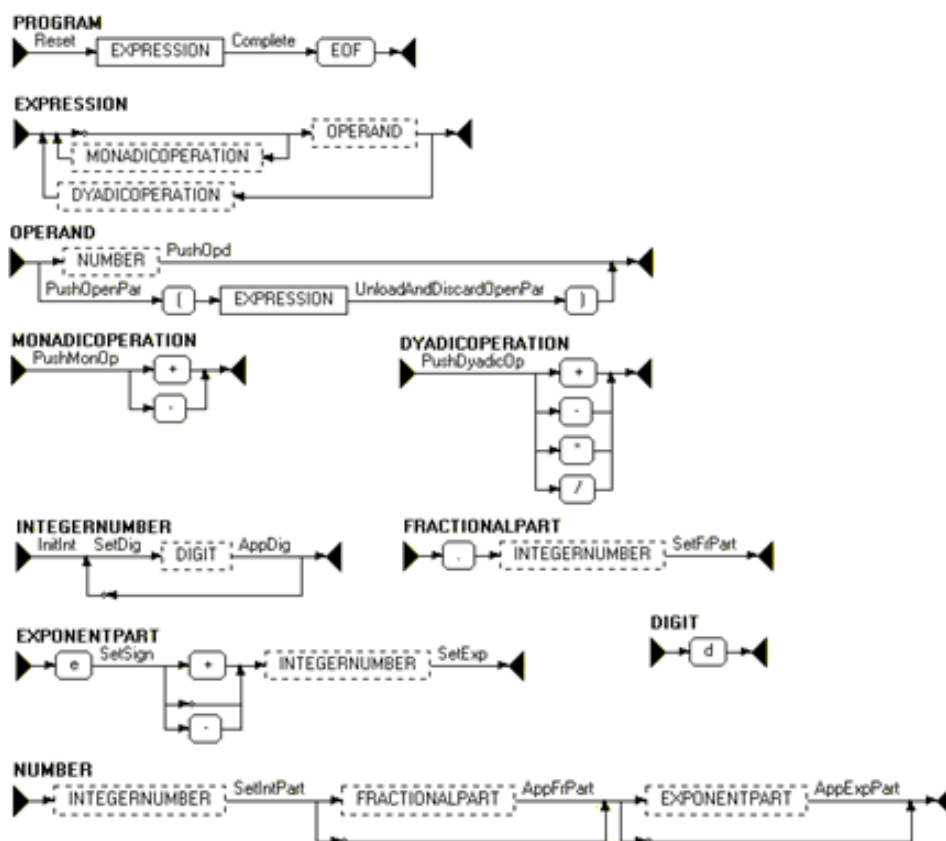


Рис. 1. Представление управляющей граф-схемы, построенной по грамматике CALC, до раскрытия вспомогательных понятий

<sup>7</sup> На рис. 1 они показаны в пунктирных рамках.

<sup>8</sup> Действительно, существуют граф-схемы, для которых невозможно построить прообраз управляющей грамматики, преобразование которого в граф-схему давало бы оригинальную граф-схему.

Трансляционная граф-схема  $G = (G_c, E)$ , как и трансляционная грамматика, состоит из двух компонент: управляющей граф-схемы ( $G_c$ ) и описания операционной среды ( $E$ ).

Управляющая граф-схема является графовым аналогом управляющей грамматики. Каждое правило RBNF-грамматики представляется в виде отдельного связного ориентированного графа, вершины которого помечены терминалами или нетерминалами грамматики, а дуги – цепочками, составленными из резольверных и семантических символов, с возможными петлями, циклами и параллельными дугами (так что уместнее было бы говорить о псевдомультиграфе).

Такой граф имеет две особые вершины: начальную и конечную. Особенность этих вершин в том, что в начальную вершину ни одна дуга не входит, а из конечной вершины ни одна дуга не выходит. Все другие, внутренние вершины, помечены терминальными или нетерминальными символами. В частности, дуги могут помечаться пустыми цепочками, и тогда они называются *непомеченными*. Если все дуги управляющей граф-схемы не помечены, то она называется *синтаксической граф-схемой*. Последнее, как уже отмечалось, есть не что иное, как синтаксические диаграммы Вирта.

Таким образом, в общем случае управляющая граф-схема – это несвязный помеченный граф, в котором одна компонента связности представляет одно правило управляющей грамматики. Очевидно, что управляющая граф-схема, как формальная система, вполне аналогична управляющей грамматике с той лишь разницей, что правила имеют графовую форму, т. е.  $G_c = (N, T, \mathfrak{R}, \Sigma, K, S)$ , где  $N$  – нетерминалы,  $T$  – терминалы,  $\mathfrak{R}$  – резольверы,  $\Sigma$  – семантики,  $K = \{K_A \mid A \in N, K_A \text{ – компонента графа, определяющая нетерминал } A\}$ ,  $S \in N$  – начальный нетерминал.

Компоненту  $K_S$ , определяющую начальный нетерминал  $S$ , назовем *заглавной компонентой* управляющей граф-схемы.

Описание операционной среды ( $E$ ) наследуется от трансляционной грамматики.

Как и управляющая грамматика, управляющая граф-схема порождает синтаксическое управление. Порождение управляющих цепочек реализуется с помощью *порождающих маршрутов* следующим образом. Назовем маршрут в некоторой компоненте управляющей граф-схемы *полным*, если он начинается в начальной и заканчивается в конечной вершине этой компоненты. *Следом маршрута* назовем последовательность меток вершин и дуг, составляющих этот маршрут.

Рассмотрим некоторый полный маршрут в заглавной компоненте управляющей граф-схемы и определим его след. Каждое вхождение нетерминала в следе заменим на след некоторого полного маршрута в компоненте граф-схемы, определяющей этот нетерминал. Цепочку, получаемую в результате многократного повторения таких подстановок и не содержащую ни одного вхождения нетерминала, назовем *структурированной управляющей цепочкой*. Начальные и конечные метки придают ей структуру, соотносящую отдельные её фрагменты с компонентами, их породившими.

Структурированная управляющая цепочка является аналогом скобочного представления дерева вывода в КС-грамматике. Обычная управляющая цепочка получается из структурированной, если в ней игнорировать начальные и конечные маркеры.

Отметим, что компоненты используются лишь после того, как в них раскрыты все вспомогательные понятия.

Фактически используется *линейное представление* «раскрытых» диаграмм в виде массива записей из двух полей: тип записи и информационное поле, соответствующее этому типу.

0	begin	PROGRAM	19	{	INTEGER NUMBER
1	FS	Reset	20	FS	InitInt
2	N	EXPRESSION	21	FS	SetDig
3	FS	Complete	22	{	DIGIT
4	T	'EOF'	23	T	'd'
5	end	PROGRAM	24	}	DIGIT
6	begin	EXPRESSION	25	FS	AppDig
7	←	16	26	←	21
8	{	MONADIC OPERATION	27	}	INTEGER NUMBER
9	FS	PushMonOp	28	FS	SetIntPart
10	←	13	29	←	44
11	T	'+'	30	{	FRACTIONAL PART
12	→	14	31	T	'.'
13	T	'-'	32	{	INTEGER NUMBER
14	}	MONADIC OPERATION	33	FS	InitInt
15	→	7	34	FS	SetDig
16	{	OPERAND	35	{	DIGIT
17	←	68	36	T	'd'
18	{	NUMBER	37	}	DIGIT

38	FS	AppDig	65	}	NUMBER
39	-<	34	66	FS	PushOpd
40	}	INTEGER NUMBER	67	→	73
41	FS	SetFrPart	68	FS	PushOpenPar
42	}	FRACTIONAL PART	69	T	'('
43	FS	AppFrPart	70	N	EXPRESSION
44	-<	65	71	FS	UnloadDiscardOpenPar
45	{	EXPONENT PART	72	T	')'
46	T	'E'	73	}	OPERAND
47	FS	SetSign	74	-<	89
48	-<	52	75	{	DIADIC OPERATION
49	-<	51	76	FS	PushDyadicOp
50	T	'+'	77	-<	80
51	→	53	78	T	'+'
52	T	'_'	79	→	87
53	{	INTEGER NUMBER	80	-<	83
54	FS	InitInt	81	T	'_'
55	FS	SetDig	82	→	87
56	{	DIGIT	83	-<	86
57	T	'd'	84	T	**
58	}	DIGIT	85	→	87
59	FS	AppDig	86	T	'/'
60	-<	55	87	}	DIADIC OPERATION
61	}	INTEGER NUMBER	88	→	7
62	FS	SetExp	89	end	EXPRESSION
63	}	EXPONENT PART			
64	FS	AppExpPart			

Машинное (линейное) представление графа есть последовательность занумерованных записей. Такая запись состоит из двух полей, одно из которых определяет её тип, а другое – информационное. Записи типа "begin" и "end" представляют начальную и конечную вершину соответственно. Их информационные поля содержат определяемый данной компонентой нетерминальный символ.

Записи типа T и N представляют терминальные и нетерминальные вершины, а их информационные поля содержат символы из соответствующих словарей. Типы записей FR, BR, FS и BS – представляют соответственно резольверы и семантики прямого и обратного просмотров. Записи типа "разветвление" (-<) и "переход" (→), в которых информационные поля представлены номерами других записей, определяют возможный порядок обхода компонент управляющей граф-схемы.

## 5. Челночный сплайновый процессор

Челночным сплайновым процессором назовем формальную систему  $P_s = (P_c^f, P_c^b, E)$ , состоящую из управляющего сплайнового процессора прямого просмотра  $P_c^f$ , управляющего сплайнового процессора обратного просмотра  $P_c^b$  и операционной среды E, компилируемой по её описанию E.

**5.1. Прямой просмотр.** Управляющим процессором прямого просмотра назовем формальную систему  $P_c^f = (Q^f, \Sigma^f, \Gamma^f, \Delta^f, \mathfrak{R}^f, \delta^f, q_0^f, F^f)$ , в которой  $Q^f$  – множество состояний управления прямого просмотра;  $\Sigma^f$  – входной алфавит прямого просмотра;  $\Gamma^f$  – алфавит магазинных символов прямого просмотра;  $\Delta^f$  – алфавит семантических символов прямого просмотра;  $\mathfrak{R}^f$  – алфавит резольверных символов прямого просмотра;  $\delta^f = (\delta_1^f, \delta_2^f, \delta_3^f)$  – управляющая таблица прямого просмотра, состоящая из таблицы резольверов прямого просмотра  $\delta_1^f: Q^f \times (\Sigma^f \cup \{\epsilon\}) \rightarrow 2^{\mathfrak{R}^{f*}}$ , таблицы управляющих элементов прямого просмотра  $\delta_2^f: Q^f \times (\Sigma^f \cup \{\epsilon\}) \times \mathfrak{R}^{f*} \rightarrow (Q^f \cup \{\text{Sup}\}) \times \Gamma^{f*} \times \Delta^{f*}$ , и таблицы возвратных состояний  $\delta_3^f: Q^f \times \Gamma^f \times \mathfrak{R}^{f*} \rightarrow Q^f$ ;  $q_0^f$  – начальное состояние прямого просмотра;  $F^f \subseteq Q^f$  – множество конечных состояний прямого просмотра.

**5.2. Обратный просмотр.** Управляющим процессором обратного просмотра назовем формальную систему  $P_c^b = (Q^b, \Sigma^b, \Gamma^b, \Delta^b, \mathfrak{R}^b, \delta^b, q_0^b, F^b)$ , в которой  $Q^b$  – множество состояний управления обратного просмотра;  $\Sigma^b$  – входной алфавит обратного просмотра;  $\Gamma^b$  – алфавит магазинных символов обратного просмотра;  $\Delta^b$  – алфавит семантических символов обратного просмотра;  $\mathfrak{R}^b$  – алфавит резольверных символов обратного про-



смотрим;  $\delta^b = (\delta_1^b, \delta_2^b)$  – управляющая таблица обратного просмотра, в которой  $\delta_1^b: Q^b \times (\Sigma^b \cup \{\varepsilon\}) \rightarrow 2^{\mathfrak{R}^{b*}}$  – таблица резольверов обратного просмотра, а  $\delta_2^b: Q^b \times (\Sigma^b \cup \{\varepsilon\}) \times \mathfrak{R}^{b*} \rightarrow (Q^b \cup \{\mathbf{Pop}\}) \times (\Gamma^b \cup \{\varepsilon\}) \times \Delta^b$  – таблица управляющих элементов обратного просмотра;  $q_0^b$  – начальное состояние обратного просмотра;  $F^b \subseteq Q^b$  – множество конечных состояний обратного просмотра.

**5.3.Операционная среда.** Понятие операционной среды, включающей интер-претацию контекстных (т. е. резольверных и семантических резольверных) символов, определённое для трансляционных грамматик, используется в сплайновых процессорах с учётом того, что  $\mathfrak{R} = \mathfrak{R}^f \cup \mathfrak{R}^b$ ,  $\mathfrak{R}^f \cap \mathfrak{R}^b = \emptyset$ ,  $\Delta = \Delta^f \cup \Delta^b$ ,  $\Delta^f \cap \Delta^b = \emptyset^1$ , и что контекстные символы из  $\mathfrak{R}^f$  и  $\Delta^f$  интерпретируются на прямом просмотре, а резольверы и семантики из  $\mathfrak{R}^b$  и  $\Sigma^b$  – на обратном.

## 6. Функционирование челночного сплайнового процессора

Работу челночного сплайнового процессора опишем в терминах его конфигураций.

**6.1. Прямой просмотр** действует с начальной конфигурации  $(q_0^f, x, \varepsilon, e_0^f)$ , где  $q_0^f \in Q^f$  – начальное состояние его управления;  $x \in \Sigma^{f*}$  – входная цепочка;  $\varepsilon$  означает, что первоначально магазин пуст;  $e_0^f$  – начальное состояние операционной среды.

Пусть  $(q_1^f, ax, \alpha, e_1^f)$  – текущая конфигурация прямого просмотра, в которой  $q_1^f \in Q^f$  – текущее состояние его управления;  $ax \in \Sigma^{f*}$  – необработанная часть входной цепочки, где  $a \in \Sigma^f$  – текущий входной символ,  $x \in \Sigma^{f*}$  – остаток входной цепочки;  $\alpha \in \Gamma^{f*}$  – текущая магазинная цепочка, причём считается, что на вершине магазина находится крайний левый символ цепочки  $\alpha$ ;  $e_1^f$  – текущее состояние операционной среды. Очередное движение определяется управляющей таблицей прямого  $\delta^f$ .

Случай 1.  $\delta_1^f(q_1^f, a) \neq \emptyset$  – существуют контексты приёма входного символа  $a$ .

Случай 1.1.  $\forall (\rho \in \delta_1^f(q_1^f, a)): (\sim \iota_\rho(e_1^f))$ .

– Диагностируется контекстная ошибка по входному символу  $a$ .

Случай 1.2.  $\exists (\rho, \rho' \in \delta_1^f(q_1^f, a)): ((\rho \neq \rho') \ \& \ (\rho \neq \varepsilon) \ \& \ (\rho' \neq \varepsilon) \ \& \ \iota_\rho(e_1^f) \ \& \ \iota_{\rho'}(e_1^f))$ .

– Диагностируется контекстная неоднозначность по входному символу  $a$ .

Случай 1.3.  $(\delta_1^f(q_1^f, a) = \{\rho\}) \ \& \ (\rho \in \mathfrak{R}^{f*}) \ \& \ \iota_\rho(e_1^f)$  – приём  $a$ .

Пусть  $\delta_2^f(q_1^f, a, \rho) = (q_2^f, \gamma, \sigma)$ , где  $q_2^f \in Q^f$  – переходное состояние,  $\gamma \in \Gamma^{f*}$  – магазинная цепочка,  $\sigma \in \Delta^{f*}$  – семантическая цепочка. Тогда  $(q_1^f, ax, X\alpha, e_1^f) \xrightarrow{\delta^f} (q_2^f, x, \gamma X\alpha, e_2^f)$ .

После этого новая конфигурация анализируется сначала.

Случай 2.  $\delta_1^f(q_1^f, a) = \emptyset$  – не существуют контексты приёма  $a$ .

Случай 2.1.  $\delta_1^f(q_1^f, \varepsilon) \neq \emptyset$  – существуют контексты приёма  $\varepsilon$ .

Случай 2.2.1.  $\forall (\rho \in \delta_1^f(q_1^f, \varepsilon)): (\sim \iota_\rho(e_1^f))$ .

– Диагностируется контекстная ошибка по  $\varepsilon$ -движениям.

Случай 2.2.2.  $\exists (\rho, \rho' \in \delta_1^f(q_1^f, \varepsilon)): ((\rho \neq \rho') \ \& \ (\rho \neq \varepsilon) \ \& \ (\rho' \neq \varepsilon) \ \& \ \iota_\rho(e_1^f) \ \& \ \iota_{\rho'}(e_1^f))$ .

– Диагностируется контекстная неоднозначность выбора  $\varepsilon$ -движения.

Случай 2.2.3.  $(\delta_1^f(q_1^f, \varepsilon) = \{\rho\}) \ \& \ (\rho \in \mathfrak{R}^{f*}) \ \& \ (\iota_\rho(e_1^f))$ .

Движение процессора однозначно определяется управляющим элементом  $\delta_2^f(q_1^f, \varepsilon, \rho)$ .

Пусть  $\delta_2^f(q_1^f, \varepsilon, \rho) = (\mathbf{Sup}^2, \gamma, \sigma)$ , где  $\gamma \in \Gamma^{f*}$ ,  $\sigma \in \Delta^{f*}$ . Процессор выполняет переход вида

$$(q_1^f, ax, X\alpha, e_1^f) \xrightarrow{\delta^f} (q_1^f, ax, \gamma X\alpha, e_2^f). \text{ Здесь } e_2^f = \iota_\sigma(e_1^f).$$

Пусть  $\gamma X\alpha = Z\beta$ , где  $Z \in \Gamma^f$ ,  $\beta \in \Gamma^{f*}$ . Тогда фактически  $(q_1^f, ax, \gamma X\alpha, e_2^f) = (q_1^f, ax, Z\beta, e_2^f)$ . Если при этом  $\delta_3^f(q_1^f, Z, \rho) = q_2^f$ , то процессор совершает ещё один шаг перехода вида  $(q_1^f, ax, Z\beta, e_2^f) \xrightarrow{\delta^f} (q_2^f, ax, \beta, e_2^f)$ .

Новое состояние  $q_2^f$  называется *возвратным*, а исходное – *подавляемым*. Далее анализ новой конфигурации начинается с начала при том же текущем входном символе.

Прямой просмотр заканчивает свою работу тогда, когда он достигает одного из своих конечных состояний

<sup>1</sup> В трансляционных грамматиках для обозначения семантических символов вместо символа  $\Delta$  используется символ  $\Sigma$ , причём предполагается, что  $\Sigma = \Sigma^f \cup \Sigma^b$  и  $\Sigma^f \cap \Sigma^b = \emptyset$ .

<sup>2</sup> Для  $\varepsilon$ -движения вместо переходного состояния всегда даётся специальное значение **Sup (Suppress)**, означающее, что следующее (возвратное) состояние надо определять по таблице  $\delta_3^f$ .

при пустом магазине. Вся последовательность движений прямого просмотра может быть представлена следующим образом:  $(q_0^f, x, \varepsilon, e_0^f) \xrightarrow{\mathcal{F}_\varepsilon^*} (p^f, \varepsilon, \varepsilon, e^f)$ , где  $p^f \in F^f$ . Достигнутое состояние операционной среды  $e^f$  является начальным для обратного просмотра. Подразумевается, что вся последовательность состояний управления прямого просмотра регистрируется на его выходе и передаётся на вход обратного просмотра.

**6.2. Обратный просмотр**, сканируя в обратном порядке последовательность состояний управления прямого просмотра, продолжает изменение состояний операционной среды, начиная со своей начальной конфигурации, которая имеет вид  $(q_0^b, p^f \dots q_0^f, \varepsilon, e^f)$ .

Пусть  $(q_1^b, q_k^f q_{k-1}^f \dots q_0^f, \alpha, e_1^b)$  – текущая конфигурация обратного просмотра. Очередное движение обратного просмотра определяется его управляющей таблицей  $\delta^b$  в зависимости от ситуации.

Случай 1.  $\delta_1^b(q_1^b, q_k^f) \neq \emptyset$  – существуют контексты приёма  $q_k^f$ .

Случай 1.1.  $\forall (\rho \in \delta_1^b(q_1^b, q_k^f)) : (\sim \iota_\rho(e_1^b))$ .

– Диагностируется контекстная ошибка по состоянию прямого просмотра  $q_k^f$ .

Случай 1.2.  $\exists (\rho, \rho' \in \delta_1^b(q_1^b, q_k^f)) : ((\rho \neq \rho') \& (\rho \neq \varepsilon) \& (\rho' \neq \varepsilon) \& \iota_\rho(e_1^b) \& \iota_{\rho'}(e_1^b))$ .

– Диагностируется контекстная неоднозначность по состоянию прямого просмотра  $q_k^f$ .

Случай 1.3.  $(\delta_1^b(q_1^b, q_k^f) = \{\rho\}) \& (\rho \in \mathfrak{R}^{b*}) \& \iota_\rho(e_1^b)$ .

Пусть  $\delta_2^b(q_1^b, q_k^f, \rho) = (q_2^b, \gamma, \sigma)$ , где  $q_2^b \in Q^b$  – *переходное состояние*,  $\gamma \in (\Gamma^b \cup \{\varepsilon\})$  – магазинная цепочка<sup>3</sup>,

$\sigma \in \Delta^{b*}$  – семантическая цепочка. В терминах конфигураций имеем:

$$(q_1^b, q_k^f q_{k-1}^f \dots q_0^f, \alpha, e_1^b) \xrightarrow{\mathcal{F}_\varepsilon^b} (q_2^b, q_k^f q_{k-1}^f \dots q_0^f, \gamma\alpha, e_2^b).$$

После этого новая конфигурация анализируется сначала.

Случай 2.  $\delta_1^b(q_1^b, q_k^f) = \emptyset$  – не существуют контексты приёма  $q_k^f$ .

Случай 2.1.  $\delta_1^b(q_1^b, \varepsilon) \neq \emptyset$  – существуют контексты приёма  $\varepsilon$ .

Случай 2.2.1.  $\forall (\rho \in \delta_1^b(q_1^b, \varepsilon)) : (\sim \iota_\rho(e_1^b))$ .

– Диагностируется контекстная ошибка по  $\varepsilon$ .

Случай 2.2.2.  $\exists (\rho, \rho' \in \delta_1^b(q_1^b, \varepsilon)) : ((\rho \neq \rho') \& (\rho \neq \varepsilon) \& (\rho' \neq \varepsilon) \& \iota_\rho(q_1^b) \& \iota_{\rho'}(e_1^b))$ .

– Диагностируется контекстная неоднозначность выбора  $\varepsilon$ -движения.

Случай 2.2.3.  $(\delta_1^b(q_1^b, \varepsilon) = \{\rho\}) \& (\rho \in \mathfrak{R}^{b*}) \& \iota_\rho(e_1^b)$ .

Пусть  $\delta_2^b(q_1^b, \varepsilon, \rho) = (\mathbf{Pop}^4, \gamma, \sigma)$ , где  $\gamma \in (\Gamma^b \cup \{\varepsilon\})$ ,  $\sigma \in \Delta^{b*}$ . В этом случае выполняется переход вида

$$(q_1^b, q_k^f q_{k-1}^f \dots q_0^f, \alpha, e_1^b) \xrightarrow{\mathcal{F}_\varepsilon^b} (q_2^b, q_k^f q_{k-1}^f \dots q_0^f, \gamma\alpha, e_2^b), \text{ где } e_2^b = \iota_\sigma(e_1^b).$$

Пусть магазинная цепочка, образовавшаяся после записи  $\gamma$  над верхним символом магазина, есть  $\gamma\alpha = X\beta$ . Тогда имеем  $(q_1^b, q_k^f q_{k-1}^f \dots q_0^f, \gamma\alpha, e_2^b) = (q_1^b, q_k^f q_{k-1}^f \dots q_0^f, X\beta, e_2^b)$ .

Далее процессор совершает ещё один шаг перехода, а именно:

$$(q_1^b, q_k^f q_{k-1}^f \dots q_0^f, X\beta, e_2^b) \xrightarrow{\mathcal{F}_\varepsilon^b} (q_2^b, q_k^f q_{k-1}^f \dots q_0^f, \beta, e_2^b), \text{ где } q_2^b = X.$$

Это последнее движение затрачивает верхний символ магазина, но текущий входной символ всё ещё остаётся не принятым. Новое состояние  $q_2^b$  называется *возвратным*, а исходное  $q_1^b$  – *подавляемым*.

Далее разбор новой конфигурации начинается по той же схеме и при том же текущем входном символе.

Вся последовательность движений обратного просмотра может быть представлена следующим образом:  $(q_0^b, p^f \dots q_0^f, \varepsilon, e^f) \xrightarrow{\mathcal{F}_\varepsilon^b} (p^b, \varepsilon, \varepsilon, e^b)$ . Здесь  $p^b \in F^b$  – конечное состояние обратного просмотра, прочитана вся последовательность состояний прямого просмотра и магазин пуст.

Итак, *трансляцией, реализуемой челночным сплайновым процессором*, которую мы также будем называть *челночной трансляцией*, называется множество пар:

$$\tau(\mathcal{F}_\varepsilon) = \{(x, [e^b]_H) \mid (q_0^f, x, \varepsilon, e_0^f) \xrightarrow{\mathcal{F}_\varepsilon^*} (p^f, \varepsilon, \varepsilon, \square e^f), p^f \in F^f, (q_0^b, p^f \dots q_0^f, \varepsilon, e^f) \xrightarrow{\mathcal{F}_\varepsilon^b} (p^b, \varepsilon, \varepsilon, e^b), p^b \in F^b\}.$$

<sup>3</sup> Односимвольная или пустая.

<sup>4</sup> Для  $\varepsilon$ -движения вместо переходного состояния всегда даётся специальное значение **Pop**. Следующее (возвратное) состояние следует брать с вершины магазина.

## Заключение

Известно [7], что структура любого предложения КС-языка может быть представлена в виде дерева вывода, отображающего его на правила грамматики. В описываемом методе используется другая постановка задачи синтаксического анализа: по данному предложению КС-языка выделить из леса деревьев, порождающих язык, то дерево, результат которого равен этому предложению.

Описанный здесь метод трансляции использует RBNF-грамматики, подобные КС-грамматикам, правила которых определяют терминальные порождения через регулярные выражения относительно символов алфавитов грамматики и, вновь введенных, контекстных символов – семантик и резольверов (предикатов). С каждым семантическим символом ассоциируется некоторое преобразование операционной среды – пространства данных, составляющих контекст, а с каждым из резольверных символов – предикат, заданный в том же пространстве. Такая грамматика порождает язык, аппроксимируемый регулярными сплайнами.

Внутренней задачей транслятора является реконструкция управляющей цепочки по предложению входного языка и её интерпретация. Эта реконструкция равносильна нахождению в управляющей граф-схеме маршрутов, порождающих данное предложение входного языка. Задача нахождения порождающего маршрута решается в два просмотра, один из которых – прямой сканирует входную цепочку в прямом направлении, а другой – обратный сканирует последовательность состояний конечного управления прямого просмотра в качестве своей входной цепочки. Каждый из этих просмотров использует магазин<sup>5</sup>. Естественно, контекстные символы относятся к соответствующим просмотрам. Собственно трансляция осуществляется семантическими процедурами при учёте контекста предикатами, интерпретирующими резольверные символы.

Построение и оптимизация челночного сплайнового процессора, описанного в разделе 6, производится по управляющей грамматике, представленной в виде граф-схемы с ограничениями, гарантирующими его детерминизм. Эти ограничения формулируются в терминах граф-схемы и учитываются во время его построения [6]. Соответствующий языковой процессор подобен множеству конечных автоматов, каждый из которых распознает свой фрагмент входной цепочки – регулярный сплайн, и обрабатывает его с учётом состояния контекста. Класс языков, определяемых RBNF-граф-схемами через порождающие маршруты, есть LL(1) и, следовательно, имеют линейную оценку сложности по времени относительно длины входного предложения [7].

## Список литературы

1. Wirth, N. The Programming Language Pascal. Acta Informatica, Vol. 1, 1971, pp. 35–63.
2. Янов Ю. И. О логических схемах алгоритмов // Проблемы кибернетики – 1958. – Вып. 1. – С. 75–127.
3. Цейтин, Г. С. Программирование посредством ассоциативных сетей. В: ЭВМ в проектировании и производстве, вып. 2 / (Г. В. Орловский, ред.), "Машиностроение", Л, 1985, С. 16-48.
4. Пересмотренное сообщение об Алголе 68. / Ред. А. Ван Вейнгаарден, Б. Майу, Дж. Пек, К. Костер, М. Синцов, Ч. Линдси, Л. Меертенс, Р. Фискер. М.: "Мир", 1979. 534 с.
5. Алгол 68. Методы реализации / Под ред. Г.С. Цейтина. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. 224 с.
6. Б. К. Мартыненко. Синтаксически управляемая обработка данных. – Санкт-Петербург: Изд-во С.-ПбГУ, 2004. – 316 с.
7. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Т.1. Синтаксический анализ, 612 с.; Т.2. Компиляция, 487 с., М.: Мир, 1978.

<sup>5</sup> Если граф-схема не однокомпонентная.

# Междисциплинарное взаимодействие точных и гуманитарных наук: методология и история

Александр Гурьевич Марчук, Ирина Александровна Крайнева

Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН  
Новосибирск, Россия  
mag@iis.nsk.su, cora@iis.nsk.su

В докладе рассматривается и анализируется отечественная практика использования методов точных наук – математики и информатики – в гуманитарной сфере, а именно, в исторических исследованиях, источниковедении, музеологии, архивоведении, библиотечном деле, т.е. в той ее части, которая имеет дело с корпусом артефактов, с историческим научным и культурным наследием. Междисциплинарность рассматривается в качестве методологической основы этого взаимодействия. Поскольку артефакты являются дискретно-монокристаллическими по своей природе объектами, монокристаллическость артефактов, наличие неотделимых типовых признаков лежат в основе типологизации самих артефактов, их исследования вспомогательными историческими дисциплинами. Дискретность позволяет выделить типовые признаки, как единицы аналитических операций, средствами математики и информатики.

В условиях современного информационного бума, когда встают проблемы не только количества, но и качества получаемой исследователем информации, актуализируется задача обеспечения информацией научного сообщества. Специализированные информационные системы, которые способствуют продвижению и систематизации информации в профессиональных, в том числе гуманитарных сообществах, являются одним из доминирующих направлений исследуемой нами проблемы. Электронные каталоги и базы данных стали неотъемлемой частью функционирования научных сообществ в конце XX века. Появились и такие специализированные информационные системы (ИС), посредством которых осуществляется представление, хранение и систематизация артефактов. Были разработаны технология и метод электронной исторической фактографии, которые позволяли создавать специальные ИС, размещать в них массивы разнородных документов, систематизировать их путем установления связей между сущностями, отраженными в документах.

Междисциплинарное взаимодействие математики и информатики в очерченной нами области гуманитарной сферы развивается по нескольким направлениям, сложившимся исторически:

- 1) использование количественных подходов к изучению массовых источников;
- 2) контент-анализ;
- 3) автоматизация деятельности учреждений науки и культуры;
- 4) введение в научный оборот больших массивов исторических источников;
- 5) сохранение и реконструкция объектов культурного наследия;
- 6) распознавание рукописных документов;
- 7) использование технологии ГИС;
- 8) разработка специального ПО.

## Введение

Междисциплинарность является одной из особенностей современного научного дискурса как неклассического типа рациональности, методологией, которая лежит в основе взаимодействия гуманитарных и естественнонаучных дисциплин, а именно математики и информатики. Как разновидности междисциплинарного дискурса философ И.Т. Касавин предлагает различать «м-взаимодействия» и «м-исследования». Первое понятие он относит к области науковедения, как характеризующее отношения внутри науки – социального института. Второе позиционируется в эпистемологии и философии науки и выражает особенности познавательного процесса, взятого в контексте коммуникации субъектов, производящих и потребляющих знания. Эти два понятия отражают, соответственно, онтологический и эпистемологический взгляд на отношения систем знания между собой. Для типологических обобщений им введены также понятия «целеполагающая дисциплина» (инициатор м-взаимодействия) и «ресурсная дисциплина» (материал м-взаимодействия), а как их основное отношение – «м-обмен» (перенос смыслов из одной дисциплины в другую) [1].

В.С. Степин вводит понятие «парадигмальные прививки» – перенос представлений специальной научной картины мира, а также идеалов и норм исследования из одной научной дисциплины в другую» [2]. В качестве примера им приведен перенос в химию из физики фундаментального принципа, согласно которому химические процессы преобразования молекул могут быть представлены как взаимодействие ядер и электронов. На этом основании химические системы могут быть описаны как квантовые системы, что привело к возникновению квантовой химии, ознаменовало революцию в современной химической науке и появление в ней принципиально новых стратегий исследования.

Междисциплинарное взаимодействие естественных наук и гуманитарной сферы между тем не рассматривается в теории познания, поскольку это взаимодействие не привело к стиранию дисциплинарных границ, которые существуют между собственно гуманитарной сферой и точной наукой. Между тем новые стратегии исследования в гуманитарной сфере появились, и обусловлены они также дисциплинарным развитием кибернетики, породившим информационную картину мира как междисциплинарную исследовательскую программу. К основным понятиям онтологии – бытию и его формам, структуре, свойству, пространству, времени и движению добавилось еще одно: информация. В нашем случае носители информации – исторические источники, артефакты.

Точная наука веками оттачивала свой исследовательский инструментарий, основным же средством технического оснащения гуманитарной науки долгое время оставались авторучка, пишущая машинка и ... лопата археолога. Использование методов и технологий точных наук в гуманитарных исследованиях, на наш взгляд, хотя и позволило им выйти на новые рубежи, но не привело к появлению новых дисциплин («историческая информатика», «компьютерное источниковедение»). Это, скорее, по выражению акад. Н.Н. Моисеева, «пограничные области». Новая исследовательская программа лишь позволила историкам глубже проникнуть в суть исторических источников, культурологам нагляднее представить и реконструировать объекты культурного наследия, музеоведам и библиотекарям систематизировать их и фиксировать систематизацию в специальных информационных системах. Представив некий документ, объект наследия как совокупность типовых признаков, мы формируем будущую систему метаданных. Мы можем идентифицировать, суммировать, сравнивать типовые признаки, но они всегда останутся включенными в некую зависимость от своего носителя – артефакта. Именно в определенной совокупности признаков предмет наследия (или корпус предметов) выступает как неповторимый объект.

Взаимодействие наук в нашем случае носит инструментальный, ресурсный характер. Рассуждая в терминах «целеполагающая дисциплина» (инициатор м-взаимодействия) и «ресурсная дисциплина» (материал м-взаимодействия), мы считаем историю и прочие науки гуманитарной сферы целеполагающей областью, а математику и информатику – ресурсной. Исторически сложилось, что именно гуманитарная сфера (лингвистика, источниковедение, музейное дело) стала инициатором применения цифровых технологий, а математика и информатика предоставили для этого арсенал методов, о чем мы скажем ниже.

Как бы ни была сложна и разнообразна практика взаимодействия гуманитарных и точных наук, это не означает стирания дисциплинарных граней, а лишь дополняет исследование артефактов новыми методами и техническими средствами. «Это – реальное выражение развития комплексности в исторических исследованиях», – отмечал И.Д. Ковальченко [3]. Мы улучшили работу с источниками. Не случилось «парадигмальных прививок» ни в самую историческую науку или в другие гуманитарные науки, ни в информатику в результате этого взаимодействия. Историки работают в интеллектуальном поле истории, программисты – в поле информатики. Общим для них является наличие дискретных признаков изучаемого объекта.

## **Истоки квантификации и информатизации гуманитарной сферы**

### **От клиометрики к digital humanities**

Использование методов количественного анализа массовых исторических источников с помощью ЭВМ зародилось в СССР в начале 1960-х гг. Направление получило название квантитативной истории или клиометрики, внесло новую струю в исследовательскую практику историков. Своей задачей исследователи ставили углубление работы с источниками, придание большей объективности историческим исследованиям.

В исследовательской литературе отмечено, что примерно в то же время, в 1962 г., в США с целью изучения методики и применения количественных методов в общественно-гуманитарных науках был организован Межуниверситетский консорциум по политическим исследованиям в Анн-Арборе, Центр политических наук при Институте социальных исследований, который организационно связан с Американской исторической ассоциацией и Американской ассоциацией политических наук. Несколько позже, в середине 1960-х гг. возникли центры историко-социальных исследований в Швеции и ФРГ [4].

В России пионером квантитативной истории, инициатором исследований на стыке наук, основанных на использовании количественных подходов, статистических методов и математических моделей, был академик Иван Дмитриевич Ковальченко (1923–1995), который с 1966 г. заведовал кафедрой источниковедения истории СССР исторического факультета МГУ и был главным редактором журнала «История СССР» (1969–1988). Ему принадлежат не только конкретно-исторические исследования на основе клиометрики. Главной заслугой И.Д. Ковальченко нужно считать разработку методологических проблем применения количественных методов в исторических исследованиях. Наиболее полно он рассмотрел этот аспект в своей монографии «Методы исторического исследования» [3].

И.Д. Ковальченко полагал, что квантификация не является модной тенденцией, он видел в исторической науке наличие внутренней потребности в привлечении новых способов обработки массовых источников, их систематизации и введения в научный оборот. Внутренние потребности исторической науки этого периода характеризуются стремлением историков найти новые подходы к массовым источникам, «внешнее» же влияние связано с осознанием возможностей, которые предоставляла вычислительная техника, применение системного подхода и моделирования.

Последователь И.Д. Ковальченко – Л.И. Бородин – исследуя тенденции развития клиометрики, отметил, что уже к 70-м годам «с помощью новых методов были проведены крупные исследования по аграрной истории страны, истории социальных конфликтов, истории культуры и т.д. На рубеже 70–80-х годов в методический арсенал отечественных историков-квантификаторов вошли эффективные методы многомерного статистического анализа, математические модели динамических процессов» [5]. И.Д. Ковальченко сотрудничал со специалистами из Института математики СО АН СССР, где существовал сектор применения ЭВМ и математических методов в гуманитарных исследованиях (им руководил к.и.н. В.А. Устинов).

Отстаивая идею использования количественных методов при изучении общественных процессов, И.Д. Ковальченко предостерегал, что область их применения имеет четкие пределы и не создает новой науки. Тем не менее, он одобрил использование термина «историческая информатика» и принял участие в создании одноименной кафедры на историческом факультете МГУ в середине 1980-х гг. Ее в настоящее время возглавляет д.и.н. Л.И. Бородин. Создание подобной кафедры в вузе объяснимо, но уже не с позиций онтологии или эпистемологии, а с позиций требований к организации учебного процесса, имеющего дисциплинарные границы.

В последние годы сторонники применения методов информационных технологий в гуманитарных науках за рубежом объединились в рамках движения «digital humanities» – использование цифровой инфраструктуры для гуманитарных исследований (некоторые наши соотечественники используют дословный перевод «цифровая гуманитарная наука» [6]). Отечественные специалисты группируются внутри университетских кафедр в ряде вузов, которые ведут подготовку студентов-историков по курсу «Информатика и математика» на исторических факультетах [7], развивается информатизация библиотечной, музейной и архивной деятельности.

## Музеи

Активным исследователем в области использования цифровых технологий на основе формализованных методов работы с источниками стал археолог и музейщик Яков Абрамович Шер (1931 г.р.). В свое время в Эрмитаже он возглавлял сектор, затем отдел музейной информатики (1977–1985 гг.). Потребности статистической обработки массового материала с привлечением ЭВМ выразились в необходимости взглянуть с новых позиций на собственные методы гуманитарных наук. В одной из ранних работ Я.А. Шера «Типологический метод в археологии и статистика», опубликованной в 1966 г., в связи с первичной «математизацией» отдельных сторон археологических исследований была обоснована необходимость более четко изложить логические основы типологического метода. Поскольку важнейшим дескриптивным понятием типа является признак, Шер ввел требование элементарности, дискретности признака. Он исходил из потребности «последующей формализации и математической обработки средствами дискретного анализа, для уменьшения субъективизма в выделении признаков и, наконец, для успешного использования ЭВМ, которые, как правило, являются машинами дискретного действия» [8].

Помимо работ, связанных с совершенствованием типологического подхода, А.Я. Шер сформулировал еще один важный методический принцип: прежде, чем обращаться к технике, нужен серьезный этап предмашинной подготовки данных и выработки общих теоретических принципов «машинизации». Это означало, что машинной обработке должна предшествовать некая идейная проработка всего процесса, структурирование материала, выявление его хронологической последовательности, фиксация типологических признаков артефакта, будущих метаданных. Тогда еще не шла речь об информационных системах периода появления Интернета, но поиск решений продолжался, несмотря на практическое отсутствие материальной базы информатизации.

В 1980-е годы практика музейного дела показала, что системный подход к управлению музейными коллекциями может быть также реализован на междисциплинарном уровне в процессе автоматизации учетно-хранительской деятельности музея, которая и стала начальным объектом информатизации как за рубежом, так и у нас в стране [9]. В Эрмитаже А.Я. Шер и В.Г. Луконин разработали одну из первых баз данных для учета и описания музейных предметов – сасанидских монет. Затем были созданы бланки для полевой документации археологических коллекций, приспособленные для машинной обработки. Русскому музею удалось установить выделенную телефонную линию для работы с терминала, соединенного с ЭВМ «Cyber» Ленинградского научно-исследовательского вычислительного центра.

В числе первых приступил к планомерной работе по компьютеризации Центральный музей Революции СССР, для которого специалистами института ГИПРОТЕАТР был разработан Автоматизированный банк данных по коллекциям музея – АБД «Музей». «С помощью этого банка данных во второй половине 1980-х годов были созданы базы данных по разделам «Знамена», «Агитационный фарфор», «Живопись», реализованные на мини-ЭВМ «IN-5000», которая находилась в помещении Министерства культуры СССР [10]. Таким образом, крупные отечественные музеи вели пионерские работы в области применения информационных технологий, получили опыт использования автоматизированных систем.

## Объединения профессионалов

### ВУЗы. Ассоциация «История и компьютер» (АИК)

Если до 1990-х годов применение методов точных наук в гуманитарной сфере происходило в рамках отдельных институций (МГУ, Эрмитаж, Московский Кремль и др.), то в последующем наметилась неформальная институализация направления по проблемному принципу. Так, под эгидой Международной Ассоциации «History and Computing» (АНС) при активном участии Лаборатории исторической информатики МГУ имени М.В. Ломоносова была создана инициативная группа по учреждению ассоциации вузовских историков **«История и компьютер» (АИК, <http://aik-sng.ru/>)**. АИК как научное сообщество специалистов междисциплинарного направления «историческая информатика» основана в 1992 г., включает более 200 членов из научных центров и вузов России, Республики Беларусь, Украины, Казахстана, Кыргызстана и Латвии. Преподаватели вузов составляют основной контингент этого сообщества. АИК осуществляет координацию образовательной и исследовательской деятельности историков, применяющих компьютерные методы и технологии. Наиболее активными деятелями Ассоциации являются профессора МГУ И.М. Гарскова и Л.И. Бородкин, ученики И.Д. Ковальченко. Помимо веб-сайта, в арсенале АИК, ядром которой является кафедра исторической информатики исторического факультета МГУ – ежегодные семинары, конференции, издаются журнал, сборники трудов конференций, учебники. Специфика в применении компьютерных технологий представителями направления «исторической информатики» состоит в преимущественном использовании их для кабинетной работы. Интернет-ориентированные ресурсы составляют, скорее, исключение (Законодательные и правовые материалы, характеризующие регулирование трудовых отношений... <http://www.hist.msu.ru/Labour/law.htm>, Первая всеобщая перепись населения Российской империи 1897 г. <http://www.census1897.com/?id=login.new>). Деятельность Ассоциации проходит в тесном контакте с представителями движения digital humanities (e-humanities).

Члены ассоциации уделяют большое внимание осмыслению итогов и перспектив развития направления, рассматривают источниковедческие проблемы «исторической информатики», анализируют динамику сообщества. Публикации содержат, как правило, обширную библиографию членов Ассоциации [12, 13].

### Ассоциации по документации и новым информационным технологиям в музеях (АДИТ).

Движение к неформальному объединению музеев началось вслед за инициативами Международного совета музеев (ICOM), который в 1980-е годы призвал к использованию информационных технологий в музейной деятельности. Этим занялось специальное подразделение ICOM – Комитет по документации (CIDOC). По приглашению CIDOC в 1993 г. российские специалисты приняли участие в очередной конференции Комитета (Л.Я. Ноль, ГМИИ им. А.С. Пушкина; А.В. Дремайлов, Государственный музей-заповедник «Московский Кремль»). На осознание необходимости создания аналогичного национального российского комитета ушло еще некоторое время. Создание музейной ассоциации было обнародовано на конференции «Компьютеризация в музеях» в Дарвиновском музее в апреле 1996 г. В следующем году в Санкт-Петербурге прошла учредительная конференция **Ассоциации по документации и новым информационным технологиям в музеях (АДИТ, <http://www.adit.ru/>)**. В 1997–2000 гг. АДИТ являлся подразделением ICOM в России, с 2000 г. – самостоятельной организацией – некоммерческим партнерством. В настоящее время оно известно ежегодной конференцией, которая проводится на базе ведущих музейных центров страны, в основном, в европейской России.

Институализация приверженцев информационных технологий в музейном деле была обусловлена, с одной стороны, появлением специализированных информационных систем автоматизации музейной деятельности (АИС «Музей», КАМИС, 1991;), с другой – стремлением музейного сообщества к координации своих усилий в области информатизации музеев. По словам одного из активистов этого течения, заместителя директора по информационным и компьютерным технологиям музея «Московский Кремль» А.В. Дремайлова: «АДИТ – это музейная элита, которая посредством новых информационных технологий пытается эффективно строить музейную деятельность и в направлении сохранения культурного наследия, и в направлении его изучения и исследования, и в направлении создания образовательных программ, и в направлении организации свободного доступа граждан к информации». Устав АДИТ определяет специфику взаимоотношений участников сообщества как сетевую структуру на основе равноправия партнеров. АДИТ работает в тесном сотрудничестве с Министерством культуры РФ. В 1996 г. Министерство культуры РФ и ГИВЦ МК РФ инициировали проект формирования Государственного каталога Музейного фонда Российской Федерации (координатор АДИТ А.В. Дремайлов). Предполагалось, что Государственный каталог будет представлять собой электронную базу данных, содержащую основные сведения о каждом музейном предмете и каждой музейной коллекции, включенных в состав Музейного фонда Российской Федерации (<http://www.goskatalog.ru/site/index.php>). Разработан сайт Госкаталога, началось его наполнение в соответствии с инструкциями, который также можно получить на сайте. Но в начале 2013 г. Минкульт приостановил проект, предложил Госкаталог переформатировать в Госреестр, где «не будет никакой лишней информации – только номера ценностей».

Помимо информатизации текущей музейной работы, музеи России проводят популяризацию своих коллекций через их публикации в Сети. К примеру, Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого РАН осуществил проект «Фотоколлекции Кунсткамеры»<sup>1</sup>. Государственный исторический музей (ГИМ) и Новгородский государственный объединенный музей-заповедник (НГОМЗ) объединились в проекте «Древнерусские берестяные грамоты» ([gramoty.ru](http://gramoty.ru)).

## RCDL – Russian Conference on Digital Library

В декабре 1998 г. в рамках программы РФФИ «Электронные библиотеки» в Москве был организован семинар-совещание «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции». Годом позднее сообщество исследователей и разработчиков электронных библиотек, которое вышло за рамки соответствующей программы РФФИ, было преобразовано в ежегодную Всероссийскую конференцию RCDL <http://rcdl.ru/>. Проблематика понималась участниками процесса весьма широко, поэтому с первой конференции в ней приняли участие авторы разработок, направленных на развитие теории и практики сбора данных, их моделирования, управления данными и их распространения по сетям передачи цифровых данных различной природы. Интернет, который только в середине 1990-х гг. стал более-менее доступен в России, а также развитие мультимедийных технологий, привели к возникновению методик создания электронных информационных коллекций разнообразного наполнения. Поначалу участникам конференции предлагалась тематика, которая свидетельствовала как о начальном этапе освоения Интернета (методы и средства обнаружения, поиска и извлечения разнообразной информации, запросы на поиск информации, представление и визуализация информации, современные методы хранения мультимедийной информации, ее представление и оцифровка, юридические аспекты и проблемы безопасности, связанные с созданием и использованием электронных коллекций), так и о перспективах направления (анализ естественного языка для извлечения данных, их структурной и семантической сегментации, других видов лингвистической поддержки; онтологии, тезаурусы, индексирование, интеллектуальные пользовательские интерфейсы; агентные технологии, обеспечивающие потребности человека, метаданные: цели, типы, стандарты; метаданные и содержание информации). Первая конференция прошла в Санкт-Петербурге в 1999 г. и с тех пор собирается ежегодно. Основная цель конференции – объединить специалистов в области разработки специализированных электронных систем, в том числе и для нужд гуманитарных наук, информационных систем, ориентированных на сохранение и систематизацию научного и культурного наследия. На конференции проходят апробацию различные подходы к публикации электронных коллекций [14].

## Архивные проекты

### Электронный архив академика А.П. Ершова

Реальное использование информационных технологий в гуманитарной сфере было связано с массовым появлением персональных компьютеров и Интернета. Соросовская программа фонда «Открытое общество» (1995–2003) и некоторые усилия Министерства культуры способствовали этому движению. Оснащение компьютерами и получение доступа к Сети музеями, библиотеками, вузами и НИИ повлекло за собой не только расширение пользовательских практик в гуманитарной среде, но и появление интернет-публикаций музейных коллекций, создание библиотечных систем и каталогов, архивных собраний. Это движение пустило глубокие корни в деятельности учреждений культуры и науки. Так, в Новосибирском научном центре осуществление проектов по созданию электронных архивов различных документов стало возможным с реализацией проекта Академсет (1995–1998, фонд Сороса, INTAS), в результате чего институты и организации ННЦ СО РАН получили бесплатный доступ к Интернету.

Уникальное по своей сути направление в применении цифровых технологий в области гуманитарных наук сложилось в Новосибирском Академгородке, распространившись затем на ряд других научных центров СО РАН (Улан-Удэ, Красноярск). Как феномен оно появилось и развивается в рамках Новосибирской школы информатики, которая традиционно была ориентирована на социальный заказ. Инициатива принадлежит Институту систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН.

При осуществлении первого академического проекта «Электронный архив академика А.П. Ершова» <http://ershov.iis.nsk.su/russian/> с самого начала ставилась задача разработки собственных программных средств на основе клиент-серверной технологии с использованием инструментов и технологий Microsoft – интернет-ориентированной ИС. Под информационными системами мы понимаем совокупность технического, программного и организационного обеспечения, а также персонала, способного обеспечивать работоспособность этого комплекса. В основе подхода ИСИ СО РАН лежит метод электронной исторической фактографии – публикация исторического источника в Интернете с учетом нормативных требований к такой публикации в информационной системе. Специализированная информационная система создавалась не только как средство введения в научный оборот корпуса документов, но и как инструмент для историка науки, источниковеда, удобный для ре-

<sup>1</sup> <http://www.kunstkamera.ru/kunst-catalogue/index.seam?c=PHOTO>



шения его исследовательских задач. Инструмент этот позволял решать задачи систематизации корпуса исторических источников, предоставления удаленного доступа к ним, сохранности, аккумуляции из разных хранилищ тематически связанных источников, их научного описания.

Датой рождения метода электронной исторической фактографии можно считать 1999 г., когда в Институте систем информатики СО РАН началась работа над Автоматизированной информационной системой создания и поддержки электронного архива документов – архива академика Андрея Петровича Ершова (1931–1988). Руководили проектом д.ф.-м.н. А.Г. Марчук и научный сотрудник его лаборатории В.Э. Филиппов. Разработчиками системы были магистранты Мехмата НГУ А.Н. Немов, К.В. Федоров и бакалавр С.В. Антюфеев. В разработке концепции системы принимали участие математик к.ф.-м.н. М.А. Бульонков, матлингвист Н.А. Черемных, историк И.А. Крайнева. Идея создания электронной версии архива была поддержана рядом отечественных и зарубежных IT-компаний (Microsoft Research, xTech, Atary Software, УНИПРО).

Подготовка к созданию работоспособной АИС состояла в разработке концепции, архитектуры, модели данных электронного архива, поддерживающей различные представления документов (текстовое, графическое, гипертекстовое, аннотационное), выборе технологии и инструментальных средств для создания (наполнения, редактирования и актуализации данных) и ведения электронного архива, средств доступа и визуализации данных. Проектанты информационной системы «Электронный архив академика А.П. Ершова» исходили из того, что визуализация архива в публичном интерфейсе должна быть представлена в том виде, как его сформировал фондообразователь, т.е. соответствовать физическому архиву А.П. Ершова. Поскольку А.П. Ершов формировал папки (дела – в архивной терминологии) по тематико-хронологическому и тематическому принципам, то было решено оставить его систему без изменения. Папки (дела) были отсканированы в их первоначальном виде. Коррективы касались лишь удаления дублей, выстраивания хронологии и установления авторства документов. Поиск системы позволяют выводить единую опись дел (папок) и списки документов на основе их видовой принадлежности, выстраивать их в хронологическом порядке, по авторской принадлежности персоне или организации.

При обработке архива А.П. Ершова в системе были сформированы тематические коллекции, которые отражали многостороннюю деятельность академика, его научные интересы. Эта возможность, предоставляемая служебным интерфейсом, и является той частью замысла, которая направлена на научное изучение архива, получение представления о его внутреннем содержании и его потенциале исторического источника.

Это был уникальный в мировой практике опыт Интернет-ориентированного представления коллекции документов, составленной математиком и программистом Андреем Петровичем Ершовым, который всю свою сознательную жизнь посвятил программированию, создал научную школу в Новосибирском Академгородке. Проект «Электронный архив А.П. Ершова» оказался достаточно наукоемким: в период его выполнения защищены несколько дипломных и магистерских работ. По мере изучения электронного архива осуществлялись многочисленные публикации, были подготовлены три монографии, защищены кандидатские диссертации по истории науки и техники (Крайнева И.А., 2008, Tatarchenko К.А., 2013). Результат свидетельствует о высокой эффективности публикации архива документов в виде фактографической информационной системы.

Таким образом, электронная технология исторической фактографии, разработанная в ИСИ СО РАН, дала в руки исследователя инструмент для архивации массивов разнородных артефактов и связывания этих массивов с сопряженной информацией, такой, как авторы, участники, организации, мероприятия, документы и др. Технология базируется на концепции Semantic Web, собственных наработках и на опыте, полученном в результате выполнения ряда проектов музейно-архивной направленности [14].

## Электронный фотоархив СО РАН

По завершении проекта «Электронный архив А.П. Ершова» инициативная группа ИСИ СО РАН под руководством д.ф.-м.н. А.Г. Марчука приступила к реализации проекта «Электронный фотоархив СО РАН» <http://www.soran1957.ru> (2005–2009). Этот ресурс впервые объединил разрозненные коллекции фотографий по истории науки в Сибири – от фотокорреспондентов, организаций, из частных собраний – в единый корпус документов [15].

В истории Новосибирска знаковым событием XX века стало создание города науки – Новосибирского Академгородка. Начало фотолетописи Академгородка – от момента поиска места для него – было положено благодаря прозорливости академика М.А. Лаврентьева. Он пригласил фотографа Р.И. Ахмерова, который уже работал для институтов Западно-Сибирского филиала АН СССР. Позднее появились и другие профессиональные фотографы, выполнялась любительская съемка. С сожалением мы узнавали в процессе создания Фотоархива, что некоторые коллекции фотографий уже не восстановить. В наши дни продолжается пополнение фотоархива СО РАН уже преимущественно за счет частных коллекций, этот процесс поддерживается распространением информации о созданном ресурсе. Полезность проделанной работы состояла не только в аккумулировании коллекций, но и в том, что многие фото были достоверно аннотированы благодаря их открытой публикации [16].

Что же происходит с физическими архивами после того, как они проходят оцифровку? В нашей практике работы по созданию электронных ресурсов значительная часть фотографий и негативов была передана на постоянное хранение в музей СО РАН, остальные возвращены владельцам.

### «Открытый архив СО РАН»

На имеющейся технологической основе и опыте работы с научными архивами выполняется интеграционный проект фундаментальных исследований «Открытый архив СО РАН как система представления, накопления и систематизации научного наследия» (2012–2014 гг., <http://odasib.ru/openarchive>). В данном проекте участвует ряд институтов СО РАН: Институт истории, Институт археологии и этнографии, Государственная публичная научно-техническая библиотека, Институт монголоведения, буддологии и тибетологии, музейные подразделения данных институтов. Каждый из участников проекта представил свою специфическую коллекцию, собранную в процессе профильной деятельности.

Работа, которая проводится в рамках проекта «Открытый архив СО РАН», не противоречит тем усилиям по сохранению историко-культурного наследия, которые прилагает, в частности Научный архив СО РАН. Создание интернет-ориентированных баз данных позволяет расширить охват не востребуемых архивов и сделать их более доступными. Замышляя проект Открытого архива, мы старались выявить, если можно так выразиться, скрытые резервы, найти держателей коллекций, которые пока не попали в сферу интересов Научного архива СО РАН и других архивов. Например, документы по подготовке археографических экспедиций Государственной публичной научно-технической библиотеки СО РАН (ГПНТБ) и такие их результаты, как фотофиксация экспедиционных будней, накопленные за долгие годы, практически не были обнародованы. Интернет-представления уникальных коллекций Отдела редкой книги ГПНТБ СО РАН также не существует. Мы хотим восполнить и этот пробел.

Помимо вышеперечисленных проектов созданы база данных «Хроника Сибирского отделения РАН» <http://chronicle.iis.nsk.su>, портал ресурсов «Математическое дерево» <http://www.mathtree.ru>, включающий коллекцию редких математических книг, Электронный архив по проблеме Тунгусского метеорита <http://tunguska.tsc.ru/ru>, Электронный архив Ольги Михайловны Фрейденберг – выдающегося философа культуры первой половины XX в. <http://freidenberg.ru>. Последний проект осуществлен специалистами РГГУ под влиянием наших разработок, им, так же как и большинством вышеназванных, руководил д.ф.-м.н. А.Г. Марчук.

### Государственные архивы

Государственные архивы России подключились к обнародованию своих собраний относительно недавно, позже, чем остальные учреждения-хранители исторических источников. Эта работа началась в архивах буквально в последнее 5-летие. Поначалу архивы ограничивались представительством в Интернете, теперь же они перешли к публикации описей собраний, каталогов коллекций, чему пример – появление крупномасштабного проекта Портал «Архивы России» <http://www.rusarchives.ru>. На протяжении рассматриваемого исторического периода архивисты принимали участие в работе форумов и конференций по информатизации разного уровня. В настоящее время Портал «Архивы России» можно рассматривать как своего рода институциональное объединение архивных специалистов, применяющих ИТ.

Включенным в это движение оказался и Архив РАН, который является головной организацией по созданию общего корпоративного ресурса. На сайте <http://www.isaran.ru> предложена последовательность представления данных архивов фонд – реестр, описи – каталог и путеводитель. Система позволяет создавать и хранить электронные фонды с мультимедийными файлами, а также обеспечивает авторизованным пользователям доступ к этим массивам данных через сайт. Однако Научный архив СО РАН не только не участвует в оцифровке своих коллекций, он даже не имеет своего представительства в Интернете.

### Заключение

Таким образом, в отечественной практике сложилось несколько взаимодополняющих предметно-ориентированных подходов к использованию математических методов и цифровых технологий в гуманитарной сфере. Начало, положенное в 1960-е годы школой квантитативной истории И.Д. Ковальченко и рядом музейных сотрудников, эффективно сочетало математические методы и использования первых ЭВМ в исторических исследованиях для извлечения большей информации из исторических источников, получения достоверного знания. Эта традиция шла в русле мировой. Она послужила основой преподавания на историческом факультете МГУ методов использования цифровых технологий в работе с историческими источниками в рамках научного направления «историческая информатика». Появились специализированные музейные, библиотечные и архивные системы, нацеленные как на решение внутренних задач, так и на внешнего пользователя. Возросли и возможности доступности контента, чему пример – открытые архивы, публикации коллекций, архивных описей и литературных памятников. Несомненный приоритет принадлежит Сибирской школе информатики, где впервые в мировой практике был осуществлен проект открытой публикации архива академика А.П. Ершова. Метод

электронной исторической фактографии является основным для открытой публикации артефактов.

Характер междисциплинарного взаимодействия цифровых технологий и гуманитарной сферы определен как инструментальный: информатика предоставляет эффективный инструмент для гуманитарных наук. Познание получает дополнительное «мыслительное пространство» в виде баз данных.

Несомненно и значение процесса активного привлечения цифровых технологий в гуманитарные науки. На наших глазах происходят события глобального масштаба, изменения в политической, социальной и культурной сферах. Исчезают целые пласты культуры, которая казалась незыблемой. Мы имеем возможность фиксировать, надежно хранить, а следовательно, и изучать современные артефакты в любом количестве и объеме благодаря цифровым технологиям. Таким образом, использование информационных технологий в гуманитарной сфере приобрело в России определенный размах и устойчивую тенденцию. Попытки координации усилий специалистов, как мы видим, предпринимались на разных институциональных уровнях: научных школ, организаций, властных структур. Пока что последнее является слабым звеном, поскольку, видимо, нет четкого представления о целях и задачах этого процесса.

Самым устойчивым направлением взаимодействия гуманитарных учреждений в области применения ИКТ является обмен опытом. В начале этого движения, которое играло роль адаптационного механизма в условиях изменившейся социально-экономической ситуации, это было достаточно важным. То, что результатом общественных инициатив стало подключение властных механизмов на уровне министерств, говорит о жизнеспособности данного направления.

## Список литературы

1. Касавин И.Т. Междисциплинарное исследование: к понятию и типологии  
URL: [http://vphil.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=132&Itemid=52](http://vphil.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=132&Itemid=52). (дата обращения 24.01.2014).
2. Степин В.С. Теоретическое знание. М. 1999, с. 357.
3. Ковальченко И.Д. Методы исторического исследования. М.: Наука, 1987. 440 с.
4. Криворученко В.К. О количественных методах в исторических исследованиях. Знание. Понимание. Умение». 2009, №2, с. 96.
5. Бородкин Л.И. Квантитативная история в системе координат модернизма и постмодернизма // Новая и новейшая история, 1998, №5. С. 3–16.
6. Можяева Г.В. Гуманитарные науки в эпоху цифровых технологий: от отраслевой информатики к digital humanities. Открытое и дистанционное образование. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2013. №. 3(51). С. 10–17.
7. Информационные технологии для историков: Учебное пособие к практикуму по курсу «Информатика и математика» / Отв. ред. Л.И. Бородкин. М.: Изд-вл МГУ, 2006. 236 с.
8. Шер Я.А. Типологический метод в археологии и статистика. / VII Международный конгресс доисториков и протоисториков. Доклады и сообщения археологов СССР. Москва: 1966. С. 253–266.
9. Михайлова А.В. Информационные технологии и культурное наследие. XVII Ежегодная международная научно-практическая конференция АДИТ-2013 «Культура: старые проблемы и новые возможности. Регион, Россия, Мир»: тезисы докладов и сообщений / под ред. программного комитета конференции. Ханты-Мансийск, 20–24 мая 2013 г. Екатеринбург: Баско, 2013. С. 6-19. Чинхолл Р. Музейная каталогизация и ЭВМ : пер. с англ. Москва : Мир, 1983. 296 с.
10. Ноль Л.Я. Информационные технологии в деятельности музея. RELARN, 1992 (Ассоциация научных и учебных организаций-пользователей компьютерных сетей передачи данных). М., 2007. С.21–22.
11. Иванов А.С. Компьютерное источниковедение. Информационный бюллетень Ассоциации «История и компьютер». № 37, июль 2011, с. 58.
12. Гарскова И.М. Источниковедческие проблемы исторической информатики // Российская история, 2010, № 3. С. 151–161.
13. Воронцова Е.А., Гарскова И.М. Информационное обеспечение российской исторической науки в информационном обществе: современное состояние и перспективы. Исторический журнал: научные исследования, 2013. №5. С. 487–505.
14. Марчук А.Г., Марчук П.А. Платформа реализации электронных архивов данных и документов. Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции. XIV Всероссийская научная конференция RCDL-2012. Переяславль-Залесский, 15–18 октября 2012 г. Тр. конф. Университет города Переяславля, 2012. С. 332–335.
15. Крайнева И.А., Марчук А.Г., Марчук П.А. Технологический и гуманитарный аспекты исторической фактографии. / Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные тенденции в развитии музеев и музееведения». Новосибирск, 3-5 октября 2011 г. Новосибирск: Изд-во НГУ, 2011. С. 182–189.
16. Крайнева И.А. Фотодокументы как источник по истории сибирской науки: на материалах фотоархива СО РАН. Вестник ТГУ, 2014. № 379. С. 136–139.

# К вопросу о корпоративной коммуникации в социальных сетях

Людмила Владимировна Минаева

Факультет государственного управления МГУ имени М.В.Ломоносова  
Москва, Россия  
minaeva@sps.msu.ru

**Ключевые слова:** викиномика, коммуникация с потребителем, продвижение компании, социальные сети

Глобальные, быстро меняющиеся рынки требуют от компаний обеспечения гибких структур и коммуникационных сетей, которые способствовали бы их взаимодействию с заинтересованными группами общественности. При возникновении Интернета в девяностых годах прошлого века уже было предсказано появление новых возможностей для предоставления и передачи информации (Delleretal., 1999). В последние годы корпоративные сайты приобрели большое значение для взаимодействия компании, особенно с ее розничными клиентами (Weber, 2009). К настоящему времени стало очевидно, что цифровые технологии могут помочь компаниям коренным образом изменить их деятельность путем предоставления им измеряемых бизнес льгот, методов сбора сведений, улучшенных возможностей коммуникации с клиентами и бизнес-партнерами (BughinandChui, 2010).

Клиенты по-прежнему остаются одной из ключевых аудиторий для большинства производящих и сервисных компаний. Для того чтобы успешно существовать, компании должны приспосабливаться к рыночным условиям и принимать во внимание психологию, интересы и мотивы своих клиентов. Сегодня компании используют многоканальную коммуникационную систему для информирования целевых аудиторий, а также для установления альтернативных моделей коммуникации и сотрудничества с конкретными группами общественности вообще (Andriole, 2010) и клиентами, в частности.

Цифровые технологии способствовали переходу экономики от концентрированного капитала производителей к рассеянному знанию потребителей. Это явление получило название «экономики массового сотрудничества», или «викиномики» (Tapscott, Williams, 2006). В условиях «экономики массового сотрудничества» вертикальные механизмы коммуникации с потребителями, односторонняя иерархическая субъектно-объектная модель, обусловленная Web 1.0, неэффективна и должна быть заменена на мульти-субъектную сетевую модель, обеспечиваемую Web 2.0, то есть набором онлайн-возможностей и цифровых технологий, которые позволяют пользователям активно участвовать в новой цифровой среде, обмениваясь информацией и знаниями. Переход к Web 2.0, в свою очередь, влияет и модифицирует как все аспекты внешней корпоративной коммуникации (концептуальный, архитектурный, инструментальный и содержательный), так и методологию оценки.

В основе «викиномики» лежат четыре принципа: пиринг (когда неограниченное число материально незаинтересованных людей принимает участие в разработке продукта); предоставление доступа (когда компании сознательно дают доступ к своей интеллектуальной собственности с целью стимулирования общественности к инновационному развитию компании); открытость (когда компании готовы делиться информацией, касающейся ее деятельности, с общественностью) и глобальный характер деятельности (Tapscott, Williams, 2006: 23). Центральной фигурой «викиномики» является «просьюмер», который представляет собой одновременно производителя и потребителя определенной ценности. Просьюмеры особенно активны, когда они могут участвовать в создании или улучшении продукта на финальной стадии его разработки. Web 2.0 усиливает прямой выход на клиента по онлайн-каналам и стимулирует сотрудничество и совместное создание контента и ценности (HendersonandBowley, 2010; Grunig, 2009; O'Reilly, 2007).

Важной чертой экономики массового сотрудничества является синхронный процесс создания нового контента большим числом отдельных пользователей. Контент постоянно меняется, а его ценность все время увеличивается. Цифровые технологии позволяют пользователю передавать информацию самыми различными способами, путем сложного переплетения картинки, текста, композиции, звучащей речи и видео. Таким образом, пользователи наслаждаются самими процессом создания контента. Сегодня благодаря массовому сотрудничеству появляются новые идеи и практически в то же время они становятся частью нашей жизни. Число пользователей быстро растет, а охват рынка происходит более высокими темпами, чем в старой модели коммуникации с клиентами.

Для того чтобы создать публичный дискурс, компания общается со своими целевыми аудиториями либо напрямую, либо через посредничество общества или СМИ. Корпоративная сеть в Интернете может быть усилена путем создания дополнительных профилей компании в социальных сетях (например, Facebook). Тогда корпоративный онлайн-дискурс создается при помощи:

- корпоративного сайта, а также материалами о компании, опубликованными на других сайтах,
- профессиональных сетей (например, LinkedIn), новостными порталами, и т.д.,
- социальными медиа (Twitter, Facebook, YouTube, и т.д.).

Было показано, что компании, которые используют все возможности цифровых технологий с целью ведения своего бизнеса, повысили продуктивность и добились больших конкурентных преимуществ, чем те, кто не использовал потенциал цифровых технологий. Так, Боллен и др. (Bollen, Mao, & Zeng, 2010) обнаружили, что настроения, выраженные в Twitter, помогают предвидеть влияния на фондовые рынки. Исследование показало, что социальные сети оказывают существенное влияние на решения инвесторов, и поэтому профессиональные финансовые коммуникаторы не могут их игнорировать.

Таким образом, переход на цифровые технологии стал неотъемлемой частью функционирования компаний, действующих на международной арене.

Учитывая роль цифровых технологий в менеджменте, коммуникации и их влияние на продуктивность транснациональных компаний, можно было бы ожидать от российских компаний их использования с целью повышения своей продуктивности и улучшения коммуникации с клиентами. К сожалению, это не так. Специальное исследование (Quant Research, 2012) показало очень низкую степень проникновения российских компаний в социальные медиа. Показатель проникновения рассчитывается как отношение числа компаний, активно присутствующих в социальных медиа, к общему числу компаний в рассматриваемой отрасли/сегменте.

Так, для топ-40 компаний по объему продаж наибольшие показатели присутствия приходятся на Twitter и Facebook (по 35%), далее идут YouTube (12%), Вконтакте (13%) и ЖЖ (5%). Несколько выше показатели проникновения для торговых сетей: Вконтакте – 42%, Twitter и Facebook – по 40%, YouTube – 15% и Одноклассники – 11%. Наибольший уровень проникновения в социальные медиа характерен для банковского сегмента – из топ-40 банков (по активам) в Facebook представлено 65%, в Twitter – 55%, Вконтакте – 40%, на YouTube – 33%, в ЖЖ – 18%.

В этой связи следует подчеркнуть, что, как было сказано выше, корпоративный онлайн-дискурс разнообразен, многоформатен и довольно хаотичен, потому что наряду с контентом, произведенным компанией, в социальных сетях размещается информация целевыми группами общественности компании, которая далеко не всегда совпадает с ее официальными сообщениями. Компания, в таком случае, вынуждена отслеживать информацию, размещаемую ее группами общественности и должна быть готова немедленно реагировать на нее. Поэтому на передний план выдвигается фигура куратора.

Кураторство не означает удаление негативной или неблагоприятной для компании информации (Young, 2012). Куратор должен управлять информационными потоками путем предоставления пользователям платформы и контекста коммуникации, с одной стороны, и вовлекать их в процесс коммуникации, вызывая их интерес к деятельности компании, с другой. С этой целью необходимо точно определить те целевые аудитории, которые будут мотивированы к общению с компанией в процессе совершенствования ее продуктов.

Для того чтобы глубже проникнуть в процесс продвижения компании в социальной сети, был разработан план размещения в социальных сетях материалов, стимулирующих клиентов семейного центра «Ого-Город». Центр образован компаний товаров для детей «МирДетства». В задачу центра «Ого-Город» входит помощь родителям в понимании и развитии навыков их детей. Это многофункциональный рекреационный центр для родителей с маленькими детьми.

Целевая аудитория включает в себя матерей, преимущественно 25–40 лет, живущих в Москве и Подмосковье с заработком на уровне среднего и выше среднего и имеющих детей в возрасте до 10 лет. Центр «Ого-Город» представлен в двух социальных сетях: Вконтакте и Facebook. Кроме того, центр имеет канал на «YouTube» и страницу в ЖЖ. Для двухмесячного эксперимента были выбраны сети Вконтакте и Facebook.

Исследование постов в сети Вконтакте до начала эксперимента показало, что пользователи не очень активны: из 140 просмотра в неделю не более 10 действий со стороны пользователей (комментарии, отметка «Мне нравится», повторение публикации). Что касается сети Facebook, то здесь из 200 просмотров в день реакцию пользователей вызывали 10–15. Большинство размещенных материалов носило рекламный характер. Стало ясно, что пользователи были готовы принять участие в коммуникации, но предлагаемый контент не стимулировал их активность.

В течение двух месяцев куратор, во-первых, регулярно размещал визуализированные заметки на злободневные темы, которые вызывали интерес пользователей. Например, один из постов был просмотрен 2818 пользователями, что в три раза больше, чем число подписчиков страницы. Вдобавок, были получены многочисленные комментарии, 111 отметок «Мне нравится» и 34 перепубликации.

Во-вторых, каждую неделю куратор проводил опросы на темы, прямо никак не связанные с услугами, предлагаемыми «Ого-Городом», например: «Разрешаете ли Вы своему ребенку пользоваться какими-либо iPad-приложениями?», «В каком возрасте Вы планируете начать/начали посещение ребенком детского сада?». Эти опросы стимулировали дискуссии, которые далее поддерживались уже самими пользователями за счет комментариев и ответов на них.

В-третьих, была разработана серия сюжетных публикаций в форме комикса под общим названием «10 способов не умереть со скуки в Ого-Городе». Пользователям предлагалось прислать серию фотографий и краткое эссе о проведенном в Ого-Городе времени, затем стилизованные изображения компилировались в комикс.

Куратор инициировал некоторые другие формы взаимодействия с пользователями и использовал для этого диалогический принцип с тем, чтобы способствовать диалогически ориентированной коммуникации в данной социальной сети.

В результате ежедневное количество просмотров страницы в Facebook увеличилось со 120 до 400, а число активных пользователей увеличилось с 10 людей, «обсуждающих страницу», до 50. Что касается Вконтакте, то

число просмотров группы в сутки увеличилось с 25 до 70. Количество участников группы каждый день увеличилось на 4–8 человек. Ежедневное число действий, совершаемых пользователями на странице, выросло с 10 до 35.

Из сказанного следует, что позитивная динамика в корпоративной коммуникации с клиентами, следовательно, успешное продвижение компании в социальных сетях могут быть достигнуты, если: 1) размещенный контент будет провоцировать и стимулировать пользователя выражать собственное мнение путем комментирования, отметки «Мне нравится», перепубликации поста и т.д.; 2) пользователям предоставляется возможность редактировать материал и делать собственные добавления к нему; 3) куратор инициирует и структурирует дискуссии.

Все перечисленные технологии могут влиять на цифровое взаимодействие компании с ее клиентами. Данная концептуальная модель делает возможным для организации сосредоточить внимание как на коммуникационных решениях, так и на их значении для продвижения товара и увеличения числа лояльных клиентов.

## Список литературы

1. Andriole, Stephen J. (2010). Business Impact of Web2.0 Technologies. *Communications of the AGM*, volume 53, issue 12, December, pp. 67-79.
2. Bollen, J., Mao, H. & Zeng, X. (2010) Twitter mood predicts the stock market. Research paper. Retrieved May 15, 2011, from <http://arxiv.org/pdf/1010.3003>
3. Bughin J. & Chui, M. (2010). The Rise of the Networked Enterprise: Web2.0 Finds its Payday. *McKinsey Quarterly*.
4. Deller, D., Stubenrath, M. & Weber, C. (1999) A survey on the use of the Internet for investor relations in the USA, the UK and Germany. *European Accounting Review*, Vol. 8, No. 2, pp. 351–64.
5. Grunig, J. E. (2009). Paradigms of global public relations in an age of digitalisation. *PRism6*(2): [http://praxis.massey.ac.nz/prism\\_on-line\\_journ.html](http://praxis.massey.ac.nz/prism_on-line_journ.html)
6. Henderson, Alison & Bowley, Rachel (2010). “Authentic dialogue? The role of ‘friendship’ in a social media recruitment campaign,” *Journal of Communication Management*, volume 14, number 3, pp. 237–257.
7. O’Reilly, 2007 O’Reilly, T. (2005) What Is Web 2.0. Design Patterns and Business
8. Models for the Next Generation of Software. <http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-2.0.html>
9. Tapscott, Don & Williams, Anthony D. (2006). *How Mass Collaboration Changes Everything*. Penguin Books Ltd.
10. QuantResearch (2012) <http://quantresearch.ru/2013/krupnejshie-rossijskie-kompanii-v-sotsial-ny-h-media-2/>
11. Weber, C. (2009) Online-Finanzkommunikation [Online financial communications]. In K. R. Kirchhoff & M. Piwinger (Eds.) *Praxishandbuch Investor Relations. Das Standardwerk der Finanzkommunikation* [Handbook investor relations], (2nd rev. Ed.) (pp. 393-414). Wiesbaden: Gabler.
12. Young Ph. (2012). Curation: Frameworks For A Robust Definition. Paper submitted to the EUPRERA Congress 2012, Istanbul. Session J. 21.09.2012

# Киберпреступность: история развития, проблемы практики расследования

Анна Борисовна Николаева, Марина Владимировна Тумбинская

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
Казань, Россия  
annanikolaeva@bk.ru, tumbinskaya@inbox.ru

## Cybercrime: History of Evolution, Problems of Practice Investigation

Anna Nikolaeva, Marina Tumbinskaya

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev  
Kazan, Russia  
annanikolaeva@bk.ru, tumbinskaya@inbox.ru

**Ключевые слова:** киберпреступления, хакерские атаки, IT-технологии, вредоносное программное обеспечение, кибербезопасность

Парадокс развития человечества заключается в том, что на протяжении всего своего развития человек использовал, накапливал, передавал информацию. Непрерывный процесс информатизации общества охватывает все сферы деятельности человека и государства: от решения проблем национальной безопасности, здравоохранения и управления транспортом до образования, финансов, и даже просто межличностного общения. По мере развития технологий электронных платежей, «безбумажного» документооборота, серьезный сбой локальных сетей может парализовать работу целых корпораций и банков, что может привести к значительному материальному ущербу и колоссальным убыткам.

История киберпреступлений – это новейшая история, которая касается всех нас. В настоящее время проблема киберпреступности переросла в масштабы мирового сообщества.

Согласно рекомендациям экспертов ООН термин «киберпреступность» охватывает любое преступление, которое может совершаться с помощью компьютерной системы или сети, в рамках компьютерной системы или сети или против компьютерной системы или сети [2]. Таким образом, к киберпреступлениям может быть отнесено любое преступление, совершенное в электронной среде.

Преступление, совершенное в киберпространстве – это противоправное вмешательство в работу компьютеров, компьютерных программ, компьютерных сетей, несанкционированная модификация компьютерных данных, а также иные противоправные общественно опасные действия, совершенные с помощью или посредством компьютеров, компьютерных сетей и программ.[1]

Сегодня киберпреступность – масштабная проблема, а вредоносные программы пишутся с целью незаконного получения денег. Развитие интернета стало одним из ключевых факторов, определивших эти перемены. Компании и отдельные пользователи уже не мыслят без него свою жизнь, и все больше финансовых операций проводится через интернет. Киберпреступники осознали, какие огромные возможности для «зарабатывания» денег с помощью вредоносного кода появились в последнее время, и многие из нынешних вредоносных программ написаны по заказу или с целью последующей продажи другим преступникам.

Конвенция Совета Европы говорит о четырех типах компьютерных преступлений, определяя их как преступления против конфиденциальности, целостности и доступности компьютерных данных и систем[2]:

- 1) незаконный доступ – ст. 2 (противоправный умышленный доступ к компьютерной системе либо ее части);
- 2) незаконный перехват – ст. 3 (противоправный умышленный перехват не предназначенных для общест-венности передач компьютерных данных на компьютерную систему, с нее либо в ее пределах);
- 3) вмешательство в данные – ст. 4 (противоправное повреждение, удаление, нарушение, изменение либо пресечение компьютерных данных);
- 4) вмешательство в систему – ст. 5 (серьезное противоправное препятствование функционированию компьютерной системы путем ввода, передачи, повреждения, удаления, нарушения, изменения либо пресечения компьютерных данных).

На рис. 1 приведена классификация киберпреступлений.



Рис.1. Классификация киберпреступлений

Появление киберпреступности можно отсчитывать с момента появления компьютера, так называемой эпохи ЭВМ. Историю киберпреступлений можно разделить на два периода: первый – с момента создания первой ЭВМ до 1990 года и с 1990 года по настоящий момент времени. Почему именно 1990 год? Дело в том, что начиная с 1990 года интернет начал распространяться по миру с огромной скоростью.

Первое упоминание об использовании компьютера с целью совершения преступления было обнаружено в 1960-х годах, когда компьютеры представляли собой большие универсальные компьютеры, так называемые ЭВМ. После Второй мировой войны в 1946 году несколько компаний начали работать над коммерческими ЭВМ, и к 1951 году UNIVAC выпускает первый коммерческий компьютер, созданный в Соединённых Штатах, и третий коммерческий компьютер в мире (после германского Z4 и британского Ferranti Mark 1), который не предназначался для использования в научных исследованиях по разработке оружия. Первый экземпляр UNIVAC был официально продан Бюро переписи населения США. Всего за период с 1951 по 1958 год было создано 46 экземпляров UNIVAC. Они были установлены в правительственных учреждениях, частных корпорациях и в трех университетах США.

Электронные вакуумные лампы выделяли большое количество тепла, поглощали много электрической энергии, были громоздкими, дорогими и ненадежными. Компьютеры первого поколения, построенные на вакуумных лампах, обладали низким быстродействием и невысокой надежностью. В 1947 году сотрудники американской компании «Белл» Уильям Шокли, Джон Бардин и Уолтер Бреттейн изобрели транзистор. Транзисторы выполняли те же функции, что и электронные лампы, но использовали электрические свойства полупроводников. По сравнению с вакуумными трубками транзисторы занимали в 200 раз меньше места и потребляли в 100 раз меньше электроэнергии. В то же время появляются новые устройства для организации памяти компьютеров – ферритовые сердечники. С изобретением транзистора и использованием новых технологий хранения данных в памяти появилась возможность значительно уменьшить размеры компьютеров, сделать их более быстрыми и надежными, а также значительно увеличить емкость памяти компьютеров.

В 1954 году компания Texas Instruments объявила о начале серийного производства транзисторов, а в 1956 году ученые Массачусетского технологического института создали первый, полностью построенный на транзисторах компьютер TX-O.

В 60-е годы прошлого столетия появилось третье поколение ЭВМ, в которых впервые стали использоваться интегральные схемы (микросхемы). В это же время появляется полупроводниковая память, которая и по сей день используется в персональных компьютерах в качестве оперативной. В эти годы производство компьютеров приобретает промышленный размах. Пробившаяся в лидеры фирма IBM первой реализовала семейство ЭВМ – серию полностью совместимых друг с другом компьютеров от самых маленьких, размером с небольшой шкаф (меньше тогда еще не делали), до самых мощных и дорогих моделей. Еще в начале 60-х появляются первые миникомпьютеры – небольшие маломощные компьютеры, доступные по цене небольшим фирмам или лабораториям. Миникомпьютеры представляли собой первый шаг на пути к персональным компьютерам, прототипы которых были выпущены только в середине 70-х годов. Вместе со стремительным развитием компьютерной сферы начинается свое развитие киберпреступность.

Но компьютерная преступность 1960-х и 1970-х годов отличалась от киберпреступности сегодня. Во-первых, в то время еще не появился Интернет, во-вторых, ЭВМ не были объединены в сеть. В 1960 году типичная ЭВМ стоила несколько миллионов долларов, занимала площадь одной комнаты и требовала специальной системы кондиционирования воздуха, чтобы компьютер не сгорел. В то время только определенный круг исследователей и ученых могли использовать ЭВМ в своей работе. Ограниченное использование ЭВМ и отсут-



ствии соединения с другими компьютерами резко сокращало шансы совершения компьютерных преступлений, и если таковые совершались, то только людьми, которые обслуживали ЭВМ. Все преступления того времени сводились к преступлениям, связанным с финансовыми вложениями в ЭВМ. Это продолжалось до появления и всемирного распространения сети Интернет, что открыло новые возможности для преступников.

Историю киберпреступлений можно рассматривать в рамках истории развития хакерства. Хакер – это высококвалифицированный ИТ-специалист, человек, который понимает тонкости работы ЭВМ. Различают два вида ИТ-хакеров: «White hat» и «Black hat». «Black hat» называют киберпреступников, тогда как «White hat» – прочих специалистов по информационной безопасности (в частности специалистов, работающих в крупных ИТ-компаниях) или исследователей ИТ-систем, не нарушающих закон. В таблице выделены основные периоды истории существования хакерства, приведены их краткие характеристики.

Период	Характеристика
1960-е гг.: Зарождение хакерства	Первые компьютерные хакеры появились в Массачусетском технологическом институте (MIT). Некоторые члены группы обращают свой пылливый ум на новый университетский компьютер и начинают манипулировать с программой.
1970-е гг.: Телефонные фриеры и Cap'nCrunch	Фриеры взламывают местные и международные телефонные сети, чтобы звонить бесплатно. «Отец» фриеров – участник войны во Вьетнаме Джон Дрэйпер (известный как Cap'nCrunch) – обнаружил, что игрушечный свисток-сувенир, который он нашел в коробке овсяных хлопьев Cap'nCrunch, издает звук с частотой 2600 герц, совпадающей с частотой электрического сигнала доступа в телефонную сеть дальней связи AT&T. Он построил первую «голубую коробку» BlueBox со свистком внутри, который свистел в микрофон телефона, позволяя делать бесплатные звонки.
1980 г.: Хакерские доски сообщений и сообщества хакеров	Телефонные фриеры начинают заниматься компьютерным хакерством, возникают первые системы электронных досок объявлений (BBS), предшественников групп новостей Usenet и электронной почты. BBS с такими названиями, как «SherwoodForest» и «Catch-22», становятся местами встреч хакеров и фриеров, обмена опытом по краже паролей и номеров кредитных карт. Начинают формироваться хакерские группы. Первыми были «LegionofDoom» в США и «ChaosComputerClub» в Германии
1983 г.: Детские игры	Первый фильм про хакеров «Военные игры» («WarGames») представил широкой общественности это явление. Главный персонаж – хакер – проникает в некий компьютер производителя видеоигр, который оказывается боевым симулятором ядерного конфликта, принадлежащего военным. В результате возникает реальная угроза ядерной войны, и военные переходят в режим «DefCon 1» (DefenseCondition 1 – высшая степень состояния боеготовности). Начинает формироваться образ хакера-кибергероя (и антигероя).  В том же году были арестованы 6 подростков, называвших себя «бандой 414». В течение 9 дней они взломали 60 компьютеров, среди которых машины Лос-Аламосской лаборатории ядерных исследований.
1984г.: Хакерские журналы	Регулярно начал публиковаться хакерский журнал «2600». Редактор Эммануил Голдштейн (настоящее имя Эрик Корли) взял псевдоним от главного героя произведения Джоржа Оруэла «1984». Название журналу, как легко заметить, дала свистулька первого фриера Cap'nCrunch. 2600, а также вышедший годом раньше онлайн-журнал «Phrack» публиковали обзоры и советы для хакеров и фриеров.
1986г.: За использование компьютера – в тюрьму	Обеспокоенный нарастанием количества взломов корпоративных и государственных компьютеров, Конгресс США принял «ComputerFraudandAbuseAct», который признал взлом компьютеров преступлением. Однако на несовершеннолетних он не распространялся.
1988г.: Червь Морриса	Первый значительный ущерб от вредоносной программы. Саморазмножающаяся программа студента Корнельского университета Роберта Морриса вывела из строя около 6000 университетских и правительственных компьютеров по всей Америке, причинив огромный ущерб.

Второй этап развития компьютерных преступлений начинается с середины 90-х годов прошлого столетия, это был период, когда Интернет распространялся со стремительной скоростью. Это было время, когда персональные компьютеры и Интернет становятся более доступными для всеобщего использования. В декабре 1995 года, по некоторым оценкам, было зарегистрировано 16 миллионов пользователей Интернета во всем мире, а уже к маю 2002 года эта цифра возросла до 580 миллионов, что составляло почти 10 процентов от общего населения планеты (NUA, 2003). Нужно отметить, что распространение Интернета по миру было неравномерно, например, более 95 процентов из общего числа Интернет-соединений располагались в США, Канаде, Европе,

Австралии и Японии. Именно в это время в историю преступлений был введен новый вид преступлений, который носил название «Взлом».

На начальном этапе развития киберпреступлений очень часто используется термин «Взлом», хотя позже взлом будет определен как одно из преступлений, входящее в понятие киберпреступления. Именно взлом характеризует противозаконные действия хакеров. История развития хакерства в период с 1990 г. до наших дней приведена в таблице.

Период	Характеристика
1990 г.: Операция Sundevil	В 14 городах США прошла массовая облава на хакеров, обвиняемых в воровстве номеров кредитных карт и взломе телефонных сетей. Арестованные активно дают друг на друга показания в обмен на судебный иммунитет. По хакерским сообществам нанесен сильный удар.
1993 г.: Зачем покупать машину, когда можно взломать?	Во время викторины-розыгрыша автомобилями в прямом эфире на одной из радиостанций хакер в бегах Кевин Паулсен и двое его друзей так заблокировали телефонную сеть, что на радио проходили звонки только от них. Так они выиграли два автомобиля «Порше», турпоездки и 20 000 долларов. Состоялся первый DefCon в Лас-Вегасе – самый крупный ежегодный съезд хакеров. Изначально DefCon планировался как разовая встреча, посвященная прощанию с BBS. Впоследствии мероприятие стало ежегодным.
1994 г.: Хакерские утилиты перемещаются в веб	Появление браузера Netscape Navigator делает веб более удобным для просмотра и хранения информации, чем BBS. Хакеры со своими программами, утилитами, советами и технологиями переезжают с досок объявлений на веб-сайты. Все это богатство становится общедоступным.
1995 г.: Пойманы Кевин Митник и Владимир Левин	Главный серийный киберпреступник – неуловимый Кевин Митник – наконец пойман ФБР. Судебные разбирательства длятся 4 года. Российский хакер – 30-летний Владимир Левин – крадет из американского Citibank 10 миллионов долларов. Его ловят и передают США. Приговор – 3 года тюремного заключения. Из похищенного возвращено все, кроме 400 000 долларов.
1997г.: Взломы AOL	Свободно распространяемая хакерская программа с издевательским названием «AOHell» («America-On-Hell») стала кошмаром для AmericaOnline – крупнейшего интернет-провайдера. С ее помощью даже самый непродвинутый пользователь мог подкладывать многомегабайтные почтовые бомбы в e-mail-сервисы AOL и обрушивать потоки спама в чатах.
1998 г.: Культ хакерства и израильская группа	Хакерская команда «Культ мертвой коровы» (CultoftheDeadCow) создает программу «BackOrifice» («Черный ход») для взлома Windows 95/98. Эта мощное средство захвата контроля над удаленной машиной через засланную троянскую утилиту. Программа представлена на съезде DefCon.
2000 г.: В обслуживании отказано	На пике популярности распределенные атаки типа «Отказ от обслуживания» (denial-of-service или DDoS-атаки). Под их натиском падают крупнейшие сайты eBay, Yahoo!, CNN.com, Amazon и другие. Некие хакеры крадут из корпоративной сети Microsoft и публикуют исходные коды последних версий Windows и Office.
2001 г.: DNS-атаки	Жертвой масштабного взлома DNS-серверов становятся сайты Microsoft. Корпорация проявляет чудеса нерасторопности. Многие ее сайты остаются недоступны для миллионов пользователей от нескольких часов до двух суток.
2009 г.: Hacker-pro	Хакеры, обучавшиеся Hacker-pro, захватывают компьютеры всего мира, никто лучше них не делает фейки, Hacker-pro создали свой словарь брута, подбирающий пароль за несколько секунд, взлом всего за пару минут, теперь это возможно благодаря Hacker-pro.

Киберпреступность представляет собой не только техническую и правовую, но и социальную проблему, эффективное решение которой требует, прежде всего, системного подхода к разработке основ обеспечения безопасности жизненно важных интересов гражданина, общества и государства в киберпространстве.

По механизму и способам совершения преступления в сфере компьютерных технологий специфичны, имеют высокий уровень латентности. Наибольшую общественную опасность представляют преступления, связанные с

неправомерным доступом к компьютерной информации. Рассматриваемое правонарушение имеет очень высокую латентность, которая, по различным данным, составляет 85–90%. Более того, факты обнаружения незаконного доступа к информационным ресурсам на 90% носят случайный характер [5]. Эти данные свидетельствуют о том, что работники правоохранительных органов зачастую просто не понимают, как расследовать данные преступления и как доказывать их в суде. Отсюда невозможность качественно проводить расследование, традиционные методы организации и планирования расследования не срабатывают в данных условиях, необходимо повышать эффективность правоохранительной деятельности, повышать уровень требовательности к уровню профессионализма сотрудников правоохранительных органов, их морально деловых качеств. Нельзя допускать их формального отношения к отчетности о результатах борьбы с компьютерной преступностью.

Еще одной проблемой, с которой зачастую сталкиваются следователи при расследовании преступлений в сфере компьютерных технологий, является установление факта совершения преступления. Это связано с тем, что зачастую компьютерные преступления совершаются в так называемом «киберпространстве», они не знают границ, очень часто преступления совершаются, не выходя из дома, с помощью своего персонального компьютера. Кроме того, незаконное копирование информации чаще всего остается необнаруженным, введение в компьютер вируса обычно списывается на непреднамеренную ошибку пользователя, который не смог его «отловить» при общении с внешним компьютерным миром. Да и отношение пострадавших к совершенному против них посягательству не всегда адекватно. Вместо того, чтобы сообщить правоохранительным органам о факте незаконного вмешательства в компьютерную систему, пострадавшие не торопятся этого делать, опасаясь подрыва деловой репутации. Обычно, в качестве потерпевшей стороны от компьютерных преступлений выступают локальные сети, серверы, физические лица.

Следует подчеркнуть, что профессиональные компьютерные преступники под объектом преступления выбирают локальные сети и серверы крупных компаний, в свою очередь «дилетанты» посягают на информацию компьютеров физических лиц и реже «ломают» провайдеров Интернет услуг, как правило, для «бесплатного» доступа в Интернет.

Примечателен тот факт, что потерпевшая сторона, в лице крупных корпораций, являющаяся собственником системы, неохотно сообщает (если сообщает вообще) в правоохранительные органы о фактах совершения компьютерного преступления. А поскольку они составляют большинство, то именно этим можно объяснить высокий уровень латентности компьютерных преступлений.

Кроме того, в раскрытии факта совершения преступления очень часто не заинтересованы должностные лица, в обязанности которых входит обеспечение компьютерной безопасности. Признание факта несанкционированного доступа в подведомственную им систему ставит под сомнение их профессиональную квалификацию, а несостоятельность мер по компьютерной безопасности, принимаемых руководством, может вызвать серьезные внутренние осложнения. Банковские служащие, как правило, тщательно скрывают обнаруженные ими преступления, которые совершены против компьютеров банка, так как это может пагубно отразиться на его престиже и привести к потере клиентов. Некоторые жертвы боятся серьезного компетентного расследования, потому что оно может вскрыть неблагоприятную или даже незаконную механику ведения дел.

Есть еще одна проблема, связанная с эффективностью расследования компьютерных преступлений и доведения их до суда. Это общественное мнение, которое не считает компьютерные преступления серьезным преступлением вследствие того, что компьютерные преступники, даже если расследование доведено до конца и вынесен приговор суда, отделяются легкими наказаниями, зачастую – условными приговорами. Отсюда – правовой нигилизм, с одной стороны преступников, которые чувствуют себя безнаказанно, а с другой стороны, потерпевших, которые не хотят обращаться в правоохранительные органы с заявлениями о несанкционированном доступе, потому что понимают, что должного наказания для преступников они все равно не добьются.

Можно выделить следующие факторы, влияющие на решение потерпевшей стороны не обращаться в правоохранительные органы по факту совершения компьютерного преступления.

1. Некомпетентность сотрудников правоохранительных органов в вопросе установления самого факта совершения компьютерного преступления.
2. Учитывая, что в случае уголовного расследования убытки от расследования могут оказаться выше суммы причиненного ущерба, возмещаемого в судебном порядке, многие организации предпочитают ограничиваться разрешением конфликта своими силами, что нередко завершается принятием мер, не исключающих рецидив компьютерных преступлений.
3. Боязнь подрыва собственного авторитета в деловых кругах и как результат этого – потеря значительного числа клиентов. Это обстоятельство особенно характерно для банков и крупных финансово-промышленных организаций, занимающихся широкой автоматизацией своих производственных процессов.
4. Неминуемое раскрытие в ходе судебного разбирательства системы безопасности организации, что нежелательно для нее.
5. Боязнь возможности выявления в ходе расследования преступления собственного незаконного механизма осуществления отдельных видов деятельности и проведения финансово-экономических операций.
6. Выявление в ходе расследования компьютерного преступления причин, способствующих его совершению, может поставить под сомнение профессиональную пригодность (компетентность) отдельных должностных лиц, что в конечном итоге приведет к негативным для них последствиям.

7. Правовая и законодательная неграмотность подавляющего большинства должностных лиц в вопросах рассматриваемой категории понятий.

Часто организации имеют весьма далекое представление о реальной ценности информации, содержащейся в их компьютерных системах. Обычно ценность определяется стоимостью ее создания или ее конкурентоспособностью, причем все чаще предпочтение отдается последнему. Диапазон содержащихся в ней данных простирается от производственных секретов и планов до конфиденциальной информации и списков клиентов, которые преступник может использовать с целью шантажа или в других целях. Эта информация имеет различную ценность для собственника и того лица, которое пытается ее получить. Непосредственная стоимость информации оценивается и с учетом затрат на ее сбор, обработку и хранение, а также рыночной ценой. В то же время на нее влияют и некоторые обстоятельства, связанные с совершением компьютерных преступлений. Необходимо также особо подчеркнуть, что успех расследования уголовных дел в сфере компьютерных технологий зависит от правильной организации и планирования.

## Список литературы

1. Преступления, связанные с использованием компьютерной сети/Десятый конгресс ООН по предупреждению преступности и обращению с правонарушителями //A/CONF. 187/10.
2. Доклад X Конгресса ООН по предупреждению преступности и обращению с правонарушителями // Десятый Конгресс ООН по предупреждению преступности и обращению с правонарушителями.
3. Васенин В.А. Информационная безопасность и компьютерный терроризм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. crime-research.ru](http://www.crime-research.ru).
4. Киберпреступность и кибертерроризм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.masiev.com](http://www.masiev.com)

# Развитие электроники и информатики в Армянской ССР (1960–1988 гг.)

Сергей Беникович Оганджян

ОАО «Научное издательство Большая Российская энциклопедия»  
Москва, Россия  
sbenog@yandex.ru

## Electronics and Informatics Development in Armenian SSR (1960–1988)

Sergey Ogandjian

Scientific Publish House of Great Book  
Moscow, Russia  
sbenog@yandex.ru

**Ключевые слова:** микроэлектроника, автоматическое проектирование, программное обеспечение, информатика

В 1950-х гг. ЦК КП Армении и СМ СССР одобрили развертывание нового для республики научно-технического направления – электроники, информатики и вычислительной техники (ВТ) с ориентацией на внедрение результатов исследований в народное хозяйство. В начале 1950-х годов в Советском Союзе был организован серийный выпуск полупроводниковых элементов – транзисторов и диодов, которые пришли на смену электронным лампам и по всем конструктивным технико-экономическим показателям в десятки раз превосходили последние. И уже в середине 1950-х годов в Арм. ССР началось развитие полупроводниковой техники: создаются предприятия, основными задачами которых были разработка и серийное изготовление полупроводниковых приборов для широкого применения, в том числе для нужд оборонной техники – им и суждено было стать основной элементной базой нового, второго поколения ЭВМ. Начался также процесс перевода ламповой аппаратуры оборонного назначения на полупроводниковую основу: так, в Ереванском НИИ математических машин (ЕрНИИММ) за короткий срок было модернизировано изделие БРС-4 (быстродействующая радиотелеметрическая система), которое в 1967 г. было собрано большой серией на заводе «Электрон» (Ереван, руководители групп А. Кучукян, Т. Саркисян, В. Арустамян, Л. Григорян, Г. Аланакян). ЕрНИИММ принял участие в государственной программе создания Единой системы универсальных ЭВМ (ЕС ЭВМ) и автоматизированной системы управления (АСУ) особого назначения, необходимой для нужд Министерства обороны СССР.

В 1958–60 гг. в ЕрНИИММ спроектировали первую в СССР ЭВМ, полностью собранную на полупроводниковых приборах – универсальную малогабаритную ЭВМ «Раздан-2» (главный конструктор Е. Брусиловский; быстродействие 5000 оп./с., питание от сети переменного тока напряжением 380/220 В, частота 50 Гц, потребляемая мощность около 3 кВт, занимаемая площадь – 20 м<sup>2</sup>, температурный режим 10–25°С), которую стали серийно выпускать с 1961 г., а в 1962 г. продемонстрировали на ВДНХ СССР как первую советскую ЭВМ второго (транзисторного) поколения. Именно на базе ЭВМ «Раздан-2» был создан первый в СССР подвижный вычислительный центр военного назначения (1963–1968 гг.)<sup>1</sup>.

Ещё в середине 1960-х годов в ЕрНИИММ проводились исследования по созданию элементной базы ЭВМ на новых физических принципах. В 1963 г. впервые в СССР в ЕрНИИММ был разработан унифицированный элементно-конструктивный комплекс «Магний» для стандартизации элементов проектируемых ЭВМ на базе наиболее совершенных для того времени полупроводниковых приборов и технологии печатного монтажа (главный конструктор В. Карапетян). Комплекс удостоился золотой медали ВДНХ СССР, а разработчики (С. Казарян, В. Арустамян, Л. Григорян и др.) награждены медалями. Основные идеи, конструктивные особенности и технологии «Магния» были заложены в основу разработки ЭВМ «Раздан-3» (1965 г.), «Наири-2» (1964 г.), «Маршрут» (1971 г.), а также специализированных ЭВМ «Аракс» (1964 г.), «Масис» (1965 г.), «Двин» (1967 г.). ЭВМ «Раздан-3» (главный конструктор В. Русаневич; быстродействие 15–20 тыс. оп/с, объём ОП 32 Кбайт) была признана одной из наиболее совершенных ЭВМ второго поколения. Она стала одна из первых советских ЭВМ, экспортируемых из СССР. Производство этой ЭВМ организовали на опытном заводе института и заводе «Электрон».

Разработка первой и второй моделей ЭВМ семейства «Наири» (одно из названий территории древней Армении, которую ассирийцы во втором тысячелетии до нашей эры называли «страной Наири» – страной рек) была осуществлена в течение 1962–64 гг. (главный конструктор Г. Овсепян, ведущий инженер-конструктор

<sup>1</sup> См. ст. В.П. Исаева (<http://housea.ru/index.php/computer/50312>)

М. Хачатрян). «Наири» стала первой советской малой ЭВМ «широкого потребления». Особенности ЭВМ семейства «Наири» были простое обслуживание машины, уменьшенные габариты, высокая надежность и, что самое главное, доступность для специалистов любой области науки и техники (что свойственно современным ПК). Принципиально новые схемотехнические решения, развитое программное обеспечение, ориентированное на решение возникающих в инженерной практике технических задач, позволили сформировать базовую архитектуру всего семейства малых ЭВМ «Наири», которая была запатентована во многих странах. «Наири» стала одной из самых распространенных в СССР малых ЭВМ, нашла широкое применение в научно-исследовательских институтах, промышленности и высших учебных заведениях страны.

Создателем этих ЭВМ был молодой репатриант из Ливана с дипломом физика Ереванского государственного университета Грачья Есаевич Овсепян, который с большим трудом пробился в недавно организованное режимное предприятие (считалось, что приезжие из-за рубежа люди неблагонадежны и не могут быть носителями секретов), где ему была предложена должность лаборанта. Овсепян попал в отдел Е. Л. Брусиловского, которому была поручена разработка первой в СССР полностью полупроводниковой ЭВМ «Раздан». По окончании работы авторитет Овсепяна возрос настолько, что ему предложили возглавить новое направление в построении ЭВМ – так называемые «малые машины». Когда Г. Овсепяну было предложено заняться малыми машинами, заказчику (то есть министерству) первоначально они представлялись всего лишь электронным арифмометром, чем-то вроде современного калькулятора, и не более того. Тем не менее, молодому руководителю разработки с самого начала было совершенно ясно, что он не ограничится теми куцыми функциями, которые ему предлагалось реализовать, – Овсепян решил использовать микропрограммный принцип управления. В целом реализация данного метода носила полностью самостоятельный характер, что подтверждается присущими разработке оригинальными чертами. Возможно, именно недостаток информации сыграл определенную положительную роль, заставив разработчиков «Наири» пойти своим непроторенным путем.

В 1962 г. на Международной выставке вычислительной техники в Москве советские руководители ознакомились с французской машиной САВ-500 и сразу же возжелали иметь «точно такую же». Почему Овсепян не мог принять требования заказчика «сделать точно, как у французов»? САВ-500 – это машина последовательного действия, эффективная работа которой возможна лишь при использовании памяти большого объема, реализованной в данной мини-ЭВМ посредством суперсовременных магнитных барабанов. Создание аналогичных устройств в СССР с его более низким технологическим уровнем представлялось Овсепяну совершенно невозможным (что, кстати, подтвердилось в ходе последующих работ), поэтому он предложил компенсировать технологические недостатки оригинальностью технических решений – благо, к этому времени у него созрели вполне конкретные предложения по реализации проекта. В техническом задании на разработку он предусматривал следующие принципы создания мини-ЭВМ:

1. Машина должна быть параллельного действия, то есть при выполнении арифметических операций должно происходить считывание сразу всех разрядов числа, а не поразрядное чтение, как в машинах последовательного действия.

2. В построении машины должен быть применен микропрограммный принцип управления, когда управляющие воздействия в закодированном виде хранятся в памяти машины, а не задаются жестко посредством схемных решений.

3. Программы и микропрограммы хранятся в единой постоянной памяти большого объема, реализованной на съемных кассетах.

4. В качестве арифметического и логического устройства (АЛУ) должен использоваться единый универсальный регистр-сумматор, являющийся также буферным регистром запоминающего устройства и внешних устройств.

5. В качестве вспомогательных регистров АЛУ и устройства управления (УУ) должны использоваться 8 фиксированных ячеек памяти с непосредственным микрокомандным доступом, что позволит обойтись почти без дополнительных затрат на оборудование.

6. Должна быть обеспечена совместимость выполнения микропрограмм и программ любой последовательности.

7. В качестве важнейшего компонента должна быть предусмотрена микропрограммная эмуляция математического обеспечения существующих ЭВМ.

8. Должны быть разработаны дополнительные специальные микропрограммные и микрокомандные средства для реализации алгоритмов специальных задач.

Все эти свойства были в последующем успешно реализованы. Тем не менее, до сего дня злопыхатели не оставляют попыток всячески опорочить ЭВМ «Наири» и ее главного конструктора Г. Овсепяна. Люди, называющие себя специалистами в области вычислительной техники, говорят, что машина скопирована с французской САВ-500, хотя даже сравнивать машины параллельного и последовательного действия кажется верхом безграмотности; другая тенденция принижения места и роли ЭВМ семейства «Наири» в истории развития советского компьютеростроения – замалчивание. А ведь практически на всех тематических выставках за рубежом, в которых СССР принимал участие, машина «Наири» неизменно экспонировалась на самом почетном месте (всего же она была представлена в 19 странах).

«Наири-3» (1970 г.) была первой советской машиной третьего поколения, реализованной на гибридных интегральных схемах. Заложенный еще в «Наири-1» микропрограммный принцип управления был максимально развит и доведен в «Наири-3» до качественно нового уровня, при этом была создана возможность уплотненного

хранения больших (до 128 тысяч микрокоманд) массивов микропрограмм (для сравнения – предельное количество микрокоманд, хранимых в разработанных до «Наири-3» ЭВМ, составляло всего 4 тысячи) при одновременном резком сокращении времени обращения и сохранения возможности применения всех приемов обычного программирования (таких как, например, условные и безусловные переходы, групповые операции и т.д.). Эта новаторская компьютерная архитектура позволила обеспечить:

1. Многоязыковую структуру ЭВМ.
2. Режим разделения времен с одновременным доступом до 64 терминалов, каждый из которых мог выполнять функции одной ЭВМ «Наири-2».
3. Развитую систему диагностики на микропрограммном уровне.
4. Двухмашинный режим работы.
5. Реализацию сложных алгоритмов специализированных задач на смешанном программно-микропрограммном уровне.

Соответствие «Наири-3» самым высоким техническим стандартам того времени признавали и американские специалисты, приводя ее в качестве единственного примера советской машины третьего поколения, сравнимой с современными ей американскими моделями. Этот потрясающий успех скромного по своим масштабам предприятия был достигнут ценой неимоверных усилий Овсепяна и выпестованного им талантливого коллектива разработчиков. Следует отметить, что одним из замечательных качеств ЭВМ серии «Наири» являлась их высокая технологичность, что позволяло организовать их производство практически на любом предприятии подходящего профиля.

Однако даже после этого триумфа у Г. Овсепяна проблем стало не меньше. Наоборот, чем крупнее были его достижения, тем очевиднее становился колоссальный разрыв (во всех смыслах) между ним и его «оппонентами». Даже когда стоял вопрос о присуждении разработчикам «Наири» Государственной премии СССР, местные деятели пытались «растворить» фамилию Овсепяна в общем списке, даже не выделяя его в качестве главного конструктора.

Следующая ЭВМ, задуманная Овсепяном, «Наири-4», мыслилась им уже, если использовать современную терминологию, как персональный компьютер. Но, к сожалению, все новаторские начинания остались на бумаге.

В 1974–81 гг. была создана серия ЭВМ специального применения Наири 4 АРМ/Наири 4 и Наири 41 (гл. конструктор – Г. Оганян); система была программно совместима с PDP-11 и серией СМ ЭВМ). В самый разгар работ над «Наири-4» подали документы на выезд из СССР ближайшие родственники Г. Овсепяна – оба брата, сестра и мать. В расцвете творческих сил, на вершине своих достижений Овсепян в 1976 г. объявил о своем уходе из института. После «отказа» имя Овсепяна старательно вымарывалось из всех возможных публикаций (даже в Советской Армянской Энциклопедии упомянуты все разработчики «Наири», в том числе и второстепенные, и только имя Главного конструктора оставалось неизвестным). И только в декабре 1988 г., благодаря вмешательству конгресса США и президента Р. Рейгана, Овсепяну, наконец, позволили покинуть страну и воссоединиться со своими родными в США.

Мне посчастливилось неоднократно встречаться с Г. Овсепяном, о котором я сохранил самые приятные воспоминания. В 1970–74 гг. я, 18-тилетний студент, работал в ЕрНИИММ в секретной лаборатории № 722 (зав. лабораторией, доктор технических наук С.В. Даян) под руководством начальника отдела С.Г. Саркисяна, старожилы ЕрНИИММ, одного из пионеров создания радиоэлектронной отрасли Армении, кандидата технических наук, заслуженного инженера Армянской ССР, который удержал корабль ЕрНИИММ на плаву в штормовые 1990-е годы, сменив научную работу на административную (директор в 1994–99 гг.). В конце 1960-х годов Саркис Гургенович был ведущим разработчиком одной из интереснейших тем ЕрНИИММ под кодовым названием «Бионика» (разработка средств и методов распознавания образов, в том числе военных объектов). На базе универсальной ЭВМ «Наири-2» в лаборатории № 722 была разработана распознающая система, предназначенная для автоматизированного дешифрирования аэрокосмических снимков (это были самолеты, базирующиеся на аэродромах НАТО). На основе этой системы впоследствии было разработано АРМО – автоматизированное рабочее место оператора. Система реализовывала двухуровневое распознавание, при котором на первом этапе, с помощью так называемого «Блока поиска», выделялись «подозрительные» объекты, принадлежность которых к тому или иному классу затем уточнялась с помощью нескольких алгоритмов распознавания образов. Снимок, полученный в результате аэрофотосъемки, оцифровывался с помощью видикона. Фрагмент двумерного цифрового сигнала размерностью 32×32 точек поступал в «Блок эталонов» и сравнивался с одним из эталонов. Порог сравнения и коммутация эталона предварительно устанавливались оператором. Перемещение видикона в двух взаимно перпендикулярных направлениях осуществлялось с помощью шаговых двигателей, управляемых ЭВМ «Наири-2». «Подозрительный» фрагмент поступал в ЭВМ «Наири-2», где обрабатывался одним из алгоритмов распознавания образов. Применялись разные алгоритмы, в том числе эталонный, спектральный (использовались двумерные преобразования Фурье и Адамара), перцептронный. Окончательное решение принималось по мажоритарному принципу. Результаты (координаты объекта и его принадлежность к конкретному классу) выводились с помощью РТА (рулонно-телетайпный аппарат) и ленточного перфоратора.

Первые шаги в сфере микроэлектроники были сделаны в ЕрНИИММ ещё в начале 1960-х годов Группа специалистов (С. Казарян, К. Егиян, В. Арустамян, Л. Григорян и др.) разработала первую в Армении гибридно-интегральную схему под названием «ВАН», которую продемонстрировали на Юбилейной научно-технической конференции ЕрНИИММ (1966 г.). Впоследствии в ЕрНИИММ были разработаны две серии гибридно-интегральных микросхем, которые были зарегистрированы в перечне рекомендованных в СССР ИС под

номера 254 и 253 и запущены в серийное производство на опытном заводе. Был организован специальный цех микросхем, который впоследствии стал отдельным предприятием по выпуску интегральных схем (директор Р. Срапян).

В период 1960–88 гг. развитие радиоэлектроники и вычислительной техники выполняло важную миссию подъёма и становления науки, образования и промышленности Армении.

В декабре 1966 г. в Ереване был основан Научно-исследовательский технологический институт микроэлектроники (НИТИМ, директор Г. Чолахян, гл. инженер Б. Мелик-Шахназаров), который впоследствии стал мощным научно-производственным объединением (НПО «АНИ»), сыгравшим важную роль в развитии нового направления науки, техники и промышленности Армении. Первоначально профиль института имел технологическое направление и совместные с подразделением АН республики тематики. Однако руководство ориентировалось на разработку и внедрение контрольно-измерительной аппаратуры, а в последующие годы (директоры в разные годы Г. Сагоян, В. Амирбекян) – и на бытовую радиоэлектронную аппаратуру. Было разработано и внедрено в серийное производство множество установок, приборов для автоматизации технологических процессов изготовления интегральных схем, контроля и измерения параметров полупроводниковых приборов и интегральных схем, тестирования аппаратуры, построенной на интегральных микросхемах различных конструкций, технологии и степени интеграции. Большая часть этих изделий использовалась на предприятиях радиоэлектронной промышленности СССР и за рубежом. Ещё в 1958 г. в Ереване было основано Специализированное конструкторско-технологическое бюро полупроводниковой техники (СКТБ ПТ) «Транзистор» (директор Э. Азян), основными задачами которого были разработка и серийное изготовление силовых (мощных, высоковольтных) полупроводниковых приборов для широкого применения и нужд оборонной техники. Быстрый рост предприятия с опытным заводом (НПО «Транзистор», директора в разные годы С. Шабоян, А. Вартамян) ознаменовался разработкой и серийным выпуском диодов марки Д4, транзисторов марок ТК, ТКО, а для транзисторных модулей марки МТКО ток и напряжение были доведены до 100 А и 1400 В соответственно. Они нашли применение, в частности, в аппаратуре ракеты «Энергия-Буран». В 2000 г. «Транзистор» был приватизирован и стал первым в Армении технопарком – «Виасфера».

В развитии и наращивании мощностей радиоэлектронной промышленности важную роль сыграли крупные промышленные предприятия: АПО «Реле» с филиалами, ПО «Импульс» в Дилижане; завод «Измеритель» и ПО «Позистор» в Абовяне; «Разданмаш» в г. Раздан; «Марс» в Ереване. В 1970-х годах в Армении был организован ряд научно-исследовательских центров в виде филиалов крупных союзных предприятий: «Агат» (директор Л. Асоян), «ЦНИИС» (директор К. Матевосян), «Комета» (директор К. Мусоян) «МНИИРС» (директор Э. Маркосян) и др.

В начале 1970-х годов в Армении появились: НИИ «Алгоритм» – разработка программного обеспечения для гражданского и оборонного значения, в том числе для специализированных ЭВМ; НИИ «АСУ Город» – разработка автоматизированной системы городского хозяйства; ПО «Базальт» – разработка запоминающих устройств для специализированных бортовых систем и др.

В 1960 г. на базе исследовательских групп Бюраканской астрофизической обсерватории и Арагацской станции Ереванского института физики был основан Институт радиофизики и электроники (ИРФЭ) АН Армении (директора в разные годы Э. Мирзабекян, Р. Мартиросян, А. Ахумян) в г. Аштараке, ориентированный на исследование и создание аппаратуры СВЧ диапазона, устройств радиотелеметрии и космической связи. В недрах ИРФЭ зародилось новое в Армении направление в радиоэлектронике – лазерная техника. В 1968 г. для проведения работ в области лазерной техники был организован Институт физических исследований – ИФИ (директор М. Тер-Микаелян) в г. Аштараке, а тематика антенн и СВЧ послужила основой для организации другого научно-исследовательского предприятия по тематике СВЧ радиоизмерений, антенн, разработки и хранения антенных эталонов в СССР – Всесоюзного НИИ радиоизмерений (1971 г, ВНИИРИ, директор П. Геруни).

На бурное развитие радиоэлектроники и вычислительной техники в Армении быстро реагировали Академия наук Армении и вузы – Ереванский государственный университет (ЕрГУ) и Ереванский политехнический институт (ЕрПИ). Особо хочу отметить огромный вклад ЕрПИ в поддержание и продолжение традиций развития электроники и информатики в Армении. Уже в 1955 г. на кафедре «Электрические машины и автоматизация» была открыта специализация – математические счётно-решающие приборы и устройства (МСРПУ), которая в 1957 г. выделилась в самостоятельную кафедру «Автоматики и вычислительной техники» (АВТ). Первые выпускники этой специальности и частично выпускники механико-математического факультета ЕрГУ составили основной костяк коллектива ЕрНИИММ, ВЦ Академии Наук, завода «Электрон» и др. В 1965 г. факультет АВТ был преобразован в факультет «Техническая кибернетика». С целью дальнейшего совершенствования и повышения качества выпускников, благодаря активной деятельности декана факультета К.Г. Абрамяна, на базе кафедры АВТ в 1967 г. были созданы две кафедры – «Автоматика и телемеханика» (АиТ) и «Вычислительная техника» (ВТ). Учитывая возрастающий спрос на специалистов, план приёма уже в 1967–68 уч. году по кафедре ВТ составил 250 студентов. Кафедра пополнилась новыми выпускниками и совместно с опытными преподавателями был создан мощный коллектив единомышленников, работающих на одну цель – развитие ВТ как в Армении, так и в СССР.

В связи со значительным ростом контингента в 1976 г. факультет «Техническая кибернетика» разделился на три факультета: «Вычислительная техника», «Техническая кибернетика» и «Радиотехника». Учитывая возросший объём учебной нагрузки и численность преподавательского состава (около 100 человек), часть кафедры ВТ отделили в общеинститутскую кафедру «Алгоритмические языки и программирование» (зав. кафедрой –



к.т.н., доцент Ю.А. Айвазян). В 1986 г. численность студентов, обучающихся на кафедре ВТ (вместе с вечерними группами), возросла до 2000. В этом же году на кафедре была введена новая специализация «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» (зав. кафедрой – к.т.н., доцент В.Г. Ягджян).

Уже в 1967 г. значительный научный потенциал кафедры ВТ позволил получить заказ на выполнение хозяйственной темы: «Разработка и создание регистратора быстропеременных процессов» от одного из крупных московских НИИ военно-промышленного комплекса. Были разработаны два типа регистраторов (хронографов). Оба были изготовлены на материально-технической базе кафедры силами только её сотрудников. В 1971–76 гг. сотрудники кафедры ВТ выполнили широкомасштабную хозяйственную работу «Разработка и внедрение регионального АСУ Аэрофлот» (научный руководитель Абрамян К.Г.), которая была внедрена во многих городах СССР. В 1977–81 гг. выполнялась госбюджетная работа «Разработка и создание Универсальной Многоуровневой Системы Автоматизированного Поиска» (ответственный исполнитель – В.Г. Ягджян). В 1977–80 гг. часть сотрудников кафедры занялась проблемами оптимизации технологических процессов, и в 1985 г. от Госнаба СССР поступил заказ на создание «Автоматизированной системы рационального использования вторичных минеральных ресурсов».

В 1973 г. был основан факультет Радиоэлектроники (декан Э. Бурунсузян) с кафедрами «Радиотехника» (зав. кафедрой Э. Бурунсузян), «Конструирование и производство РЭА» (зав. кафедрой А. Сагоян), «Полупроводники и диэлектрики» (зав. кафедрой Дж. Мартиросян), «Полупроводниковые приборы» (зав. кафедрой В. Вартамян), «Многоканальная связь» (зав. кафедрой Р. Казарян). Общая численность инженерно-технических работников в радиоэлектронной промышленности перевалила за 100 тыс., из которых более 20 тыс. составляли инженеры и специалисты с высшим образованием и с учеными степенями – преимущественно выпускники ЕрПИ.

В начале 1990-х годов в связи с известными событиями в СССР и, в частности, в Армении, практически все крупные промышленные и отраслевые научно-исследовательские предприятия лишились заказчиков. Рассматривая потенциал Армении с позиций 2014 г., нужно констатировать тот факт, что для республики в советское время ЕрНИИММ стал координирующим центром, становление которого оказалось основополагающим для развития многих направлений науки и техники в системе Академии наук, вузов и отраслевой науки и производства.

## Список литературы

1. Акопян А.М., Саркисян А.С. ЕрПИ, 1933-2003, ГИУА. Краткая история. Ереван: Изд-во ГИУА, 2003; (на арм.яз.).
2. Апоян Г.Г. «Наири»: триумф и драма // Независимый бостонский альманах «Лебедь», № 355, 28 декабря 2003 г.
3. Арустамян В.Е. Кибернетика и ее применение в промышленности. Ереван, 1963. 144 с. (на арм. яз.).
4. Арустамян В.Е. Развитие радиоэлектроники в Армении и роль ГИУА // Вестник ГИУА. Серия «Информационные технологии, электроника, радиотехника». 2013. Вып. 16. № 1.
5. Ереванский НИИ математических машин. Краткий исторический очерк / Сост. В.Е. Арустамян. Ереван: ЕрНИИММ, 1981.
6. Оганян Г.А. Семейство малых ЭВМ «Наири» // <http://www.computer-museum.ru/histussr/nairi-2.htm>.
7. Оганджян С.Б. История развития вычислительной техники в Армянской ССР // Труды SORUCOM-2011. Вторая Международная конференция «Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР». Великий Новгород. 2011. С. 240-243.
8. В.П. Исаева (<http://housea.ru/index.php/computer/50312>).

# Виртуальная музеефикация социального поля науки<sup>1</sup>

Нина Леонидовна Панина

Новосибирский государственный университет  
Новосибирск, Россия  
pa.nina@mail.ru

## Social Space of Science As a Subject of Virtual Museum

Nina Panina

Novosibirsk State University  
Novosibirsk, Russia  
pa.nina@mail.ru

**Ключевые слова:** история науки, виртуальный музей, социальное пространство

### **Постановка проблемы:**

#### **(само)идентификация некоторых информационных ресурсов по истории науки**

Поводом для размышлений над некоторыми процессами в сфере информатизации культурного наследия стали дискуссии о статусе ряда ресурсов по истории науки, созданных в Мультимедиа центре НГУ (далее ММЦ) в 2003–2013 гг. и обозначаемых разработчиками-информатиками как виртуальные музеи. Музейное сообщество в ряде случаев отказывается идентифицировать их таким образом, относя все ресурсы к разряду чисто образовательных. Хотелось бы, во-первых, понять причины отрицания «музейности» разработок со стороны специалистов, во-вторых, разобраться, почему разработчики на этой «музейности» настаивают, в-третьих, предложить какие-то пути решения проблемы.

Как представляется, истоки ситуации надо искать в стихийно сложившихся подходах к музейному представлению истории науки в интернете, а в качестве решения можно предложить осознанную корреляцию этих подходов с выработанными в XX веке теоретическими принципами описания истории науки. Проблемная сторона рассматриваемых ресурсов – экспозиционное представление материала – может быть значительно усовершенствована учетом в проектировании экспозиции структуры социального поля науки, отражением в ресурсе его ключевых позиций и конфликтов.

Конечно, задачей виртуальных музеев является не просто полнота представления темы, но также «музейность» и «виртуальность» этого представления. Обозначенная в названии статьи музеефикация в этом контексте выступает как репрезентация истории науки в специфически музейных формах. «Виртуальность» же проявляется не только в соответствующем художественном и информационном дизайне, но и в текстовом сопровождении изображений. Сценарное оформление музейного предмета в реальном выставочном пространстве подчиняется законам театральной постановки [7]. Виртуальное пространство возвращает письменному тексту значение одного из ведущих средств коммуникации, поэтому сценарное оформление музейного предмета на виртуальной выставке невозможно без учета литературных закономерностей. Помимо прочего продуманная траектория повествования помогает бороться с однообразием экспонатов, типология которых в рассматриваемых здесь музеях очень ограничена.

### **Музеефикация истории науки: антропологический подход**

Общей как для реальных, так и для виртуальных музеев проблемой является утрата современным научным музеем статуса хранилища актуального знания, средства профессионального обучения и повышения научного потенциала. Музей становится по-преимуществу хранителем истории науки, развивая образовательную деятельность в сфере профессиональной ориентации и популяризации науки. Его задачами становятся повышение атрактивности поля науки, демонстрация его гуманистического потенциала и демонстрация неких образцовых моделей поведения молодым и неопытным, возможно уже заинтересованным в данной науке, но не уверенным в своих силах, выбирающих, «делать бы жизнь с кого». Здесь на первый план выходит человеческий фактор и антропологический подход.

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке РГНФ, грант № 03-01-12003в, № 13-04-00052.

Традиционно музей истории науки имеет в своем арсенале два основных подхода, которые в идеале должны дополнять друг друга, но при освоении музеями интернета все чаще оказываются разобщены. Это «антропологический» и «сущностный» подходы – проще говоря, история людей и история идей. Музеефикация истории идей в традиционном музее возможна только при наличии овеществленного результата научной деятельности – музейного предмета. Конечно, виртуальное пространство, в котором реально существующий предмет успешно заменяется различными формами цифровой визуализации, существенно расширяет возможности музея в этой области. И все же многие области науки в принципе не могут быть представлены в зрительных образах (исключая знаки письменности), и единственным способом их включения в музейную сферу становится демонстрация антропологического аспекта – истории людей. Здесь музейным предметом становятся фотографии, письма, личные вещи – свидетельства существования ученого в обществе, а собственно научные идеи становятся фактом биографии. Ограниченное количество и соответственно ценность для экспозиции «настоящих» музейных предметов и их принадлежность к личному обиходу сближает механизмы их репрезентации с механизмами репрезентации контактных реликвий, распространенными в большинстве культур. К их числу принадлежит рамочное оформление предмета на различных уровнях, в том числе встраивание его в некоторую легенду.

«Антропологические» музеи истории науки сложились естественным образом на основе личных архивов и коллекций, приобретших статус ведомственных мемориальных музеев. Специфика объектов хранения таких собраний прекрасно соотносится с одной из важнейших функций ведомственного музея – имиджевой. Аналогичным образом возникли в НГУ виртуальные музеи академиков А.А. Ляпунова ([lyapunov.vixpro.nsu.ru](http://lyapunov.vixpro.nsu.ru)), Л.В. Канторовича ([kantorovich.vixpro.nsu.ru](http://kantorovich.vixpro.nsu.ru)) и Н.Н. Яненко ([yanenko.vixpro.nsu.ru](http://yanenko.vixpro.nsu.ru)). Преобладание в них социального аспекта объясняется как отсутствием в представленных областях науки обширного материала для музеефикации, так и отсутствием технических возможностей для зрелищных цифровых визуализаций научных идей. В случае НГУ эти «отсутствия» компенсировались преодолением сугубо имиджевой ориентации ведомственных музеев, развитием образовательной надстройки и ее интеграцией с экспозиционным модулем. Очевидно, что основная задача этих ресурсов – популяризация истории науки, преподавание ее, но не обеспечение историка науки развернутой источниковой базой.

## Еще раз о виртуальных музеях

Понимание специфики «виртуальной музейности» ресурсов по истории науки осложняется общеизвестной ситуацией в российском интернете, где под виртуальные музеи а часто маскируются либо откровенно коммерческие сайты (некоторые даже проникают на специализированные музейные порталы), либо авторские сайты разнобразного профиля. В этих случаях попытки разработчиков присоединиться к сонму виртуальных музеев легко объяснимы, несостоятельность этих попыток не вызывает сомнений, но присутствие таких «музеев» в интернете размывает границы понятия в восприятии рядовых пользователей и явно не идет на пользу делу. На этом фоне может показаться, что попытки разработчиков ресурсов НГУ определить их как «виртуальные музеи» так же несостоятельны и обусловлены конъюнктурными соображениями.

Такая точка зрения опровергается при рассмотрении модели данных этих ресурсов. Для работы с изображениями объектов, их классификацией и формализованным описанием предназначен блок «фонды». Экспонирование музейных предметов, учитывая образовательную специфику ресурса, осуществляется в блоке «лекторий», а текстовое сопровождение – лекция – как выходная форма аналогична виртуальной выставке в других виртуальных музеях (пример на сайте Кунсткамеры: [http://www.kunstkamera.ru/exhibitions/virtualnye\\_vystavki/yakobson/information/](http://www.kunstkamera.ru/exhibitions/virtualnye_vystavki/yakobson/information/)). Есть и отдельная возможность создавать виртуальные выставки без обширного текстового сопровождения. Гиперпространство выставки можно углублять за счет ссылок на описания музейных предметов в «фондах», различные словари и справочные разделы, которые могут также отсылать друг к другу, библиографические записи и полнотекстовые публикации научных работ. Выставки формируются из стендов, каждый из которых объединяет несколько экспонатов. Экспонат является музейным предметом, снабженным дополнительной информацией, погружающей его в контекст конкретной выставки.

Можно констатировать, что модель данных действительно соответствует таким функциям музея, как хранение и экспонирование музейных предметов. Однако возможности представления музейного предмета, заложенные в модели данных, нужно задействовать. Как же наполнены описанные выше разделы ресурсов? В качестве примера можно рассмотреть ресурс, посвященный А. А. Ляпунову. В разделе «фонды» размещены в основном архивные материалы (небольшая часть семейного архива Ляпуновых в Москве была подготовлена Н.А. Ляпуновой для публикации в этом ресурсе). Музейных предметов как таковых здесь нет. Архивные материалы принадлежат к различным типам: фотография, книга, письмо, аудио- и видеозапись. Просмотр материалов по их типу возможен через подраздел «типологическая классификация». Группировка материалов по темам, связанным с жизнью и деятельностью А.А. Ляпунова, осуществлена в подразделе «систематическая классификация», который включает такие группы, как «биография», «ближайшее окружение» (здесь в числе прочего размещена обширная коллекция репринтов с автографами дарителей), «научная деятельность», «педагогическая деятельность», «деятельность в сфере культуры». Полнотекстовые публикации статей А.А. Ляпунова и об А.А. Ляпунове, указатели научных трудов ученого размещены в библиотечном разделе. В выставочном разделе размещено несколько стендов с опять же тематическими подборками документов, освещающих отдельные моменты научной и педагогической деятельности, быта и увлечений ученого. Рассказ об основных этапах биогра-

фии и направлениях исследований А. А. Ляпунова дается в форме лекций.

К числу удачных и именно «виртуальных» форм представления объектов и тем относятся «рассказы в фотогалереях», посвященные известным ученым – коллегам, друзьям А.А. Ляпунова, можно найти в разделе «фотогалереи». Здесь задействованы сугубо визуальные средства репрезентации, иконическая информация о ключевых темах ресурса. Заложенная в ресурсе возможность создания фотогалерей позволяет пользователю мгновенно схватить концепцию выставки. Естественно, эта возможность должна быть актуализирована, картинок должно быть много, они должны быть скомпонованы, с одной стороны, в соответствии с некоторой концепцией, с другой стороны, в соответствии с общими законами композиции.

К сожалению, в целом в отношении контента всех трех ресурсов нужно признать очевидный факт – фондами они бедны, а на скудном материале чрезвычайно трудно построить хороший выставочный сценарий. Разработчики ресурсов, всеми силами стараясь бороться со скудостью наполнения, оказываются заложниками общих проблем междисциплинарного взаимодействия гуманитарных наук и новых информационных технологий, о которых речь ниже.

### **«Умная лошадь уговаривает кучера поехать»: проблемы междисциплинарного взаимодействия**

Развитие ситуации не является спецификой исключительно НГУ и СО РАН, но характерно по крайней мере для российской действительности. Кратко процесс типового междисциплинарного взаимодействия гуманитария и информатика подытожил известный музейный проектировщик Артем Лебедев: «... постановщиками задачи при создании информационных ресурсов по культуре являются специалисты по информационным технологиям. И они же – инициаторами. <...> Умная лошадь, которая уговаривает кучера поехать, сама определяет маршрут и сама везет» [4]. Описанная в 2008 г., эта ситуация актуальна и сегодня. Целеполагающий и ресурсный агенты междисциплинарного взаимодействия [6] поменялись ролями. Информатик, выступая инициатором создания виртуального музея, из поставщика средств достижения цели превратился в постановщика задач. Музейщик же, отказавшись от инициативы в этом вопросе, стремится переложить на информатика и бремя наполнения программной оболочки музейным контентом. Необходимая функциональность в разработанном таким образом ресурсе наличествует, и естественно желание разработчика позиционировать его как виртуальный музей. Однако бремя музейфикации информатику все-таки очень трудно нести. Отсюда бедность контента и дизайнерских решений, отсутствие интерактивной составляющей, статичность ресурсов. Ожиданиям музейного сообщества от виртуального музея это не соответствует, и дефиниция встречает определенное сопротивление.

С точки зрения программных решений «виртуальная музейность» ресурсов неоспорима, что и заставляет информатиков настаивать на этом определении, подчеркивая, что необходимые возможности для музейфикации ими предоставлены. Специалисты же предметных областей, как оказалось, не имеют достаточного энтузиазма как для использования этих возможностей, так и для регулярного присутствия онлайн в уже готовом ресурсе. Информатики НГУ делают ставку на малые музеи в поисках пространства, не занятого крупными разработчиками тиражных АИС, но оборотной стороной сотрудничества с малыми музеями как раз и является их слабая мотивация к трудоемкой деятельности по оцифровке и размещению в информационных системах своих фондов и стремление переложить эту работу на партнеров.

Для того, чтобы эффективно использовать возможности созданных энтузиастами-информатиками «движков», специалисту по истории науки нужно не просто наполнять систему контентом, но разрабатывать формы представления музейных предметов и архивных материалов, коррелирующие с основными формами взаимодействия в социальном поле науки. Это сделает работу осмысленной и создаст стимул к собственно музейному творчеству, вне зависимости от визуальной привлекательности среды представления. Последнее – отдельная проблема, которая здесь не рассматривается. Очевидно только, что ресурс, нацеленный на включение в вузовский образовательный процесс, не должен отвлекать пользователя избыточной эстетикой. Поэтому основные усилия по наращиванию «музейности» предлагается сосредоточить в сфере литературного сценария выставок.

### **Теория социального поля и моделирование нарративной репрезентации**

Итак, сложившаяся практика междисциплинарного взаимодействия обусловила несоответствие возможностей, заложенных в АИС информатиками, и степени их освоения музейщиками. Осознанная необходимость такого освоения и нежелание признать разработку пустой тратой времени толкает информатиков на самостоятельное проектирование конкретных музеев истории науки. Если принять эту ситуацию, а при отсутствии мотивации мемориальных музеев она не изменится, информатики нуждаются в более четком понимании специфики музейной репрезентации и в наборе некоторых типовых решений, гарантированно ей соответствующих. Здесь я предлагаю рассмотреть одно из возможных – моделирование нарративной репрезентации социального поля науки.

Представляется интересным и многообещающим то обстоятельство, что музейная деятельность, стихийно и вынужденно обратившаяся к антропологическому подходу, находит обоснование в теориях социального поля

науки. Относительно теории социальных пространств такие музеи можно рассматривать с двух точек зрения. Во-первых, с точки зрения их структуры, которая, как уже говорилось, при последовательном приведении в соответствие со структурой социального поля науки и отражения в ресурсе его ключевых позиций может быть значительно усовершенствована. Во-вторых, с точки зрения собственной позиции этих ресурсов в том социальном пространстве, в которое они хотят внедриться. Это поможет увидеть причины проблем, с которыми они сталкиваются, начиная взаимодействовать с признанными авторитетами в пространстве, например, музейного интернета.

Социальное поле начинает фигурировать в качестве антропологической категории с середины XX в. и к настоящему времени является полноправным методологическим инструментом общественных наук [5]. Оно определяется как поле сил, воздействующих на всех вступающих в поле субъектов по-разному, в зависимости от занимаемой ими позиции. Оно также является ареной конкурентной борьбы, направленной на консервацию или трансформацию данного соотношения сил [2]. В этом определении заложена идея внутреннего конфликта, принципиально важная для построения любого сюжета, в том числе для разработки сценария виртуальной выставки. Согласно тому же определению, присутствует и внешний конфликт: поле науки (литературы, искусства и т.д.) занимает подчиненную позицию внутри поля власти, которое представляет собой пространство силовых отношений между агентами и институтами, обладающими капиталом, необходимым для того, чтобы занять доминирующие позиции в различных полях.

Характеризующими являются три основных момента: позиция изучаемого поля внутри поля власти, внутренняя структура поля, в том числе конфликты интересов, и становление диспозиций, которые, будучи продуктом некоторой социальной трактовки и некоторой позиции внутри поля, находят в этих позициях возможность реализации. Любая научная биография, история любой научной школы или направления обязательно содержит эти характеристики социального поля науки. Конечно, их описание ничего не даст музею, если не будет оформлено в виде интригующего сюжета, поисков ответа на загадку, разрешения конфликта, яркой сюжетной коллизии. Но прежде чем обратиться к конкретному примеру такого подхода, хотелось бы несколько сузить понятие социального поля науки, ориентируясь на специфику мемориальных музеев.

## **Мемориальный музей как попытка фиксации индивидуально-личностного поля**

Среди определений социального поля есть также его обозначение как ситуации взаимодействия, порождающей новое надиндивидуальное качество [5]. В этом качестве социальное поле предопределяет поведение человека, которое в свою очередь превращается в элемент поля, размывая границу между причиной и следствием, субъектом и средой. Выделяются три основных типа полей: наиболее размытым является поле-группа, наиболее жестким – поле-организация, одновременно ограниченным и размытым является индивидуально-личностное поле [Там же]. С точки зрения музеефикации социального поля науки информационные ресурсы типологически делятся в соответствии с двумя возможными задачами: репрезентации крупного фрагмента социального поля науки – института, научной школы или направления (ведомственный музей) либо репрезентации индивидуально-личностного поля (мемориальный музей, личный архив).

В качестве эффекта поля рассматривается такое важное и в то же время трудноопределимое явление, как атмосфера, музеефикация которой – идеальная конечная цель любого информационного ресурса по культуре. Но как можно музеефицировать атмосферу? Эта задача тесно связана с задачей музеефикации индивидуально-личностного поля (некоторые его стороны в обыденном языке обозначаются как «харизма»). По сути, мемориальные музеи в их сегодняшнем виде – это стихийные попытки фиксации такого поля.

Понятие индивидуально-личностного поля как многомерной структуры включает несколько уровней синтеза индивида и социального поля. Это статусная индивидуальная позиция: номинальный статус и реальный, последний из которых – совокупность прав и обязанностей, проявляющихся в виде реальных регулярных практик. Это социальная роль, или статусная позиция, развернутая в доступные в ней модели поведения, между которыми индивид делает свой выбор. Это самоидентификация и эго-идеал. Это социальный, психический, физический, культурный потенциал индивида. Наконец, это социальные структуры, которые воспринимаются человеком как личные механизмы [Там же].

Не только в ресурсах НГУ, но и во всех остальных виртуальных репрезентациях научных биографий в Рунете мы обязательно найдем отдельные фрагменты хотя бы первых двух из перечисленных уровней реализации личностного поля в поле науки. Но во всех случаях музейные предметы (а чаще фотографии) будут простыми иллюстрациями отдельных этапов последовательно изложенной научной биографии.

## **Литературное оформление музейного предмета**

Примеры достаточно яркого литературного оформления музейного предмета встречаются не в музейной среде, а среди современных модификаций биографического и научно-популярного жанров. По некоторым из них можно достаточно четко проследить, как анализ социального поля интегрируется в раскручивание сюжетной коллизии с участием некоего артефакта. Так построена книга английских журналистов Дэвида Эдмондса и Джона Айдиноу «Кочерга Витгенштейна. История десятиминутного спора между двумя великими философа-

ми» [3]. Упомянутый в названии предмет становится символом столкновения двух сильных индивидуально-личностных полей Карла Поппера и Людвиг Витгенштейна, центром повествования, которое от исторического анекдота с участием кочерги (в пылу дискуссии Витгенштейн размахивает кочергой) постепенно раскручивается до полноценного описания этих полей. Этот литературный опыт, с точки зрения стиля характеризуемый как «неряшливый журнализм», делает интересным для нас именно очевидная искусственность, надуманность символического значения объекта и приданного ему статуса контактной реликвии, и то, что мимолетный эпизод контакта\конфликта двух известных ученых становится поводом для компаративного анализа их научных позиций. Эта откровенная «сделанность», обычная для современных журналистских интерпретаций процессов в науке, обнажает приемы сценарного оформления музейного предмета, которые вполне можно использовать и в более корректных по отношению к самой науке формах представления.

Драматизация коллизии в книге явно искусственна. Конфликт, который в реальности, скорее всего, не имел большого значения для главных героев, выбран авторами именно из-за того, что в нем задействован артефакт, который можно наделить огромным количеством смыслов. Более значимые для науки эпизоды отброшены, так как они не содержат яркой презентационной идеи, не привязаны к предмету. Вокруг реальности коллизии с кочергой закручивается интрига, а все повествование строится как ее раскрытие. В процессе «расследования» выстраивается весь биографический материал. Финал истории строится как типовая концовка рассказа о контактной реликвии – она загадочным образом исчезает, не позволяя окончательно решить вопрос о своем статусе.

Авторская концепция реализуется не только в тексте книги, она также в полном объеме представлена в иллюстрированной вклейке. По форме вклейка представляет собой полный аналог стенда в виртуальном музее НГУ: это некоторая последовательность фотографий с небольшим текстовым сопровождением, раскрывающим концепцию. Фотографии здесь – не просто иллюстрации, а вехи повествования в той же мере, в какой таковыми являются экспонаты на выставке в реальном музее, к которым экскурсовод обращается по мере своего рассказа.

Мы вполне можем реконструировать предпринятую авторами последовательность шагов. Во-первых, сделан выбор центрального предмета, диссонирующего с устоявшимся имиджем поля данной науки и в то же время показательного для характеристики его эффектов (атмосферы), предмета, который можно возвести в статус контактной реликвии, наделить легендой и комплексом символических значений, в том числе сделать его символом основного конфликта. Во-вторых, найдена основа для интриги – проблема реальности легенды об истории с кочергой. Дана экспозиция хронотопа и конфликтующих сил (агентов). Прослежено становление диспозиций в форме компаративного представления конфликтующих индивидуально-личностных полей. Сделан выбор второстепенных предметов, также контактных реликвий, показательных для становления диспозиций (это вещи, к изготовлению которых оба философа имели непосредственное отношение). Наконец, дается разрешение интриги: реконструкция реальной коллизии, подтверждение значимости центрального объекта – контактной реликвии.

Эту книгу можно было бы легко представить в форме виртуального музея по истории философии, если бы не одно «но». Дискурс научного музея развивается в жанре жития, он предлагает модели поведения на примере известных ученых и по определению антагонистичен постмодернистскому подходу к биографии как деконструкции модели. Выбор «низкого» артефакта – кочерги – в качестве символа поля науки объясняется именно установкой на деконструкцию. Увлекаясь этим процессом, автор постмодернистской биографии низводит героя не только до своего уровня, но и до уровня среднего читателя, не оставляя тому мотивов для подражания. В качестве разрушителя образца он абсолютно не годится в сценаристы музейной экспозиции, хотя может заполнить все требования к живому и динамическому сценарному оформлению музейного предмета.

## Выводы

Несоответствие желаемой и реальной позиции разработчиков рассмотренных ресурсов в мире виртуальных мемориальных музеев может быть снято за счет обращения к теории социальных полей как к средству моделирования нарративной репрезентации музейного предмета в контексте индивидуально-личностного поля ученого. При этом средством борьбы с излишним наукообразием изложения, не соответствующим музейным задачам, становится проработка литературного сценария виртуальной выставки, ориентированного не на иллюстрирование текста музейными предметами, а на помещение их в фокус повествования. Это позволит задействовать все возможности разработанной информатиками модели данных и добиться соответствия ресурсов принятому образу виртуального мемориального музея.

## Список литературы

1. Bourdieu, P. Le champ scientifique // Actes de la recherche en sciences sociales. 1976. № 2 – 3. P. 88 – 104. / Бурдь П. Социальное пространство: поля и практики. – М., 2007. – С. 473–517.
2. Bourdieu, P. Le champ littéraire // Actes de la recherche en sciences sociales. 1991. № 2 – 3. P. 3 – 46. / Бурдь П. Социальное пространство: поля и практики. – М., 2007. – С. 365–472.

3. Edmonds, D. Eidinow, J. Wittgenstein's poker. The story of a ten-minute argument between two great philosophers. Ecco, 2001 / Эдмондс Д., Айдиноу Д. Кочерга Витгенштейна. История десятиминутного спора между двумя великими философами. Пер. с англ. Е. Канищевой. – М., 2004.
4. А. Дремайлов. Музейные цифровые ресурсы и продукты (коллективные размышления). – URL: [www.icom.org.ru/docs/A58\\_Статья\\_Дремайлова.rtf](http://www.icom.org.ru/docs/A58_Статья_Дремайлова.rtf)
5. Ильин В. И. Феномен поля: от метафоры к научной категории // Рубеж (альманах социальных исследований). М., 2003. – Вып. 18. – С. 29 – 49.
6. Касавин И.Т. Междисциплинарное исследование: к понятию и типологии. – URL: [http://vphil.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=132&Itemid=52](http://vphil.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=132&Itemid=52)
7. Мор М. Выставка как театр – сценарное оформление музейных предметов // Музеология, музеи в меняющемся мире. Материалы международного симпозиума. Барнаул, 2008. С. 32–37.

# Музей факультета ВМК ННГУ в образовательном процессе

Наталья Георгиевна Панкрашкина, Владимир Петрович Савельев

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
Нижний Новгород, Россия  
png2@rambler.ru, vpsavelev@rambler.ru

## The Museum of the Computational Mathematics and Cybernetics Faculty of Nizhny Novgorod State University in the Educational Process

Natalia Pankrashkina, Vladimir Savelev

Nizhny Novgorod State University  
Nizhny Novgorod, Russia  
png2@rambler.ru, vpsavelev@rambler.ru

**Ключевые слова:** музеология, образование, педагогика, воспитание, культурология

*«Существует мнение, что музей – это что-то опрокинутое в прошлое...  
На самом деле – это линза, проецирующая будущее».*

Директор музея кинематографии Наум Клейман

### Введение

В 1963 году в Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского (ННГУ)<sup>1</sup> по инициативе профессора Ю.И. Неймарка был открыт факультет вычислительной математики и кибернетики (ВМК), который ныне является одним из ведущих учебно-научных подразделений университета. Профессор Юрий Исаакович Неймарк (1920–2011) – всемирно известный ученый в области технической кибернетики, ученик А.А. Андропова. Обладая блестящей интуицией инженера, Ю.И. Неймарк получил 24 авторских свидетельства по закрытым темам. Ю.И. Неймарк создал классический метод D-разбиений, успешно занимался разработкой центрифуг, имевших высокую степень технологического риска. Он один из первых начал систематическое изучение хаотических явлений в динамических системах: разработал теорию устойчивости неголономных механических систем, получил ряд фундаментальных результатов по динамике систем с сухим трением, имеющих применение в вибрационной забивке. Он создал научную школу по динамике, механике, автоматическому управлению и математическому моделированию, исследовал метод точечных отображений, ставший формой описания динамических систем, удобной как для изучения конкретных систем и численных исследований, так и для рассмотрения теоретических вопросов, уделял большое внимание просвещению, его математические традиции продолжают на факультете ВМК.

За годы существования факультета ВМК сформированы научные коллективы и школы в области математического моделирования, принятия решений и информационных технологий, получившие международное признание. В 2013 году факультету ВМК исполнилось 50 лет. Музей факультета ВМК принял активное участие в юбилейных мероприятиях. В своей экспозиции он показал, что хранит научные, педагогические и культурные традиции факультета. История факультета – это теперь и история формирования музея, его коллекций, его миссии в деле воспитания студентов, их приобщения к научной и практической деятельности. Ведущие преподаватели университета.

## 1. Создание и развитие музея ВМК

### 1.1. Цели и задачи музея

Накануне празднования 100-летия со дня рождения академика А.А. Андропова, ученые-математики ННГУ внесли предложение организовать научно-просветительное учреждение, посвященное истории факультета

---

<sup>1</sup> С 2009 года университет имеет статус национального исследовательского университета, в 2013 году в числе 15 российских вузов он выиграл грант Правительства РФ для повышения международной конкурентоспособности и вхождения в ведущие мировые рейтинги.



ВМК – музей. Не случайно создание музея было приобщено к этой юбилейной дате. Академик Александр Александрович Андронов (1901–1952) – советский физик, механик и математик, специалист в области электротехники, радиофизики и прикладной механики, продолжатель лучших традиций классиков естествознания, ученик и ближайший сотрудник Л.И. Мандельштама, основатель всемирно известной Горьковской школы теории нелинейных колебаний. В 1929 г. написал фундаментальную работу «Предельные циклы Пуанкаре и теории колебаний». С 1931 г. работал в Горьковском университете над новейшими проблемами теории нелинейных колебаний и теории автоматического регулирования, осуществил тесный контакт между физикой и математикой, реализовал новый подход в идее секущей Анри Пуанкаре и методе точечных отображений. По инициативе А.А. Андропова в 1945 г. был основан первый в нашей стране радиофизический факультет.

В 2004 году ректор ННГУ Р.Г. Стронгин и декан факультета ВМК В.П. Савельев поставили цель перед сотрудниками музея, выпускницей радиофизического факультета Н.Г. Панкрашкиной: подготовить стационарную экспозицию. Были сформулированы задачи: 1) собрать образцы вычислительной техники, отражающие этапы развития ЭВМ, 2) отразить историю становления дисциплины «вычислительная математика» на факультете ВМК, 3) отразить в экспозиции результаты научной деятельности ученых и студентов ННГУ.

## 1.2. Становление музея

С первых дней музею сопутствовала удача: он получил мощную поддержку в лице преподавателей университета. Профессор Юлий Лазаревич Кетков в числе первых передал будущему музею образцы вычислительной техники (ВТ) из личной коллекции. Декан В.П. Савельев направил Н.Г. Панкрашкину в командировку в Москву с заданием найти документ Министерства образования об открытии в 1963 году первого в нашей стране факультета ВМК. В Центральном государственном архиве был выявлен приказ № 440 от 11 июля 1963 года, подписанный министром В.Н. Столетовым. Аналогичные факультеты в других вузах были открыты на несколько лет позже: в Москве ВМиК (МГУ) – в 1970 году, в Казани ВМК (КГУ) – в 1978 году.

Параллельно со сбором экспонатов шла работа по выявлению устной истории факультета: состоялись встречи с основателем факультета Ю.И. Неймарком. Обсуждалась история кафедры «Теория управления и динамика машин» (ТУиДМ), его книга «Сухой остаток» [2].

Ю.И. Неймарк стал вдохновителем многих музейных начинаний, разработал стратегию развития музея, предусматривающую осуществление разнообразных программ, направленных на развитие интереса к созидательной профессиональной деятельности студентов и выпускников факультета. Ученики Ю.И. Неймарка доценты Н.Я. Коган и З.С. Баталова «вдохнули в музей душу», их воспоминания послужили основой для поисковой работы и экскурсий по истории научно-педагогической работы факультета. С.Г. Кузин – доцент кафедры «Интеллектуальные информационные системы и геоинформатика» – предложил концепцию экспозиции, в основу которой был положен вклад научных школ факультета в техническую кибернетику, вычислительную математику, информатику и компьютерные технологии. Предусматривались, например, темы «Счетные и электромеханические устройства», «Элементы вычислительной техники», рубрики «ВМК вчера» и «ВМК сегодня». Они должны были отразить историю факультета и его техническое оснащение, эволюцию информационных технологий и технических решений в различных сферах деятельности (государственное управление, здравоохранение, образование, бизнес, досуг и другие).

## 1.3. Раритеты музея

Формирование коллекции нашего музея имеет специфические особенности. Если в историческом времени раритетом становится предмет, которому не менее 50 лет, в компьютерном мире «возраст» экспоната сокращается на порядок. В техническом музее собирательская деятельность осложняется тем, что морально устаревшее «компьютерное железо» не успевает быть осмыслено как исторически ценное, оно подвержено скорой утилизации. В 1990-е годы оно сдавалось, например, в утиль, как источник драгметаллов. Были утрачены прошитые нашим мастером-золотые руки В.Н. Гребенчиковым платы машины «Стрела», утрачена установка «Магнитный подвес Ю.И. Неймарка» [3].

Всеми своими богатствами, поступательным движением формирования нашего музея, поисками и открытиями мы обязаны сотрудникам и студентам университета: первой и основной является коллекция образцов вычислительной техники, фотографий и документов из собрания легендарного нижегородского программиста профессора Ю.Л. Кеткова. Страсть к собирательству, бережное отношение к предметам и любовь к технике привели его к систематическому подбору экспонатов, которые Ю.Л. Кетков в течение нескольких десятилетий использовал на лекциях по истории науки. Профессор Юлий Лазаревич Кетков (1935–2014) – выдающийся нижегородский программист, компьютерщик и блестящий лектор по языкам программирования. Ю.Л. Кетков, будучи студентом ГГУ, дипломную работу делал у основателя советской кибернетики А.А. Ляпунова. После окончания университета Ю.Л. Кетков разрабатывал программы для тестирования машины ГИФТИ, в НИИ ПМК выполнял специальные задания Правительства, заведовал отделом математического обеспечения ЭВМ, разработал русскую версию интерпретатора языка BASIC, создал в ННГУ первую в нашей стране диалоговую систему коллективного пользования. Коллекция Ю.Л. Кеткова будет значительно расширена: сын ученого, А.Ю. Кетков, готовит к передаче в музей научно-педагогическое наследие, которое он называет с грустью «134 кг железа и макулатуры моего отца».

В книге поступлений, в электронном ресурсе CAMIS зафиксированы 65 единиц хранения. Это блоки памяти, платы, элементная база ЭВМ всех поколений, персональные и мини-компьютеры (ПК "Commodore 4+", отечественный компьютер «Электроника 60» – раритеты нашего музея), магнитные ленты, интегральные микросхемы, электронные лампы, конспекты лекций по машине ГИФТИ и языкам программирования, техническая документация с грифом «Для служебного пользования» (гриф сейчас потерял значение секретности).

Для примера приведем научное описание одного из экспонатов: арифмометр «Феликс» в Книге поступлений имеет номер МННГУвКП 3. Счетная машина производства завода «Счетмаш», город Курск, конец 1930-х гг., сделана из металла, имеет размер – 320x135x125 мм. Предназначение: девятиразрядный арифмометр для простейших арифметических действий: сложения, вычитания, умножения и деления. Заводской № 5168. Легенда. В 1964 г. данный экспонат перевезли в НИИ ПМК, на нем работал Ю.Л. Кетков. Сохранность полная. Дар Ю.Л. Кеткова.

Поначалу небольшие, но репрезентативные коллекции музея позволили организовать передвижные выставки на внешних площадках Нижнего Новгорода и Москвы, чтобы популяризовать идею музея. Были проведены выставки «От арифмометра – к персональному компьютеру» (музей «Нижегородская радиолaborатория»), «Дары и дарители» (музей истории ННГУ), «Звезда по имени Каплан» (астрономический институт им. П.К. Штенберга, МГУ). Мобильные выставки музея породили «цепную реакцию» даров, музейное собрание пополнилось девятью персональными коллекциями: 865 экспонатов. Список дарителей составили 59 человек – заведующие лабораториями, преподаватели, студенты университета, в фондовом хранилище оказалось большое количество книг, фотографий как исторических, так и современных репортажных.

Открытие экспозиции было намечено к 45-летию факультета ВМК (2008г). Экспозиционные площади заняли коридор первого этажа главного корпуса ННГУ напротив лабораторий «Математические и программные технологии для современных компьютерных систем», «Высокопроизводительные компьютерные системы», «Центр компетенции высокопроизводительных вычислений на основе технологии Майкрософт», владеющих уникальным оборудованием, обеспеченным охраной, сигнализацией и видеонаблюдением [4]. Первая экспозиция включала витрины площадью 23,76 м<sup>2</sup> 1 декабря 2008 года состоялась торжественная церемония открытия музея. Ректор ННГУ Е.В. Чупрунов и декан факультета В.П. Гергель символично разрезали красную ленточку, руководитель Центра прикладной информатики В.П. Савельев провел первую экскурсию. 1127 человек познакомились с музеем на традиционном празднике «День вычислителя».

#### 1.4. Музей сегодня

В настоящее время стационарная экспозиция занимает площадь 43,76 м<sup>2</sup>, в фондах хранится 14 персональных коллекций, всего около 6 тысяч экспонатов, из них около 300 уникальных чудом сохранившихся образцов вычислительной техники, документов и фотографий.

Одной из тем экспозиции является «История кибернетики». Среди экспонатов – книги Норберта Винера, тяжелые блоки ЭВМ и персональные компьютеры (например, магнитный носитель ЭВМ СМ-4 со съемным диском емкостью 4 МБ, матричный принтер Star NX-1500, ПК «Роботрон», «Квант», «Корвет», «БК», отечественный графический манипулятор «Крыса»). С конструктивно сложной аппаратуры снят корпус. На зеркальной стенке шкафов отражаются составные части приборов. Для расширения экспозиционной площади используются презентации, электронные фоторамы. Совершенствуется текст экскурсии, рассказ начинается с первых компьютеров, для которых ввод программ и данных осуществлялось с перфокарт, использовался язык ассемблера, выполнялись операции над числами с плавающей запятой.<sup>2</sup>

Особый интерес вызывают экспонаты, истинные памятники истории науки и техники, такие как магнитная головка машины ГИФТИ, 1953 г. – уцелевшая техническая деталь одной из первых цифровых последовательных ЭВМ в СССР. Состоит из магнитопровода трансформатора диаметром 2 мм и головки диаметром 0,5 мм, даритель разработчик М.Я. Эйнгорин. Ячейка памяти машины М-20, 1964 г. Электронная лампа деформирована пожаром, случившимся в недрах ЭВМ, даритель руководитель ВЦ ГГУ В.К. Матвеев. Учебный макет процессора на электронных лампах «15x15», 1967 г. – даритель зав. лабораторией А.П. Городилов. Ручной перфоратор для перфокарт, 1970 г. – даритель ст. преподаватель М.М. Шульц.

В музейной библиотеке имеются монографии, статьи, мемуары нижегородских корифеев-математиков, книги по программированию, ставшие библиографической редкостью [5]. Например, книга «Малая электронная счетная машина», авторы С.А. Лебедев (выдающийся разработчик вычислительных систем, уроженец Нижнего Новгорода), Л.Н. Лашевский, Е.А. Шкабара. Книгой пользовались инженеры НИИ ПМК, на ее обложке затерт гриф «совершенно секретно».

Экспозиция музея расширяется. В марте 2014 года на кафедре ТУиДМ открыли два выставочных модуля, посвященных профессору Ю.И. Неймарку: «Жизненный путь» и «Выдающийся ученый». На открытии экспозиции ректор ННГУ Е.В. Чупрунов отметил, что музейное пространство позволяет проникнуть в персональную историю науки, президент ННГУ Р.Г. Стронгин говорил о незаурядном педагогическом таланте своего учителя Ю.И. Неймарка и его роли в области теории устойчивости неголономных механических систем.

<sup>2</sup> Историю компьютера и программирования начинаем с 1837 г., когда Ch. Babbage и A. Lovelace сделали проект «analytical engine».

Продолжается формирование коллекций. Большое внимание уделяется фондовой работе, в музее функционирует система SAMIS. Проводится оцифровка особо ценных исторических документов, таких как авторские свидетельства ученых, статьи и книги по теории управления, ранние работы Ю.И. Неймарка по D-разбиению. К празднованию золотого юбилея факультета электронный архив был дублирован на накопители и составил 0,5 Tflops.

## 2. Социальная роль музея

### 2.1. Учебная и воспитательная компоненты

Экспозиция музея активно используется преподавателями университета в учебном процессе. Доцент С.Г. Кузин строит свои лекции по истории развития средств вычислительной техники и архитектуре вычислительных систем так, чтобы музейные предметы наглядно подтверждали сказанное, а в рефераты по истории науки студенты могли бы включить фотосъемку экспонатов. Эти работы после защиты остаются в музейной библиотеке.

Экспозиция постоянно информирует своих посетителей о достижениях студенчества на международных конкурсах. Команда студентов нашего факультета в 2009 году в Каире заняла 2-е место с проектом ViVa в финале международного конкурса Imagine CAP, проводимого компанией Microsoft, другая команда наших студентов заняла 1-е место в мире в конкурсе «Cluster Challenge» в Сигтле в 2011 году. В экспозиции представлены результаты проектов IT- моделирования и анализа процессов различной природы, математическое моделирование, изучение динамики и оптимизации сложных дискретных и распределенных систем, систем массового обслуживания; разработка теоретических основ анализа многоэкстремальных моделей принятия решений, на лазерной плазме можно увидеть результаты современных исследований, проводимых на сложнейших установках [6].

### 2.2. Информационно-познавательная компонента

Территориальная открытость, подача материала в доступной форме с использованием компьютерных средств, уникальные собрания (русские счеты, логарифмические линейки, арифмометры, программируемые калькуляторы) заинтересовали студентов других факультетов, в том числе гуманитарных, музей стал популярен среди сотрудников и гостей университета.

Музей развивается. За пять учебных лет его посетило порядка 7 тыс. человек, проведено 418 экскурсий. В книге отзывов имеется несколько десятков благодарственных записей от горожан и гостей города. А. Коновалов, участник одной из конференций, д.т.н., профессор, заведующий лабораторией Института машиноведения УрО РАН из Екатеринбурга, записал: «Музей истории вычислительной техники очень актуален, интересно и изящно оформлен». Ведущий инженер кафедры химии Т.И. Лиюгоньяка: «Случайно попав в ННГУ во второй корпус, я увидела музей факультета ВМК. Очень понравились собранные материалы, больше бы таких музеев!» Л.В. Сазонова: «Приехали на День открытых дверей с сыном – учеником 10 класса лицея г. Арзамаса. Наступила пора выбирать дисциплины, на которые делать упор в старших классах для поступления в престижный вуз. Получили полную информацию по всем интересующим вопросам и огромное впечатление от музея, от рассказа о поистине легендарных личностях! Я надеюсь, что мой сын без моего давления сделает правильный выбор». Р.С. Шкурко: «Большое спасибо за выставку! Она позволяет почувствовать дыхание времени и стремительность прогресса человеческого общества, позволяет задуматься о будущем».

Нужно ли говорить, как важно для сотрудников музея получить столь лестную оценку их скромного труда!

Музей принимает участие в семинарах кафедр и Ученого совета с сообщениями и юбилейными презентациями, участвует в издательской деятельности [7]. Вместе с сотрудниками библиотеки НИИ ПМК издан библиографический указатель Ю.И. Неймарка, на который получен отзыв от заведующей библиотекой физфака МГУ М.А. Знаменской. Отрывок из письма М.А. Знаменской: «Я давно, более 60 лет, работаю в области библиографии физики, но никогда не встречала библиографического указателя трудов ученого, выполненного не только на таком высоком профессиональном уровне, но и сделанного с теплотой и любовью. Тексты, подбор фотографий, полиграфическое оформление – все заслуживает высочайшей оценки. Можно сказать, что это библиография замечательного ученого».

## Заключение

Музей факультета ВМК является институтом социальной памяти, его миссия в том, чтобы показать, как развитие техники было связано с судьбами страны, нашего города, ученых и студентов университета.

## Список используемых источников

1. Стронгин Р.Г. Культура и наука в современном мире / Р.Г. Стронгин. История и культура Нижегородского края. I Музейные научные чтения. 2000 г. Н. Новгород, ННГУ. 2003. С. 5-11.
2. Неймарк Ю.И. Сухой остаток. К истории в лицах научной школы А.А. Андропова. Н. Новгород, ННГУ. 2000.
3. Неймарк Ю.И. Вспоминая минувшие дни. К 45-летию ВМК ННГУ. Н. Новгород, ННГУ. 2008. С. 9-19.
4. Панкрашкина Н.Г. Образ техники в музее / Н.Г. Панкрашкина. История науки и техники: музейные исследования. Материалы научного семинара. 2-3 декабря 2008 г. – Н. Новгород, ННГУ. С. 103-105.
5. Эйнгорин М.Я. Как создавалась первая цифровая последовательная ЭВМ в СССР – машина ГИФТИ. – Н. Новгород, ННГУ. 2007.
6. Факультет вычислительной математики и кибернетики Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. – Н. Новгород, ННГУ. 2008.
7. Юрий Исаакович Неймарк. Библиографический указатель. К 45-летию факультета вычислительной математики и кибернетики. / Н.Г. Панкрашкина, Л.И. Фомина, Л.П. Корнюшина. – Н. Новгород, ННГУ. 2008.

# Внедрение АСУ в народном хозяйстве СССР в 1960–1970-х годах: замыслы и реализация

Вячеслав Николаевич Парамонов

Самарский государственный университет  
parvja@mail.ru

В статье на основе материалов Государственного архива Российской Федерации, Российского государственного архива экономики, Российского государственного архива научно-технической документации, Самарского областного государственного архива социально-политической истории, частично вводимых в научный оборот впервые, а также опубликованных источников раскрываются особенности внедрения АСУ в народном хозяйстве СССР в 1960–1970-х годах, рассматриваются факторы, способствовавшие и препятствовавшие данному процессу.

**Ключевые слова:** информация, управление, автоматизированная система управления, экономика, предприятие, министерство, производство, внедрение

## Implementation of ACS into the National Economy of the USSR in 1960–1970s: Conception and Materialization

Vyacheslav Paramonov

Samara State University

There are, on the basis of materials of the State Archive of the Russian Federation, the Russian State Archive of Economy, the Russian State Archive of Scientific and Technical Documentation, Samara State Archive of Politico-Social History that were partially introduced into scientific circulation for the first time and published sources, opened features of ACS implementation into the national economy of the USSR in the 1960–1970s and considered factors which distributed or made difficulties to the process.

**Keywords:** information, management, automated control system, economy, enterprise, ministry, production, implementation

Актуальность изучения данной темы обусловлена, прежде всего, слабой ее разработанностью в исторической науке. Рассекречивание документов в последние десятилетия дают возможность реконструировать историю разработки и внедрения АСУ в народном хозяйстве в 1960–70-е годы, носившие переломный характер, когда советская система стала показывать не только достоинства, но и скрытые недостатки, стала стагнировать. К сожалению исторических исследований по данной теме немного. Среди имеющихся работ следует отметить публикации Ю.П. Бокарева [5], В.А. Геровича [7], Г.И. Ханина [35], А.В. Кутейникова [13], Р.Н. Темирбулатовой [32, 33], сборники статей, подготовленных участниками двух предыдущих конференций «Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР», а также воспоминания разработчиков вычислительной техники и АСУ.

Принципиальное значение для изучения темы имеет ряд выводов, сформулированных предшественниками. По мнению Ю.П. Бокарева, проект Общегосударственной автоматизированной системы явился одной из неудавшихся попыток построения постиндустриального общества в СССР [5].

На ведомственный интерес как фактор торможения автоматизации управления советской экономикой указывали В.А. Герович [7] и А.В. Кутейников [13. С.23].

Г.И. Ханин считал, что советская бюрократия опасалась внедрения проекта ОГАС, поскольку с помощью автоматизированной системы могла нарушиться монополия на экономическую информацию, а специалисты, ученые обнаружили бы гигантские искажения макроэкономической информации и многие пороки сложившейся хозяйственной системы, которые власть пыталась скрыть от широкой общественности [35].

Советская экономика демонстрировала высокие темпы экономического роста (выше, чем в развитых капиталистических странах), бесспорные успехи СССР в космосе и оборонной промышленности, освоение богатейших месторождений нефти и ряд других достижений. Однако экономический рост за счет использования экстенсивных факторов приближался к своему закономерному пределу. Этот период характеризуется дальнейшим развитием производительных сил в условиях разворачивавшейся научно-технической революции (НТР), движением к позднеиндустриальной стадии развития, изменением приоритетов, поиском эффективных форм и структур управления.

Автоматизация производства и управления рассматривалась в исследуемый период как составная часть модернизации экономики СССР и одно из ключевых направлений научно-технической политики. Это было связано, прежде всего, с необходимостью перевода экономики на новый технологический уклад, со структурными народнохозяйственными изменениями. Конкурентоспособность стран в мире определялась во многом уровнем автоматизации производства и управления. Значительная часть нефтедолларов, полученных в 1970-х годах, была передана через систему государственного финансирования на развитие предприятий высокотехнологического уклада.

В отечественной литературе тех лет считалось, что наука и техника могут эффективно развиваться лишь в условиях строго скоординированной экономики, планового распределения ресурсов в масштабе всего государства и в интересах всего общества. [36. С. 30].

В СССР активно разрабатывалась теория систем управления экономическими объектами, теории автоматов и проектирования вычислительной техники, велась разработка АСУ различных уровней (школы А.И. Китова, С.А. Лебедева, А.И. Берга, В.М. Глушкова, И.С. Брука, Б.И. Рамеева).

Значительную роль сыграл первый в СССР доклад по автоматизированной системе управления (АСУ) страны «О возможностях автоматизации управления народным хозяйством», сделанный в ноябре 1959 г. группой А.И. Берга, А.И. Китова, А.А. Ляпунова. Среди различных проблем затрагивались вопросы автоматизированной системы управления экономикой. По сути, закладывалась научная основа последующих разработок в этом направлении [2, 4].

Принципиальное значение имела «реабилитация» кибернетики как науки и ее политическое признание и популяризация в середине 1950-х – первой половине 1960-х годов [См.: 3. С. 21–28; 4. С. 88–100; 10. С. 42–44; 11. С. 203–218; 12. С. 79–88].

Стимулирующую роль играли постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 21 мая 1963 г. «Об улучшении руководства внедрением вычислительной техники и автоматизированных систем управления в народное хозяйство» [9. Оп. 106. Д. 1324. Л. 160–172] и от 8 октября 1970 г. «О мерах по совершенствованию управления в народном хозяйстве на основе широкого использования средств вычислительной техники» [9. Оп. 106. Д. 1621. Л. 58–67], а также решения сентябрьского (1965 г.) пленума ЦК КПСС, нацеленные на проведение экономической реформы и совершенствование механизма управления и соответствующие постановления. (См.: 30. С. 199–246).

На XXIII съезде КПСС (1966 г.) отмечалось: «Недостатки в развитии народного хозяйства в значительной мере вызваны тем, что за последние годы сложилось несоответствие между возросшими масштабами производства и действовавшими до недавнего времени планирования, управления хозяйством». [30. С.31].

В замыслах руководства страны периода 1960-х годов были как грандиозные планы создания общегосударственной автоматизированной системы управления советской экономикой (ОГАС), так и акцент на частных аспектах, например, на учетно-расчетных работах. Показательны директивы XXIII съезда КПСС (1966 г.), в соответствии с которыми планировалось значительно «расширить производство электронно-вычислительных и управляющих машин, выпуск оргтехники и техники для механизации и автоматизации счетно-вычислительных работ учета и отчетности» [30. С. 46].

Более широко на проблему смотрели разработчики документов XXIV съезда КПСС (1971 г.). Директивами съезда по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971–1975 гг. предусматривалось увеличение выпуска ЭВМ в 2,6 раза [31. С.54.] Предполагалось «обеспечить широкое применение экономико-математических методов, использование электронно-вычислительной и организационной техники» в целях совершенствования планирования и управления отраслями, предприятиями, объединениями [31. С.96]. Ставилась задача ввести 1600 АСУ предприятиями и около 700 технологическими процессами. В первую очередь планировалось внедрять АСУ на предприятиях промышленности, которые давали 40% товарной продукции в стране [26. С.145].

В государственных документах важнейшим направлением в перевооружении народного хозяйства определялось «быстрое внедрение наиболее прогрессивной технологии, автоматизированных систем управления с применением ЭВМ, позволяющих ускорять развитие производства, повышать его эффективность и улучшать условия самого труда» [25. Оп. 9. Д. 2623а. Л. 34].

В постановлении Совета Министров СССР о развитии работ по созданию автоматизированных систем управления технологическими процессами, агрегатами и производствами в промышленности от 22 августа 1975 г. отмечалось, что, не смотря на накопленный опыт работы в данном направлении, «масштабы этой работы и полученные результаты не соответствуют потребностям экономики страны». В десятой пятилетке планировалось увеличить в 3 раза, по сравнению с 1971–1975 гг., объемы работ по созданию и внедрению в промышленности АСУ технологическими процессами, агрегатами и производствами. Особое внимание уделялось, помимо оборонного сектора, энергетике, черной и цветной металлургии, химической, нефтеперерабатывающей и нефтехимической, нефтяной, газовой, угольной, целлюлозно-бумажной промышленности и промышленности строительных материалов [22. С.491–493].

XXV съезд КПСС ставил задачу «обеспечить дальнейшее развитие и повышение эффективности автоматизированных систем управления и вычислительных центров, последовательно объединяя их в единую общегосударственную систему сбора и обработки информации для учета, планирования и управления» [15. С. 174].

Под необходимость разработки и внедрения АСУ подводились экономические обоснования. Академик В.М. Глушков, изучив отечественный и зарубежный опыт, считал, что эффективность вложения средств в АСУ

в 3–5 раз выше по сравнению с эффективностью вложения средств в основные фонды [8. С. 82].

К факторам, требовавшим создания и внедрения АСУ в народное хозяйство, относилась и информационная революция, сопровождавшаяся необходимостью ускорения переработки информации. Внешний документооборот (входные и выходные данные) среднего промышленного предприятия составлял в исследуемый период примерно 100 тысяч документов и 1 млн. показателей [1. С.133]. В промышленности в 1965 г. внутренний оборот данных содержал 120–170 млрд. показателей, внешний – 12–17 млрд. [34. С.175].

На заседании научно-технического совета Научно-исследовательского института технологии и организации производства Министерства электронной промышленности 20 июня 1968 г. отмечалось: « В настоящее время складывается определенный разрыв между достаточно высоким уровнем механизации, автоматизации основных технологических процессов и несовершенными системами организации производства, труда и управления. В настоящее время около 50% работающих на предприятиях (отрасли – В.П.) находятся в сфере управления и обслуживания. Тенденция развития производства направлена на дальнейшее увеличение этой категории работников» [23. Д.86. Л.14].

Внедрение новых современных технологических процессов производства сопровождалось одновременно ростом объема контрольно-измерительных операций и испытаний, как в процессе производства, так и при сдаче готовой продукции. Затраты на эти испытания составляли значительную долю стоимости продукции. Только в электронной промышленности процессы контроля составляли 20–40% трудоемкости выпуска изделий, что требовало резкого сокращения затрат с помощью автоматизации процессов [23. Д. 86. Л.28; Д.93. Л. 2].

Серьезным тормозом являлась слабая механизация счетно-учетной работы. Механизация счетно-учетной работы через внедрение вычислительной техники позволяла высвободить в стране 200 тысяч человек, занятых учетом, и снизить расходы на содержание управленческого аппарата на 1 млрд. рублей в год [26. С.139].

Создание и внедрение АСУП предусматривались в 8-й пятилетке планами опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ [23. Д. 71. Л. 33; Д.74. Л.124], а в 9 пятилетке также планами социального развития, планами технического перевооружения предприятий [См., напр.: 29. Оп. 164. Д.42. Л.12; 18, 19, 20].

В июне 1970 г. на пленуме МГК КПСС отмечалось, что при осуществлении перспективных планов технического перевооружения московских предприятий следует предусмотреть там, где это необходимо, внедрение типовых АСУП и оказать предприятиям помощь в реализации этих мероприятий; ...принимать меры по механизации процессов труда в сфере управления, используя в этих целях средства вычислительной и организационной техники, создавая автоматизированные системы управления [17. С.176].

Положительный опыт внедрения АСУ был накоплен на Волжском автомобильном заводе имени 50-летия СССР. Были определены следующие функции АСУ: оперативно-календарное планирование и контроль хода основного производства; управление сборочными конвейерами в реальном масштабе времени; технико-экономическое планирование и бухгалтерский учет; снабжение основными и вспомогательными материалами и комплектующими изделиями; учет движения персонала и расчет заработной платы; организация ремонта технологического оборудования; организация, планирование и учет производства и распределения запчастей; планирование и учет продвижения заказов вспомогательного производства; организация нормативного хозяйства; конструкторско-технологическая подготовка производства; управление спецавтоцентрами [6. С.30].

Техническое обеспечение АСУ-ВАЗ имело иерархическую структуру построения и обеспечивала технологически взаимосвязанный цикл регистрации, сбора, обработки и выдачи информации в суточном режиме.

В состав технических средств входили 9 ЭВМ фирмы «Дженерал электрик», комплекс традиционного оборудования (перфораторы – 8 единиц, контрольные – 4, расшифровки перфокарт и репродукторы – 2 единицы) и свыше 400 единиц периферийных устройств. Среднесуточное полезное время работы ЭВМ без учета времени профилактического обслуживания составляло 21,5 часов, ежедневное количество регистраций на единицу периферийного оборудования достигало 1000–1500. В системе обеспечивалась достоверность передачи информации; количество ошибочных регистраций по техническим причинам не превышало 0,1% от их общего числа. Высокая надежность функционирования комплекса АСУ-ВАЗ обеспечивалась возможностью гибкого резервирования внешних устройств и процессоров ЭВМ, что позволяло оперативно изменять конфигурации вычислительных систем с помощью периферийных и канальных переключателей [6.С.29, 31, 32].

Успешная разработка, внедрение и эксплуатация АСУ-ВАЗ, по мнению современников, были предопределены следующими факторами:

- организацией комплексных проектных групп и рациональным распределением между ними подсистем и задач АСУ;
- организацией зонно-централизованного принципа технического обслуживания и ремонта средств вычислительной и периферийной техники;
- специальной подготовкой персонала владению методами проектирования и обслуживания;
- активным участием персонала функциональных служб завода в процессе разработки и внедрения АСУ;
- постоянно действующей системой технического обучения управленческого аппарата работе в условиях функционирования АСУ (в процессе внедрения АСУ-ВАЗ было подготовлено 2680 работников функциональных служб завода, в том числе работе на периферийных устройствах – 1120 человек).

АСУ исключила операции ручного учета [6. С.39–40].

Подобные примеры не были массовыми, но и были не единичны. На заводе «Манометр» (г. Москва) в рамках АСУП решались такие задачи, как: расчет сводной трудоемкости по видам работ, цехам основного производства и заводу в целом; расчет нормативной калькуляции: деталь, узел, прибор; расчет нормативной plano-

вой себестоимости фактического выпуска товарной продукции по каждому изделию; расчет фактического выполнения плана цехами завода в нормо-часах и рублях за месяц; ежедневная сверка хода выпуска продукции цехами и заводом в целом, по номенклатуре и отдельным показателям [17. С.186].

Происходил переход от автоматизации отдельных агрегатов к комплексной автоматизации цехов, предприятий, объединений. На предприятиях Министерства электронной промышленности («Светлана» (Ленинград), Павлово-Посадский радиозавод и др. вначале разрабатывались отдельные элементы систем [23. Д.86. Л.16] и только позднее создавался комплекс АСУ.

В московском объединении «Молоко» процесс перехода к АСУП начался в 1965 г. и был поэтапным. Сначала была разработана система для Останкинского молочного комбината, а затем, в девятой пятилетке – в целом для объединения «Молоко» [17. С.185]. На заводе «Строммашина» в городе Куйбышев, согласно плану технического перевооружения, в начале 1970-х годов применялись ЭВМ для регулирования многономенклатурных поточных линий и совместно с научно-исследовательским институтом велась работа по созданию АСУ предприятия [29. Оп.153. Д.10. Л.70].

Какова же была эффективность внедрения АСУ? О масштабах сокращения первичной учетной документации с переходом на АСУ можно судить по данным Минприбора: в 1969 г. действующие формы были сокращены с 1174 до 128, а к 1977 году их число было доведено до 40, и процесс совершенствования документации продолжался [37. С. 18].

Что мешало созданию и внедрению АСУ на предприятиях? Серьезной проблемой являлось различное понимание соотношения управления и АСУ. Одни авторы считали АСУ системой, возвышавшейся над управлением и поглощающей его [См.: 16. С.84–85]. Другие авторы отождествляли АСУ с системой управления в целом [См.: 21. С.205].

Расширительное толкование АСУ вело к принятию ошибочных мер. Нередки были случаи, когда предприятия и учреждения обязывались свой аппарат управления приводить «в соответствие с целями, задачами и методами функционирования АСУП» [См.: 28. С.114].

Современники отмечали, что в связи с созданием АСУ нередко намечался широкий комплекс мероприятий по совершенствованию системы управления в целом, в реальности же он проводился не во всем объеме, а только в той части, которая касалась сферы информационной деятельности. Вопросы же демократизации управления, экономического стимулирования своего необходимого решения не находили. Для внедрения АСУ собиралась излишняя информация, которая затем нигде не использовалась, а связанные с этим затраты труда ничем не восполнялись [См.: 27. С.158].

Специалисты обращали внимание на то, что «...важнейшей предпосылкой создания и функционирования АСУП является комплекс организационных и экономических условий, при которых подразделения предприятия не могут обходиться старыми методами управления, то есть когда АСУП не навязывается подразделениям предприятия достаточно искусственно, а сами подразделения становятся заинтересованными в автоматизации управления» [37. С. 77].

Ряд специалистов, ссылаясь на зарубежную практику, предлагали, разрабатывая АСУ, не разделять технологию и организацию производства, поскольку в рамках системного подхода понятие организации производства непосредственно связано с технологией [23. Д.86. Л. 27].

Зачастую, предприятиям было невыгодно разрабатывать, внедрять новое оборудование и процессы. Это было связано с тем, что во время внедрения нововведений, плановые показатели предприятий в основном ухудшались. Низкая окупаемость инвестиций обрекала новаторские предприятия на не-сколько лет такого существования, что ни министерствам, ни руководителям предприятий, ни рабочим выгодно не было. Средняя продолжительность работ по внедрению АСУП в 1970-е годы составляла 3–3,5 года [24. Д. 138. Л. 4–5].

На многих предприятиях отсутствовала четкость и направленность в технической политике, отсутствовали конкретные перспективные планы технического перевооружения на пятилетку [См.: 29. Оп.153. Д.32. Л. 8–9]. Удельный вес решаемых задач управления производством с помощью ЭВМ и другой вычислительной техники составлял в начале 1970-х годов на предприятиях Куйбышевской области 30–40%, при этом, как отмечалось на XXI Куйбышевской областной конференции КПСС (1971 г.), выполняются второстепенные, частные, в основном счетно-бухгалтерские операции. У руководителей большинства крупных предприятий по 8–11 загов, оперативное руководство производством подменяется текучкой [29. Оп.150. Д. Л. 21].

Многие руководители, по оценкам партийных комитетов, проявляли «инертность, тонут в текучке, не торопятся с перестройкой» (1973 г.) [29. Оп.158. Д.2. Л.7], а «планы технического совершенствования производства составлялись без должного экономического обоснования и не всегда обеспечивалось повышение его эффективности» [29. Оп.153. Д.34. Л.16].

На многих предприятиях не хватало настольных счетно-решающих устройств, велик был объем деловой документации, часто из-за ее дублирования различными службами.

Работы по расчету экономической эффективности проводились нередко неудовлетворительно. Так, «экономический эффект в течение времени разработки АСУ изменяется в сторону уменьшения, например, «АСУ-Сызраньсельмаш», по расчетам на этапах технического задания и технического проектирования экономический эффект составлял 1116 тыс. руб., а при внедрении определен в 539 тыс. руб., то есть меньше половины, и такие случаи были не единичны». Причинами такого положения назывались следующие: крайне неудовлетворительная проработка систем на предпроектной стадии, разработка неэффективных задач и низкое качество проектирования, а также завышение суммы экономического эффекта руководителями разработок перед утвер-



ждением этапов НТС [24. Д. 135. Л. 80].

Предприятия не всегда были готовы к внедрению АСУ. В качестве примера можно привести упоминавшийся завод «Строммашина», где при введении в эксплуатацию системы АСУ (1975 г.) Комиссией по приемке были отмечены такие недостатки как:

- отсутствие кондиционирования воздуха в помещении машинного зала вычислительного центра;
- недоукомплектованность ИВЦ операторами по подготовке информации и решению задач на ЭВМ, отсутствие автономного питания ВЦ и стабилизации напряжения питания, что приводило к неустойчивости работы ЭВМ «Минск-32»;
- недостаточная укомплектованность ИВЦ средствами оперативной связи (не было приемной телефонной связи между структурными подразделениями завода и ИВЦ);
- система освещения ИВЦ не соответствовала санитарно-техническим нормам и требованиям проекта АСУП;
- отсутствовала единая утвержденная схема технологического процесса приема, учета и обработки информации на ИВЦ и т.д. [24. Д. 41. Л. 7–8].

Нередко предприятия не успевали завершить необходимую реконструкцию или поздно утверждали структуру управления или технологического расположения оборудования и прочие организационные вещи, вследствие чего внедрение АСУ приходилось переносить. Планы часто менялись в связи с уточнением и увеличением объема выполняемых необходимых работ. Например, изначально планировалось разработать АСУ для какого-либо одного производства, а затем расширение с захватом других видов производства, например, с охватом литейного, трубного, профильно-прессового, механо-штамповочного, инструментального производств, а также производства товаров народного потребления [24. Д. 27. Л. 16].

Внедрение замедлялось и несвоевременной оплатой со стороны заказчиков. В результате исполнители испытывали финансовые затруднения, что влекло за собой оформление ссуд в Госбанке (иногда по несколько раз в год) на выдачу зарплаты. [См., напр.: 24. Д. 30. Л. 27].

Подводя итог, можно отметить, что в исследуемый период произошли масштабные изменения в разработке и внедрении АСУ в народное хозяйство. За 1961–1975 гг. в СССР было создано 2778 АСУ [14. С.95]. Именно в девятой пятилетке было введено наибольшее за 1966–1985 гг. количество автоматизированных систем управления предприятиями и организационного управления, в дальнейшем же внимание акцентировалось на управлении технологическими процессами [5. С.155].

По сути, АСУП требовало совершенствования всей производственной структуры предприятия: по расчетам ученых именно организационные меры обеспечивали 60–80% общего эффекта от внедрения АСУП [37. С. 34].

Важно учитывать селективный, а нередко, локальный характер внедрения АСУП. Автоматизация производства и управления, в первую очередь, охватывала военно-промышленный комплекс, слабо затрагивая производство товаров народного потребления, инфраструктурные отрасли.

Внутри плановой системы существовали институциональные ограничители, существенно тормозившие процесс внедрения АСУ. Административно-командная система переживала трансформацию, когда все больше стали доминировать не единоначалие и личная ответственность, а отношения коллегиально-согласовательного типа. Происходило увеличение звеньев в цепи изобретение–планирование–внедрение автоматизированных систем, росла переписка между инстанциями, усложняя координацию между ведомствами. Предприятия взаимодействовали друг с другом только на стадии внедрения, а финансовые расчеты строились через длинные цепочки организаций, министерств и т.д., что замедляло работу.

Имело место принудительное планирование и внедрение новой техники «сверху», тогда как сами предприятия не имели потребности и не были заинтересованы во внедрении АСУ. Экономическая эффективность внедрения АСУ фиксировалась, но не рассматривалась как главный и обязательный компонент. Внедренческий процесс наталкивался на большое количество препятствий, резко снижавших его эффективность: отсутствие единой методики расчетов, слабое финансовое состояние, неизвестные технические возможности предприятия, где внедрялась АСУ, разобщенность и отсутствие координации между ведомствами.

## Список литературы

1. Афанасьев В.Г. Человек в управлении обществом. М., 1977.
2. Берг А.И., Китов А.И., Ляпунов А.А. О возможности автоматизации управления народным хозяйством. Доклад, прочитанный на секции кибернетики Всесоюзного совещания по вычислительной математике и вычислительной технике в ноябре 1959 г. // <http://www.kitov-anatoly.ru/naucnye-trudy/izbrannye-naucnye-trudy-anatolia-ivanovica-v-pdf/o-vozmoznostah-avtomatizacii-upravlenia-narodnym-hozajstvom>.
3. Берг А.И., Китов А.И., Ляпунов А.А. Радиоэлектронику – на службу управления народным хозяйством // Коммунист. 1960. № 9.
4. Берг А.И., Китов А.И., Ляпунов А.А. О возможностях автоматизации управления народным хозяйством // Проблемы кибернетики. Вып. 6. М., 1961.
5. Бокарев Ю.П. СССР и становление постиндустриального общества на Западе, 1970-1980-е годы. М., 2007.
6. ВАЗ: эффективность и качество: Из опыта работы Волжского автомобильного завода имени 50-летия СССР. Куйбышев: Куйбышевское кн. изд-во, 1978.

7. Герович В.А. Интер-Нет! Почему в Советском Союзе не была создана общенациональная компьютерная сеть // Неприкосновенный запас. 2011. №1(75)
8. Глушков В.М. Кибернетика: достижения и проблемы// Коммунист. 1970. № 18.
9. Государственный архив Российской Федерации. Фонд Р-5446 – Совет Министров СССР.
10. Китов А.И. Техническая кибернетика// Радио. 1955. № 11.
11. Китов А.И. Кибернетика и управление народным хозяйством // Кибернетику – на службу коммунизму. Сб. статей под ред. А.И. Берга. Том 1. М.-Л., 1961.
12. Китов А.И., Ляпунов А.А. Кибернетика в технике и экономике // Вопросы философии. 1961. № 9.
13. Кутейников А.В. Проект Общегосударственной автоматизированной системы управления советской экономикой (ОГАС) и проблемы его реализации в 1960-1980-х гг.: Автореф. дис. канд. ист. наук. М., 2011.
14. Материально-техническая база коммунизма. Т.1. М., 1977.
15. Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976.
16. Модин А. Проблемы развития автоматизированных систем управления промышленностью// Вопросы экономики. 1971. № 3.
17. Опыт деятельности партийных организаций по руководству хозяйством. М., 1979.
18. План социального развития коллектива Куйбышевского ордена Трудового Красного Знамени металлургического завода имени В.И. Ленина на период 1969-1975 годы. Куйбышев, 1969.
19. План социального развития московского станкостроительного завода «Красный пролетарий». М.: ВДНХ, 1973.
20. План социального развития 4 ГПЗ на 1970-1975 гг. Куйбышев, 1970.
21. Резников В.Т. Классификация планово-экономических показателей и задач при создании автоматизированной системы плановых расчетов Госплана союзной республики// Языки экономического управления и проектирования систем. М., 1973.
22. Решения партии и правительства по хозяйственным вопросам. Т.10. М., 1976.
23. Российский государственный архив научно-технической документации. Самарский филиал. Фонд Р-746. Описание 1-6 – Научно-исследовательский институт технологии и организации производства Министерства электронной промышленности СССР.
24. Российский государственный архив научно-технической документации. Самарский филиал. Фонд Р-773. Описание 1-6 – НПО "Информатика" и его предшественники.
25. Российский государственный архив экономики. Фонд Ф. 9480 – Государственный Комитет по науке и технике СССР.
26. Рубцов И.Е. Научно-технический прогресс в условиях развитого социалистического общества. М., 1975.
27. Рыжов В.С. К вопросу о сущности АСУ// Научное управление обществом. Вып. 10. М., 1976.
28. Савченко А., Супрун П. Оценка эффективности управления производством //Вопросы экономики. 1973. № 1.
29. Самарский областной государственный архив социально-политической истории. Фонд 656 – Куйбышевский обком КПСС.
30. Справочник партийного работника. Вып. 6. М., 1966.
31. Справочник партийного работника. Вып.11. М., 1971.
32. Темирбулатова Р.Н. Экономические и институциональные особенности процесса внедрения научно-технических достижений в промышленности СССР (1970-1991 гг.): Автореф. дис. канд. эконом. Наук. Самара, 2010.
33. Темирбулатова Р.Н. Процесс внедрения автоматизированных систем управления на промышленных предприятиях СССР в 1970-1980-е гг. (на материалах Куйбышевской области) // Экономические науки. – 2010. №1 (62).
34. Управление социалистическим производством. Вопросы теории и практики. М., 1975.
35. Ханин Г.И. Советская экономика в 1966-1987 гг.// URL: <http://socationet.ru/~khanin/DOCS/REZENTRALIZ.doc>.
36. Человек – наука – техника (Опыт марксистского анализа научно-технической революции). М., 1973.
37. Экономические проблемы создания АСУ : тез. докл. к обл. межотрасл. науч.-техн. семинару / под общ. ред. Г.Г. Плеханова, Б.Н. Герасимова. Куйбышев, 1977.

# Советский опыт внедрения отраслевых АСУ: к истории создания единой энергосистемы СССР (1957–1975 гг.)

Римма Николаевна Парамонова

Кафедра философии и истории  
Самарского государственного аэрокосмического университета (НИУ)  
Самара, Россия  
rimmanic@list.ru

Статья посвящена проблемам истории автоматизации электроэнергетических систем в ходе создания Единой энергетической системы Советского Союза (ЕЭС СССР). Благодаря усилиям научных кадров Энергетического института имени Г.М. Кржижановского в первой половине 1970-х годов автоматизированная система охватила весь процесс промышленного производства, передачи и распределения электроэнергии, а также порядок принятия управленческих решений.

**Ключевые слова:** Единая энергетическая система Советского Союза, Энергетический институт имени Г.М. Кржижановского, электрификация, автоматизация

## Soviet Experience in Implementing of Industry ACS: to the History of the Unified Energy System of the USSR (1957–1975 years)

Rimma Paramonova

Philosophy and history department  
Samara State Aerospace University (National Research University)  
Samara, Russia  
rimmanic@list.ru

The article investigates problems concerned the history of electric power systems automation in the creation of the Unified Energy System of the Soviet Union (USSR UES). Through the efforts of the scientific staff of the Energy Institute named after G.M. Krzyzanowski in the first half of the 1970s, the automated system covered the entire process of industrial production, transmission and distribution of electricity, as well as the procedure for making management decisions.

**Keywords:** Unified Energy System of the Soviet Union, Energy Institute named G.M. Krzyzanowski, electrification, automation

В Самарском филиале РАНТД есть уникальный фонд, в котором хранится отчетная, проектная, научно-исследовательская, техническая и управленческая документация Энергетического института имени Г.М. Кржижановского (ЭНИИ) за 1930-е – 1980-е годы [18]. Эти архивные материалы позволяют увидеть огромный спектр научных направлений исследований института, почувствовать специфику этого крупнейшего в СССР научного центра, уточнить датировку разработок, связанных с созданием и внедрением отраслевой автоматизированной системы управления (ОАСУ) «Энергия». Данная статья есть результат анализа небольшой части отчетных материалов ЭНИИ, выбранных с целью изучения процесса автоматизации управления одной из передовых отраслей в СССР – управления энергетикой.

Энергетический институт был создан в г. Ленинграде 1 октября 1930 г. по инициативе Г.М. Кржижановского, автора научной концепции плана электрификации России, академика (1929) и вице-президента Академии Наук СССР (1929–1939). В октябре 1932 г. в связи с 60-летием Глеба Максимилиановича Энергетическому институту было присвоено его имя [9], а в июле 1934 г. ЭНИИ (так стал называться институт) был переведён в Москву. Бессменным руководителем института оставался Г.М. Кржижановский, во многом благодаря которому ЭНИИ стал одним из главных центров отечественной научной школы энергетики [10]. Ведущим направлением научных исследований института была тема электрификации народного хозяйства СССР: вырабатывались планы «полной электрификации» страны (в развитие идей В.И. Ленина о сплошной электрификации), изучались «уровни электрификации», выбирались «перспективные направления электрификации».

Как известно, план ГОЭЛРО определил основное направление технического прогресса в энергетике: централизацию производства электроэнергии и последовательную централизацию электроснабжения путём создания и развития энергосистем, их объединения в пределах крупных промышленных районов с последующим

позапным формированием Единой электроэнергетической системы Советского Союза (ЕЭС СССР). В 1930-е гг. впервые произошло смыкание сетей смежных энергосистем в центральном, южном и уральском регионах, – так начался процесс включения на параллельную работу районных энергосистем и создания их территориальных объединений (ОЭС). Началом формирования Единой энергосистемы считается включение 30 апреля 1956 г. первой цепи линии электропередачи Куйбышев – Москва и соединение на параллельную работу энергосистем двух удаленных одна от другой зон Европейской части страны. С включением в ноябре 1956 г. второй цепи линий электропередач (ЛЭП) Центра и Средней Волги положило начало созданию Единой энергетической системы Европейской части СССР (ЕЕЭС), в которую к концу 1960 г. входило 27 энергосистем, объединенных в четыре ОЭС: Центра, Средней Волги, Предуралья и Урала [16]. К 1970 г. ЕЕЭС вышла далеко за пределы Европейской части СССР – ее сети распространялись на Закавказье, ряд районов Северного Казахстана и Западной Сибири. В то время в составе единой энергосистемы страны работали семь ОЭС, включавших 63 районные энергосистемы [14], – это более чем 550 электростанций! Кроме того, она была соединена с электроэнергетическими системами стран СЭВ в международную энергосистему «Мир», а отдельные электростанции и энергосистемы Советского Союза были связаны с энергосистемами Финляндии, Норвегии, Ирана. К середине 1970-х гг. из крупных объединений изолированно работало только ОЭС Сибири. В августе 1977 г. было принято решение о поэтапном строительстве магистральной электропередачи Сибирь – Казахстан – Урал; уже в 1978 г. к ЕЕЭС было присоединено ОЭС Сибири, но реализовать полностью этот проект до развала СССР не успели [7]. Находясь на рубеже 1970-х – 1980-х гг. в высшей точке своего развития, ЕЭС СССР по многим показателям превосходила энергосистемы развитых стран Европы и Америки [17].

В ЭНИНе внимательно изучали европейский и американский опыт электрификации, сравнивая зарубежные и отечественные достижения. Так, в 1957–1958 гг. сотрудниками отдела общей энергетики под руководством членкора АН СССР В.И. Вейца и с.н.с. В.И. Михайлова был подготовлен многостраничный обзор развития энергетических систем и их объединений в странах Западной Европы. В нём, в частности, отмечалось, что дефицит топлива и электроэнергии заставил европейские страны более рационально использовать мощности действовавших в послевоенное время электростанций, экономить топливо и снижать суммарный максимум нагрузки энергосистем путём их объединения [21]. Ещё в 1930 г. Вьель и Оливен выдвинули идею создания общеевропейской высоковольтной сети переменного тока напряжением 400 кВ, а Шенгольцер [5] – сборного кольца на переменном токе 660 кВ, связывавшего все европейские столицы с выходом к Москве, Ленинграду и Харькову. В проекте Оливена предполагалась линия, шедшая через Бухарест к Одессе и далее к Запорожью и Ростову-на-Дону, с опорой на использование углей Донбасса и кавказской нефти. Все эти проекты носили схематический [23] и, следовательно, утопический характер. На практике объединение западноевропейских энергосистем происходило путём периферийного смыкания стихийно сформировавшихся частнокапиталистических систем. Эффективность подобного объединения многократно снижалась, так как частная собственность на землю не позволяла рационально размещать электростанции и выбирать трассы линий электропередач, а противоречия и конкурентная борьба монополий тормозили сам процесс объединения [22]. Разнообразие напряжений на магистральных линиях, иногда даже различная частота, диктовали необходимость устанавливать трансформаторы и мириться с неизбежными в этом случае потерями электроэнергии и ограничением пропускной способности передачи [24].

В СССР преимущества плановой экономики позволяли советским специалистам сосредоточиться на решении исключительно технико-экономических проблем. Реализация идеи объединения энергосистем напрямую зависела от обеспечения надёжности электроснабжения, или, как сейчас говорят, «качества электроэнергии». Задачи поддержания требуемой стабильности величины напряжения и его частоты стали выполнять электронные и радиотехнические автоматические системы, – такая автоматика в СССР начала производиться еще в годы первой пятилетки и активно использовалась в военных целях. Научные кадры ЭНИНа занимались теоретическими и практическими вопросами автоматизации управления производством, передачей и распределением электроэнергии в нормальных и аварийных режимах без участия человека. Причем, ЭНИН специализировался на создании автоматических систем второго класса, то есть таких систем, которые в течение достаточно длительного времени нужным образом изменяют или поддерживают постоянной какую-либо физическую величину объекта управления (например: автоматическое регулирование напряжения генератора, частоты вращения дизеля, напряжения стабилизатора напряжения или напряжения трансформатора) [1]. Так, в 1946 г. (под руководством д.т.н. И.М. Марковича) [19] и в 1947 г. (под руководством член-корреспондента АН СССР И.С. Брука) [20] проводились исследования по теме: «Автоматическое регулирование частоты и активной нагрузки в сложных и объединенных энергосистемах». Впоследствии практика неоднократно подтверждала, что эффект от автоматизации регулирования режима работы по частоте и активной мощности увеличивался тем больше, чем больше становилось энергообъединение [12].

В 1959–1960 гг. лабораторией электросистем под руководством И.М. Марковича анализировался опыт работы систем автоматического регулирования частоты и активной мощности, выполненных на аппаратуре разработки ОРГГРЭС, ВНИИЭ, ЭНИН АН СССР и ОАТН ГИДЭП. Обследования велись на базе четырех энергосистем: Белорусской, Латвийской, Южной, Центральной. В системах регулирования использовались каналы телерегулирования и телеизмерения, позволявшие диспетчерам вручную корректировать величины задания мощности электростанций [25]. Многостраничный отчет содержал, в частности, серьезные претензии к качеству аппаратуры, выпускаемой отечественными заводами «полукустарным способом» [26]. Или другой пример. Под руководством член-корр. АН СССР В.И. Попкова в 1960 г. проводились экспериментальные исследования,

результатом которых стала методика автоматической (осциллографической) записи вольтамперных характеристик зонда в поле короны постоянного тока. Данная методика значительно уменьшила трудоёмкость подобных измерений [27]. С мая 1966 г. по сентябрь 1967 г. вычислительным центром ЭНИНа под руководством д.т.н. профессора В.И. Горушкина были разработаны метод, алгоритм и программа расчета матрицы узловых собственных и взаимных сопротивлений электрических сетей (для ЦВМ «Урал-2»). Данная работа проводилась в рамках исследовательской темы «Автоматизация программирования энергетических задач на основе использования алгоритмического языка», причем экспериментальная программа прошла апробацию [29].

В последующем разработка алгоритмов и программ для решения задач энергетики становится одним из приоритетных направлений исследовательской деятельности ЭНИНа. Так, в 1974 г. (отчёт № 60) с.н.с. Т.С. Латышевой и инженером Н.В. Савельевой (научное руководство осуществлялось профессором В.И. Горушкиным) были составлены две программы формирования матриц собственных и взаимных проводимостей и сопротивлений электрической сети. Эти программы на АЛГАМСЕ отлаживались на машине «Минск-32», при их разработке использовались положения теории графов и теории линейных электрических цепей [47].

Параллельно и быстрыми темпами шло совершенствование особых – управляющих – электронных цифровых машин, которые позволяли осуществлять «оптимальное управление процессами». Наличие памяти, позволявшей машине хранить программу работы, накапливать информацию, поступавшую извне, запоминать различные данные о работе самой цифровой машины в процессе управления; наличие условных переходов в программе работы машины, которые позволяли ей оценивать поступающую извне информацию и при необходимости менять ход процесса управления, – эти две особенности ЭЦВМ открывали перспективы создания полностью автоматизированных заводов, электростанций, боевых комплексов и т. д. [8]. К сожалению, автору статьи не удалось ознакомиться с итогами работы за 1951 год Т.М. Александриды, А.Б. Залкинда, М.А. Карцева по теме: «Автоматическая цифровая вычислительная машина», и с многотомным «Описанием быстродействующей вычислительной машины АЦВМ-3», составленным в 1954 г. группой специалистов под руководством Н.Я. Матюхина. В то же время открыт доступ к большому массиву документов, отражающих технико-экономическое моделирование и программирование. Так, с января по декабрь 1966 г. в ЭНИНе разрабатывалась методика и алгоритм решения с помощью ЭВМ задачи оптимизации режимов комплексного использования водных ресурсов применительно к Куйбышевскому и Волгоградскому гидроузлам [28].

Новый этап в истории ЭНИНа был связан с именем Дмитрия Георгиевича Жимерина, который руководил институтом семь лет с 1964 г. и за это время сумел консолидировать различные научные направления для решения насущных проблем энергетической отрасли. Позже, в 1970 г., став первым заместителем председателя Государственного комитета по науке и технике, Д.Г. Жимерин занимался решением проблемы технической и программной совместимости разнотипных ЭВМ. За годы его работы в ГКНТ СССР были приняты общесоюзные руководящие методические материалы (ОРММ) по созданию АСУ отраслей, объединений и предприятий; были разработаны и введены в действие также ОРММ для систем автоматизации производства и проектирования [2]. Параллельно с 1971 г. Д.Г. Жимерин возглавлял только что созданный Всесоюзный научно-исследовательский институт проблем организации и управления (ВНИИПОУ). Основными направлениями деятельности ВНИИПОУ были: применение вычислительной техники и экономико-математических моделей для совершенствования управления народным хозяйством; создание Общегосударственной автоматизированной системы (ОГАС); создание государственной системы вычислительных центров (ГСВЦ) [11].

«Асушный бум» в нашей стране приходится на конец 1960-х – начало 1970-х годов. За восьмью пятилетку с 1966 по 1970 гг. в 30 секторах промышленности СССР было внедрено свыше 400 АСУ, и с 1971 г. производство ЭВМ стало рассматриваться как самостоятельный сектор промышленности [4]. В 1975 г. в нашей стране действовало порядка трех тысяч (не считая засекреченных военных и оборонных) автоматизированных систем управления. Полезность и эффективность АСУ стала общепризнанным фактом [6]. За это время в целом сформировалась и централизованная отраслевая АСУ «Энергия».

По мере объединения всё большего множества электростанций, линий электропередачи, распределительных электросетей и прочих элементов энергетической инфраструктуры выстраивалась централизованная иерархическая система управления энергетической отраслью во главе с Минэнерго СССР. Особенностью управления ОЭС, а затем и ЕЭС было то, что оперативно-диспетчерские функции были отделены от экономических функций. К концу 1960-х гг. сложилась централизованная система оперативно-диспетчерского управления, которая успешно функционировала вплоть до начала 1990-х гг. Вехами ее становления были: появление в 1921 г. должности инженера-диспетчера, а в 1926 г. первого диспетчерского пункта; появление в 1940 г. первого Объединенного диспетчерского управления Юга (ОДУ Юга); преобразование в 1957 г. ОДУ Центра в ОДУ ЕЭС Европейской части СССР; создание в 1969 г. Центрального диспетчерского управления ЕЭС СССР [14].

Первоочередной проблемой, поставленной перед ЦДУ, стало создание автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) ЕЭС СССР. Совместно с проектными и научными институтами ЦДУ ЕЭС СССР разработало концепции управляемости, живучести и надежности энергосистем и ЕЭС в целом. Были максимально реализованы важнейшие межсистемные эффекты параллельной работы энергосистем в составе ЕЭС – совмещение графиков электрических нагрузок, обеспечение взаимопомощи энергосистем, оптимальная загрузка электростанций [15]. Тем самым, были выработаны теоретические основы АСДУ. На диспетчерских пунктах появились компьютерные средства отображения технологической информации. В 1976 г. был введен диспетчерский пункт с новейшими по тем временам средствами вычислительной техники, телемеханики и связи. К этому времени ЦДУ было укомплектовано высококвалифицированными специалистами с большим инже-

нерным опытом и представляло собой мозговой центр отрасли по решению важнейших задач управления и развития Единой энергосистемы страны [49].

Процесс выбора оптимального варианта развития энергетической системы также был автоматизирован: в 1968 г. был создан Главный информационно-вычислительный центр по управлению энергетическим строительством (ГИВЦЭС), куда в последующее семилетие были установлены ЭВМ второго поколения («Минск-22» и «Минск-32») [13].

В 1970 г., когда в стране началась реализация концепции создания сети автоматизированных систем управления народным хозяйством СССР, в структуре ЭНИНа появилось специальное подразделение: сектор АСУ. Его специалисты под руководством заместителя директора Института по научной работе Н.В. Паутина занимались разработкой программного обеспечения создаваемой отраслевой автоматизированной системы планирования, учета, управления и обработки экономической информации аппарата Министерства энергетики и электрификации СССР (ОАСУ Минэнерго СССР). Так, ст. конструкторами М. Межиборским и И. Юдилевич была создана стандартная программа печати и перфорации массивов на ЭВМ «Минск-22» (СП ППМ) [30]; тем же М. Межиборским и И. Алексеевой – стандартная программа «Прокрутка» на ЭВМ «Минск-22» [31]. В 1972 г. ст. конструктором А.А. Кузьминой и инженером Б.И. Минков (руководитель темы – профессор В.И. Горушкин) была составлена самая первая в стране программа для решения общей задачи линейного программирования с двусторонними ограничениями на неизвестные для ЭВМ «Минск-32» [36].

Надо отметить, что создание ОАСУ Энергия велось целенаправленно и планомерно. В 1970 г. ст. конструкторами Л.Б. Зайцевой, В.М. Ламм, В.А. Локшиным, М.А. Межиборским были разработаны «Основные положения по системе информационного обеспечения ОАСУ Минэнерго СССР» [32]. Этот документ был составлен в соответствии с директивными указаниями (Приказом Министра энергетики и электрификации СССР № 76 от 23 марта 1966 г., Постановлением Госкомитета Совета Министров СССР по науке и технике от 2 апреля 1966 г. № 84 и Постановлением Совмина № 900 от 27 сентября 1967 г.). Разработчики «Основных положений...» ссылались также на «Методологические и организационно-технические рекомендации по созданию отраслевой (АСУ) Минэнерго СССР», подготовленные ранее сотрудниками ЭНИНа и московским институтом «Оргэнергострой» [33].

В документе были определены цель и назначение информационной системы (ИС) ОАСУ, её структура и взаимодействие с другими системами, этапность её разработки и внедрения. Структурная схема ИС ОАСУ была построена на основании предварительного анализа потоков информации, циркулировавшей в отрасли. Высший (первый) уровень иерархии по схеме представлял собой Главный информационный вычислительный центр (ГИВЦ), его информационный архив и вспомогательные службы ИС ОАСУ. Этот уровень посредством информационных каналов связи должен был быть связан со вторым уровнем, на котором бы размещались региональные информационные центры (РИВЦ) со своими архивами и информационными службами. В свою очередь, РИВЦ связывались с местными органами управления. По замыслу информация от объектов управления (ОУ) должна была передаваться по информационным каналам связи через информационные посты (ИП), где она бы агрегировалась и представлялась в виде, удобном для передачи по каналам связи далее, в РИВЦ, а оттуда в виде исключения – и на высший уровень в ГИВЦ. По тем же информационным каналам связи осуществлялась бы и передача управляющей информации на объекты управления. Авторы предполагали, что иерархическая структура способствует уменьшению объемов перерабатываемой информации при переходе из низшего уровня иерархии к высшему [34].

Особое внимание уделялось информационным каналам связи. Надежность работы каналов связи зависела от серийно выпускаемой в то время аппаратуры передачи данных, которая позволяла передавать сообщения с вероятностью ошибки не более  $10^{-6}$  на символ. Предлагалось использовать аппаратуру для передачи данных по телеграфным и телефонным каналам на большие расстояния нескольких типов: 1) «Аккорд» (предусмотрена стыковка с вычислительным комплексом «Ряд»); 2) «Минск-1500» и «Минск-1510» (стыковка с вычислительными комплексами типа «Минск»); 3) «АПД-3» (предназначена для совместной работы с вычислительными комплексами АСВТ). Отмечалась специфическая для ИС ОАСУ Минэнерго СССР возможность использования в качестве физических каналов связи линии электропередач при условии использования специальной аппаратурой приема и передачи информации. Кроме того, в будущем предусматривалась возможность перехода со специализированной сети связи на общегосударственную сеть обмена информацией, проектировавшуюся в то время НИИ ЦСУ СССР. Такая система связи позволила бы производить обмен информацией между вычислительными центрами внутри Государственной сети вычислительных центров (ГСВЦ) и между ГСВЦ и отраслевыми автоматизированными системами управления министерств и ведомств [35]. Действительно, информатизация управленческих процессов, заложенная в теоретических и методических основах ОГАС и ГСВЦ, предусматривала создание всех информационных систем на единой методической базе, обеспечение их информационной, технической, программной совместимости. Но, как известно, такой системе полностью реализоваться в нашей стране не удалось, как не удалось завершить и создание Единой автоматизированной сети связи (ЕАСС СССР).

Тем не менее, в 1972–1973 гг. были разработаны организационные и математические основы построения ОАСУ «Энергия», которая должна была охватить весь процесс производства и распределения электроэнергии в СССР. Данная система включала в себя множество автоматизированных подсистем (АПС). Например, согласно отчёту № 165 за 1972 год АПС управления финансовой деятельностью отрасли должна была действовать следующим образом. ГВЦ отрасли перерабатывал полученную от предприятий информацию по оперативному управлению, бухгалтерскому учету и технико-экономическому планированию. Затем эта информация поступа-

ла в финотделы Главков и финансовое управление Минэнерго СССР. В свою очередь, информация о финансовых планах, кредитных заявках, сводных финансовых донесениях шла от финансового управления Минэнерго в Совмин СССР, Госплан СССР, Минфин СССР, ЦСУ СССР, Госбанк СССР и Стройбанк СССР [37].

В рамках создания математического обеспечения функциональных подсистем ОАСУ «Энергия» были определены состав, функции, задачи АПС планирования, учёта и анализа труда и заработной платы (отчёт № 164, 1972 г.). Создание данной подсистемы определялось насущной необходимостью разработать отдельные унифицированные таблицы, сократить трудоёмкость работ по своду показателей, повысить скорость обработки огромных массивов информации и оперативность принятия управленческих решений, – в конечном счёте, предоставить работникам аппарата Министерства возможность «для более творческой работы над совершенствованием экономики страны» [42].

АПС технико-экономического планирования (отчёт № 166, 1972 г.) разрабатывалась под руководством А.И. Кузовкина, завсектором АСУ ТЭП. Сформулированные комплексы задач по планированию, анализу и прогнозированию технико-экономических показателей решались как прямым счётом, так и с применением многофакторных экономико-статистических моделей. Разработчики столкнулись с характерными для класса информационно-логических задач трудностями, связанными с организацией размещения больших массивов информации на машинных носителях и обеспечением её полноты на всех этапах обработки [43].

АПС бухучета (отчёт № 169, 1972 г.) создавалась с целью автоматизации наиболее трудоёмких функций: учёта движения средств, составления баланса, осуществления статистической отчётности и ревизионной работы. Для этого ставилась задача унификации первичных документов с последующим использованием перфокарт «45» и «80» (колоночных) в качестве носителей информации для ЭВМ «Минск-32» [44].

АПС планирования и учёта рабочих, инженерно-технических и руководящих кадров, анализа текучести кадров и использования рабочего времени (отчёт № 171, 1972 г.) была призвана сделать кадровый учёт централизованным и оперативным, дать возможность передавать аппарату Минэнерго СССР достоверную и своевременную информацию [45].

В 1973 г. (отчёт № 87) были сделаны первые шаги в создании АПС управления транспортом и перевозками [46]. Подходы к решению задач уже были отработаны в других сферах, и нужно было лишь учесть специфику данной сферы управления.

В соответствии с «Техническим заданием на разработку ОАСУ Минэнерго СССР», утвержденным Министром энергетики и электрификации СССР 31 декабря 1971 г., ОАСУ «Энергия» должна была охватывать все стороны производственно-хозяйственного управления отраслью и оперативно-диспетчерского управления процессом производства и распределения электроэнергии. Важнейшей функциональной подсистемой была названа АПС управления научно-исследовательскими работами (отчёт № 163, 1972 г.). До того времени полного цикла оперативного управления НИР просто не существовало, поэтому внедрение сетевого планирования и управления и другие организационные мероприятия были первыми шагами в начальном этапе технического проектирования АСУ НИР [38]. По сравнению с другими объектами управления, отмечалось в отчёте, наука обладает максимальной неопределённостью поведения во времени, неопределённостью целесообразности проведения тех или иных исследований, неопределённостью затрат материальных и трудовых ресурсов. Поэтому система планирования и управления НИР – это система класса «человек-машина» и «человек-человек», в которой задействовано большое количество факторов качественного характера. Эта особенность требует построения моделей, учитывающих оценки экспертов, что делает невозможной и нецелесообразной полную автоматизацию планирования и управления НИР. Следовательно, автоматизация указанного процесса должна была предусматривать использование экономико-математических моделей, унификацию документации и использование вычислительной техники [39] с учётом степени типизации проектных решений [40].

Анализ существовавшей до того времени системы планирования и управления НИР выявил главный её недостаток – отсутствие целевой стадии. В связи с постоянным изменением состояния научных знаний и интересов организаций, использовавших полученные результаты, менялись и цели, поставленные перед научно-исследовательской организацией. Разработчиками была обоснована необходимость гибкого и непрерывного планирования. Был разработан алгоритм «скользящего» планирования по схеме: составление раз в 5 лет долгосрочных прогнозов развития науки и техники и долгосрочного плана с разбивкой на пятилетки, – годовая разбивка пятилетнего плана, который ежегодно корректируется со сдвигом на год вперёд. В результате специалистами ЭНИНа были определены к автоматизации 6 задач, 2 из которых (формирование проектов годовых планов и определение приоритетов НИР) намечалось автоматизировать уже в 1972–1975 гг. [41].

Введение целевой стадии в систему планирования и управления НИР (стадии формулирования целей с учётом долгосрочных прогнозов) потребовало разработки методики экспертных оценок (отчёт № 161, 1973 г.) с целью использования этой методики для определения приоритетов НИР (отчёт № 157, 1974 г.). Разработчики определили перечень мероприятий по подготовке к внедрению данной методики, включающей в себя вопросы конкретной организации экспертизы, описание системы обработки экспертной информации, блок-схемы обрабатываемых программ [48].

Таким образом, история автоматизации электроэнергетических систем неразрывно связана с историей формирования ЕЭС СССР, причём, построение единой энергосистемы было бы невозможно без развития средств автоматизации отрасли и информатизации общества в целом. С распадом СССР и изменением условий функционирования хозяйствующих субъектов отечественная электроэнергетика претерпела несколько трансформаций, но выжила и сегодня стремится занять достойное место на международном рынке.

В свою очередь процессы автоматизации управления отраслью (с участием и без участия человека) неизменно приобретают всё большее и большее значение. В состав ЕЭС современной России входят расчетные схемы семи ОЭС: Урала, Средней Волги, Юга, Северо-Запада, Центра, Сибири и Востока и параллельно работающих энергосистем сопредельных государств – Украины, Белоруссии, стран Балтии и Казахстана. В рамках планирования ЕЭС России ежегодно разрабатываются документы, определяющие планы по развитию генерирующих мощностей, размещению нагрузки и строительству электрических сетей на перспективу. Современная математическая модель ЕЭС России для расчета электрических режимов создается в формате программного комплекса RastrWin на перспективу до 15-ти лет. Для эффективной работы с большим объемом ежегодно обновляемой информации требуется организация базы данных с приложениями, реализующими автоматизацию решения прикладных задач обработки данных [3].

## Список литературы

1. Автоматизация электроэнергетических систем: Устройства управления отдельными объектами // Новости Электротехники. 2005. № 2 (32). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.news.elteh.ru/arh/2005/32/01.php>. – Дата обращения: 04.05.2014.
2. Гвоздецкий В.Л. Дмитрий Георгиевич Жимерин: жизнь, отданная энергетике. М.: Энергоатомиздат, 2006. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.pahra.ru/chosen-people/zumerin/12\\_nauka.htm](http://www.pahra.ru/chosen-people/zumerin/12_nauka.htm). – Дата обращения: 15.04.2014.
3. Герасименко К.В., Кутузова Н.Б., Романовский М.С. Проектирование базы данных для хранения и актуализации информации по перспективному развитию ЕЭС России // Известия НИИ постоянного тока: Научный сборник № 64. СПб, 2010. С. 90-92.
4. Ершов А.П. Развитие вычислительного дела в СССР // Материалы международной конференции SORUCOM 2011 (12–16 сентября 2011 года). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.computer-museum.ru/histsoft/1950\\_1960\\_sorucum\\_2011.htm](http://www.computer-museum.ru/histsoft/1950_1960_sorucum_2011.htm). – Дата обращения: 29.01.2014.
5. Имена Вьеля (Франция), Шенгольцера (Швейцария), Оливена (Бельгия) были связаны с планами создания единой европейской электросети, широко обсуждавшимися на II мировом энергетическом конгрессе в Берлине в 1930 г. – См.: Вейц В.И. Современное развитие электрификации в капиталистических странах (очерки). Л.: Издательство Академии наук СССР, 1933. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://istmat.info/node/34199>. – Дата обращения: 25.05.2014.
6. Исаев В.П. Пути создания и развития отечественных АСУ глазами непосредственного участника событий. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.computer-museum.ru/galgory/kitov\\_10.htm](http://www.computer-museum.ru/galgory/kitov_10.htm). – Дата обращения: 29.01.2014.
7. История отрасли. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.fsk-ees.ru/about/history\\_industry/](http://www.fsk-ees.ru/about/history_industry/). – Дата обращения: 01.06.2014.
8. Китов А.И., Крицкий Н.А. Электронные вычислительные машины. М.: Изд-во АН СССР, 1958. С. 63-64.
9. Кржижановский Г.М.: Биография // Архивы Российской академии наук [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.isaran.ru/?q=ru/person&guid=CDD0C148-AF4D-0E2A-E9A4-B4F8C7808F9E>. Дата обращения: 05.04.2014.
10. Кржижановский Г.М.: Биографические факты // ЭНИН: Официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://enin.dot.ru/about/biography.php?sID=20&ID=71>. Дата обращения: 03.02.2014.
11. Лисицын В.Г. Автоматизация и информатизация – связь веков и поколений. Взгляды наблюдателя и участника. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://pvti.ru/article\\_33.htm?print=yes](http://pvti.ru/article_33.htm?print=yes). – Дата обращения: 04.05.2014.
12. Москалев А.Г. Автоматическое регулирование режима энергетической системы по частоте и активной мощности. М. – Л.: Госэнергоиздат, 1960. С. 4.
13. ОАО «ГВЦ Энергетики». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://gvc-energy.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=60&Itemid=79](http://gvc-energy.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=79). – Дата обращения: 01.06.2014.
14. Системный оператор Единой энергетической системы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.so-ups.ru>. – Дата обращения: 29.01.2014.
15. Системный оператор отмечает день образования оперативно-диспетчерского управления. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosteplo.ru/news.php?zag=1355816996>. – Дата обращения: 29.01.2014.
16. Создание единой энергетической системы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energymuseum.ru/history/1954/>. – Дата обращения: 29.05.2014.
17. Труд, капитал, энергия: Развитие электроэнергетики в СССР (к 80летию плана ГОЭЛРО). – Обзор книги «От плана ГОЭЛРО к реконструкции РАО «ЕЭС России» (М.: АО «Информэнерго», 2000) // ЭНЕРГИЯ. 2001. № 9. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.situation.ru/app/j\\_arp\\_324.htm](http://www.situation.ru/app/j_arp_324.htm). – Дата обращения: 04.05.2014.
18. Филиал Российского государственного архива научно-технической документации в г. Самаре (филиал РГАНТД). Ф. Р-249.
19. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 1-1. Д. 418. Л. 1.
20. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 1-1. Д. 488. Л. 1.
21. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 1-1. Д. 1420. Л. 4.
22. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 1-1. Д. 1420. Л. 5.
23. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 1-1. Д. 1420. Л. 94-95.
24. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 1-1. Д. 1420. Л. 95.
25. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 1-1. Д. 1530. Лл. 1, 16, 8.
26. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 1-1. Д. 1530. Лл. 49-51.
27. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 1-1. Д. 1607. Лл. 2, 4.
28. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 617. Л. 1-2.
29. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 805. Лл. 1, 2а.
30. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1061. Лл. 1-2.
31. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1062. Л. 1.



32. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1065. Л.1.
33. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1065. Л.4.
34. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1065. Л. 7.
35. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1065. Лл. 27-28.
36. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1334. Лл. 1, 5.
37. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1335. Лл. 21-22.
38. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1340. Лл. 5-6.
39. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1340. Лл. 9-10.
40. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1340. Л. 53.
41. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1340. Л. 13-14.
42. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1341. Лл. 1, 7, 11.
43. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1342. Лл. 5, 15.
44. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1343. Лл. 7-8.
45. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1344. Лл. 6-7.
46. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1483. Лл. 1.
47. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1633. Лл. 1-2.
48. Филиал РГАНТД. Ф. Р-249. Оп. 5-1. Д. 1636. Л. 3.
49. ЦДУ ЕЭС СССР. История // Энергодиспетчер: Оперативная работа в электроэнергетике. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://operby.com/cdu-ees-sssr-istoriya.html>. – Дата обращения: 29.01.2014.

# История создания и развития кафедры ЭВМ в Казанском авиационном институте

Валерий Андреевич Песошин

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
Казань, Россия  
pesoshin-kai@mail.ru

## The History of Creation and Development of the Computer Department in the Kazan Aviation Institute

Valeriy Pesoshin

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev  
Kazan, Russia  
pesoshin-kai@mail.ru

**Ключевые слова:** подготовка кадров, электронные вычислительные машины, Казанский авиационный институт

### 1. Предыстория

В 1957–58 годах в Казани развернулось строительство завода математических машин (КЗММ). В 1957 г. руководители завода КЗММ (директор Минеев К.Е., гл. инженер Барышников Е.В) обращаются в Казанский авиационный институт (КАИ) с ходатайством о целевой подготовке на радиотехническом факультете (РТФ) инженеров по электронным вычислительным машинам (ЭВМ). Обращение вызвало живой отклик на факультете и в институте. С поддержкой предложения выступили ректор института профессор Застела Ю.К., проректор по научной работе профессор Одинокоев Ю.Г., заведующие кафедрами доценты Златоустов С.В., Нигматуллин Р.Ш. и Телятников Л.И., а декан РТФ доцент Поповкин В.И. и его кафедра АР-1 взяли на себя подготовку инженеров по вычислительной технике (ВТ). Были разработаны переходные учебные планы, новые курсы, пересмотрены старые дисциплины, разработаны лабораторные работы и методические пособия.

В 1957 г. Министерство высшего и среднего специального образования (МВССО) РСФСР разрешило открыть в КАИ специальность 0608 «Математические и счетно-решающие приборы и устройства» и для первых выпусков на нее были переведены студенты 3–5 курсов радиотехнических специальностей.

В феврале 1958 г. состоялся первый выпуск радиоинженеров, ориентированных на работу в области ВТ. Они прослушали единственный курс «Электронные цифровые вычислительные машины», который прочитал ст. преподаватель Любенко В.П. На преддипломную практику и дипломное проектирование все будущие выпускники были направлены в Москву в лабораторию электро моделирования Всесоюзного института научно-технической информации (ВИНИТИ) АН СССР, руководимую Гутенмахером Л.И., и на завод счетно-аналитических машин. В числе первых выпускников были Курбаков К.И. и Мельников Ю.Н. – будущие доктора технических наук, Барыкин Е.Ф., Кремков В.Н., Поздняк О.П. и Ситницкий Э.А. – будущие руководители производства, научно-исследовательских организаций и вычислительных центров, Кулеев Х.Ф. и Трусфус В.М. – будущие преподаватели КАИ.

Первый опыт оказался удачным: радиоинженеры легко и быстро освоили производство мощнейшей и сложнейшей в то время ЭВМ «М-20», которая выпускалась КЗММ с 1959 г. Специалистов по ВТ требовалось все больше как для производства, так и для эксплуатации. Поэтому МВССО СССР приказом №91 от 25 мая 1959 г. устанавливает КАИ план приема по специальности 0608 три группы (75 человек) ежегодно и разрешает открыть специальную кафедру «Счетно-решающих приборов и устройств» (СРПиУ).

Следует отметить, что ВТ делала в ту пору первые шаги. Специалистов с учеными степенями и званиями, хотя бы знакомых с ВТ, в Казани не было. Отсутствовала даже литература, не говоря об учебниках и учебных пособиях. Встала задача вырастить собственные кадры специалистов-преподавателей.

### 2. Становление кафедры СРПиУ

В 1959 г. в КАИ был приглашен и избран по конкурсу на должность доцента кафедры АР-1 Ливанов Николай Николаевич – инженер одного из Московских предприятий, занимающихся разработкой бортовых ЭВМ. Из

первых выпускников по специальности 0608 «Математические и счетно-решающие приборы и устройства» был приглашен Трусфус Валерий Михайлович, работавший в КГУ на эксплуатации первой в Казани машины «Урал-1». Из выпуска 1959 г. был привлечен, распределенный в Пензу, Кириянов Борис Федорович и приглашен выпускник Туйсин Виль Шамгунович. В марте 1961 г. Ливанов Н.Н. присвоено звание доцента.

Традиционно сложилось так, что специалисты по ВТ готовились в машиностроительных ВУЗах на приборостроительных факультетах. Однако основа построения ЭВМ сугубо электронная. ВТ заимствовала достижения импульсной техники, вызванной к жизни радиолокацией, и широко использовала технику проводной и радио связи. Опыт РТФ по подготовке специалистов 0608 специальности из радиотехнических специальностей отчетливо доказал, что столь быстрая и качественная подготовка на базе других факультетов КАИ была бы невозможна. Тем не менее, руководство факультета «Приборы и автоматы» настаивало на организации новой кафедры в его составе, ссылаясь на прецеденты, имеющие место в МАИ, МЭИ и некоторых других ВУЗах.

Было организовано серьезное изучение этого вопроса. Доцент Ливанов Н.Н. выезжал для консультаций к профессору Жданову Г.М. – заведующему кафедрой ВТ Московского энергетического института, председателю секции (специальность 0608) методической комиссии по автоматизации и комплексной механизации производственных процессов при МВССО СССР; к профессору Анисимову Б.В. – заведующему кафедрой математических машин Московского высшего технического училища им. Н.Э. Баумана; к профессору Романову М.И. – заведующему кафедрой ВТ Московского авиационного института; к профессору Гутенмахеру Л.И., зав. лабораторией электро моделирования ВИНТИ АН СССР. Из названных авторитетнейших лиц только профессор Жданов Г.М. отвергал радиотехническую основу у специальности 0608, профессора Анисимову Б.В. и Гутенмахеру Л.И. были согласны, а профессор Романов М.И. считал этот вопрос непринципиальным.

Весной 1961 г. вопрос об открытии в КАИ кафедры СРПиУ рассматривался на Совете института под председательством ректора профессора Застела Ю.К. Было принято решение о подготовке студентов по специальности 0608 со специализацией «Вычислительные машины» и об открытии новой кафедры «Счетно-решающие приборы и устройства» на РТФ.

30 апреля 1961 г. доцент Ливанов Н.Н. был назначен деканом РТФ и ему было предложено возглавить новую кафедру.

### 3. Кафедра СРПиУ – кафедра ЭВМ

4 июля 1961 г. приказом ректора института (№764 от 4 июля 1961 г.) создана кафедра «Счетно-решающие приборы и устройства» в составе РТФ.

Установлен состав преподавателей:

- 1) Ливанов Н.Н. – заведующий кафедрой, доцент,
- 2) Трусфус В.М. – ст. преподаватель;
- 3) Данилов В.Г. – ассистент;
- 4) Кириянов Б.Ф. – ассистент;
- 5) Туйсин В.Ш. – ассистент.

Кафедре СРПиУ придаются следующие учебные лаборатории:

1. Электронных цифровых машин.
2. Электронных моделирующих машин.
3. Магнитной техники.
4. Элементов вычислительных машин.

Основными задачами кафедры, утвержденными советом факультета на начальный период ее деятельности, явились:

1. Обеспечение учебного процесса в области ВТ и ее применения. Для чего было необходимо:
  - подобрать и подготовить коллектив преподавателей,
  - создать учебные лаборатории,
  - разработать программы и методику преподавания дисциплин ВТ.
2. Создание в КАИ вычислительного центра (ВЦ), укомплектованного современными ЭВМ, который должен обеспечить обучение студентов, научно – исследовательскую работу (НИР) кафедры СРПиУ и выполнение машинного счета для всех подразделений института.
3. Организация НИР в области специализации кафедры с целью повышения квалификации преподавателей и создания резерва преподавательских кадров.
4. Пропаганда достижений и методов ВТ, оказание помощи и приобщение к ВТ всех кафедр института.

Первые годы состав кафедры СРПиУ был минимальным. Для укрепления кафедры ректорат в 1959-1963 гг. открывает прием студентов по специальности 0608 на вечернем факультете. Дальнейший численный рост преподавателей обеспечивался переходами ко все более совершенным и специализированным учебным планам, определявшим учебную нагрузку. Коллектив преподавателей складывался постепенно, чему способствовал постепенный рост учебной нагрузки, определявшийся переходными учебными планами для студентов, переведенных с радиотехнических специальностей.

Осенью 1961 г. на кафедру приходит ст. преподаватель Н.Б. Хуснутдинова – одна из первых программистов в Казани. Из выпуска 1962 г. был оставлен ассистентом В.А. Райхлин. В то же время в 1962–63 гг. уходят с

кафедры ст. преподаватели В.Г. Данилов и Б.Ф. Кирьянов. В.Г. Данилов после ухода еще семестр читал лекции и готовил замену – студента-дипломника Л.И. Габелко. На следующий же день после защиты дипломного проекта Л.И. Габелко вышел читать лекции по аналоговым вычислительным машинам.

Курс элементов ЭВМ после ухода Б.Ф. Кирьянова взялся поставить заново В.А. Райхлин. Следует отметить, что В.А. Райхлин здесь, что называется, «нашел себя»: поставил курс, лабораторию, защитил диссертацию, создал научное направление.

Образовавшиеся вакансии замещают в 1962 г. ассистент Р.С. Туйсина и в 1963 г. ст. преподаватели Ф.З. Рохлин и Х.Ф. Кулеев – выпускники КАИ 1961, 1959 и 1958 гг. соответственно. Ф.З. Рохлин в ноябре 1963 г. окончил аспирантуру в Москве, в июне 1964 года защитил кандидатскую диссертацию и стал первым преподавателем на кафедре ЭВМ, имеющим ученую степень. Ф.З. Рохлин специализируется в области математического обеспечения и читает курс по программированию. Х.Ф. Кулеев читает курс ЦВМ для вечерников.

Меняется характер ВТ, изменяются ее физические и технические основы. Все это отражается в содержании курсов и профиле кафедры. В 1963 г. КАИ возбуждает ходатайство перед Минвузом РСФСР об изменении названия кафедры СРПиУ на ЭВМ. С этого времени во внутренних документах кафедру начинают называть ЭВМ.

Формально кафедра СРПиУ была переименована в кафедру ЭВМ приказом Минвуза РСФСР от 27 декабря 1965 г. за №667. Позже специальность 0608 также была названа ЭВМ (приказ Минвуза СССР от 23 апреля 1969 года за № 312). В 1974 г. квалификация специальности была изменена с инженер – электрик на инженер – системотехник.

На первый курс дневного отделения, начиная с 1959 г., принимается ежегодно 3 группы, 75 чел. В 1965 г. впервые принята 1 группа специализации 0608-б инженер – математик, с 1966 г. – по 2 группы ежегодно. Официально выпуск специалистов по специальности 0608-а был начат в 1960 г. (26 чел.). В 1971–1974 гг. выпускались также специалисты 0608-б, которые в 1975 г. стали получать диплом специальности «Прикладная математика» – 0647. Всего с 1960 по 1980 гг. включительно было выпущено 1599 молодых специалистов профиля кафедры ЭВМ (СРПиУ), из них 1361 чел. дневного обучения и 238 вечернего.

Можно считать, что к 1965 г. коллектив кафедры сложился. На кафедре создан стабильный резерв преподавателей из числа инженеров и научных сотрудников лаборатории № 28 НИС КАИ, вычислительной лаборатории и группы программирования. В дальнейшем почти все преподаватели прошли стадию подготовки в этих подразделениях.

Если задача комплектования кадров преподавателей была решена для кафедры количественно, то качественная сторона оставляла желать лучшего. Во-первых, низка была квалификация преподавателей, во-вторых, подавляющее число преподавателей пришли не от проектирования, производства или эксплуатации ЭВМ, а в некотором роде от отрицания, если не проектирования, то во всяком случае, производства и эксплуатации машин, хотя бы для себя лично. Таким образом, не обеспечивается основной принцип обучения: примером, опытом обучающего – эта сторона дела была не полностью обеспечена.

Повышение качества преподавания в значительной мере способствует научно-исследовательская работа (НИР). На это начиная с 1965 г., когда Н.Н. Ливанов освободился от исполнения обязанностей декана РТФ, обращается основное внимание кафедры. Используются все возможные пути для повышения качества преподавания:

- приглашаются на работу специалисты с учеными степенями (Ф.З. Рохлин, Б.Ф. Кирьянов);
- с 1969 г. образуется аспирантура на кафедре, в которой прошли обучение наши преподаватели: Р.Р. Бикмухаметов, В.И. Глова, А.А. Скребнев, В.А. Песошин, Д.Г. Хохлов, Б.П. Бондаренко, С.С. Тахаутдинов, В.М. Тарасов, Т.М. Живетина, Р.М. Мансуров;
- стали соискателями: Н.Н. Ливанов, В.М. Трусфус, В.А. Райхлин, Б.Ф. Кирьянов (по докторской диссертации). Н.Н. Ливанов и В.М. Трусфус стали первыми преподавателями, которые выполнили и защитили кандидатские диссертации на кафедре.

До создания 9-го факультета вычислительных и управляющих систем (ВУС) кафедра постоянно росла и развивалась во всех направлениях своей деятельности. Растет учебная нагрузка, увеличиваются объемы хозяйственных и госбюджетных НИР, растут мощности вычислительной лаборатории, растет коллектив, расширяются площади. Некоторые изменения темпа развития кафедры вносит организация 9-го факультета. Частично меняется и коллектив. С кафедры АП-1 приходят доцент Ю.М. Мотрохин, ст. преподаватели А.Н. Арутюнова и Р.Г. Галимова, ассистент Р.М. Мансуров. На кафедру АСУ переходят доценты Л.И. Ожиганов и Ф.З. Рохлин, ст. преподаватели В.И. Глова и И.С. Ризаев, ассистент И.Г. Баязитов, позже туда же переходят ст. преподаватели В.И. Медведев и Д.Г. Хохлов (доцент Л.И. Ожиганов стал заведующим кафедрой АСУ).

В 1973 г. из состава кафедры выделяется ВЦ, насчитывавший в то время более 50 человек, во главе с А.А. Скребневым.

В 1973 г. по теме «Аппаратурные методы вычислений на основе стохастического принципа» Б.Ф. Кирьянов защитил первую на кафедре докторскую диссертацию.

В 1975 г. предполагалось разделение кафедры ЭВМ и открытие еще одной кафедры на факультете ВУС – «Аналоговых вычислительных машин» во главе с профессором Б.Ф. Кирьяновым. По предложению Н.Н. Ливанова эту небольшую и бесперспективную кафедру было решено не создавать, а заведение единой кафедрой ЭВМ передать Б.Ф. Кирьянову. В этом была мудрость и дальновидность Н.Н. Ливанова. С января 1976 г. профессор Б.Ф. Кирьянов приступает к заведению кафедрой, являясь одновременно деканом факультета ВУС.

Б.Ф. Кирьянов завершил ориентацию НИР кафедры на тематику Казанского завода ЭВМ и продолжал активно готовить для кафедры в целевой аспирантуре высококвалифицированные научно-педагогические кадры. Число кандидатов технических наук – учеников Б.Ф. Кирьянова достигло 8 человек (В.И. Глова, А.А. Скребнев, В.А. Песошин, Б.П. Бондаренко, В.М. Тарасов, Т.М. Живетина, Р.М. Мансуров и Б.К. Курбатов).

В 1978 г. профессор Б.Ф. Кирьянов уезжает в Новгородский политехнический институт. Заведующим кафедрой ЭВМ избирается кандидат технических наук, и.о. доцента В.А. Песошин. В 1979 г. кафедра переезжает в новое учебное здание №9, построенное специально для факультета ВУС.

#### 4. Научно-методическая работа

На кафедре СРПиУ-ЭВМ постоянно ведется научно-методическая работа, особенно интенсивная в первые годы становления кафедры. Примером того служит все, что кафедра имеет сегодня: установившийся учебный процесс во всех его видах, учебные лаборатории, учебные пособия. Преподаватели направляются на курсы повышения квалификации (Ленинград – ЛИТМО, ЛЭТИ; Москва – МАИ) и на стажировку.

Очень много сил отдали учебно-методической работе старейшие доценты кафедры. Это, прежде всего, В.М. Трусфус, бывший в течение ряда лет заместителем заведующего кафедрой по учебной работе. Это В.А. Райхлин, возглавлявший работу учебно-методической комиссии на факультете ВУС, а затем ответственный за редакционно-издательскую деятельность на факультете. Это Ю.М. Мотрохин, заведующий методическим отделом КАИ.

Основу жизни ВУЗа, его «операционную систему», составляют учебные планы. Учебный план утверждает Министром и действует не менее продолжительности обучения в ВУЗе. Роль и значение профилирующей кафедры, какой была СРПиУ, могли стать понятными для заведующего Н.Н. Ливанова, проработавшем в техническом ВУЗе всего год, только из рассмотрения учебного плана специальности. Этим Н.Н. Ливанову пришлось заняться в первую очередь и как заведующему, и как декану.

Первое, что бросалось в глаза во всех учебных планах РТФ – перезагруженность дисциплинами механики: сопротивление материалов, теория механизмов и машин, детали машин, машиностроительное черчение, теоретическая механика – это «традиционные инженерные» дисциплины занимали в сумме больше семестра.

Второе, что обращало на себя внимание: отсутствие важнейших для радиоинженеров предметов: теория вероятностей и математическая статистика, теория информации, теория связи, электроника полупроводников, программирование.

В плане специальности 0608 наблюдалась избыточность радиотехнических дисциплин: радиоприемные устройства, радиопередающие устройства, основы радиолокации, радиоуправление. Эти дисциплины изучались столько же часов, что и на радиотехнических специальностях.

Осенью 1961 г. вопрос о пересмотре учебных планов был поставлен на Совете РТФ. Предложения декана Н.Н. Ливанова о пересмотре учебных планов было активно поддержано заведующими кафедрами Р.Ш. Нигматуллин, В.А. Лоссовским и В.И. Поповкиным. Составление новых планов для всех специальностей факультета было поручено декану, как лицу наиболее нейтральному, свободному от субъективности и традиций.

При разработке плана возможны два пути. Первый – «от прототипа», постепенным введением улучшающих изменений, приближающих к цели. Второй – «от цели», путем разбиения ее на подцели, привязанным к располагаемым средствам.

Первый вариант разработки учебных планов хорош при возможности их ежегодной корректировки. Он был возможен в те времена, когда разрешались переходные планы, утвержденные ректором ВУЗа. Первый путь не годился при больших различиях цели и прототипа, как было в нашем случае. Появился инженер нового типа – инженер радиоэлектроники, информационной техники, принципиально отличный от традиционного инженера-механика или энергетика. Второй путь труднее. Он требует четкого представления перспективы, тенденций развития, системного подхода и даже просто смелости.

Новые планы были составлены и одобрены только благодаря поддержке актива РТФ и ректората вопреки весьма настойчивым выступлениям против планов ряда видных и уважаемых профессоров и доцентов (Ю.А. Радциг, П.Г. Яковлев, И.М. Митряев, Ф.И. Кантор и другие). Здесь помог случай.

Весной 1962 г. наш депутат Верховного Совета СССР, Министр ВССО СССР профессор В.П. Елютин приехал в Казань для встречи с избирателями. Тогда несколько студентов специальностей 0608 и 0707, выполнявших в то время курсовой проект по деталям машин, пришли на прием к своему депутату с просьбой заметить им этот проект, в котором они рассчитывали, например, подъемно-транспортный механизм блюминга, на задание по радиотехнике или электронике (и их министр принял!). Министр с ними согласился и декану РТФ Н.Н. Ливанову было предложено составить новые учебные планы с учетом разрешенных изменений и представить их на утверждение до конца текущего учебного года.

В основе этого события лежало состоявшееся за несколько дней до него собрание комсомольского актива, на котором декан, отвечая на вопросы, рассказал о подготовке новых учебных планов, что вызвало живой интерес студентов. На прием к Министру студенты пошли по собственной инициативе. После этого утвердить в Минвузе СССР учебные планы не составило труда.

Таким образом, КАИ стал первым ВУЗом в стране, перешедшим на новую систему радиотехнического образования. Следует сказать, что вопрос о необходимости изменения подготовки радиоинженеров впервые поднят в печати в 1959 г. профессор из МАИ М.С. Нейман.

Позже, когда в КАИ уже велась работа по новым планам, в 1964 г. было созвано Всесоюзное совещание в Москве по радиотехническому образованию, а новые учебные планы вошли в действие в 1965–66 учебном году – на 3 года позже, чем в КАИ.

В 1965 г. вновь был разработан новый учебный план по специальности 0608, но уже для 2-х специализаций: а) инженер-электрик и б) инженер-математик. Этот план уже разрабатывал новый декан доцент О.Г. Эльстинг.

Следующий учебный план, по которому работала кафедра ЭВМ, был составлен и утвержден при открытии факультета вычислительных и управляющих систем в 1972 г. План составлен доцентами Н.Н. Ливановым и В.А. Райхлиным на основе типового плана Министерства.

В 1964 г. приказами Минвуза СССР и РСФСР вводится обязательное для студентов старших курсов всех специальностей изучение основ ВТ и ее применения в объеме не менее 50 часов. Введение нового курса существенно повышает значение кафедры и ее ответственность.

В связи с небольшим объемом курса студенты не могли получить навыка применения ЭВМ. Необходимо было разработать и новую систему подготовки студентов. Это было сделано и в дальнейшем получило название «Комплексное обучение студентов применению ЭВМ».

## 5. Комплексное обучение студентов применению ЭВМ

В 1972 г. на кафедре под руководством Н.Н. Ливанова составляется «План внедрения средств ВТ в учебный процесс на 1972–75 гг.». План предусматривает:

- открытие нового факультета Вычислительных и управляющих систем;
- введение комплексного обучения студентов применению ЭВМ;
- организацию для преподавателей школы-семинара по программированию;
- на специальных и общетехнических кафедрах составление и реализацию планов научно-методической работы по внедрению ЭВМ во все виды учебной работы, УИРС, НИРС, разработку стандартных программ типовых студенческих расчетов;
- проведение системной реорганизации, централизации парка ЭВМ в составе ВЦ КАИ.

План был утвержден Советом института 29 января 1973 г. Все пункты плана направлены на обеспечение главной задачи – комплексного обучения.

Комплексное обучение студентов применению ЭВМ подразумевает такую организацию учебного процесса, при которой с 1-го до последнего семестра пребывания в институте студент постоянно изучает методы применения ЭВМ в научной, инженерной и управленческой сферах его будущей деятельности. Предполагается, что на 1–2 курсах студент изучает программирование, алгоритмические языки, ЭВМ, а на всех последующих курсах во всех общенаучных, инженерных, специальных, экономических дисциплинах, в курсовых проектах и работах, в студенческой научной работе он применяет ЭВМ, совершенствуя свои навыки под руководством преподавателей, ведущих эти дисциплины.

Из приведенного рассмотрения следует, что необходимо решить 4 задачи:

1. Перенести изучение программирования (вычислительная техника в инженерных и экономических расчетах) с 4–5-х курсов на 1–2-й.
2. Всех преподавателей указанных дисциплин обучить программированию.
3. Развернуть на всех кафедрах работу по применению ЭВМ в учебном процессе.
4. Обеспечить преподавателей, и особенно, студентов машинным временем.

Первая задача решалась легко – в 1972 г. составлялись новые учебные планы. По ним программирование должно изучаться на 1–2 курсах с увеличенным числом часов.

Вторая задача решалась силами кафедры ЭВМ с привлечением преподавателей других кафедр факультета ВУС путем организации школы-семинара по изучению использованию ЭВМ в научных и инженерных расчетах для всех преподавателей заинтересованных кафедр института с обязательной сдачей зачета. Были проведены 2-х месячные 32-х часовые семинары 2-х уровней. На семинарах 1-го уровня изучалось программирование на малой ЭВМ «Наири», на семинарах 2-го уровня – алгоритмические языки и решение задач на больших машинах («М-220», «М-222»). Первые семинары были организованы для руководящего состава КАИ – профессоров, заведующих кафедрами, деканов.

Третья задача решалась кафедрами планированием и проведением соответствующих мероприятий под контролем деканов.

Комплекс мероприятий плана внедрения ВТ в учебный процесс позволил существенно увеличить число часов машинного времени, используемых студентами всех специальностей КАИ: 1970 г. – 1614, 1972 г. – 5908, 1974 г. – 23000, 1976 г. – 39509 и 1978 г. – 54829 часов.

Следует подчеркнуть, что в этом вопросе КАИ также оказался на высоте, опередив на 2 года соответствующие приказы Минвузов СССР и РСФСР, и на 1,5 года совещание-семинар в Москве «Комплексное обучение студентов применению ЭВМ». В этом большая заслуга организатора и первого заведующего кафедрой СРПиУ – ЭВМ доцента Николая Николаевича Ливанова.

# История и перспективы развития системы защиты информации на предприятиях России

Владимир Ильич Петровский, Марина Владимировна Тумбинская

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
Казань, Россия  
ptrvi@mail.ru, tumbinskaya@inbox.ru

## History and Perspectives of the Information Security at Russian Enterprises

Vladimir Petrovsky, Marina Tumbinskaya

VPO Kazan National Research Technical University im. AN Tupolev-KAI  
Kazan, Russia  
ptrvi@mail.ru, tumbinskaya@inbox.ru

**Ключевые слова:** информационная безопасность, служба защиты информации на предприятии, Республика Татарстан

### История развития системы защиты информации на предприятиях России, в частности Республики Татарстан

Защита информации в деятельности современного предприятия – одно из основных направлений, которое требует проведения постоянного анализа качества применяемых средств и методов защиты, а также их оперативного изменения и совершенствования. Необходимость обеспечения сохранности коммерческой информации и конфиденциальных данных диктуется условиями современного рынка.

В 1960–1970 гг. в России на территории Татарии одним из ведущих учреждений, курирующих вопросы защиты информации на предприятиях, являлось ФНПЦ «Радиоэлектроника», заместителем генерального конструктора которого был Петровский Владимир Ильич. В 1974 году перед одним из подразделений ФНПЦ «Радиоэлектроника» была поставлена задача по развитию службы информационной безопасности. Решение данной задачи предполагало развитие и модернизацию предприятий по следующим направлениям:

- ✓ *создание службы защиты информации* (функции: разработка Руководства по защите информации государственной важности на предприятии и Положения по защите конфиденциальной, коммерческой информации, оценка эффективности информационной безопасности предприятия, ежегодная разработка планов по защите информации, выпуск отчетов, разработка частной модели защиты предприятия как объекта информатизации, определение опасных видов разведок предприятия ит.п.);
- ✓ *создание службы защиты разрабатываемой (выпускаемой) продукции предприятия* (функции: разработка Инструкции по защите информации о разрабатываемой (выпускаемой) продукции для каждой стадии жизненного цикла разработки (модернизации) изделий, испытаний макетов, производства, эксплуатации, проведение работ по обоснованию предложений по перечню охраняемых сведений об изделии, методам и средствам их защиты и т.п.);
- ✓ *служба анализа административной, хозяйственной и финансовой деятельности предприятия* в части утечки информации (функции: аналитическая работа, проведение исследований по количественной оценке разведанности информации, анализ новых достижений в области защиты информации);
- ✓ *служба контроля защиты информации* (функции: обеспечение контроля состояния защиты информации, своевременное выявление и предотвращение утечки информации по техническим каналам, несанкционированного доступа к ней, преднамеренных программно-технических воздействий на информацию, оценка защиты информации от технических разведок и злоумышленников).

ФНПЦ «Радиоэлектроника» координировало работу более сотни предприятий от Барнаула до Санкт-Петербурга: контролировало службу охраны в части обеспечения безопасности информации предприятий, учреждений, организаций, предлагало (рекомендовало) принципы построения данной службы, выбор технических средств, необходимых для защиты информации, осуществляло повышение квалификации персонала по программам дополнительного профессионального образования, по освоению новых методов защиты информации, по эксплуатации средств защиты информации.

Учитывая важность этого направления работ, руководство Кабинета Министров Республики Татарстан определило ответственного за направление «Информационная безопасность» в лице заместителя Премьер-

министра РТ Аллы Максимилиановны Габатдиновой. Ежеквартально Габатдинова А.М. проводила совещания по обсуждению текущих проблем и вопросов, планов и задач на будущее. Совещания проводились с участием коллектива сотрудников ФНПЦ «Радиоэлектроника», Российской Академии наук и других выдающихся ученых, занимающихся проблемами защиты информации.

Благодаря настойчивым требованиям А.М. Габатдиновой, была организована служба "Комплексная система защиты информации и противодействия средствам технических разведок и злоумышленникам" при Кабинете Министров РТ на базе Казанского НИИ Радиоэлектроники. Так, Постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан № 651-142 от 02.08.1996 г. впервые был создан Региональный центр по защите информации и проведению специальных экспертиз директором которого был назначен Петровский В.И. Далее Центр был аккредитован Государственной Технической комиссией при Президенте России как Орган по аттестации объектов информатизации, а совместным постановлением Государственной Технической комиссии при Президенте России и Кабинета Министров Республики Татарстан № 690-451 от 10.09.1997 г. руководитель Центра Петровский В.И. был назначен руководителем Лицензионного центра по защите информации. Все это положительно сказалось на обеспечении информационной безопасности в Республике Татарстан. Предприятия не нуждались в специалистах по защите информации других регионов России и беспрепятственно получали лицензии на соответствующий род деятельности на территории Республики Татарстан.

Очень важным было и то обстоятельство, что служба «Комплексная система защиты информации и противодействия средствам технических разведок и злоумышленникам» ставила задачу объединения всех предприятий, организаций, учреждений по идеологическому принципу, разработанному Государственной Технической комиссией России, объединения усилий в деле обеспечения оптимальной информационной безопасности в Республике Татарстан [5].

### **В истории развития системы защиты информации на предприятиях России можно выделить три периода:**

- первый относится к тому времени, когда обработка информации осуществлялась по традиционным (ручным, бумажным) технологиям;
- второй – когда для обработки информации на регулярной основе применялись средства электронной вычислительной техники первых поколений;
- третий – когда использование средств электронно-вычислительной техники приняло массовый и повсеместный характер, появились персональные компьютеры.

Современное предприятие представляет собой сложную систему, в рамках которой должна осуществляться защита информации. С целью обеспечения надлежащего уровня защиты информации на предприятии целесообразно проведение работ по следующим направлениям:

- ✓ проведение ежегодного анализа состояния дел в *области* защиты информации,
- ✓ формирование единой научно-технической политики в области защиты информации,
- ✓ совершенствование законодательной, нормативной, правовой базы деятельности в области защиты информации, направленной на установление баланса между потребностью в свободном обмене информацией и существующими ограничениями на ее распространение,
- ✓ формирование целостной системы руководящих и нормативно-методических документов с учетом возрастающих возможностей технических разведок и широкого спектра нетрадиционных каналов несанкционированного доступа к информации,
- ✓ совершенствование деятельности системы стандартизации в области защиты информации,
- ✓ координация и объединение действий структур, занятых в сфере защиты информации и в области разработок и внедрения мер, позволяющих обеспечить защиту информации, координация работ по разработке методических, организационных, правовых и иных нормативно-технических документов в области защиты информации,
- ✓ создание единой системы технического контроля объектов информации,
- ✓ совершенствование системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов в области защиты информации, развитие учебно-материальной базы,
- ✓ подготовка предложений по финансированию региональных программ в области защиты информации,
- ✓ укрепление материально-технической базы служб, занятых защитой информации,
- ✓ проведение экспертиз проектов создания в Министерствах и ведомствах локальных и корпоративных вычислительных сетей с целью предотвращения (исключения) утечки сведений, составляющих государственную и коммерческую тайну, а также искажений и уничтожения информации за счет несанкционированного доступа к ней,
- ✓ разработка комплекса мероприятий по созданию региональной системы защиты информации,
- ✓ разработка системы нормативно-правовых актов, регламентирующих порядок функционирования служб, занятых защитой информации, а также распределение ответственности за надлежащее выполнение требований нормативных документов,
- ✓ разработка системы методических материалов, необходимых для эффективного проведения мероприятий по обеспечению требуемой секретности (степени конфиденциальности) информации в соответствии с нормативно-правовыми документами,



- ✓ разработка комплекса программно-аппаратных средств обеспечения безопасности информации и средств проведения периодического контроля с целью выявления возможных каналов утечки информации.

## Перспективы развития системы защиты информации на предприятии

В связи с бурным развитием информационных технологий и технических средств система защиты информации предприятия становится уязвимой и как следствие предприятию может быть нанесен экономический ущерб.

Задача оптимизации комплексной системы защиты информации (КСЗИ) на предприятии становится перспективной и чрезвычайно актуальной. Решение задачи оптимизации КСЗИ на предприятии сводится к:

- минимизации затрат на построение КСЗИ,
- увеличению уровня защищенности, обеспечиваемого КСЗИ,
- выбора оптимального решения по построению КСЗИ на предприятии.

Условия, которые бы позволяли исключить (значительно снизить) возможность утечки информации на предприятиях различных форм собственности можно представить схемой функционирования комплексной системы защиты информации (КСЗИ) на предприятии (рис.1).

Модели, методы и средства защиты информации, используемые на предприятиях, различны и чаще всего выбираются по правилу:

$$\langle Z \rightarrow \min, U_z \geq U_{dz} \rangle \text{ или } \langle U_z \rightarrow \max, Z \leq Z_d \rangle, \quad (1)$$

где  $Z$  – затраты на разработку, реализацию, внедрение и администрирование КСЗИ на предприятии,  $U_z$  – уровень защиты, обеспечиваемый КСЗИ,  $Z_d$  – приемлемая стоимость КСЗИ на предприятии,  $U_{dz}$  – приемлемый уровень качества КСЗИ. Задачи (1) могут быть решены методами многокритериальной оптимизации, однако ограничены в практическом применении.

Для решения задачи оптимизации КСЗИ на предприятии предлагается использовать метод последовательных уступок [6], в котором выделяется ряд частных показателей качества защищенности, имеющих превосходство над остальными показателями, переводимыми в разряд ограничений.

Рассмотрим минимизацию затрат на построение КСЗИ.

Пусть  $a_{ij} = 1$ , если  $i$ -ое средство информационной безопасности выбрано для защиты  $j$ -го информационного ресурса предприятия, и  $a_{ij} = 0$ , если  $i$ -ое средство информационной безопасности не используется для защиты от угроз.

Требуется минимизировать затраты вида

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Z_{ij} a_{ij} + \sum_{i=1}^n Z_i k_i \rightarrow \min \quad (2)$$

при соблюдении граничных условий:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m s_j m_{ij} a_{ij} \geq U_{dz}, \quad \sum_{i=1}^n a_{ij} = 1, \forall j \in J, \\ \sum_{j=1}^m s_{ij} = 1, a_{ij} \in \{0;1\}, k_{ij} \in \{0;1\}, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $Z_{ij}$  – затраты на защиту  $j$ -го информационного ресурса  $i$ -м средством,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, m}$ ,  $Z_i$  – затраты для совокупности информационных ресурсов  $i$ -м средством,  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$  – множество средств КСЗИ на предприятии,  $J = \{j_1, j_2, \dots, j_m\}$  – множество защищаемых информационных ресурсов,  $m_{ij}$  – оценка качества защиты  $i$ -м средством  $j$ -го информационного ресурса,  $s_j$  – коэффициент  $j$ -го информационного ресурса в интегрированной оценке качества КСЗИ,  $k_i$  – переменная бинарного типа,  $k_i \in \{0;1\}$ ,  $k_i = 1$ , если  $i$ -е средство КСЗИ может быть использовано,  $k_i = 0$  – в противном случае.

Рассмотрим увеличение уровня защищенности, обеспечиваемого КСЗИ. Требуется максимизировать уровень  $U_z$ :

$$U_z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m s_j m_{ij} a_{ij} \rightarrow \max \quad (4)$$

при соблюдении следующих граничных условий:

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Z_{ij} a_{ij} + \sum_{i=1}^n Z_i k_i \leq Z_d, \quad \sum_{i=1}^n a_{ij} = 1, \forall j \in J, k_i \in \{0;1\}, a_{ij} \in \{0;1\} \quad (5)$$

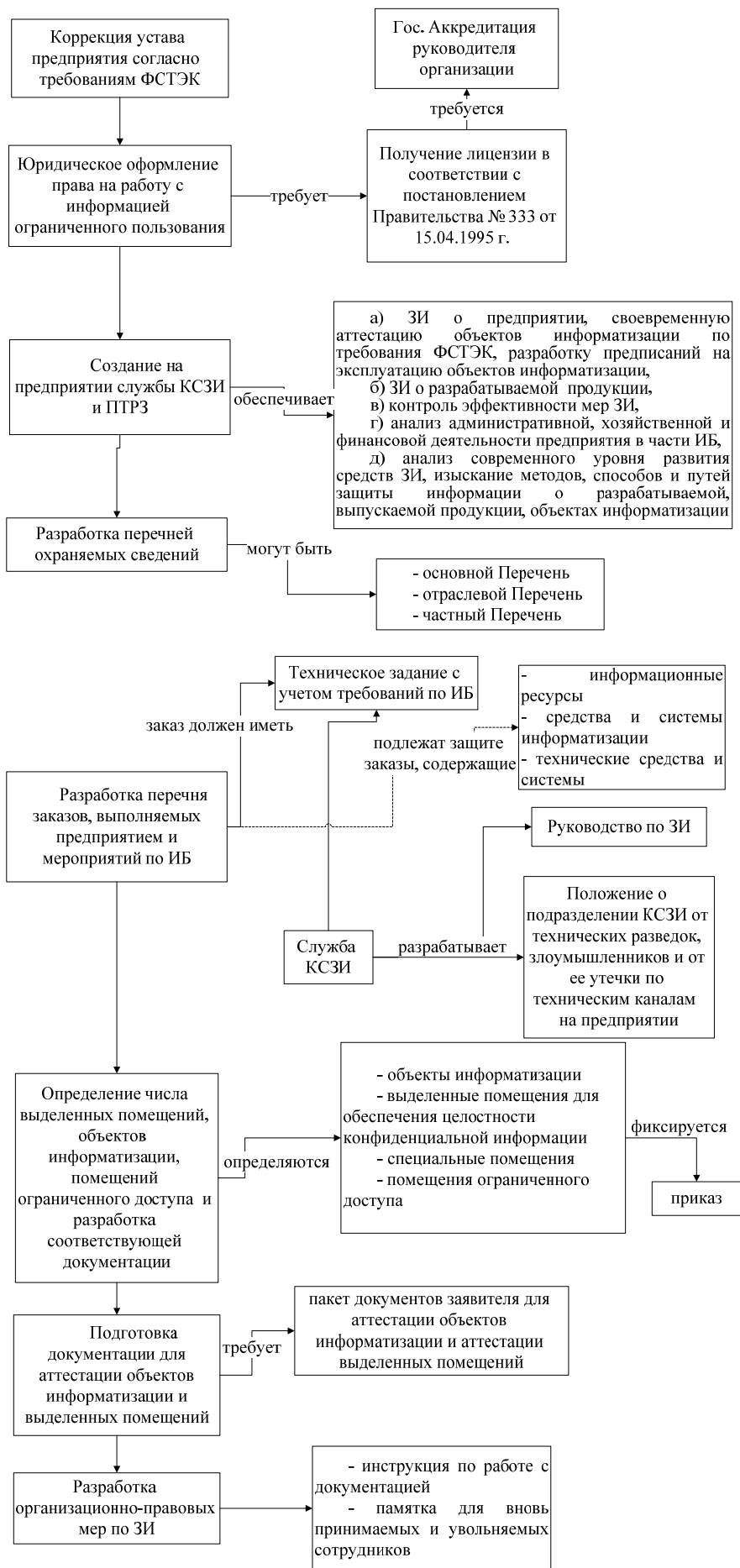


Рис.1. Обобщенная схема функционирования службы КСЗИ

При построении интегрированной оценки уровня  $U_z$  защищенности информации, обеспечиваемый КСЗИ на предприятии, предложен следующий расчет коэффициентов защищенности отдельных бизнес-процессов  $K_{b_i} = \{k_{b_1}, k_{b_2}, \dots, k_{b_s}\}$  предприятия [2]:

$$K_{b_i} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^s n_i \sum_{w \in P_i} \omega_{wi} y_i (1 - \Delta_w)}{\sum_{i=1}^s n_i \sum_{w \in P_i} \omega_{wi} y_i} \quad (6)$$

где  $P_i$  – количество наиболее вероятных информационных угроз для  $i$ -ой бизнес-операции на предприятии,  $\Delta_w$  – коэффициент защищенности от  $w$ -й угрозы,  $\omega_{wi}$  – интенсивность потока атак  $w$ -го вида угроз на  $i$ -ю бизнес-операцию ( $w \in P_i$ ), для  $w \notin P_i, \omega_{wi} = 0$ ,  $y_i$  – время выполнения  $i$ -й бизнес-операции,  $O$  – количество бизнес-операций в бизнес-процессе предприятия,  $n_i$  – вероятность выполнения бизнес-операции  $i$  в совокупности бизнес-процессов предприятия,  $O = \{o_j \mid j = \overline{1, p}\}$ ,  $O_j \subset k_{b_i}$ .

Рассмотрим выбор оптимального решения по построению КСЗИ на предприятии [3, 4]. Выбор оптимального решения по построению КСЗИ на предприятии основан на анализе многопараметрического критерия, зависящего от ряда частных показателей качества работы КСЗИ. В соответствии с (1) основанием для вывода об абсолютном превосходстве одних показателей над другими служит степень различия отдельных показателей по важности, при которой сравнение оценок вариантов построения системы КСЗИ осуществляется только по самому важному показателю без учета остальных, затем только по второму показателю и т.д.

Особое место в современной системе защиты информации на предприятии имеют информационные ресурсы. Под информационными ресурсами понимаются документы и массивы документов в информационных системах предприятия [7].

Информационные ресурсы предприятия подвержены различного рода угрозам. Для снижения угроз, уязвимостей, рисков на предприятии необходим контроль и эффективное управление информационными ресурсами. Эффективное управление подразумевает принятие решений при оптимизации комплексной системы защиты информации на предприятии (рис. 2).

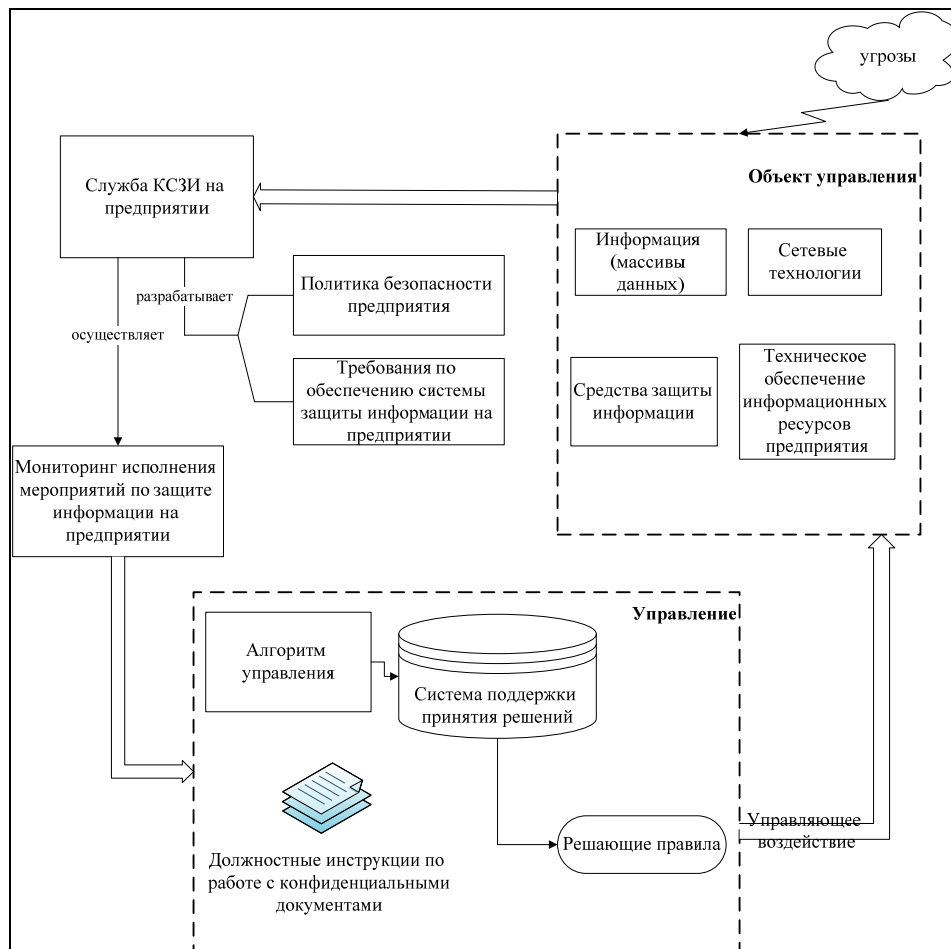


Рис.2. Структурная схема управления при оптимизации КСЗИ на предприятии

Вопросы распределения, использования и защиты информационных ресурсов предприятия возложены на службу КСЗИ, которая формирует стратегию потребностей в информационных ресурсах, оценивает текущее состояние системы защиты информации и эффективность использования информационных ресурсов.

На предприятии защита информационных ресурсов сводится к оптимизации методов защиты информации, технических средств и его состава. Управление информационными ресурсами связано с информационной мощностью предприятия [1]. Информационная мощность предприятия – синергетическая характеристика, описывающая степень эффективности использования существующих информационных активов для увеличения конкурентоспособности предприятия с достижением максимума при:

- полном использовании функционала и возможностей информационных систем,
- организации информационных бизнес-решений, адекватных решаемым предприятием задачам [1].

## Заключение

Описаны исторические аспекты развития и становления системы защиты информации на предприятиях России, в частности Республики Татарстан.

Предложен подход к совершенствованию организационных мероприятий по защите информации на предприятии, основанный на минимизации затрат на построение комплексной системы защиты информации на предприятии, увеличении уровня защищенности, обеспечиваемого КСЗИ на предприятии, выборе оптимального решения по построению КСЗИ на предприятиях различных форм собственности.

Оптимизация комплексной системы защиты информации на предприятиях различных форм собственности позволит внедрить и использовать методы и средства защиты информации, защищенные информационные ресурсы, за счет которых увеличится мощность информационной безопасности предприятия.

## Список литературы

1. *Абросимов В.К., Канев С.А.* Информационная мощность компании // Бизнес-информатика, №3(13), 2010.
2. *Гатчин Ю.А., Жаринов И.О., Коробейников А.Г.* Математические модели оценки инфраструктуры системы защиты информации на предприятии // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. № 2 (78). 2012.
3. *Петровский В.И., В.В. Петровский В.В.* Помехи в технологии обеспечения информационной безопасности. Монография. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2004. – 282 с.
4. *Петровский В.И., Петровский В.В.* Информационная безопасность и электромагнитная совместимость технических средств. Монография. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2005. – 388с.
5. *Петровский В.И., Тумбинская М.В., Петровский М.В.* Оптимизация комплексной системы защиты информации на предприятиях различных форм собственности. Монография. – Казань: «Познание», 2014. – 728 с.
6. *Тронинов И.Б.* Методы оценки информационной безопасности предприятия на основе процессного подхода: дисс. канд. техн. наук ... по спец. 05.13.19. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. 134 с.
7. Федеральный закон РФ от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ "Об информации, информационных технологиях и о защите информации (с последующими изм.) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2006. – № 31 (часть I). – Ст. 3448.

# О создании и работе ереванской школы программирования

Римма Ивановна Подловченко

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
Москва, Россия  
podlovchenko.rimma@gmail.com

**Ключевые слова:** автобиография, теоретическое программирование, схематология

Возникновение этой школы связано с именем автора данной статьи, и это определяет автобиографический её характер.

Начну с того, что в Ереван я переехала осенью 1957 года по завершении аспирантуры при механико-математическом факультете МГУ, которая проходила под научным руководством профессора Алексея Андреевича Ляпунова.

Это была пора, когда в нашей стране активно разрабатывались электронные вычислительные машины, повсеместно открывались вычислительные центры и создавались кафедры вычислительной математики. В ногу с этим временем жила и Армения.

В 1956 году в Ереване был создан НИИ математических машин (ЕрНИИ ММ), задачей которого была разработка ЭВМ как общего, так и специализированного назначения. Первым директором ЕрНИИ ММ стал чл.-корр. АН СССР Сергей Никитович Мергелян. Впоследствии он вошёл в первый состав Научного совета по кибернетике, а его деятельность по организации ЕрНИИ ММ нашла отражение в закрепившемся в ереванском обществе названии этого института как «институт Мергеляна».

В конце 1957 года в рамках Академии наук Армении был организован Вычислительный центр.

Возникла проблема воспитания собственных для Армении кадров программистов, умеющих как использовать готовые ЭВМ, так и создавать новые. Обстоятельства сложились таким образом, что в обсуждении этой проблемы принял участие Алексей Андреевич Ляпунов, который в первой половине 1957 года посетил Ереван в составе делегации московских учёных. В то время Алексей Андреевич профессорствовал на кафедре вычислительной математики МГУ и уже имел неофициальный титул отца отечественной кибернетики. Его рекомендации были чрезвычайно весомы. Они-то и потребовались руководству Ереванского госуниверситета, планировавшему открыть кафедру вычислительной математики и видевавшему препятствие этому в отсутствии подходящих для кафедры специалистов и, в первую очередь, её организатора. Вот тут-то Алексей Андреевич и рекомендовал на эту роль меня, как свою ученицу, обещая при этом свою помощь в подготовке педагогов будущей кафедры.

Осенью 1957 года кафедра вычислительной математики была открыта, я была взята на должность исполняющего обязанности заведующего кафедрой, а с января 1958 года возглавила кафедру в статусе заведующей.

В деятельности кафедры вообще и в особенности в первую трудную пору её становления принципиальную роль сыграла «закваска», полученная мною в годы ученичества и работы в Москве. В чём она состояла, подробно описано в моём очерке [1].

Взятые на себя обязанности заведующей кафедрой вычислительной математики съедали основную часть времени. Моя «стартовая» площадка складывалась из полутора штатных единиц на кафедре (кроме меня, сотрудником на полставки был Теодор Михайлович Тер-Микаэлян (в будущем соавтор монографии [2] – одного из первых учебников по ЭВМ и программированию) и полного отсутствия даже настольных вычислительных машин типа «Феликс» и «Мерседес». А предстояло читать курсы лекций по численным методам, курс по ЭВМ и программированию, сопровождая их практическими занятиями. Приходилось подыскивать совместителей, делать разработки к практическим занятиям, исходя из условий их проведения, и постоянно заботиться о выращивании кадров для кафедры. К этому добавлялись трудности адаптации к среде, существенно отличающейся от покинутой московской...

Алексей Андреевич поддерживал меня не только морально и не только советами. Он сразу же взял на воспитание в аспирантуру выпускника ЕрГУ Аветисяна Жозефа Овсеповича, а через год – на стажировку моего пятикурсника Тонояна Рафика Ншановича с тем, чтобы подготовить его к аспирантуре. И тот действительно стал аспирантом Алексея Андреевича.

Питомцы моей кафедры посылались на дополнительное учение в разные места. Родная кафедра МГУ (кафедра вычислительной математики) помогала при любом обращении к ней. В частности, были случаи, когда я вывозила своих студентов на практику в Вычислительный центр МГУ, возглавляемый профессором Иваном Семёновичем Березиным, который, к слову сказать, активно помогал в преодолении разных формальностей, сопутствующих этому мероприятию. Не стоит вспоминать, какие проблемы и сколько их возникало на пути создания полноценной кафедры. Главное в том, что кафедра бесперебойно поставляла своих выпускников во все учреждения республики, где была нужда в квалифицированных специалистах по прикладной математике и

программированию, и выпускники кафедры шли на расхват.

Кафедральные проблемы оставляли свободными выходные дни и время летних и зимних студенческих каникул. Вот тогда-то и можно было по настоящему углубиться в собственные научные исследования, начатые в Москве. Здесь уместно напомнить о следующем.

Завершением моих аспирантских лет была предзащита в качестве кандидатской диссертации конкретной задачи, входящей в план научно-исследовательских работ отдела оптики Физического института Академии наук, где я занимала должность младшего научного сотрудника. Задача состояла в расчёте колебательных спектров молекул простейших углеводов, и существенной компонентой её решения было составление программы. Предстояло доведение имеющегося чернового текста диссертации до окончательного, и я уехала в Ереван, предполагая там заняться этим. Но уже тогда мною был потерян интерес к программированию конкретных задач, и выполненная мной работа стала последней в моей деятельности программиста. К тому времени я увлеклась исследованием общих концепций программирования, как самостоятельной области науки. В результате черновые записи моей утверждённой диссертации не подверглись доработке, я переключилась полностью на вопросы, относящиеся к теории программирования. Эта работа завершилась защитой кандидатской диссертации [3], состоявшейся на механико-математическом факультете МГУ в 1960 году.

Уместно вспомнить, как протекала сама защита. Первым на этом заседании диссертационного совета защищал диссертацию Криницкий Николай Андреевич. К тому времени он был известен как крупный специалист в области решения на ЭВМ конкретных задач. Поэтому после его доклада и выступлений оппонентов возникла возглавляемая Кронродом дискуссия на тему: нужны ли теоретические исследования, выполненные Криницким Н.А., естественным было бы защищать работы по самому программированию. Обсуждение этого завершилось ярким выступлением профессора Александра Геннадиевича Куроша. Он высказал твёрдое убеждение в том, что программирование, будучи самостоятельной областью знания, безусловно нуждается в развитии теории. В результате диссертация Криницкого Н.А. была оценена положительно. Моя защита была следующей, и на мою долю уже не пришлось дебаты по затронутой теме. Теоретическое программирование получило право на жизнь. Моими оппонентами были профессор Леонид Витальевич Канторович, активно занимающийся тогда созданием так называемых прорабов, решающих в автоматическом режиме экономические задачи, и кандидат физ.-мат. наук Юрий Иванович Янов, одним из первых утвердившийся в теории программирования.

Шли годы, кафедра окрепла. Через десять лет после её учреждения стало возможным передать заведование кафедрой «остепенившемуся» к тому времени Р.Н. Тонояну и посвятить высвободившееся время расширению научной жизни кафедры. До этого она протекала в рамках работ над курсовыми и дипломными проектами студентов. Научные семинары были нерегулярными. Истинным праздником были приезды Алексея Андреевича. Он выступал с докладами по проблемам кибернетики, задачам, стоящим в математической биологии, и на них стекались слушатели со всего Еревана. За короткое время своего пребывания в Ереване Алексей Андреевич успевал побеседовать с великим множеством лиц, вникнуть в тематику студенческих работ кафедры и обсудить их с авторами. Но напрашивалась регуляризация научной жизни кафедры.

К концу шестидесятых годов у меня появились собственные аспиранты, и научные семинары, проходившие под моим руководством, стали набирать силу. Они проходили не менее двух раз в неделю. На них реферировались самые последние работы по теоретическому программированию и прилегающим к нему вопросам.

К этому времени в теории стали рассматриваться формализованные программы, близкие по тем или иным характеристикам к реальным программам. Формализованной программе приписывалась реализуемая ею функция, эквивалентными объявлялись программы, реализующие одинаковые функции, и в качестве основных проблем служили проблема эквивалентности программ и проблема построения систем эквивалентных преобразований (э.п.) программ, полных в рассматриваемом классе программ. Первая состояла в поиске алгоритма, который, получив на свой вход две программы, устанавливает, эквивалентны они или нет. Во второй проблеме полной в выбранном классе программ являлась система э.п. программ, обладающая свойством: для любых двух эквивалентных программ из этого класса можно построить цепочку э.п., принадлежащих данной системе, трансформирующую одну из них в другую. Отметим, что здесь обсуждались э.п., затрагивающие структуру программ, а сама проблема рассматривалась в классе программ с разрешимой проблемой эквивалентности.

Впервые формализация программы по существу была предложена Алексеем Андреевичем Ляпуновым ещё в конце пятидесятых годов [4], и это открыло теорию программирования как самостоятельное научное направление. Вскоре было установлено, что формализованными программами вычисляются в общем случае все частично рекурсивные функции, что означает неразрешимость проблемы их эквивалентности, следовательно, неразрешимость и проблемы э.п. программ. Это привело к двум направлениям исследований: либо выделять классы формализованных программ с разрешимой проблемой эквивалентности, либо довольствоваться построением неполных систем э.п., заменяя программы их схемами и разрабатывая на них э.п. программ.

Второе направление привело к развитию теории схем программ. Она была заложена самим Алексеем Андреевичем, а первые результаты в ней были получены его аспирантом Юрием Ивановичем Яновым [5]. Рассмотренные им схемы стали именоваться схемами Янова, хотя введены они Алексеем Андреевичем.

Шестидесятые годы отмечены бурным построением различных схем программ, что далеко не всегда сопровождалось предварительной формализацией понятия программы. Обзор предлагаемых схем программ сделан Андреем Петровичем Ершовым в его статье [6], опубликованной в начале семидесятых годов. Нами были выделены для изучения, кроме схем Янова, названные А.П. Ершовым стандартные схемы. Они првлекли внимание многих исследователей, что было обусловлено следующими их характеристиками. Исходная для них

формализация программы фактически совпадала с отделом операторов в реальной программе. Сама схема по структуре повторяла формализованную программу, то есть всякое преобразование схемы являлось и преобразованием программы, для которой построена схема. Из функциональной эквивалентности стандартных схем следовала функциональная эквивалентность моделируемых ими программ, значит, э.п. схем было одновременно и э.п. последних.

В конце шестидесятых годов был установлен неприятный факт: в множестве всех стандартных схем неразрешима их функциональная эквивалентность. Этот результат был получен Патерсоном в [7] и независимо от него Летичевским А.А. в [8]. И поскольку для стандартных схем фундаментальными по-прежнему являются проблема эквивалентности и проблема э.п., связанная с ней, на первый план вышла задача выявления классов стандартных схем с разрешимой проблемой эквивалентности.

Таким образом, определился круг задач, решаемых мною и моими аспирантами, а ход их решений обсуждался на нашем научном семинаре. Семинар был тесно связан с другими школами программирования. С докладами к нам приезжали профессор Александр Адольфович Летичевский из Киева, профессор Ян Мартынович Барздинь из Риги, профессор Борис Авраамович Трахтенброт и академик Андрей Петрович Ершов из Новосибирска, член-корр. АН СССР Святослав Сергеевич Лавров из Ленинграда. В этих случаях состав семинара существенно расширялся – приглашались сотрудники Вычислительного центра АН Армении и сотрудники ЕрНИИ ММ, где было много выпускников нашей кафедры, а позднее факультета прикладной математики, образованного в ЕрГУ на базе кафедры в 1971 году. Докладчиков привлекала общая атмосфера семинара и профессиональная подготовленность его участников.

Систематический характер носили научные связи со школой В.М.Глушкова – А.А.Летичевского и со школой А.П.Ершова. Обмен только что полученными результатами и вытекающими из них задачами не единожды проходил в ситуации, когда над одной и той же задачей трудились и ереванцы, и представители этих школ. Однако коллизий не возникало никогда.

Таким образом, отечественные результаты в теории программирования, как правило, были доступны задолго до их публикации. А благодаря Андрею Петровичу Ершову, имевшему личные контакты с зарубежными коллегами, их труды достигали нас тоже своевременно. Здесь большую роль играла моя дружба с Андреем Петровичем, завязавшаяся ещё в те времена, когда мы оба были аспирантами Алексея Андреевича. Поступлению свежих новостей с научного фронта помогали конференции и симпозиумы по программированию, проходящие в те годы регулярно. Я была непременным их участником и по возвращении давала обзор представленных на них докладов. А в 1979 году был создан Координационный комитет по вычислительной технике при Президиуме Академии Наук под председательством академика Гурия Ивановича Марчука. В рамках комитета была организована комиссия по системному математическому обеспечению, которую возглавил Андрей Петрович Ершов. Комиссия состояла из нескольких рабочих групп, и я была членом группы по автоматизации программирования, кроме того, активно участвовала в работе группы по языкам и системам программирования. Группы состояли из ведущих специалистов в области, определяемой названием группы, заседания групп проходили регулярно и, конечно же, позволяли «держать руку на пульсе» в своей области.

Научные достижения нашего семинара, именно как школы программирования, были изложены в моём докладе, сделанном на Всесоюзном симпозиуме «Перспективы развития в системном и теоретическом программировании» (Новосибирский академгородок, 1978 год) и опубликованном в [9]. Но уже до этого семинар приобрёл фактический статус школы. Это подтверждается тем, что другие школы по программированию стали присылать своих питомцев на апробацию их результатов. Семинар «пропустил» через себя много кандидатских диссертаций по теоретическому программированию. Среди них были работы: В.Э. Иткина, А.С. Буды, В.К. Сабельфельда, М.Б. Трахтенброта – учеников Андрея Петровича Ершова, А.Б. Годлевского, С.К. Шукуряна – учеников Александра Адольфовича Летичевского, Ю.А.Ющенко – ученика Георгия Евсеевича Цейтлина, Е. Трошиной – ученицы Вадима Евгеньевича Котова, В.А. Захарова – ученика Сергея Всеволодовича Яблонского. Авторы этих работ выступали с докладами на семинаре, а сколько ещё работ обсуждалось в отсутствие их авторов...

К восьмидесятому году ядро семинара, состоявшее из моих учеников Г.Н. Петросяна, В.Е. Хачатряна, С.А. Нигяна, полностью «остепенилось», и я стала подводить итоги собственным многочисленным публикациям. Результатом этого явилась защита мной в 1985 году докторской диссертации [10] на механико-математическом факультете МГУ. В диссертации была построена концептуальная теория алгебраических моделей программ, в рамках которой была сформулирована проблематика как метатеории, ведающей отбором целесообразных к изучению моделей, так и собственно теории, а также продвинуто решение многих проблем, в том числе основной – проблемы э.п. схем. Следует отметить, что после фундаментальной работы Ю.И.Янова, выполненной в 1958 году, в решении этой проблемы почти не было продвижений.

Семинар продолжал жить полнокровной жизнью вплоть до событий последнего десятилетия прошлого века. С 1990 года Армения оказалась в блокаде, и научные связи с Россией стали проблематичными. В 1991 году в Армении закрылись школы с обучением на русском языке, в 1992 году – русские отделения во всех учебных заведениях. И поэтому в январе 1993 года я вернулась в Москву. Покинули Армению и многие мои ученики, в их числе Г.Н. Петросян и В.Е. Хачатрян.

По возвращении в Москву я сразу же поступила на работу в Научно-исследовательский вычислительный центр (НИВЦ) МГУ в должности ведущего научного сотрудника. В 1994 году я была приглашена к сотрудничеству на кафедру математической кибернетики МГУ, которой заведовал Сергей Всеволодович Яблонский, и

по сей день являюсь профессором этой кафедры на полставки, сохраняя полную ставку в НИВЦе. Сразу же на кафедре был организован спецсеминар по вопросам теоретического программирования, которым я руковожу совместно с Владимиром Анатольевичем Захаровым, защитившим в 2012 году докторскую диссертацию [11] на совете факультета Вычислительной математики и кибернетики МГУ. Эта диссертация свидетельствует не только о продолжающемся развитии теории схем программ, но и об органичной её связи с классическими разделами математики.

Параллельно с 1994 года по настоящее время я являюсь руководителем научных проектов, поддержанных грантами Российского фонда фундаментальных исследований, что позволяет активизировать исследования в области теоретического программирования.

Сама я продолжаю развивать концептуальную теорию алгебраических моделей программ, развернув работы по аппроксимации одних моделей другими, по построению быстрых алгоритмов, распознающих эквивалентность схем программ, по массовому решению проблемы э.п. схем, по приложению методов теории схем программ в других математических моделях вычислений. И, конечно же, поддерживаю творческие связи со своими учениками по Армении. Так, под моим научным руководством В.Е. Хачатрян написана докторская диссертация [12], защита которой состоялась на факультете ВМиК МГУ, и при моём курировании продвинута к защите Нигяном С.А. докторской диссертации [13] на том же совете.

Теперь о судьбе ереванской научной школы.

Годы, когда в Армении не работала атомная станция, отмечены тяжелейшими бытовыми условиями. Университет (как и все помещения в городе, исключая больницы и некоторые ведомства) не отапливался, и поэтому нарушился обычный учебный порядок – занятия прекращались в декабре, когда замерзали туалеты, и возобновлялись в марте с их оттаиванием. Понятно, что о научных семинарах не могло быть и речи.

Жизнь в университете стала возрождаться с открытием атомной станции. В настоящее время уже образовался коллектив, ведущий исследования по функциональному и логическому программированию; его возглавляет мой ученик С.А. Нигян.

Я и мои питомцы уверены, что научные традиции, заложенные ереванской школой программирования, настолько устойчивы, что выдержат все испытания времени.

## Список литературы

1. Подловченко Р.И. Истоки российского программирования глазами очевидца // Программная инженерия (в печати).
2. Каган Б.М., Тер-Микаэлян Т.М. Решение инженерных задач на автоматических цифровых вычислительных машинах, М.; Л.; Госэнергоиздат, 1958.
3. Подловченко Р.И. Формальные преобразования схем программ и их применение в программировании, диссертация на степень кандидата физ.мат. наук, 1960.
4. Ляпунов А.А. О логических схемах программ // Проблемы кибернетики, вып.1, М., Физматгиз, 1958, с.46-74.
5. Янов Ю.И. О логических схемах алгоритмов // Проблемы кибернетики, вып.1, М., Физматгиз, 1958, с.75-127.
6. Ершов А.П. Современное состояние теории схем программ // Проблемы кибернетики, вып.27, М., Наука, 1973, с.87-110.
7. Paterson M.S. Program Schemata // Machine Intelligence, Edinburg, Univ. Press, 1968, V.3, p.19-31.
8. Летичевский А.А. Функциональная эквивалентность автоматов с заключительным состоянием // Доклады АН СССР, 1969, т.185, № 1.
9. Подловченко Р.И. О задачах, рассмотренных участниками Ереванского семинара по теоретическому программированию // Перспективы развития в системном и теоретическом программировании, труды Всесоюзного симп., изд. ВЦ СОАН СССР, Новосибирск, 1978.
10. Подловченко Р.И. Моделирование программ схемами и построение полных систем преобразований схем // Диссертация на соискание степени доктора физ.-мат. наук, 1985.
11. Захаров В.А. Проблема эквивалентности программ: модели, алгоритмы, сложность // Диссертация на соискание степени доктора физ.-мат. наук, 2012.
12. Хачатрян В.Е. Структурный анализ многоленточных автоматов // Диссертация на соискание степени доктора физ.-мат. наук, 2008.
13. Нигян С.А. Функциональные и логические языки программирования (формализация, анализ, интерпретация) // Диссертация на соискание степени доктора физ.-мат. наук, 1997.



## К 20-летию Рунета (взгляд из ЦЭМИ)

Юрий Евгеньевич Поляк

Центральный экономико-математический институт  
Москва, Россия  
polak@cemi.rssi.ru

## 20th Anniversary of Russian Internet (View from CEMI)

Yuri Polak

Central Economics and Mathematics Institute  
Moscow, Russia  
polak@cemi.rssi.ru

**Ключевые слова:** Рунет, история, домен, сетевые информационные ресурсы, каталоги

7 апреля текущего года профессиональное сообщество отметило 20-летие появления домена .RU, с которым и связано слово «Рунет» («Ру» – русский, «Нет» – Net, сеть). Правда, тогда этого слова в обиходе не было, оно появилось тремя годами позже в июне 1997 г., а уже в 2001 г. попало в орфографический словарь, изданный Российской академией наук.

В то время об интернете знал лишь узкий круг специалистов. Не стали достоянием широкой публики такие важнейшие события его истории как соединение четырех удаленных компьютеров (1969), первое электронное письмо (Рэй Томлинсон, 1971), система доменных имен DNS (1983), первые сервер и браузер (Тим Бернерс-Ли, 1990), его же язык HTML и протокол HTTP. И только когда в 1993 г. Марк Андрессен представил браузер Mosaic, начался взрывной рост числа сайтов, пользователей, объемов сетевой информации.

История компьютерных коммуникаций в нашей стране тоже насчитывает несколько десятилетий, даже если не упоминать разработки специального назначения. В 1978 г. был запущен канал передачи данных между Москвой и Лаксенбургом (Австрия), где действует Международный институт прикладного системного анализа ПАСА. В середине 1980-х годов Всесоюзный НИИ прикладных автоматизированных систем (ВНИИПАС) создал централизованную систему автоматизированного обмена информацией, которая объединила ресурсы в учреждениях АН СССР. К этой работе подключился и Центральный экономико-математический институт. Автор имеет к этой разработке самое прямое отношение: тогда он проводил первые опыты реализации телекоммуникационной связи между ЦЭМИ и ПАСА, сеансы работы с автоматизированным банком данных Data-Star (Швейцария). Привыкнув ежедневно читать электронную почту, без труда соединяясь с десятками российских и зарубежных сайтов, пользователи, особенно начинающие, склонны думать, что так было всегда. Между тем 25–30 лет назад выполнение любой рутинной ныне операции требовало значительных усилий. Некоммутируемая двухпроводная линия соединяла ЦЭМИ с ВНИИПАС. Персональный компьютер автора в ЦЭМИ через центр коммутации пакетов был подключен к системе Интерком. Поток информации регламентировался протоколом X.25 (международный стандарт для интерфейса между аппаратурой передачи данных и окончным оборудованием). Таким образом, пользователь получал оперативный доступ к национальным и зарубежным банкам данных, а также вычислительным ресурсам; мог осуществлять обмен информацией с иностранными партнерами по международным проектам, проводить телеконференции, обмениваться электронной корреспонденцией. Для связи использовалась программа Procomm, а также телекоммуникационные компоненты пакета Framework. Позднее, в 1989–90 гг. автор участвовал в организации онлайн-диалога, находясь то в Москве, то в Вене. Этот опыт описан в [1,2].

Развитие технических средств, рост числа пользователей и усложнение задач потребовали новых решений. К концу 80-х многие научные институты Европы подключились к Европейской академической исследовательской сети EARN (European Academic & Research Network), части известной сети BITNet (Because It's Time Network). И 25–26 сентября 1990 года в Москве прошло первое совещание по организации советской части EARN; автор был среди его участников. Началась работа, и с 1992 года Россия стала полноправной участницей EARN/BITNet. Это означает, что появились два первых узла сети (меньше нельзя). Ими стали Институт органической химии им. Зелинского (SUEARN) и Центральный экономико-математический институт (SUCEMI). Вскоре появились еще 12 узлов в институтах Москвы и Ярославля, и это можно считать последним крупным достижением «доинтернетовской эпохи». Эти работы отражены в [3–5].

Сеть SUEARN существовала еще почти 10 лет. Во всяком случае, в своих публикациях конца 90-х [6, 7] я указывал свой электронный адрес для связи: c21201@sucemi.bitnet (01- «порядковый номер» заведующего лабораторией сетевых информационных ресурсов ЦЭМИ, носившей номер 2.12). Кстати, по моим адресам можно проследить историю русского интернета: в первой половине 90-х у меня появился адрес polak@cemi.msk.su, и вот уже много лет я с удовольствием откликаюсь на polak@cemi.rssi.ru.

В предыдущем абзаце фигурирует доменная зона .SU. Домен .SU был зарегистрирован в международном регистраторе доменов IANA (International Assigned Numbers Authority) 19 сентября 1990 г. Советскому Союзу оставалось чуть больше года. Тем не менее, сетевые технологии успели оставить след в истории исчезающей страны. Норвежский ученый Одд де Пресно в предисловии к своей книге «The Online World resources handbook»<sup>1</sup>, выдержавшей больше двух десятков печатных и электронных изданий, отмечает роль электронной почты и сетевых досок объявлений (BBS) в информировании всего мира об августовских событиях 1991 года в Москве, когда большинство традиционных СМИ свои функции выполнять не могли.

Вернемся в лабораторию сетевых информационных ресурсов ЦЭМИ РАН, середину 90-х. Стоит напомнить, массовая «интернетизация» страны еще не наступила. Даже прочесть об интернете было почти нечего, первые книги только начали появляться [8,9]. Весь русский интернет был вполне обозрим: действовало несколько сотен значимых сайтов – как правило, пионерами здесь были крупнейшие вузы и научные центры. Некоторые из них имели доступ к глобальным сетям еще с 80-х годов за счет двусторонних научных связей с западными партнерами. В этой связи можно вспомнить Институт атомной энергии им. Курчатова, Объединенный институт ядерных исследований (Дубна), Институт космических исследований. Услышав красивое слово Деши, физики-ядерщики тогда вспоминали не гриновских персонажей, а Национальный немецкий научный центр по физике высоких энергий DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron, Гамбург), связанный с НИИ ядерной физики МГУ спутниковым каналом. Начали обзаводиться интернет-представительствами университеты, средства массовой информации, органы власти. Возникла необходимость в удобных инструментах для навигации. Казалось бы, эту задачу решают поисковые системы. Но Rambler Д.Крюкова появился только 26 сентября 1996 г. (рейтинг Rambler's Top100 – 3 марта 1997 г.), а Yandex А.Воложа и И.Сегаловича – 23 сентября 1997 г.). Нынешнего лидера мирового поиска Google предстояло ждать до 1999 года. Существовали, правда, Lycos, HotBot, AltaVista с возможностью обработки кириллических запросов, но довольно примитивной. Зато в апреле 1994 года заработал широко известный ныне каталог интернет-ресурсов Yahoo! (Yet Another Hierarchical Official Oracle). Базу данных создали стэнфордские аспиранты Дэвид Фило и Джерри Янг – как они объясняли, для себя, потому что существовавшие тогда каталоги их не удовлетворяли. По аналогичной причине, ничего не зная о Фило и Янге, наш коллектив в 1995 г. приступил к каталогизации отечественных ресурсов интернета. Весной 1996 г. собранная информация переехала в базу данных, разработанную А.Н.Дыбенко, а еще через полгода стала доступной в онлайн-режиме. Российское агентство по правовой охране программ для ЭВМ, баз данных и топологий интегральных микросхем 30 декабря 1997 г. зарегистрировало программу под № 970718. НТЦ «Интеррегистр» включил базу в Государственный регистр баз данных (номер госрегистрации 0229905944, регистрационное свидетельство №5613 от 16 февраля 2000 г.).

Помимо онлайн-каталога, информация из базы использовалась и в других целях. Одна из них – подготовка печатных изданий. Первой в этом ряду стала книга [10] – первый печатный справочник такого рода на русском языке. За ней последовали [11,12] – самые полные каталоги для своего времени, достаточно адекватно представлявшие картину Рунета. С 1999 г. был начат выпуск мини-справочников «Навигатор российского интернета» (редактор Поляк Ю.Е., свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ №77-15996). Сейчас идея издания справочника интернет-ресурсов кажется наивной, но для того времени это было вполне актуальным, и десятки тысяч читателей могли бы это подтвердить.

Работа над нашей базой описана в [13–17], она была представлена на конференции «Online Information» [18]. Количество записей превысило 60 тысяч, онлайн-каталог под разными названиями («Русский интернет», «Ау!», «@Rus», «Апорт») до конца тысячелетия оставался лучшим в рунете с ежедневной 20-тысячной аудиторией и получил неофициальное название «русского Yahoo». К тому времени стало окончательно ясно, что поисковые машины нового поколения с их миллионами индексированных документов и постоянной актуализацией баз данных выиграли заочное соревнование в скорости и объемах с живыми редакторами [19,20]. Поддержка каталога потеряла смысл. К этому времени студенты успели окончить МГУ, а старшее поколение ушло на пенсию, и лаборатория сетевых информационных ресурсов прекратила существование.

А интернет продолжал расти и развиваться. И к двум существовавшим доменам .RU и .SU в соответствии с мировыми тенденциями добавился еще один, на национальном языке: .RF. Как известно, до недавнего времени интернет-адреса группировались в географических доменах верхнего уровня (ccTLD, Country Code Top Level Domain Names), которые записываются двумя латинскими буквами. Это всем известные ru, uk, de, cz, ua, sp и еще около 250 обозначений стран. Кроме того, с 1984 года действуют доменные зоны общего назначения (gTLD, Generic TLD) – com, org, edu, info, museum и т.д., на сегодня их 22. Долгое время этого было достаточно. Однако интернационализация глобального информационного пространства потребовала появления нелатинских интернет-адресов, написанных арабской вязью, иероглифами, кириллицей и т.д. Особенно актуально это для азиатского и тихоокеанского регионов, где проживает около двух третей населения планеты. И вот на 32-й международной конференции ICANN в Париже было одобрено введение по ускоренной процедуре («fast-

<sup>1</sup> <http://home.eunet.no/~presno/bok>

track») доменов верхнего уровня на нелатинских алфавитах, в том числе российского национального кириллического домена. К тому времени Россия устойчиво демонстрировала заинтересованность в развитии многоязычных доменных имен (Internationalized Domain Names, IDN), в том числе в появлении доменов верхнего уровня (IDN TLD). В ноябре 2008 г. России выделен домен верхнего уровня .РФ, годом позже в Сеуле состоялась его презентация, после чего для обладателей исключительных прав на товарные знаки началась приоритетная регистрация имен доменов в зоне .РФ. В ночь с 12 на 13 мая 2010 г. заработали домены *президент.рф* и *правительство.рф*, ставшие пионерами среди кириллических имен. А на май 2014 г. число доменных имен в зоне .РФ достигло 822 тысяч (в зоне SU их более 120 тысяч, а в .RU – почти 5 миллионов)<sup>2</sup>.

Попробуем разобраться в причинах популярности нового домена. Одна из них очевидна: всякий раз при возникновении новой доменной зоны (так было при переходе к .ru, а позднее – к .biz, .info и др.) появляется множество «вкусных» названий, которые прежде были заняты – наименования товаров, видов деятельности, собственные имена, географические понятия и т.д. Но в дополнение к этому преимуществу использование родного языка дает возможность точно и однозначно обозначать названия, в которых допустимы различные варианты транслитерации (так, русский символ «Я» можно отобразить на латинице как «YA», «IA» или как «JA»; буквы Й, Ю, Ё, Ц, Ч, Ж, Ш, Щ также имеют варианты написания, а Ы, Ь, Ъ вообще никак не записываются). Появление русскоязычных доменных имен значительно облегчит жизнь тем пользователям интернета, которые слабо владеют английским языком – например, домохозяйке не придется набирать английское *cooking*, чтобы найти рецепт; достаточно будет ввести в адресную строку слово «кулинария». Отвечая на вопросы регистратора Reg.ru, большинство респондентов указали на преимущества домена .рф как инструмента для продвижения бизнеса в Сети: 27% отметили запоминаемость адреса, 10% – эффективность в рекламных и маркетинговых кампаниях, а 16% – что имя домена полностью соответствует названию бренда. Другие называли такие достоинства как разнообразие и большой выбор доменных имен, их красоту и благозвучность, удобство и простоту набора адреса сайта, либо просто отвечали, что использовать русский язык приятнее.

Несмотря на некоторые проблемы (о них см. [21]), развитие нового домена идет успешно. А вскоре к нему добавятся новые, в том числе кириллические. В 2010 г. ICANN приняла решение об упрощении регистрации новых доменных имен. Новая стратегия предполагает значительное расширение количества доменов верхнего уровня за счет использования слов и названий брендов на различных языках. Теперь подать заявку на новый gTLD может кто угодно – частное лицо, коммерческая организация, группа пользователей. И вот 7 апреля стартовал период приоритетной регистрации в домене .ДЕТИ, а на подходе домены .МОСКВА для русскоязычных пользователей и .MOSCOW для иностранцев, а также два национальных: .РУС – для русскоговорящих и .ТАТАР – для татар по всему миру. Нас ожидает интересное время. Напомним, в предыдущие три десятилетия мы обходились менее чем 300 зонами, а теперь их количество вырастет в разы. Это создаст новые интересные возможности и владельцам доменов, и рядовым пользователям. И, конечно, Интернет станет еще богаче информацией и удобнее для работы.

## Список литературы

1. Современные технические и программные средства для обеспечения экономико-математических расчетов. Препринт ЦЭМИ АН СССР. М., 1989
2. Ильменский М.Д., Поляк Ю.Е., Черемных С.В. Опыт эксплуатации международной телекоммуникационной связи с помощью персональных ЭВМ // Проблемы построения и практического применения систем телеинформатики. М., ВНИИПАС, 1990
3. Ильменский М.Д., Поляк Ю.Е. Современное состояние индустрии телеинформатики и сеть EARN // Опыт создания сетей ЭВМ на базе разнотипных ЭВМ. М., ЦЭМИ, 1992
4. Гурин Н.Н., Ляпичева Н.Г., Поляк Ю.Е. Опыт создания и эксплуатации узла международной академической сети // Будущее электронных коммуникаций. Доклады конференции. М., МЦНТИ, 1992
5. Ильменский М.Д., Поляк Ю.Е. Российский узел сети EARN/BitNet – проблемы и перспективы // 2-я международная конференция по научной, технической и деловой онлайн-информации. Доклады. М., МЦНТИ, 1992
6. Поляк Ю.Е. Еженедельные издания в сети // PC Week/RE №38, 1996
7. Поляк Ю.Е. Художественная литература в интернете // PC Week/RE №14, 1997
8. Горностаев Ю.М. Международная компьютерная сеть Internet // «Технологии электронных коммуникаций», т.43. М.: Эко-Трендз, 1993
9. Мировая сеть Internet: применение в науке и бизнесе // «Технологии электронных коммуникаций», т. 59 / [под ред. Ю.М.Горностаева и Ю.Е.Поляка]. М.: Эко-Трендз, 1994
10. Вовченко Т.О., Кузьмин С.К., Поляк Ю.Е. Информационные ресурсы Internet. Краткий справочник // «Технологии электронных коммуникаций», т.68. М., Эко-Трендз, 1996
11. Поляк Ю.Е., Сигалов А.В. Желтые страницы Internet'98. Русские ресурсы. СПб: «Питер», 1998 – 75 п.л.
12. Russian Internet Directory (Editors: Yuri Polak, Yuri Gornostaev). ICSTI, Moscow, 1998
13. Куликов В.В. Как мы делали «AY!» // Компьютерра №28 (257), 1998
14. Поляк Ю.Е. «AY!» – первый миллион посещений // Компьютер в школе №4, 1998

<sup>2</sup> <http://www.tcinet.ru/statistics>

15. Поляк Ю.Е. Авторы книг – студенты // Труды международной конференции «Информационные технологии в образовании» – М., 1998
16. Поляк Ю.Е. Студенты и «АУ!» // Тезисы докладов конференции «Интернет. Общество. Личность» – СПб, 1999
17. Поляк Ю.Е. Навигационные инструменты в глобальных сетях (краткая история) // Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР. Материалы второй международной конференции SoRuCom-2011. Великий Новгород, 2011
18. Polak Yuri. Internet in Russia, Russia in Internet // Online Information'98. 22nd International Online Information Meeting Proceedings. London, 1998
19. Polak Yuri. Information search in Russian Internet on the eve of 2000 // Internet: Technologies and Services. The 1st IEEE International Conference and Exhibition, 1999
20. Поляк Ю.Е. Эволюция поисковых инструментов Рунета // Всероссийская научная конференция «Научный сервис в сети Интернет», Новороссийск, 2000
21. Поляк Ю.Е. Домен .RF – итоги первого года // Информационные ресурсы России № 3, 2012

# Виртуальный компьютерный музей

Эдуард Пройдаков

АНО «Модернизация»  
Москва, Россия  
e.proydakov@yandex.ru

Предыстория создания в начале 1998 г. Виртуального компьютерного музея (ВКМ) была такая: в это время я уже три года работал главным редактором компьютерного еженедельника PCWeek/RE. Для прессы 1997–1998 годы, вплоть до начала кризиса в августе 1998 г., были весьма успешными, а Интернет очень быстрыми темпами завоёвывал читательскую аудиторию. В то же время стали очевидны негативные стороны проводимой перестройки – массовое сворачивание собственных разработок в области вычислительной техники (ВТ), прекращение работ по элементной базе, уничтожение архивов предприятий и ведомств и т. п. Поэтому, когда возник вопрос, как сохранить память об отечественных разработках и выдающихся учёных и инженерах, внёсших ольшой вклад в развитие ВТ, других вариантов, кроме размещения музея в Интернете, не было.

В конце сентября 1997 г. я написал в PCWeek/RE редакционную колонку «Давайте сделаем музей» ([www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=43652](http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=43652)), в которой были такие строки: «Время, к сожалению, немолимо. Уходят из жизни люди, судьбы которых связаны с историей отечественных разработок. Что знают о них наши дети и внуки? Есть ли с кого им брать пример или их кумиром должен стать Билл Гейтс? Размышляя над этим, я пришёл к выводу, что нам совершенно необходимо собрать, насколько это возможно, следы уходящих компьютерных поколений и организовать музей вычислительной техники. ...»

Обращаясь к коллегам, я прошу создание виртуального музея рассматривать не как очередную акцию PC Week/RE, а как нашу общую культурную миссию, долг перед читателями и будущим поколением. История – тема вечная, и работы хватит всем. Это один из тех случаев, когда надо объединяться.

К сожалению, явного отклика на этот призыв не последовало, и инициатива как обычно оказалась наказуема исполнением.

Реальная работа по созданию ВКМ ([www.computer-museum.ru](http://www.computer-museum.ru)) началась зимой 1998 г. Первый шаг состоял в создании Совета музея. В него удалось привлечь ведущих разработчиков советских ЭВМ: В.В. Пржиялковского (председатель Совета), очень много сделавшего на организационном этапе, Е.Н. Филинова, выдающихся конструкторов Я.А. Хетагурова, Н.П. Брусенцова, Ю.Н. Рогачёва, В.И. Штейнберга, ветеранов отечественной ВТ Т.М. Александриди, А.Д. Смирнова, Б.Н. Малашевича, А.Н. Томилина, позже в Совет музея вошли Г.А. Егоров, В.В. Шилов, В.А. Китов, И.И. Ладыгин, Н.А. Черемных, П.П. Чачин и другие. Силами Совета музея была определена рубрикация разделов сайта, подготовлены основные материалы по семействам вычислительных машин, написаны биографии в раздел «Галерея славы».

По мере накопления материалов рубрикация сайта постоянно расширялась.

В Интернете можно найти множество компьютерных музеев. Чем же отличается от них ВКМ?

1. Только в ВКМ есть разделы, содержащие информацию о бортовых и мобильных вычислительных машинах в основном военного назначения.
2. ВКМ в настоящее время наиболее полное собрание материалов по отечественной компьютерной истории.
3. В сотрудничестве с Политехническим музеем, университетами и другими партнёрами ВКМ проводит международную конференцию по истории ВТ в России и странах бывшего СССР. Первая конференция прошла в 2006 г. в Петрозаводске, а вторая – в 2011 г. в Великом Новгороде. Доклады первой из них были переведены на английский язык и опубликованы издательством Шпрингер (Perspectives on Soviet and Russian computing : First IFIP WG 9.7 Conference, SoRuCom 2006, Petrozavodsk, Russia, July 3–7, 2006 / edited by John Impagliazzo, Eduard Proydakov. Berlin; London : Springer, 2011.).
4. Учитывая конвергенцию систем связи и компьютерных технологий, в рамках ВКМ развивается также проект по отечественной истории связи.

Есть и множество других отличий, например, много внимания уделено истории аналоговых вычислительных машин, истории НИИ и предприятий, занимавшихся ВТ, разработана хронологическая таблица событий, связанных с ВТ и т. д.

Мы стараемся выкладывать на сайте в среднем 15 материалов в месяц. Это довольно напряженный график, поскольку вся работа участниками проекта ведётся на добровольных началах. И хотя пока далеко не по всем значимым людям, машинам и системам удалось собрать информацию, накопленный массив уже требует его систематического обобщения и осмысления. В этом Совет музея видит новое направление развития проекта.

Виртуальный компьютерный музей – некоммерческий культурологический проект, уже ставший достоянием российского Интернета. Он никогда не может быть завершён и требует от нас ещё очень большой работы и поэтому мы будем благодарны всем организациям и отдельным специалистам за информационную и спонсорскую помощь нашему музею.

# Первые шаги советской информатики

Сергей Петрович Прохоров

Институт истории естествознания и техники РАН  
sergei.prokhorov@gmail.com

## The First Steps of Soviet Computer Science

Sergei Prokhorov

Вторая мировая война убедительно показала, что в будущем возможном противостоянии победят развитые технологии. Новые технологии требовали проведения большого количества расчетов с высокой степенью точности. В СССР еще в 1934 году в Математическом институте АН СССР был создан отдел приближенных вычислений, разрабатывающий новые методы численных расчетов для прикладных задач. В составе отдела была предусмотрена отдельная структурная единица – вычислительная группа, численность которой постоянно росла, а с появлением трофейных счетных машин при отделе была организована и машинно-счетная станция. В мае 1948 года МИАН был включен в программу «Плутоний», выполняемой в рамках «Атомного проекта». В Москве работы отдела возглавил член-корр АН СССР Л.А. Люстерник, а в ленинградском филиале института – будущий нобелевский лауреат Л.В. Канторович. Расчеты велись вручную на «Мерседесах» и «Рейнметаллах», поставленных по репарации из Германии. Количество задач, требующих точных расчетов, непрерывно росло, и одновременно росла вероятность ошибок, поэтому все расчеты дублировались и выполнялись в разных организациях.

В 1948 году стало очевидно, что уровень развития вычислительной техники прямо влияет на национальную безопасность страны. К этому моменту было уже известно, что в США ведутся работы по созданию вычислительных машин MARK I, ENIAC. Для поддержки работ по созданию новых технологий Совет Министров СССР принял в 1948 году постановление за №2369 об организации нового института в составе Академии наук СССР – Института точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ). Однако Сталин, не терпевший конкуренции в партийной среде, понимал важность конкуренции для ускорения научно-технического прогресса, поэтому всегда создавал дублирующий центр, конкурирующий с основным. В результате Совет Министров выпустил еще одно постановление №4663-1829 о создании новой структуры в Министерстве машиностроения и приборостроения, названной Специальным конструкторским бюро № 245 (СКБ-245) при московском заводе Счетно-аналитических машин. Оба центра получили приличное штатное расписание и значительное финансирование работ.

В литературе, посвященной отечественным электронным вычислительным машинам, первые шаги истории создания отечественных ЭВМ излагаются в романтически-героическом стиле. Так один из пионеров отечественной вычислительной техники услышал о зарубежных разработках, слушая тайком от всех передачи BBC. Другому радиолобитель показал журнал с информацией о цифровых вычислительных устройствах. Эта скудная информация произвела на них столь сильное впечатление, что они полностью переключились на идею создания ЭВМ и на основании этой скудной информации разработали конструкцию электронной вычислительной машины, а затем воплотили её в жизнь. На самом деле всё обстояло совсем не так. Идея программно-управляемой автоматической цифровой вычислительной машины пришла в СССР из Соединенных Штатов. Но не только идея. Ещё в 1947 году в журнале «Успехи математических наук» появилась небольшая заметка М.Л. Быховского «Новые американские счетно-аналитические машины», где содержалось краткое описание MARK I и ENIAC. Годом позже в том же журнале появились ещё две статьи. Первая – перевод с английского статьи Айкена и Хоппера «Автоматически управляемая вычислительная машина». А в следующем номере – перевод статьи Хартрея «“Эниак” – электронная счетная машина». В них содержалась уже более подробное описание MARK I и ENIAC. Наконец, в 1949 году в журнале «Успехи математических наук» вышла большая статья М.Л. Быховского «Основы электронных математических машин дискретного счета». Этот обзор содержал, главным образом, описание инженерных принципов реализации отдельных узлов ЭВМ. Все детали были, конечно, не известны, но в принципе «что делается на Западе» нашим конструкторам должно было быть известно. Четыре статьи за неполные три года в одном из ведущих математических журналов Академии наук! Так что информации для размышления было предостаточно.

Но почему статьи появились в математическом журнале? Да к тому же в академическом. Почему не в журнале «Радиолобитель», например. раз уж согласно легенде первая информация об ЭВМ попала в СССР через зарубежные радиолобительские журналы.

Ответ простой. Эта машина нужна была в первую очередь математикам, чтобы освободить их от выполнения рутинных вычислений, чтобы заняться более творческой работой. Эта машина нужна была, чтобы ускорить

вычисления. Эта задача появилась в академическом журнале, потому что вычислительные отделы и основные машинно-счетные станции были при институтах Академии наук.

Идея о возможности создания высокопроизводительной электронной вычислительной машины несомненно витала тогда в воздухе и активно обсуждалась специалистами, среди которых был член-корр. АН Исаак Семенович Брук, до войны занимавшийся проблемой создания вычислительных машин, в частности, сконструировал механический интегратор, который мог решать дифференциальные уравнения до шестого порядка. Несомненно, он обсуждал возможность создания ЭВМ с академиком А.И. Бергом, директором Всесоюзного научно-исследовательского института радиолокации. Берг рекомендовал Бруку своего сотрудника, который также интересовался перспективами создания ЭВМ. Так у Брука появился молодой инженер Б.И. Рамеев, с которым они в августе 1948 года подготовили проект «Автоматическая цифровая вычислительная машина», где была описаны основные принципы работы вычислительной машины. В октябре 1948 года Брук и Рамеев представили «Проектные соображения по организации лаборатории при Институте точной механики и вычислительной техники для разработки и строительства автоматической цифровой вычислительной машины». Брук ожидал, что именно он возглавит в ИТМ и ВТ новую лабораторию, но у директора нового института – академика Н.Г. Бруевича был свой человек на эту должность – М.Л. Быховский, опубликовавший в 1947–1948 году в журнале «Успехи математических наук» переводы статей из американских журналов о работах, ведущихся в этом направлении в США. Он работал в Институте машиноведения, в отделе точной механики, которым руководил Бруевич.

Брук решил продолжить работы по созданию ЭВМ в своем Энергетическом институте АН, где он работал директором лаборатории электротехники. В конце 1948 года он вместе с Рамеевым представил в Государственный комитет Совета министров СССР по внедрению передовой техники в народное хозяйство заявку на изобретение «Автоматическая цифровая вычислительная машина». Авторское свидетельство №10475 стало первым документом, свидетельствующим о начале работ над отечественными ЭВМ, а день его выдачи – 4 декабря теперь принято отмечать как День российской информатики.

В том же 1948 году академик М.А. Лаврентьев, вице-президент Академии наук УССР, увлек идеей создания электронной вычислительной машины директора Института электротехники Сергея Алексеевича Лебедева, специализировавшегося в области техники высоких напряжений и большое внимание уделявшего математическому моделированию линий электропередач. В институте была организована новая лаборатория, которая приступила к изучению проблемы создания ЭВМ.

Год 1949 каждая команда встречала по-разному. Для Брука он начался крайне неприятно – призвали в армию Рамеева, а все другие сотрудники лаборатории были заняты плановыми работами. Рамеев отлично разбирался в радиолокации, а таких специалистов в армии тогда было мало, что на фоне «холодной войны» было чревато для страны неприятностями.

Не менее драматично развивались события и в ИТМиВТ, который должен был стать лидером гонки. В постановлении Совета министров, кроме перечисления важнейших направлений деятельности института, предписывалось Министерству машиностроения и приборостроения выделить средства для строительства здания нового института. Отдельным пунктом постановления было поручение Министерству высшего образования разработать и представить согласованные с Академией наук (с ИТМ и ВТ) предложения по подготовке специалистов для новой техники. Однако, направление создания электронных вычислительных машин было признано руководством института бесперспективным из-за ненадежности электронных ламп, выпускаемых тогда отечественной промышленностью. Большие сомнения вызывала надежность комплекса из нескольких тысяч электронных ламп (средний срок службы ламп 500 часов и не гарантировалась индивидуальная надежность каждой) – любой сбой в тысячламповой ЭВМ приведет к неправильному результату. Таким образом, многие специалисты, в частности, Бруевич, склонялись к мнению, что время для создания ЭВМ еще не пришло и следует подождать, когда промышленность выпустит более надежные электронные лампы с большим сроком службы. Однако не все в стране так считали. В середине года была создана комиссия Президиума АН СССР по проверке деятельности ИТМ и ВТ, которая обратила внимание на то, что ИТМ и ВТ не ведет и даже не планирует в ближайшее время вести работы в области проектирования и создания электронных цифровых вычислительных машин. Замечания комиссии были приняты к исполнению. Бруевич проводит через Бюро Отделения технических наук АН СССР решение об организации в институте отдела быстродействующих вычислительных машин и активизирует контакты с Министерством машиностроения и приборостроения. Был подготовлен даже проект постановления правительства о совместной разработке цифровой электронной вычислительной машины, однако а конце концов каждая из сторон решила делать машину самостоятельно.

Для СКБ-245 год 1949 прошел спокойно – были выделено финансирование на проведение работ, получены новые ставки, а руководство СКБ ориентировалось прежде всего на разработку новых видов аналитических и механических счетных машин.

Для Института электротехники Академии наук Украины 1949 был годом напряженной работы. Хотя в институте не было квалифицированных кадров, имеющих представление, как должна работать ЭВМ, но был С.А. Лебедев – гениальный ученый и конструктор. Он был убежден в реальности решения задачи, организовал семинар, вел работы по макетированию отдельных элементов машины. Но, так как не все инженерные решения были очевидны, было решено для начала реализовать макет электронной вычислительной машины. На этом макете должны были быть отлажены основные инженерные решения и разработан проект будущей электронной вычислительной машины. К концу года был разработана блок-схема макета, разработана общая компоновка макета, изготовлен каркас.

Год 1950 год для всех участников был очень богат на события. Бруку удалось извлечь Рамеева из армии, однако Министерство машиностроения и приборостроения сделало ему предложение, от которого было трудно отказаться – должность заведующего лабораторией СКБ-245, жилплощадь в Москве и заверения, что разработанный им проект ЭВМ будет быстро и без проблем реализован силами предприятий самого министерства. Рамеев начал разработку эскизного проекта ЭВМ «Стрела», который утвердил Технический совет СКБ-245. Руководителем работ был назначен Юрий Яковлевич Базилевский, имеющий большой производственный опыт, чего явно не хватало Рамееву, но что было абсолютно необходимо для успешной конкуренции с другими коллективами.

Кадровые изменения произошли и в ИТМ и ВТ – исполняющий обязанности директора института академик Бруевич не был утвержден в должности. Похоже, Бруевич полагал, что принятые им меры по организации отдела быстродействующих вычислительных машин, создание отдельной группы для проведения предварительных работ по быстродействующим цифровым математическим машинам достаточны для ответа на замечания, сделанные комиссией. Возможно так оно и было бы, если бы дело решалось на уровне АН, однако в середине марта директором был назначен М.А. Лаврентьев, причем решение было принято в отделе науки ЦК КПСС. М.А. Лаврентьев согласился занять должность директора при условии перевода С.А. Лебедева из Киева в Москву и его назначения ответственным за создание ЭВМ. Лаврентьев в основном занимался решением кадровых вопросов и через два года, ещё до завершения работ по созданию БЭСМ (большая (быстродействующая) электронная счетная машина), он ушёл из ИТМ и ВТ и вся ответственность за разработку новой вычислительной техники легла на Лебедева, который был назначен директором института.

В Киеве в ИЭ, где С.А. Лебедев продолжал быть директором, полным ходом шла работа по созданию действующего макета ЭВМ. В первой половине года шла работа по разработке и отладке отдельных блоков макета, летом начался их монтаж на каркасе и установление межблочных соединений. В это же время в институте была создана группа, которая проводила тестирование отдельных блоков, проверяла инженерные решения, которые можно было использовать при создании БЭСМ. В ноябре состоялся первый пробный запуск макета, были реализованы операции сложения и вычитания, а в декабре – умножения и сравнения.

И.С. Брук, оставшись без ключевого сотрудника, оказался уже не в затруднительном, а в катастрофическом положении – практически его проект не имел будущего. Не имея возможности привлечь к работе других сотрудников института, он принимает решение построить машину руками студентов и обращается в Московский энергетический институт с просьбой прислать ему на работу студентов и выпускников радиотехнического факультета. В марте 1950 года отдел кадров МЭИ направил к нему в лабораторию «сына врага народа» Николая Яковлевича Матюхина, получившего диплом с отличием и участвовавшего в научных исследованиях еще на студенческой скамье, но не прошедшего кадровую комиссию при поступлении в аспирантуру. Идея ЭВМ захватила его и, быстро разобравшись в структуре и архитектуре ЭВМ, Матюхин занялся детальной разработкой арифметико-логического устройства, а также узлом управления памятью на магнитном барабане. Через полтора месяца после приема Матюхина Брук, уверовав в талант нового сотрудника, оформляет постановление Президиума АН СССР о разработке цифровой электронной вычислительной машины, получившей впоследствии название М-1. В сентябре МЭИ направил к Бруку на дипломное проектирование студентку Тамару Миновну Александриды, которая занялась созданием памяти на электронно-лучевых трубках. Осенью в лаборатории появился еще один студент – Михаил Александрович Карцев, которого Брук привлек к разработке устройства управления ЭВМ М-1. Кроме этого к работе над проектом были привлечены Лев Михайлович Журкин (разработка запоминающего устройства на магнитном барабане), Юрий Васильевич Рогачев (электромонтаж, наладка), Рене Павлович Шидловский (электромонтаж, наладка).

Год 1951 – финишная лента уже видна, но не для всех. ИТМиВТ и СКБ-245 сильно отстали из-за организационных проблем, поэтому поставили себе цель сразу же разработать ЭВМ, которую можно запустить в серию. «Запустить в серию» означало, что они должны были использовать существующую элементную базу или предложить свои решения с использованием новых элементов, производство которых можно было наладить в реально существующих на производстве технологических условиях. Машины БЭСМ и Стрела будут готовы пройти тестовые испытания только в начале 1953 года.

В ИЭ работа по созданию макета сильно ускорируется – создание действующего макета имело очень важное значение для отработки технических решений, которые предполагалось использовать при создании БЭСМ. В январе комиссии был представлен действующий макет с системой команд в минимальном объеме, без операции деления. Было принято решение переделать макет в вычислительную машину. Это позволило бы более полно проверить на МЭСМ (ЭВМ было дано название – малая электронная счетная машина), как ведет себя электроника в режиме реальной эксплуатации. То есть, МЭСМ должна была стать моделью БЭСМ. Увеличивается объем памяти, подключаются устройства ввода/вывода. В октябре реализуется операция деления. В ноябре начинается комплексная отладка машины, а в декабре начинается тестирование и комиссия принимает МЭСМ в эксплуатацию. Емкость запоминающего устройства – 31 ячейка для чисел и 63 для команд при отсутствии магнитного барабана, на котором можно было хранить команды и промежуточные результаты счета. Это ограничивает круг задач, которые можно решать на МЭСМ. Второй недостаток – малая разрядность чисел, не более 4 значащих десятичных цифр. В январе-марте 1952 года машина работает в тестовом режиме, а в апреле подключается магнитный барабан. В мае выполняется первый практический расчет устойчивости систем сверхмощных электропередач Куйбышев–Москва. В сентябре разрядность чисел увеличивается с 16 до 20 для повышения точности расчетов. С октября 1952 года МЭСМ работает в режиме эксплуатации.



Не имея значительных средств на финансирование работ, которые были у конкурентов, Брук провел инспекцию складов, на которых находились трофейное имущество – даже на шестой год по окончании войны на них было множество невостребованных деталей, часто непонятного назначения. В частности, был обнаружен миниатюрный выпрямитель и М-1 стала первой в мире ЭВМ, в которой все логические схемы были сделаны на полупроводниках. Это позволило сильно уменьшить площадь, требуемую для размещения машины, а также потребляемую мощность. В апреле 1952 года комиссия, в которую входил Лаврентьев, инспектировала ход работ по созданию М-1 и одобрила результаты. В конце августа началась комплексная отладка машины – выполнение арифметических и логических операций в автоматическом режиме. Были подключены внешние устройства – телетайп и магнитный барабан. Параллельно отрабатывалась система команд и технология программирования. К этой работе был привлечен молодой математик, выпускник мехмата МГУ Юлий Анатольевич Шрейдер, который обратил внимание на то, что во многих случаях результат выполнения операции является одним из операндов для следующей операции. Это позволило вместо трехадресной системы команд, которая в то время казалась естественной, использовать двухадресную, что представило возможность существенно расширить адресацию памяти в командах, эффективно программировать расчеты на матрицах. В октябре М1 работала уже в режиме опытной эксплуатации по задачам Мосэнерго.

## Технические характеристики первых ЭВМ

**МЭСМ:** система команд трехадресная, количество разрядов в слове – 17, емкость оперативного запоминающего устройства – 31 ячейка для чисел и 63 для команд, емкость долговременного запоминающего устройства – 31 ячейка для чисел и 63 для команд (позднее был подключен магнитный барабан), быстродействие – 50 операций в секунду над 17 разрядными словами. Ввод исходных данных осуществлялся с перфокарт или путем набора кодов на штекерном коммутаторе. Вывод результатов – путем фотографирования или посредством электромеханического печатающего устройства. Площадь помещения – 60 кв.м, потребляемая мощность – 25 кВт.

**М1:** система команд двухадресная, количество разрядов в слове – 25, память – 256 слов на электростатических трубках («быстрая» память) и 256 слов на магнитном барабане («медленная» память), быстродействие при работе с «медленной памятью» 20 операций в секунду над 25-разрядными словами, при работе с «быстрой памятью» – 20 тыс. операций в секунду для сложения и 500 операций в секунду для умножения. Ввод информации и программ с перфоленты. Вывод результатов – на широкоформатном телетайпе. Занимаемая площадь – 4 кв.м., потребляемая мощность – 8 Квт.

## Список литературы

1. Ю.В. Рогачёв. Начало информатики и создание первых ЭВМ в СССР. В сб. История отечественной электронной вычислительной техники. Стр. 12-21. ЗАО «Издательский дом «Столичная энциклопедия», 2014, Москва.
2. Малиновский Б.Н. История вычислительной техники в лицах. 383 стр. Фирма «КИТ», ПТОО «А.С.К.», 1995, Киев.

# Сергей Львович Соболев – основатель отечественной информатики

Сергей Петрович Прохоров

Институт истории естествознания и техники РАН  
sergei.prokhorov@gmail.com

## Sergei Sobolev – the Founder of the Soviet and Russian Computer Science

Sergei Prokhorov

В работах по истории развития отечественной вычислительной техники очень много внимания уделяется техническим характеристикам первых компьютеров. Вскользь упоминается о задачах, для которых создавалась вычислительная техника. И практически ни слова не говорится о технике программирования на компьютерах той эпохи, которые имели минимальный объем памяти и минимальный набор технических средств для ввода/вывода программ и данных. И совсем не говорится о зарождении в СССР науки информатики, у истоков которой стоял академик Сергей Львович Соболев – один из крупнейших математиков XX века, положивший начало ряду новых научных направлений в современной математике.

В СССР ещё в 1934 году в Математическом институте был создан отдел приближенных вычислений, призванный разрабатывать новые методы численных расчётов для прикладных задач. В составе отдела была предусмотрена отдельная структурная единица – вычислительная группа. Численность этой группы постоянно росла. К концу 40-ых годов отдел приближенных вычислений вместе с входившей в него вычислительной группой был самой большой по численности структурной единицей института. Работы отдела были сосредоточены по направлениям, связанным с «атомным проектом» и ракетной техникой. В Москве работы отдела возглавил член-корр. АН СССР Л.А. Люстерник, а в ленинградском филиале института – будущий нобелевский лауреат Л.В. Канторович. Общее руководство осуществлял заместитель директора института академик М.В. Келдыш.

Количество задач, требующих точных расчетов, непрерывно росло и одновременно росла вероятность ошибок, поэтому все расчеты дублировались. Неудивительно, что с самого начала работ по созданию нового вида вычислительной техники – электронных вычислительных машин, они стали объектом пристального внимания со стороны руководителей работ по «атомному проекту» и другим направлениям, требующим проведения сложных расчетов.

Весной 1951 года появились первые конкретные результаты работ по созданию первых отечественных машин – М1 и МЭСМ. В начале апреля результаты работы по созданию М1 рассматривались комиссией президиума Академии наук СССР. В комиссию входили академики И.П. Бардин, А.В. Топчиев, Г.М. Кржижановский, М.А. Лаврентьев, С.Л. Соболев и другие представители академии наук и промышленности. Демонстрация работы арифметического устройства произвела на членов комиссии сильное впечатление.

Соболев, который был в это время заместителем директора по науке в ЛИПАНе (Лаборатория измерительных приборов АН, будущий Институт атомной энергии) и, в частности, руководил в нем расчетно-теоретическими работами по обогащению урана газодиффузионным методом, сразу же по достоинству оценил перспективы, которые открываются с появлением вычислительной машины.

Его влияние на процесс создания М1 было весьма ощутимо. В частности, он активно поддержал идею реализации двухадресной системы команд. Создатели первых вычислительных машин считали естественным, что должна реализовываться трехадресная система команд. Однако Ю.А. Шрейдер, молодой математик, выпускник мехмата МГУ, который был привлечен для разработки технологии программирования на будущей ЭВМ, обратил внимание на то, что во многих случаях результат выполнения операции является одним из операндов для следующей операции. Это была гениальная идея, активно поддержанная Соболевым. Применение двухадресной системы команд вместо трёхадресной представило возможность существенно расширить адресацию памяти в командах, эффективно программировать расчеты на матрицах.

С октября по декабрь 1951 года М1 работала в тестовом режиме. В это время Соболевым был подготовлен и лично им же запрограммирован целый ряд задач, которые были успешно решены на ЭВМ. Фактически это были тесты, которые должны были показать, что машина работает устойчиво и на ней можно вести сложные научные расчеты. 15 декабря 1951 года М1 была принята в эксплуатацию. В начале 1952 года Соболевым были проведены расчеты по обращению матриц большой размерности для задач, связанных с газодиффузионным обогащением урана.

Можно сказать, что Соболев был одним из первых профессиональных программистов в СССР. Его профессионализм проявлялся в том, что он знал прекрасно архитектуру вычислительной машины, на которой выполнялись вычисления, знал вычислительные возможности М1, ее сильные и слабые места. Он написал большое количество тестов для проверки функциональных возможностей машины, контроля правильности вычислений. В программах, подготовленных им лично или при его участии, всегда предусматривалась возможность

сбоя машины во время вычислений – обеспечивалось сохранение промежуточных результатов и возобновление счета после сбоя с их использованием. Это был профессиональный подход и очень важный пример для других пользователей вычислительной машины в ситуации, когда не было никакого опыта работы с ЭВМ, когда не было даже такого понятия как технология программирования.

В 1952 году Соболев возглавил кафедру вычислительной математики механико-математического факультета Московского государственного университета. Теоретические дисциплины были немедленно дополнены практическими занятиями на счетных машинах. Так как в то время в стране были всего две действующие ЭВМ – М1 в Москве и МЭСМ в Киеве, то практикум предполагалось вести в первую очередь на электрических счетных машинах «Мерседес» и «Рейнметалл». Но и эти машины были в стране в дефиците.

Читать курс «Принципы программирования» был приглашен Алексей Андреевич Ляпунов. Это был очень удачный выбор. В его лице Соболев нашел сподвижника и энтузиаста применения ЭВМ для решения научных задач. Руководимая Соболевым кафедра вычислительной математики является родоначальницей как теоретического, так и практического направления в программировании.

Фактически это был не учебный курс, а семинар, на котором преподаватель и студенты совместно постигали новую дисциплину. А.П. Ершов, Ю.И. Журавлев, Э.З. Любимский, Р.И. Подловченко, Д.А. Поспелов, В.С. Штаркман – далеко не полный перечень выпускников первых лет работы кафедры.

Применение ЭВМ для решения вычислительных задач стало одним из главных направлений деятельности Соболева. По его инициативе во второй половине 1951 года в Институте атомной энергии началась разработка собственной электронной вычислительной машины, которая получила названия ЦЭМ. Она была введена в эксплуатацию в 1953 году.

В 1955 году ей на смену пришла вычислительная машина ЦЭМ-2, собранная на новых элементах радиоэлектроники, что позволяло превзойти производительность ЦЭМ-1 в десятки раз.

В это же время Соболев загорелся идеей создания малой ЭВМ, пригодной по стоимости, размерам, надежности для институтских лабораторий. В МГУ он организовал семинар, в котором участвовали сотрудники университета, Института атомной энергии, других институтов Академии наук. Задача создания малой ЭВМ была поставлена в апреле 1956 года на одном из этих семинаров.

Однако дела, связанные с организацией Сибирского отделения Академии наук и отъездом Соболева в Новосибирск, фактически затормозили развитие этого перспективного направления развития ЭВМ. Предпочтение было отдано созданию больших вычислительных машин и крупных вычислительных центров.

В 1957 года ЦЭМ-2 прошла экспертизу межведомственной комиссии Радиокomiteта СССР, которая подтвердила высокую степень надежности её функционирования. За десять дней двухсменной работы не было зафиксировано ни единого сбоя. Тем не менее, хотя в решении комиссии и отмечались высокие качества ЦЭМ-2, в нём не было самого главного – рекомендации серийного производства ЭВМ.

У ЭВМ «Сетунь», разработанной в МГУ под руководством Н.П. Брусенцова, была более удачная судьба. В 1958 году машина была принята в опытную эксплуатацию. По рекомендации Межведомственной комиссии Совет Министров СССР принял постановление о серийном производстве «Сетунь». В 1962–1965 было выпущено 46 машин. Несмотря на положительные отзывы, простоту в эксплуатации и на наличие заказов в 1965 году выпуск ЭВМ был прекращён.

В 1957 году С.Л. Соболев, М.А. Лаврентьев и С.А. Христианович выступили с инициативой создания Сибирского отделения Академии наук. Интерес к вычислительной технике, к программированию сохранился у Соболева и после переезда в Новосибирск, где он возглавил Институт математики с Вычислительным центром СО АН СССР. Не случайно два из трёх главных научных направлений, которые были утверждены постановлением Президиума АН СССР:

- разработка фундаментальных проблем математики;
- разработка высокопроизводительных электронных вычислительных машин на основе современных достижений математики, кибернетики и физики;
- разработка математических методов, кибернетических методов и кибернетических моделей оптимального планирования и управления;
- были напрямую связаны с развитием вычислительной техники и ее применением для решения научных задач.

Отдел кибернетики в новом институте возглавил А.А. Ляпунов, а А.П. Ершов возглавил отдел теории алгоритмов и программирования. Их усилиями Институт математики и Вычислительный центр СО АН СССР стали ведущими научными центрами в СССР в области информатики.

С.Л. Соболев отличался не только широкой эрудицией ученого, блестящим талантом математика, но и высоким гражданским мужеством. С появлением высокопроизводительных машин появился интерес использовать их не только расчетов, но и для моделирования биологических процессов, экономики, управления. Всё это объединялось единым словом: кибернетика. Но всё это объявлялось неприемлемым для марксистской идеологии и подвергалось жёсткой критике. Апофеозом наступления на кибернетику стала статья, напечатанная в пятом номере журнала «Вопросы философии» в 1953 году. Она была помещена в разделе, носившем название «Критика буржуазной идеологии» и называлась «Кому служит кибернетика». Уже само название статьи свидетельствовало, что никакой патристически настроенный ученый в СССР не может заниматься столь одиозной наукой.

В СССР знали, что статьи, появившиеся в таком органе, как «Вопросы философии», выражают официальную точку зрения. Надо было немедленно свертывать все исследования в этой области. Однако нашлись люди, которые позволили себе не согласиться с официальной точкой зрения. Более того, они написали ответ на статью и принесли её в тот же журнал. А.И. Китов, А.А. Ляпунов и С.Л. Соболев написали статью «Основные черты кибернетики» и представили её в редакцию журнала «Вопросы философии» в том же 1953 году. Правда опубликована она была только через два года, но благодаря ей руководством КПСС было разрешено в течении этих двух лет проводить семинары и конференции, где сторонники и противники кибернетики могли свободно высказывать своё мнение. Так что публикация этой статьи в 1955 году только подвела итог. Кибернетика получила официальное признание.

Через десятилетие ситуация повторилась. Соболев выступил в поддержку работ Л.В. Канторовича по применению математических методов в экономике (за которые он впоследствии получил Нобелевскую премию), которые тогда считались недопустимыми с точки зрения марксистской идеологии.

В становлении информатики в СССР принимали участие инженеры, учёные, математики, программисты, филологи, представители других специальностей. Но, пожалуй, Сергей Львович Соболев лучше всех понимал значение и перспективы будущего, связанного с появлением ЭВМ. Он единственный из академиков, из руководителей крупных научных и инженерных направлений имел опыт программирования на ЭВМ. На основании этого опыта он смог реально оценить перспективы применения ЭВМ, увидеть проблемы, которые необходимо решить для массового применения ЭВМ. Это разработка теоретических основ программирования, средств описания программ в содержательных терминах (языки программирования). Это создание дешёвых и надежных в эксплуатации ЭВМ, развитие новых направлений применения ЭВМ не только для расчётов, но для обработки нечисловой информации, для моделирования научных, экономических, социальных процессов. И не только оценить, но и предпринимать практические действия по развитию нового направления. В статье «Новая наука – информатика», опубликованной в одном из первых номеров созданного при его активном участии нового журнала «Экономика и организация промышленного производства», он дал определение информатики как науки, изучающей информационные системы, перечислил задачи, которые ей предстоит решать в ближайшем будущем (некоторые из них не до сих пор не решены), предсказал, что она со временем проникнет во все сферы человеческой деятельности.

## Список литературы

Соболев С.Л. Новая наука – информатика. В журнале «Экономика и организация промышленного производства». №6, 1970, стр. 73–74.

# Программное обеспечение малой ЭВМ «Сетунь»

Хосе Рамиль Альварес, Юлия Сергеевна Владимирова

Факультет ВМК МГУ им. М. В. Ломоносова  
Москва, Россия  
ramil@cs.msu.su

## Software for Small Digital Machine “Setun”

Jose Ramil Alvarez, Julia Vladimirova

Faculty CMC Lomonosov Moscow State University  
Moscow, Russia  
ramil@cs.msu.su

**Ключевые слова:** троичные ЭВМ, интерпретирующие программы, программное обеспечение

Первая в мире троичная ЭВМ «Сетунь» [1] была разработана в МГУ в 1959 г. и выпускалась серийно с 1961 по 1965 гг. Казанским заводом математических машин. ЭВМ «Сетунь» создавалась для решения задач средней сложности и предназначалась для использования в конструкторских бюро, высших учебных заведениях, научно-исследовательских институтах, заводах и т.п. Всего было произведено 50 машин, из которых 30 приобрели университеты и технические вузы, а остальные – промышленные и исследовательские организации.

Разработчикам удалось создать малогабаритную, недорогую, надежную и непритязательную в обслуживании вычислительную машину. Указанные качества были достигнуты с одной стороны за счет применения ферро-магнитных элементов на миниатюрных ферритовых сердечниках и полупроводниковых диодах в качестве элементной базы, с другой – использованием троичной симметричной системы счисления, обеспечивающей оптимальное построение арифметики.

Широкому распространению машины способствовали не только простота и естественность ее архитектуры, но и относительно небольшая цена и высокая надежность. Благодаря разработанной в ВЦ МГУ под руководством Е.А. Жоголева системе программирования достигались удобство и эффективность в освоении и применении ЭВМ «Сетунь», что способствовало ее успешному освоению и применению в качестве эффективного средства решения практических задач в самых различных прикладных областях.

ЭВМ «Сетунь» представляет собой машину с арифметическим устройством последовательного действия и блоком быстрого умножения, за счет чего было достигнуто быстродействие 1–2 тыс./опер. в секунду (на уровне параллельных машин того времени). Небольшая оперативная память ЭВМ «Сетунь» состояла из трех зон, объемом 54 9-разрядных слов каждая, связанных позонным обменом с основной памятью на магнитном барабане, объем которого составлял 36 зон.

Ввод данных в машину осуществлялся с бумажной пятипозиционной перфоленты посредством фотоэлектрического вводного устройства. Вывод данных производился путем перфорации на бумажной ленте и печати текстов при помощи электрифицированной пишущей машинки.

Минимальной адресуемой единицей ЭВМ «Сетунь» было 9-разрядное слово. Машина могла также оперировать 18-разрядными словами. Машинные команды ЭВМ «Сетунь» полностью обеспечивали вычисления с фиксированной точкой. Числа кодировались 18-разрядными словами, на целую часть числа отводилось два разряда, остальные 16 разрядов – на дробную часть числа.

В ЭВМ «Сетунь» использовалось следующее понятие нормализованного числа. Число нормализовано, если оно удовлетворяет условию:

$$0.5 < |X| < 1.5 \text{ или } X = 0.$$

Соответственно нормализованное число кодируется машинным словом, первый разряд которого всегда равен 0, второй – всегда отличен от нуля, либо все разряды равны нулю.

Основным достоинством указанного способа нормализации чисел заключается в том, что при выполнении основных арифметических операций над нормализованными числами не возникает переполнения. Результаты применения основных арифметических операций к нормализованным мантиссам  $A$ ,  $B$  и  $C$ :

- сложение и вычитание:  $|A \pm B| < 1.5 + 1.5 = 3$ , либо  $|A \pm B| = 0$ ;
- умножение:  $|A \cdot B| < 1.5 \cdot 1.5 = 2.25$ , либо  $|A \cdot B| = 0$ ;

– деление:  $\left| \frac{A}{B} \right| < \frac{1.5}{0.5} = 3$ , если  $B \neq 0$ ;

– шаг схемы Горнера вычисления многочлена:  $(A + B \cdot C) < 3.75$ , либо  $|A + B \cdot C| = 0$ .

Команда нормализации позволяла сдвигать число  $X$  так, чтобы оно удовлетворяло этому условию, сохраняя количество сдвигов. Всего система команд ЭВМ «Сетунь» имела в своем составе 24 операции.

Созданное программное обеспечение позволило существенно усовершенствовать функциональность машины. Такие особенности машины, как наличие команд нормализации и сложения с произведением, оптимизирующее вычисление полиномов, простота округления в троичной симметричной системе счисления позволили сделать относительно несложную программную реализацию плавающей арифметики. Первым шагом развития функциональных возможностей ЭВМ «Сетунь» стало создание интерпретирующих систем, обеспечивших введение чисел с плавающей точкой, использование стандартных подпрограмм и возможность обмена информацией между оперативной памятью и магнитным барабаном [1].

Интерпретирующая система выполняла следующие функции:

- обеспечивала обращение к стандартным подпрограммам, в частности, производила пересылку информации с одного места в памяти в другое;
- осуществляла передачу управления к стандартным подпрограммам (по обобщенному адресу);
- обеспечивала выполнение линейных (не содержащих переходов) частей программы и переход от одной зоны к другой.

Понятие обобщенного адреса было введено для обеспечения возможности обращения к магнитному барабану. Обобщенный адрес имеет формат 9-разрядного слова:

$$A_j = \pi_{\Phi_j} M_j \Delta_j,$$

где  $\Delta_j$  кодирует номер строки на магнитном барабане в зоне  $M_j$  при  $\pi_{\Phi_j} = 0$  и  $M_j \neq 0$ . Поля  $M_j$  и  $\Delta_j$  – четырехразрядные,  $\pi_{\Phi_j}$  – один разряд. При  $\pi_{\Phi_j} \neq 0$  обобщенный адрес понимается как адрес в зонах  $\bar{1}$  или  $1$  оперативной памяти.

Обращение к подпрограмме интерпретирующей системы имеет следующий вид:

$\bar{1} \ 43 \ 03$	сохранение регистра команды $C$
$\bar{1} \ \bar{1}3 \ 00$	безусловный переход к интерпретирующей системе
$\pi_{\Phi_x} M_x \Delta_x$	обобщенный адрес аргумента
$\pi_{\Phi_j} M_j \Delta_j$	обобщенный адрес начала подпрограммы
$\pi_{\Phi_y} M_y \Delta_y$	обобщенный адрес результата

Первая команда сохраняет значение регистра адреса команды  $C$  в рабочей ячейке оперативной памяти, вторая команда производит безусловный переход к интерпретирующей системе. За второй командой следуют три обобщенных адреса: адрес аргумента, адрес стандартной подпрограммы, к которой и происходит обращение, и адрес переменной, в которую необходимо записать результат.

В интерпретирующих системах магнитный барабан использовался в качестве основной памяти, а оперативное запоминающее устройство играло роль буферной памяти, содержащей непосредственно исполняемые части программ и используемые ими данные. По мере необходимости в ту или иную зону оперативного запоминающего устройства с магнитного барабана переписывалась зона, содержащая очередную часть программы, требуемые данные или часть интерпретирующей программы.

Три зоны оперативной памяти были пронумерованы цифрами  $\bar{1}$ ,  $0$  и  $1$  и обозначались  $\Phi_{\bar{1}}$ ,  $\Phi_0$ ,  $\Phi_1$ . При обращении к слову в оперативной памяти номер зоны задавался старшим разрядом адресной части команды. Интерпретирующая система отводила зону  $\Phi_1$  под выполняемую часть основной программы, зону  $\Phi_0$  – под используемые программой данные и выполнение стандартных программ, в зоне  $\Phi_{\bar{1}}$  располагалась ведущая часть интерпретирующей системы.

Основная программа выполнялась в режиме частичной интерпретации, то есть выполнялись обычные машинные команды, а в случаях, когда необходимо использовать обобщенный адрес (адрес слова на магнитном барабане) или адрес продолжения программы (находящегося в другой зоне на магнитном барабане), происходили обращения к интерпретирующей системе.

Для ЭВМ «Сетунь» было разработано 18 различных интерпретирующих систем [5, 6]. Для многих из них основой стала первая созданная в ВЦ МГУ интерпретирующая система ИП-2 и библиотека стандартных подпрограмм [2].

Числа с плавающей точкой представлялись в интерпретирующих системах в виде  $x = X \cdot 3^p$ , где  $X$  – мантисса числа,  $p$  – его порядок. ИП различались способами кодирования чисел. В ИП-2 мантисса числа кодировалась 18-разрядным словом с точкой после второго разряда, порядок – пятью старшими разрядами следующего 9-разрядного слова. Точность представления составляла 16 троичных разрядов, что обеспечивало вычисления с восемью верными десятичными знаками в диапазоне изменений абсолютных значений от  $10^{-19}$  до  $10^{19}$ .

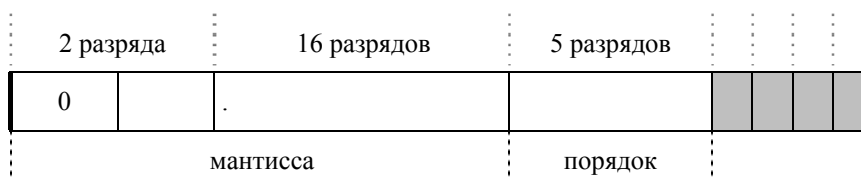


Рис. 1. Кодирование нормализованного числа с плавающей точкой в ИП-2

ИП-2 содержала псевдооперации, реализующие основные арифметические операции, операции извлечения квадратного корня, вычисления экспоненты, натурального логарифма и тригонометрических функций.

Под каждое нормализованное число отводилось одно длинное и одно короткое слово, из-за чего при размещении в памяти массива чисел между числами оставались неиспользованными короткие слова. В памяти хранились только нормализованные числа, причем целая часть кодировалась двумя троичными разрядами, старший из которых всегда был равен нулю. Кроме того, число должно было располагаться в одной зоне, поэтому при необходимости хранения массива более чем 13 чисел, то есть такого, который не мог разместиться в одной зоне, одно длинное слово оставалось неиспользованным.

В интерпретирующей системе ИП-3 [3] числа с плавающей точкой представлялись с меньшей, чем в ИП-2 точностью. Число кодировалось одним длинным словом, в пяти старших разрядах которого располагался порядок, остальные тринадцать разрядов хранили мантиссу. Точность представления чисел в ИП-3 составляла 6 верных десятичных цифр в диапазоне изменений абсолютных значений от  $10^{-19}$  до  $10^{19}$ . Абсолютное значение порядка не превышало 40, поэтому старший разряд всегда содержал 0.

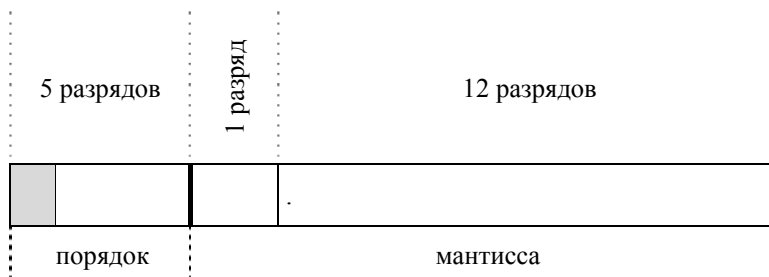


Рис. 2. Кодирование нормализованного числа в ИП-3

Набор стандартных подпрограмм ИП-3 почти не отличался от аналогичного набора ИП-2, который был в ИП-3 пополнен процедурами «упаковки» и «распаковки» числа в описанную форму. Алгоритмы работы стандартных подпрограмм ИП-3 были получены из аналогичных подпрограмм ИП-2 уменьшением порядка некоторых полиномов, связанным с меньшей точностью представления чисел в ИП-3.

В целом использование интерпретирующих систем позволило существенно облегчить программирование на ЭВМ «Сетунь», не слишком снижая при этом ее производительность. Например, снижение производительности при использовании ИП-2 не превышало 3–3.5 раз [4], что достигалось, в частности, за счет выполнения значительной части интерпретации во время ожидания очередной зоны из магнитного барабана, количество обращений к которому по возможности сводилось к минимуму. Для этого тщательно подбирались моменты обращения к магнитному барабану, при размещении информации на барабане учитывалось различие во времени обращения к зонам в зависимости от места их нахождения на поверхности барабана, были разработаны специальные способы обращения к подпрограммам и разветвления процесса вычисления и т.п.

Приведем описание еще нескольких интерпретирующих систем, широко использовавшихся для решения различных прикладных задач на ЭВМ «Сетунь».

ИП-4 предназначалась для оперирования комплексными числами. Действительная и мнимая части представлялись числами с плавающей точкой с общим порядком. Мантиссы располагались в двух соседних длинных словах, порядок – в пяти старших разрядах следующего короткого слова. Библиотека подпрограмм содержала реализации операций типа сложения (прямого и обратного сложения и вычитания, сложения с сопряженным, вычитания из сопряженного), умножения, деления, извлечения квадратного корня, вычисления тригонометрических и гиперболических функций, натурального логарифма, экспоненты и модуля.

ИП-5 позволяла выполнять вычисления повышенной точности – до 12-ти десятичных разрядов. Число занимало два соседних длинных слова: пять старших разрядов кодировали порядок, три остальных коротких слова – мантиссу.

ИП-Н осуществляла полную интерпретацию трехадресной системы команд ЭВМ М-20, широко применявшейся в то время. Несмотря на то, что ИП-Н уступала по скорости ИП-2 и ИП-3, она была простой и удобной в использовании, благодаря чему использовалась во многих организациях.

ИП-Нтр, модификация ИП-Н, была использована в качестве основы для создания транслятора с упрощенного языка на базе АЛГОЛ-60.

Кроме интерпретирующих систем на ЭВМ «Сетунь» была реализована система автоматического кодирования ПОЛИЗ, позволяющая составлять программы на языке программирования СИМПОЛИЗ-64. В состав системы входил интерпретатор ПОЛИЗ и библиотека стандартных подпрограмм. Использование режима полной интерпретации приводило к замедлению вычислений в 2.5–3 раза по сравнению с ИП-3, но программы на ПОЛИЗ оказывались в 2–3 раза короче.

ВЦ МГУ собирал данные об эксплуатации машин «Сетунь», предоставлял консультации по ее обслуживанию, разрабатывал инструкции и организовывал обмен опытом о практическом использовании машины.

С 1964 по 1971 гг. ВЦ МГУ выпустил серию книг «Математическое обслуживание машины «Сетунь», в которых описывались программы решения типовых математических задач и обработки экспериментальных данных, разработанные сотрудниками ВЦ и пользователями интерпретирующих программ. Программы тщательно документировались, распечатки программ, сопровождаемые комментариями, издавались вместе с их описанием, представляя собой эффективное средство для обучения программированию на ЭВМ «Сетунь». Можно сказать, что программное обеспечение ЭВМ «Сетунь», по сути, отвечало современным требованиям к программам с открытым кодом. В результате, на многих предприятиях было быстро освоено программирование на троичной машине, созданы свои собственные интерпретирующие программы и программы для решения прикладных задач.

Программное обеспечение, разработанное для ЭВМ «Сетунь», можно отнести к четырем типам:

- средства автоматизации программирования (30 программ);
- программы решения типовых математических задач (48 программ);
- программы статистической обработки данных (57 программ);
- программы решения практических задач (97 программ).

Средства автоматизации программирования включают интерпретирующие системы, систему автоматического кодирования ПОЛИЗ, транслятор с упрощенного языка АЛГОЛ-60, средства отладки, подпрограммы обработки векторов и т. п.

Программы решения типовых математических задач предназначены для решения различными методами систем линейных алгебраических уравнений, вычисления собственных значений и векторов матриц, вычисления определенных интегралов, решения задачи Коши, решение обыкновенных дифференциальных уравнений, равномерного приближения многочленов многочленами низших степеней, сглаживание экспериментальной информации, отыскание экстремумов функции и т. п.

Среди программ, решавших практические задачи ЭВМ «Сетунь», можно назвать автоматизированную систему испытания авиационных двигателей, разработанную Военно-воздушной академией им. Н.Е. Жуковского, систему краткосрочного прогнозирования погоды, использовавшуюся в Гидрометеоцентре, систему оптимизации сельскохозяйственного назначения. К применениям ЭВМ «Сетунь» относятся программы решения задач в области химии в Московском химико-технологическом институте им. Д.И. Менделеева и на химическом факультете МГУ, задачи строительной механики, программа оптимального планирования деятельности приборостроительного предприятия и многие другие [5, 6]. В Военно-воздушной инженерной академии им. Жуковского именно на ЭВМ «Сетунь» была впервые реализована автоматизированная система компьютерного обучения [8]. В Институте космофизических исследований и аэронауки Сибирского отделения АН СССР (Якутск) ЭВМ «Сетунь» стала частью первого варианта комплекса, осуществлявшего «глобальную съемку» космических лучей, для чего была реализована чрезвычайно сложная программа [7]. На Людиновском тепловозостроительном заводе при помощи ЭВМ «Сетунь» решались многие практические задачи расчета оптимальных параметров производства и эксплуатации тепловозов [5].

## Список литературы

1. Брусенцов Н.П., Рамиль Альварес Х. Троичные ЭВМ «Сетунь» и «Сетунь 70» // SORUCOM 2006: Развитие вычислительной техники в России и странах бывшего СССР: история и перспективы. В 2 ч. Ч. 1. – Петрозаводск. 2006. С. 45–51.
2. Жоголев Е.А. Интерпретирующая система ИП-2 // Серия «Математическое обслуживание машины «Сетунь», вып. 19, – М.: изд-во Московского университета, 1967.
3. Жоголев Е.А. Интерпретирующая система ИП-3 // Серия «Математическое обслуживание машины «Сетунь», вып. 4, – М.: изд-во Московского университета, 1964.
4. Жоголев Е.А. Система команд и интерпретирующая система для машины «Сетунь». // Журнал вычислительной математики и математической физики АН СССР, 1961, т. 1, № 3, с. 499–512.
5. Брусенцов Н.П., Морозов В.А. Аннотированный указатель программ для вычислительной машины «Сетунь». Вып. 1. – М.: ОНТИ ВЦ МГУ, 1968.
6. Брусенцов Н.П., Морозов В.А. Аннотированный указатель программ для вычислительной машины «Сетунь». Вып. 2. – М.: ОНТИ ВЦ МГУ, 1971.
7. Крымский, Г.Ф. «Исповедь человека на рубеже веков XX века» // Наука и образование. – 2000. № 4. С. 113–116.
8. Кузнецов С.И. и др. Материалы по математическому обслуживанию ЭЦВМ «Сетунь». – М.: Изд-во ВВИА им. Жуковского, 1964.



# Начало информатики и создание первых ЭВМ в СССР

Юрий Васильевич Рогачев

НИИ вычислительных комплексов им. М.А. Карцева  
Москва, Россия  
rogachev25@rambler.ru

В рамках проекта Международного компьютерного общества IEEE Computer Society по созданию всемирной истории развития информатики в конце 1996 г. Российский национальный подкомитет IEEE Computer Society готовил историографию советской и российской информатики. Было просмотрено множество документов и проведены встречи с живыми свидетелями того времени, когда создавались первые советские электронные цифровые вычислительные машины, с целью установить хронологию основных событий. Были установлены даты, когда появились первые ЭВМ, написаны первые программы, выпущены первые книги и учебники, прочитаны первые курсы в институтах и университетах.

Результаты этой работы были приведены в статье «Computers in Russia: Science, Education, and Industry», опубликованной в IEEE Annals of the History of Computing (vol. 21, no. 3, Jul–Sept, 1999).

По заключению Российского национального подкомитета IEEE Computer Society компьютерная информатика в России, в СССР началась с работ И.С. Брука. В августе 1948 г. он подготовил проект «Автоматическая цифровая электронная машина». Примерно в это же время он представил совместно со своим сотрудником инженером Б.И. Рамеевым заявку на изобретение «Автоматическая цифровая вычислительная машина». 4 декабря 1948 г. Государственный комитет Совета Министров СССР по внедрению передовой техники в народное хозяйство зарегистрировал за номером 10475 авторское свидетельство на изобретение И.С. Бруком и Б.И. Рамеевым автоматической цифровой вычислительной машины. Это первый официально зарегистрированный документ, касающийся развития вычислительной техники в нашей стране. Поэтому 4 декабря может считаться днем рождения советской (а ныне – российской) информатики.

Исаак Семенович Брук в 1935 г. был принят на работу в Энергетический институт АН СССР им. Г.М.Кржижановского (ЭНИН) в организованной им лаборатории электросистем он развернул исследования по расчету режимов работы мощных энергосистем и их статической устойчивости, по вопросам компенсации реактивной мощности дальних линий электропередач и многим другим проблемам электроэнергетики. Для решения этих вопросов в лаборатории создается расчетный стол переменного тока – своеобразное специализированное вычислительное устройство, предназначенное для моделирования сложных электрических сетей. За эту работу в мае 1936 г. И.С.Бруку присуждается ученая степень кандидата технических наук, а в октябре того же года он защищает докторскую диссертацию на тему «Продольная компенсация линий электропередач». В 1936 г. им создан механический прибор для решения обыкновенных дифференциальных уравнений. В 1939 г. разработан, изготовлен и установлен в ЭНИН механический интегратор, позволяющий решать дифференциальные уравнения до шестого порядка. По современной классификации этот механический интегратор является аналоговой вычислительной машиной. В 1939 г. И.С. Брук избирается членом-корреспондентом АН СССР.

Поиск путей автоматизации расчетов продолжался И.С. Бруком и в послевоенные годы. В 1946 г. он создает механический прибор для приближенного решения дифференциальных уравнений Пуассона–Лапласа. Однако ученого все больше привлекал значительно возросший уровень радиоэлектроники. В лаборатории электросистем было разработано и изготовлено аналоговое вычислительное устройство – электронный дифференциальный анализатор, предназначенный для интегрирования уравнений до двадцатого порядка. Это был первый опыт использования радиоэлектроники.

Заинтересовавшись появившимися в конце 1940-х годов публикациями об электронных цифровых вычислительных машинах, член-корреспондент АН СССР по Отделению технических наук И.С. Брук становится активным участником научного семинара, обсуждавшего вопросы построения автоматических цифровых вычислительных машин.

Летом 1948 г. И.С. Брук принял на работу в лабораторию электросистем ЭНИН АН СССР инженера Б.И. Рамеева. В августе они разработали проект цифровой электронной вычислительной машины и к концу этого же года подготовили и направили в Государственный комитет Совета Министров СССР по внедрению передовой техники в народное хозяйство заявку на изобретение «Автоматическая цифровая вычислительная машина» и более десяти заявок на изобретение составных частей такой машины. На десять из этих заявок, в том числе на автоматическую цифровую вычислительную машину, были получены авторские свидетельства.

## «В Комитет по изобретениям и открытиям.

**Заявление.** Просим выдать нам авторское свидетельство на изобретение под названием

«Автоматическая цифровая вычислительная машина (АЦВМ)». К заявлению прилагаем: Описание на 16 страницах в 3-х экз. Чертежи на 3-х листах в 3 экз.

1 дек. 1948 г. И.С.Брук, Б.И.Рамеев»

*В заявке на изобретение приведены краткие описания всех элементов машины и принцип их совместного действия в машине. (Прим. автора)*

**«Предмет изобретения»**

Предлагается быстродействующая автоматическая цифровая вычислительная машина общего применения, отличающаяся тем, что

- главный программный датчик машины запускается в начале каждого такта стартовым сигналом и включает отдельные элементы машины в соответствии с программой решения задачи, которые затем работают автономно в течение одного такта,
- применяется релейно-кодированный принцип работы с одновременной передачей цифр всех разрядов числа во всех элементах машины,
- применяется вспомогательная вычислительная машина с несколькими фиксированными программами, записанными на непрерывно вращающихся барабанах, для интерполирования и выполнения часто повторяющихся вычислительных операций,
- применяются отдельный сумматор, умножитель и делитель, выполненные по заявкам №381421- IV, №381433-IV, №381478-IV, №364301-IV, №364298,
- применяются дешифраторы двоичного кода для управления работой машины, выполненные по заявкам №363668-III, №363665-III.»

**«Справка о первенстве №365968-III 4 декабря 1948 г.»**

Рассмотрев заявку гр. гр. Брук Исаака Семеновича и Рамеева Башира Искандеровича за №365968-III на «Автоматическую цифровую вычислительную машину» и все относящиеся к ней материалы, Управление по изобретениям и открытиям... решило выдать гр. гр. Брук И.С. и Рамееву Б.И. авторское свидетельство..., изложив предмет изобретения в следующей редакции:

Автоматическая цифровая вычислительная машина для производства арифметических действий над числами, представленными в двоичной системе счисления, с применением предварительной записи входных числовых данных и плана решения задачи на программной ленте, с применением главного программного датчика, управляемого записями на упомянутой программной ленте и распределяющего входные числовые данные между отдельными узлами машины в соответствии с планом решения, с применением электронных или иных устройств, приспособленных для производства арифметических действий в двоичной системе счисления, с применением клапанных устройств того или иного типа, управляемых упомянутым главным программным датчиком и предназначенных для ввода и вывода цифровых значений в узлах машины, с применением электронных или иных накопителей, приспособленных для сохранения во времени числовых данных, с применением вспомогательной цифровой вычислительной машины с фиксированной рабочей программой для интерполяции табличных цифровых данных, с применением выходных устройств, записывающих полученные в ходе работы числа в двоичной системе с последующей трансформацией упомянутых чисел в десятичную систему и печатанием на бумаге, о т л и ч а ю щ и е с я тем, что главный программный датчик машины запускается в начале каждого рабочего такта стартовым сигналом и включает в соответствии с программой отдельные узлы машины, которые затем работают автономно в течение одного такта.

Начальник отдела (Стравинский)

Таблица 1

Авторские свидетельства, полученные И.С. Бруком и Б.И. Рамеевым

№	Номер авт. св.	Номер заявки	Дата приоритета	Название изобретения
1	86341	381478	14.06.1948	Умножитель чисел в двоичной системе
2	9674	364321	18.08.1948	Непрерывный сумматор
3	14731	364300	18.08.1948	Устройство для перевода чисел из двоичной в десятичную систему
4	10471	364301	18.08.1948	Умножитель с двойным рядом счетчиков
5	15153	365010	14.09.1948	Электронный числовой интегратор
6	10475	365968	04.12.1948	Автоматическая цифровая вычислительная машина
7	10922	366940	07.02.1949	Однозначный сумматор двоичных чисел
8	11555	366941	07.02.1949	Релейно-кодированный умножитель
9	11573	366939	07.02.1949	Умножитель для одновременного умножения нескольких чисел в двоичной системе
10	11372	966942	07.02.1949	Сумматор для одновременного суммирования нескольких чисел в двоичной системе

## Автоматическая цифровая вычислительная машина М-1

Первый шаг на пути создания автоматической цифровой электронной вычислительной машины был сделан. С этого времени И.С. Брук не покидает идея построения электронной цифровой вычислительной машины в своей лаборатории. Теоретические и научно-технические вопросы решены. Предстояло решить организационные и материально-технические вопросы реализации этой идеи.

В начале 1950 г. он обратился в Президиум АН СССР с предложением включить в план работы лаборатории электросистем создание АЦВМ М-1. Это предложение было принято, и распоряжением Президиума Академии наук СССР от 22 апреля 1950 г. лаборатория электросистем получила финансирование и дополнительную численность специалистов для разработки АЦВМ М-1.

В апреле 1950 г. на работу к И.С. Бруку был направлен выпускник радиотехнического факультета МЭИ Николай Яковлевич Матюхин, зачисленный в лабораторию электросистем на должность младшего научного сотрудника. В лице Н.Я. Матюхина И.С. Брук получил достойного ученика, который сумел достаточно быстро усвоить идею и основные принципы построения электронной цифровой вычислительной машины. (Он начал свою работу по АЦВМ М-1 разработкой логической схемы трехходового сумматора и общей схемы арифметического узла.

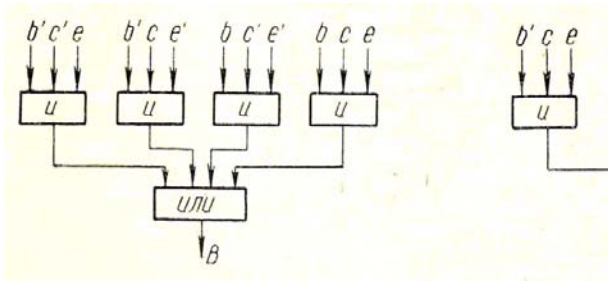


Рис. 1. Логическая схема сумматора АЦВМ М-1:  
b и c – выходы триггеров слагаемых,  
e – выходы триггера переходной единицы

b	c	e	E	B
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Рис. 2. Таблица сложения сумматором М-1

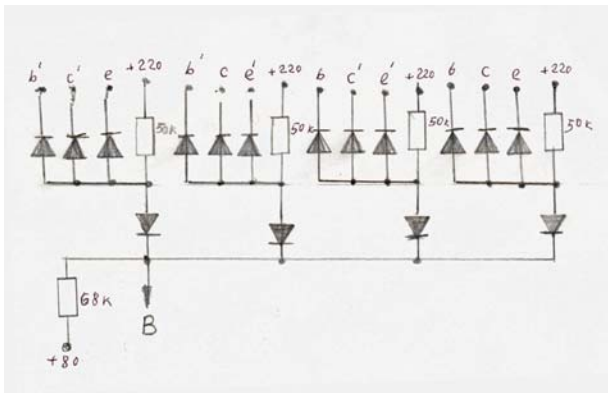


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема полусумматора на приборах КВМП-2-7

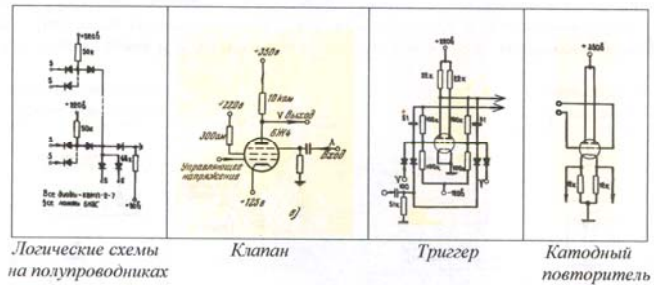


Рис. 4. Основные электрические схемы системы элементов М-1

Каждый цифровой разряд арифметического узла содержал трехходовый двоичный сумматор, четыре триггера числовых регистров, построенных на радиолампах 6Н8С (два регистра слагаемых, регистр переходной единицы, регистр сдвига) и триггер приемной цифровой магистрали, построенный на двух радиолампах 6П6. Один такой разряд содержал 22 радиолампы, из которых 16 ламп (диоды 6Х6) использовались в построении логических схем.

По разработанной Н.Я. Матюхиным принципиальной электрической схеме арифметического узла к июню 1950 г. был изготовлен макет. Вид этого макета показывал, что машина с такими элементами будет иметь внушительные размеры, и в лаборатории электросистем могут возникнуть проблемы с ее размещением.

Поскольку основное количество радиоламп используются в построении логических схем, Брук предложил провести исследования возможности использования в дешифраторах и смесителях полупроводниковых приборов – малогабаритных купроксных выпрямителей КВМП-2-7.

К этой работе подключился Ю.В. Рогачев. Статистические исследования параметров значительного количества этих выпрямителей показали стабильность технических характеристик.

### Основные характеристики КВМП-2-7

- допустимый прямой ток – 4 мА
- допустимое обратное напряжение – 120 В
- прямое сопротивление (при величине тока 3–4 мА) – 3-5 Ком
- обратное сопротивление – 0,5–2 Мом

Соотношение прямого и обратного сопротивлений (не ниже 1:100) надежно могло обеспечить выполнение диодных функций в логических схемах. С учетом этих параметров была рассчитана электрическая схема сумматора и изготовлен макет арифметического узла, по функциональной схеме идентичный ламповому сумматору.

Исследования макета в статическом режиме надежно показывали правильные результаты операции сложения при всех возможных вариантах сочетания входных данных. Предстояло выяснить возможность их использования в импульсных схемах. Экспериментальные исследования макета в импульсном режиме также показали его стабильную работу в широком диапазоне частот. Определялась стабильность работы схемы с учетом отклонений уровней питающих напряжений и разброса параметров комплектующих изделий. Особое внимание обращалось на стабильность и надежность работы непосредственно самих купроксных выпрямителей.

В августе уже стало ясно, что схема работает надежно и что использованные в макете купроксные выпрямители устойчиво выполняют логические функции диодов. Были проведены заключительные испытания этого макета с непосредственным участием И.С. Брука. Испытания уверенно подтвердили надежную работу логических схем, построенных на базе миниатюрных купроксных выпрямителей. По результатам этих испытаний И.С. Брук принял окончательное решение строить логические схемы машины М-1 с использованием полупроводниковых приборов КВМП-2-7. Оценивая это решение, И.С.Брук с восторгом, не скрывая эмоций, заявил: «Это прорыв, триумф! Это первый шаг, который откроет путь для каждого инженера иметь цифровую вычислительную машину на своем рабочем месте!..»

В своих воспоминаниях Н.Я. Матюхин так оценил значение этого решения: «Одним из принципиальных решений, которое, как мне кажется, предопределило успех нашей первой машины и короткие сроки ее создания, был курс, принятый Бруком на широкое использование полупроводниковых элементов. Тогда они были представлены в нашей промышленности только малогабаритными купроксными выпрямителями, которые выпускались для нужд измерительной техники. Брук договорился о выпуске специальной модификации такого выпрямителя размером с обычное сопротивление, и мы создали набор типовых схем. В мастерской при лаборатории началось изготовление и монтаж блоков, и менее чем через год машина уже «здышала». Было в машине несколько тысяч купроксных выпрямителей и только всего несколько сотен радиоламп. Так АЦВМ М-1 стала первой в мире цифровой вычислительной машиной, в которой логические схемы строились на полупроводниковых приборах.

Применение купроксных выпрямителей вместо радиоламп позволило значительно уменьшить размеры машины, что кардинально решило вопрос с ее размещением (для установки машины выделялась одна из комнат площадью 15 кв. м), уменьшить потребляемую мощность электроэнергии, что улучшало температурный режим, значительно сократить объем работ, а значит, и сроки изготовления машины».

Реализация решения И.С. Брука использовать в схемах М-1 купроксные выпрямители КВМП-2-7 началась с разработки конструкторской документации на блок одного цифрового разряда арифметического узла. Конструкция блока представляла собой металлическую панель с размещенными в один ряд 10 радиолампами. В начале сентября была выпущена монтажная схема, и началось изготовление цифровых блоков арифметического узла непосредственно в монтажной мастерской лаборатории. Н.Я. Матюхин приступил к разработке МПД (местного программного датчика АУ).

В сентябре 1950 г. состав лаборатории значительно расширился. Был принят на работу по распределению окончивший техникум Р.П. Шидловский. Направлена для выполнения дипломного проекта студентка РТФ МЭИ Т.М. Александриди. Н.Я. Матюхин порекомендовал И.С. Бруку принять на работу студентов 5-го курса РТФ МЭИ М.А. Карцева и Ю.Б. Пржиемского. Приступили к работе в лаборатории электросистем техник Л.М. Журкин и однокурсник Н.Я. Матюхина инженер А.Б. Залкинд.

Были четко определены конкретные исполнители машины и ее узлов. Общее руководство разработкой возлагалось на Н.Я. Матюхина. Разработку арифметического узла и элементной базы выполняли Н.Я. Матюхин и Ю.В. Рогачев, разработку главного программного датчика – М.А. Карцев и Р.П. Шидловский. Конструкцию магнитного барабана под техническим руководством И.С. Брука проектировал конструктор И.А. Кокалевский, электронные схемы магнитной памяти – Н.Я. Матюхин и Л.М. Журкин. Т.М. Александриди в качестве темы дипломного проекта получила задание на разработку электронной памяти на электростатических трубках. А.Б. Залкинд и специалист по телеграфной аппаратуре Д.У. Ермоченков разрабатывали схему стыковки передатчика и широкоформатного телетайпа с арифметическим узлом.

В этот период под научным руководством И.С. Брука с участием Н.Я. Матюхина и М.А. Карцева началась техническая проработка архитектуры машины. Дополнительно к этой работе И.С. Брук привлек математика Ю.А. Шрейдера. Периодически в этой работе принимал участие академик С.Л. Соболев (проживая в соседнем доме, он имел возможность часто посещать лабораторию электросистем И.С. Брука). Группой в таком составе были проведены глубокие исследования алгоритмов решения различных задач, которые привели к решению использовать в машине двухадресную систему команд. Был разработан технический проект. Состав машины включал арифметический узел (АУ), главный программный датчик (ГПД), внутреннюю память двух видов – электронную (ЭП) и магнитную (МП), узел ввода/вывода (УВВ).

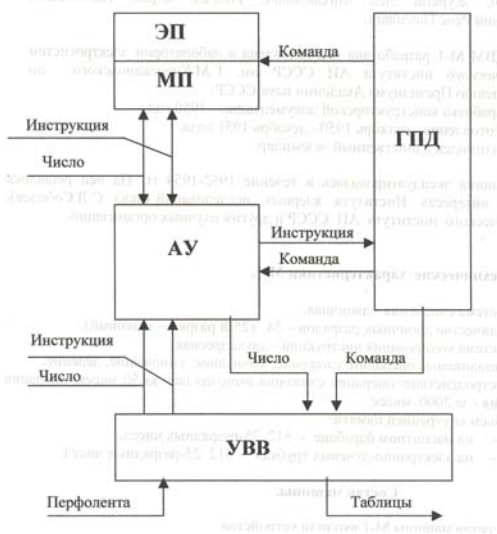


Рис. 5. Блок-схема М-1

Арифметический узел содержал 24 цифровых блока, блок знака числа, блок для выполнения сложения и вычитания, блок для выполнения умножения и деления, блок формирования и усиления импульсов.

В состав ГПД входило 12 типов блоков: генератор тактирующих импульсов – ГТИ, блок пуска и синхронизации – ПС, распределитель импульсов – РИ, блок формирования импульсов – ФИ, регистр адреса – РА, пусковой регистр – ПР, селекционный регистр – СР, регистр сравнения – РС, блок операций и шифра – ОШ, клапанный блок – КБ, блок выбора памяти – ВП, блок операции сравнения – ОС.

Планировалась разработка двух видов запоминающих устройств – магнитного (с магнитным барабаном) и электронного (с использованием электростатических трубок).

Опираясь на практический опыт разработки новых серий асинхронных двигателей, полученный во время работы во Всесоюзном электротехническом институте им. В.И.Ленина, и на работу по изобретению в годы Великой Отечественной войны синхронизатора авиационной пушки, обеспечивающего возможность стрелять через вращающийся пропеллер, Брук принял в 1950 г. решение о проектировании магнитного барабана для использования в качестве запоминающего устройства магнитной памяти машины М-1. Основным узлом этой магнитной

памяти являлись вращающийся дюралюминиевый цилиндр, покрытый ферромагнитным слоем, и магнитные головки, расположенные по образующей цилиндра. Электронная часть содержала генераторы импульсов записи, усилители чтения, клапан чтения.

В качестве запоминающих элементов электронной памяти планировалось использование электростатических трубок широкого применения. Узел электронной памяти включал блок из девяти электростатических трубок ЛО-737, схемы строчной развертки, клапаны чтения-записи, схемы кадровой развертки, схема подсветки, генераторы ВЧ, усилители чтения, формователи строки.

В качестве основного оборудования узла ввода-вывода использовалась стандартная телеграфная аппаратура (телетайп и трансмиттер). Инструкции и числа, которыми необходимо заполнить запоминающие устройства машины, набираются перфоратором телетайпа на стандартной перфорационной ленте и с помощью трансмиттера вводятся в машину. Вывод цифровых результатов осуществляется в виде печатания таблиц на широкоформатном телетайпе.

Широким фронтом началась разработка конструкторской документации на электронные блоки узлов машины. Оформленные схемы передавались в монтажную мастерскую лаборатории для изготовления. В специально отведенной для М-1 комнате был построен постамент площадью около 4 кв. м, в центре которого установлена прямоугольная вентиляционная колонна с отверстиями для обдува панелей. Воздух в колонну нагнетал мощный вентилятор, установленный под постаментом. По бокам колонны размещались стойки, предназначенные для крепления на них блоков с электронными схемами узлов. По мере изготовления блоки устанавливались на свои штатные места в стойках для настройки и автономной стыковки. В сентябре 1950 г. была завершена разработка конструкторской документации на блоки МПД АУ. В начале октября М.А. Карцев приступил к разработке главного программного датчика. Была разработана блок-схема ГПД. В процессе проектирования этого устройства были разработаны конкретные схемы, реализующие принципиально новое техническое решение – двухадресную систему команд, нашедшую впоследствии широкое применение в отечественной и зарубежной вычислительной технике.

Началась разработка и выпуск конструкторской документации на блоки ГПД. По мере завершения разработки КД на блок, его монтажная схема передавалась монтажникам для производства.

Завершалось проектирование магнитной памяти. Проектирование электронных схем записи и чтения магнитных сигналов для выпускников радиотехнического факультета МЭИ Н.Я. Матюхина и А.Б. Залкинда трудностей не составляло. Использование магнитных головок от бытовых магнитофонов решило вопрос и с комплектацией. В опытном производстве Энергетического института АН СССР были изготовлены механизм и дюралюминиевый цилиндр для магнитного барабана. Покрывать поверхность этого цилиндра ферромагнитным слоем согласились специалисты Всесоюзного радиоконцзавода.

В декабре изготовление блоков арифметического узла было завершено, и начался монтаж плат и блоков других устройств. В феврале 1951 г. было закончено изготовление блоков главного программного датчика, а к весне 1951 г. были изготовлены, отлажены и состыкованы электронные схемы и барабан магнитной памяти.

В марте 1951 г. все узлы были полностью укомплектованы блоками. Продолжался монтаж блока трубок электронной памяти. Арифметический узел к этому времени был автономно отлажен и выполнял операцию сложения в автоматическом режиме.

В начале апреля результаты работы по созданию М-1 рассматривались комиссией президиума Академии наук СССР. В состав комиссии входили академики И.П. Бардин, А.В. Топчиев, Г.М. Кржижановский, М.А. Лаврентьев, С.Л. Соболев и еще ряд представителей Академии наук и промышленности. Демонстрация автоматической работы арифметического устройства произвела на посетителей огромное впечатление. Световая индикация цифровых регистров визуально показывала автоматический процесс выполнения операции сложения, который особенно ярко выражался при работе устройства в режиме счетчика, когда яркое свечение индикаторных лампочек первых разрядов постепенно снижалось, в средних разрядах превращалось в мигание, которое в каждом следующем разряде становилось все реже и реже.

По результатам этого посещения Президиум Академии наук СССР распоряжением № 602 от 16 апреля 1951 г. за успешное выполнение работ по его заданию от 22 апреля 1950 г. премировал десять ведущих разработчиков машины, которым при вручении премии были выданы памятные выписки из этого распоряжения.

Продолжалась автономная настройка остальных узлов машины и их частичная стыковка. Был подключен к электрическому питанию изготовленный в опытном производстве Энергетического института АН СССР магнитный барабан. На отдельном столе в комнате М-1 были установлены и с помощью кабелей с разъемами подключены к стойке машины трансмиттер, обеспечивающий ввод в машину исходных данных и программы решения задачи с бумажной перфоленты, и широкоформатный телетайп, на котором печатались цифровые таблицы с результатами решения задач.

Началась разработка тестовых программ. Отрабатывалась система команд и технология программирования. В этой работе принимали участие молодой математик к.ф.-м.н. Ю.А. Шрейдер, М.А. Карцев, Н.Я. Матюхин и ряд других потенциальных пользователей машины, среди которых был и академик С.Л.Соболев. Они разрабатывали программы для решения на М-1 конкретных задач, обучали программированию разработчиков машины и ее потенциальных пользователей. Для контроля правильности работы машины при комплексной стыковке составлялись программы решения простых задач, результаты которых можно было сравнительно легко проверить. Удачной оказалась программа решения уравнения параболы  $y = x^2$ . Одинаковые результаты решения для положительного и отрицательного значений  $x$  давали возможность определить правильность работы машины, сравнивая распечатки симметричных значений результатов решения. Можно считать, что эта программа являлась первой тестовой программой машины М-1.

С конца августа 1951 г. началась комплексная отладка машины – выполнение арифметических и логических операций в автоматическом режиме. К этим работам подключились В.В. Бельнский и Ю.Б. Пржиемский. Комплексная настройка и испытания машины завершились в начале декабря 1951 года решением целого ряда контрольных задач, в том числе задач академика С.Л. Соболева.

Машина вместе с проектом научного отчета о завершении работы, выполненной по распоряжению Президиума Академии наук СССР от 22.04.1950 г., была предъявлена приемной комиссии. 15 декабря 1951 г. отчет о работе «Автоматическая цифровая вычислительная машина М-1» был утвержден директором Энергетического института АН СССР академиком Г.М.Кржижановским. Его распоряжением с начала 1952 г. АЦВМ М-1 была введена в постоянную эксплуатацию.

На ней производились разнообразные расчеты, отрабатывалась технология программирования, решались многие научные задачи в интересах лаборатории электросистем и других лабораторий ЭНИИ. Ученые и инженеры, решавшие свои проблемы на расчетном столе и на механическом интеграторе, переключались на расчеты с использованием АЦВМ М-1. Сформировалась группа программистов. Специалистами Мосэнерго совместно с учеными лаборатории электросистем производились расчеты режимов работ электрических сетей города. На этой машине начинались первые расчеты нагрева баллистических ракет при движении в атмосфере учеными лаборатории теплотехники А.С. Предводителя. Таблицы с результатами расчетов параметров воздуха за ударной волной немедленно передавались конструкторам из **ОКБ С.П. Королёва**, которые определяли необходимое количество теплозащитного материала ракеты. Использовалась М-1 и для решения других крупных научных задач сторонними организациями. Одним из первых решал на ней свои задачи академик С.Л.Соболев, в то время заместитель по научной работе в институте академика И.В. Курчатова. Для его коллектива в самом начале 1952 г. были проведены расчеты по обращению матриц большой размерности. Использовалась М-1 и для решения других крупных научных задач сторонними организациями, которые позднее (в 1953 – 1954 гг.) переключились к работам на введенной в эксплуатацию ЭВМ М-2. В эксплуатации машина М-1 находилась около трех лет. Первые полтора года М-1 была единственной работающей ЭВМ в России<sup>1</sup>.

В 1948 г. в Киеве вопросами создания счетных машин начал заниматься С.А. Лебедев. Крупный специалист в области электроэнергетики Сергей Алексеевич Лебедев в 1945 г. был избран действительным членом Академии наук Украины и назначен директором Института электротехники АН Украины. Став директором этого института, С.А. Лебедев добавил к существующим лабораториям энергетического профиля свою лабораторию моделирования и регулирования. Судя по ее названию, он не предполагал сразу развернуть работы по вычислительной технике, предпочитая привычные исследования в области технических средств стабилизации и устройств автоматики.

Сам Сергей Алексеевич позднее вспоминал: «Быстродействующими счетными машинами я начал заниматься в конце 1948 г. В 1948–1949 гг. мной были разработаны основные принципы построения подобных машин...». Возможно, к окончательному решению заняться разработкой цифровой ЭВМ С.А. Лебедева подтолк-

<sup>1</sup> Основные характеристики этой машины <http://www.computer-museum.ru/histussr/3.htm>

нул М.А. Лаврентьев. Такое мнение высказывали В.М. Глушков, С.Г. Крейн и О.А. Богомолец. Богомолец несколько раз выезжал в Швейцарию и, как заядлый радиолубитель, собирал интересные его проспекты и журналы с сообщениями о цифровых вычислительных устройствах. Приехав в Киев летом 1948 г., он показал журналы М.А. Лаврентьеву, тот – Лебедеву. Может быть, знакомство с рекламой помогло принять давно зрелое решение.

С осени 1948 г. С.А. Лебедев ориентировал свою лабораторию на создание МЭСМ. Продумав основы ее построения, он в январе-марте 1949 г. представил их для обсуждения на созданном им семинаре, в котором участвовали М.А. Лаврентьев, В.В. Гнеденко, А.Ю. Ишлинский, А.А. Харкевич и сотрудники лаборатории. Предварительно осенью 1948 г. он пригласил в Киев А.А. Дородницына и К.А. Семендяева для окончательного определения набора логических операций МЭСМ.

В марте 1949 г. начались исследования по проектированию электронных схем элементов арифметического устройства с использованием радиоламп (триггеров, генераторов импульсов, счетчиков, разрешающих схем). В ноябре 1950 г. был изготовлен **макет арифметического устройства** машины, в декабре отработаны арифметические операции. 4 января 1951 г. проведены испытания действующего макета.

8 января 1951 г. С.А. Лебедев на заседании ученого совета доложил о результатах испытаний макета. «Принцип работы быстродействующей машины – принцип арифмометра. Основное требование к такой машине – ускорение и автоматизация счета. Перед лабораторией была поставлена задача, создать работающий макет электронной быстродействующей счетной машины. При разработке макета нами был принят ряд ограничений.

Скорость – 100 операций в секунду. Количество знаков ограничено пятью в десятичной системе (16 знаков двоичной системы). Машина может производить сложение, вычитание, умножение, деление и ряд таких действий, как сравнение, сдвиг, останов, предусмотрена возможность добавления операций.

Основным элементом электронной счетной машины является элемент, позволяющий производить суммирование. Применены электронные реле (триггерные ячейки), в которых осуществляется перебрасывание тока из одной лампы в другую путем подачи импульсов на сетку. Это дает возможность производить действие сложения, из которого образуются и все остальные действия.

Вместо десятичной системы применяется двоичная система, что определяется свойствами триггерных ячеек (С.А. Лебедев поясняет работу машины по схеме). Кроме элементов для счета, машина должна иметь элементы, которые управляют процессом вычислений. Такими элементами являются разрешающие устройства и элементы запоминания.

В 1951 г. перед лабораторией поставлена задача – перевести макет в работающую машину. Препятствием для этого пока является отсутствие автоматического ввода исходных данных и автоматического вывода полученных результатов. Автоматизация этих операций будет осуществлена с помощью магнитной записи, которая разрабатывается Институтом Физики...».

Основные теоретические принципы построения счетной машины были решены. Однако наиболее трудной частью работы явилось практическое создание МЭСМ. Только разносторонний предыдущий опыт исследований позволил Сергею Алексеичу с блеском справиться с труднейшей задачей технического воплощения принципов построения ЭВМ.

Один просчет был все же допущен. Под МЭСМ было отведено помещение на нижнем этаже двухэтажного здания, в котором размещалась лаборатория. Когда ее смонтировали и включили под напряжение, шесть тысяч раскаленных электронных ламп превратили помещение в тропики. Пришлось удалить часть потолка, чтобы отвести из комнаты хотя бы часть тепла. *Именно предвидение такого эффекта заставило И.С. Брука на начальном этапе разработки АЦВМ М-1 начать исследование возможности использования в построении логических схем малогабаритных купроксных выпрямителей вместо ламповых диодов бхб (прим. автора).*

В проектировании МЭСМ участвовали кандидаты наук Л.И. Дашевский и Е.А. Шкабара, инженеры С.Б. Погребинский, А.Л. Гладыш, В.В. Крайницкий, И.П. Акулова, З.С. Зорина-Рапота, техники-монтажники С.Б. Розенцвайг, А.Г. Семеновский, М.Д. Шулейко и др.

Сохранился календарный план-график этапов разработки электронной (малой) счетной машины:

**1 Октябрь–ноябрь 1948 г.** Разработка общих принципов построения электронных счетных машин.

**2. Январь–март 1949 г.** Даны общие направления для разработки отдельных элементов. Семинары по счетным машинам с участием представителей Институтов математики и физики АН УССР.

**3. Март–апрель 1949 г.** Разработка триггеров на лампах 6Н9М и 6Н15. Разработка разрешающих устройств на тех же лампах. Разработка генераторов импульсов. Разработка счетчиков на лампах 6Н15.

**4. Май–июнь 1949 г.** Разработка арифметического устройства на лампах 6Н15 (первый вариант).

**5. Июнь–сентябрь 1949 г.** Разработка арифметического устройства на лампах 6Н9 (второй вариант). Разработка статистических элементов запоминания.

**6. Октябрь–декабрь 1949 г.** Создание принципиальной блок-схемы. Разработка общей компоновки машины. Конструирование и изготовление каркаса машины.

**7. Январь–март 1950 г.** Разработка и изготовление отдельных блоков и их отладка. Разработка и изготовление пульта управления машины. Разработка ТУ на магнитное запоминание.

**8. Апрель–июль 1950 г.** Установка блоков в каркасе и монтаж межблочных соединений. Монтаж связей между каркасом и пультом. Отладка на каркасе блоков и групп блоков по взаимодействию.

**9. Август–ноябрь 1950 г.** Отладка управления машиной от пульта. Первый пробный пуск макета (06.11.1950 г.).



**10. Ноябрь–декабрь 1950 г.** Увеличение количества блоков запоминания. Отработка операции сложения и вычитания. Отработка операции умножения и сравнения.

**11. Январь–февраль 1951 г.** Демонстрация (04.01.1951 г.) действующего макета приемной комиссии. Составление акта окончания работ по макету. Во время демонстрации на макете решались задачи по вычислению суммы нечетного ряда факториала числа, возведение в степень. Начата переделка макета в электронную (малую) машину.

**12. Март–май 1951 г.** Разработка систем постоянных чисел и команд. Введение фотографической записи результата. Разработка схемы управления магнитным запоминанием. Введение в эксплуатацию постоянных чисел и команд. Демонстрация работы машины Правительственной комиссии.

**13. Июнь–август 1951 г.** Приспособление сортировки с перфокартами для ввода исходных данных в машину. Введение новых блоков для осуществления операций сложения команд, ввода подпрограмм, связи с магнитной записью кодов. Монтаж и отладка управления системы магнитного запоминания.

**14. Август–ноябрь 1951 г.** Отработка делений и остальных операций. Переделка блоков запоминания с целью увеличения надежности. Окончание переделки макета в малую машину и опробование ее в целом перед пуском.

**15. Декабрь 1951 г.** Пуск Электронной (малой) машины в эксплуатацию (25.12.1951 г.).

**25 декабря 1951 г. МЭСМ была принята комиссией Академии наук СССР (председатель – академик М.В.Келдыш) и передана в эксплуатацию.**

### Основные характеристики МЭСМ

Система счета – двоичная с фиксированной запятой

Количество разрядов – 16 и один на знак

Вид запоминающего устройства – на триггерных ячейках с возможностью использования магнитного барабана

Емкость запоминающего устройства:

– для чисел – 31

– для команд – 63

Емкость функционального устройства:

– для чисел – 31

– для команд – 63

Производимые операции – сложение, вычитание, умножение, деление, сдвиг, сравнение с учетом знака, сравнение по абсолютной величине и др.

Система команд – трехадресная

Арифметическое устройство – одно, универсальное, параллельного действия

Система ввода чисел – последовательная

Скорость работы – около 3 тыс. операций в минуту (50 операций в секунду)

Ввод исходных данных – с перфорационных карт или посредством набора кодов на штекерном коммутаторе

Съем результатов – фотографирование или посредством электромеханического печатающего устройства

Контроль – системой программирования

Определение неисправностей – специальные тесты и перевод на ручную или полуавтоматическую работу

Площадь помещения – 60 кв. м

Количество электронных ламп:

– триодов – около 3500

– диодов – 2500

Потребляемая мощность – 25 кВт

Постановлением Президиума АН УССР за активное участие в разработке и создании отечественной ЭВМ МЭСМ была объявлена благодарность основным участникам этой работы: А.Л. Гладыш, Л.Н. Дашевскому, В.В. Крайницкому, И.П. Акуловой, З.С. Рапоте, С.Б.Погребинскому, С.Б. Розенцвайгу, А.Г. Семеновскому, Е.А. Шкабаре и сотрудникам Института физики за создание магнитного барабана Р.Г. Офенгенгену и М.Д. Шулейко.

Так в декабре 1951 г. **практически одновременно и независимо** в Советском Союзе были изготовлены и введены в эксплуатацию две первые электронные цифровые машины: автоматическая цифровая вычислительная машина АЦВМ М-1 в России и малая электронная счетная машина МЭСМ в Украине.

**АЦВМ М-1 и МЭСМ** открыли начало практической реализации создания цифровых вычислительных машин в СССР:

– под руководством И.С. Брука весной 1952 г. начались разработка и изготовление быстродействующей универсальной **ЭВМ М-2**. Опыт создания М-1, ее элементная база, многие технические решения и порядки организации работ обеспечили завершение разработки машины в январе 1953 г. и ввод ее в эксплуатацию в июне 1953 года. Был изготовлен один экземпляр машины. В Энергетическом институте АН СССР ЭВМ М-2 находилась в режиме круглосуточной эксплуатации свыше 15 лет. Скорость работы М-2 составляла 2 тыс. операций в секунду;

– С.А. Лебедев приступил к разработке своей следующей машины – быстродействующей машины **БЭСМ-1** в Институте точной механики и вычислительной техники в Москве еще до завершения работ по машине



МЭСМ в Киеве. В 1953 г. разработка БЭСМ была завершена, начато ее изготовление. Был изготовлен один экземпляр машины. Скорость работы БЭСМ-1 достигала 8 тыс. операций в секунду;

– независимо от этих двух машин в 1953 г. под руководством главного конструктора Ю.Я. Базилевского и его заместителя Б.И. Рамеева была завершена разработка и начато серийное изготовление быстродействующей ЭВМ «Стрела». Скорость работы ЭВМ «Стрела» составляла 2 тыс. операций в секунду. Было изготовлено 7 экземпляров машин.

## Список литературы

1. 4 декабря – День Российской информатики. – URL: [http://www.ieee.ru/the\\_day.shtml](http://www.ieee.ru/the_day.shtml)
2. Александриди Т.М., Залкинд А.Б., Карцев М.А., Матюхин Н.Я., Журкин Л.М., Рогачев Ю.В., Шидловский Р.П. Автоматическая цифровая вычислительная машина М-1. – М.: ЭНИН АН СССР, 1951.
3. Карцев М.А. Арифметические устройства цифровых машин. – М.: Физматгиз, 1958.
4. Малиновский Б.Н. История вычислительной техники в лицах. – Киев, 1995.
5. Рогачев Ю.В. Вычислительная техника от М-1 до М-13 (1950–1990 гг.). – М.: НИИВК, 1998.

# На заре создания управляющих программ реального времени

Геннадий Георгиевич Рябов

МГУ им. М.В. Ломоносова  
Москва, Россия  
ryabov-gennady2014@yandex.ru

17 ноября 1959 года. Полевой аэродром (аэродром – сильно сказано) «Камбала». В чуть уже заснеженной пустыне Бет-пак-дала (Голодной степи) приземлился очередной спецрейс ИЛ-18 из Москвы. И в уже привычной для местного глаза толпе прилетевших, одетой в полушубки, тулупчики, комбинезоны, ушанки, унты, взгляд выхватывает небольшую группу людей, мягко выражаясь одетых не по месту и не по сезону. Их демисезонные пальто и даже теплые шарфы бессильны против колючего холодного ветра. А небольшие фибровые чемоданчики в их руках (а не вещевые мешки и огромные рюкзаки) еще больше подчеркивают этот диссонанс. Но надо сказать, что молодых людей из этой группы объединяло нечто большее, чем внешний вид. Все они были выпускниками мех-мата МГУ пятидесятых годов, сотрудниками отдела логических и структурных схем Института точной механики и вычислительной техники, руководимого академиком Сергеем Алексеевичем Лебедевым, создателем первых отечественных электронных счетных машин. А в фибровых чемоданчиках находилось около десятка алюминиевых бобин с туго намотанной перфорированной бумажной лентой-носителем БП- боевой программы управления в реальном времени от ЭВМ М-40 объектами сложнейшего комплекса ...

Несколько характерных штрихов к научно-техническому портрету этого времени прежде всего в области вычислительной техники, численных методов и программирования.

С 1953 года начались планомерные расчеты научных задач на отечественных ламповых ЭВМ БЭСМ АН СССР (Главный конструктор С.А. Лебедев) и «Стрела» (Главный конструктор Ю.Я. Базилевский). Прочный математический фундамент, заложенный выдающимися учеными М.А. Лаврентьевым, М.В. Келдышем, А.А. Дородницыным, С.Л. Соболевым, А.Н. Тихоновым, А.А. Самарским и их школами, позволил ставить и решать на ЭВМ самые актуальные задачи того времени. Запуск первого спутника в 1957 году показал не только высокий уровень космической техники, но и уровень математического и программного обеспечения ЭВМ в нашей стране. Но следует отметить, что и невысокая надежность ламповых ЭВМ и программирование на уровне простейших автокодов (а то и в машинных кодах), хотя и были препятствиями, но всегда преодолевались в этом бурном потоке поступательного развития этого беспримерно универсального научного инструмента, каким стала ЭВМ.

К середине 50-х годов встал вопрос о принципиальной возможности противодействовать столь совершенному наступательному оружию как межконтинентальные баллистические ракеты. Концептуальные подходы к этой проблеме к настоящему моменту изложены во многих изданиях (сошлюсь на одно из последних [1]). Поэтому ограничусь только рассмотрением аспекта « управление территориально разнесенным сложным комплексом радиотехнических средств в реальном времени от ЭВМ с целью перехвата противоракетой (ПР) головной части баллистической ракеты дальнего действия (БРДД)». В целом во всех изданиях признается принципиально важным решение включить ЭВМ в контур управления экспериментальной системой ПРО (Главный конструктор системы А – Григорий Васильевич Кисунько).

Опуская многие детали, общий цикл работы системы можно представить в виде следующей последовательности этапов.

1. Дальнее обнаружение и сопровождение цели, предварительные расчеты траектории цели на ЭВМ и передача целеуказаний с ЭВМ на локаторы точного сопровождения.
2. Сопровождение цели локаторами точного сопровождения, передача данных на ЭВМ и уточнение траектории цели, продолжение выдачи с ЭВМ целеуказаний.
3. Расчет на ЭВМ траектории противоракеты и момента ее пуска.
4. Захват ПР локатором сопровождения ПР с выдачей данных на ЭВМ и в дальнейшем управление ПР от ЭВМ с заданным тактом через локатор сопровождения ПР вплоть до подрыва ПР
5. Выдача с ЭВМ целеуказаний по ПР на локаторы точного наведения и прием данных от них по ПР, расчет точки встречи и момента подрыва ПР.

К 1958 году примерно такой цикл был запрограммирован (коллектив отдела насчитывал около 20 человек) для ЭВМ М-40 по алгоритмам, разработанным в КБ-1 и ИТМиВТ. На опытном образце М-40 (Главный конструктор С.А. Лебедев, зам. гл. констр. В.С. Бурцев), установленном в ИТМиВТ, была проведена отладка этой программы (10 тысяч команд) под руководством заместителей главного конструктора по математическому и программному обеспечению Е.А. Волкова и Л.Н. Королева. Имитация работы средств системы была представлена в самом упрощенном виде.

Все в этой работе по созданию программы было абсолютно неизведанным для выпускников мех-мата, ведь даже программирование в середине 50-х годов еще не преподавали, не говоря уже о работе в реальном времени и о приеме-передаче данных по релейным линиям связи.

Но и сам вопрос «можно или нельзя перехватить», сродни гамлетовскому «быть или не быть», генерировал такую энергию, которую можно сейчас и количественно охарактеризовать. Итак, боевая программа к концу 1959 года насчитывала 10 тыс. команд, а к концу 1961 года в ней было уже 40 тыс. команд. Причем перечень основных этапов, перечисленных выше, сохранился. Что же произошло? Попробуем это интерпретировать с самых современных научных позиций, с позиции так называемой сложности по Колмогорову. В самом общем виде сложность по Колмогорову для большой системы это размер программы для успешного управления такой системой. В нашем случае начальный вариант боевой программы для «идеализированной» системы был в 4 раза короче, чем программа, с помощью которой был осуществлен первый в мире перехват противоракетой головной части БРДД 4 марта 1961 года. Другими словами, в 1958 г. мы знали будущую систему в 4 раза хуже, чем в 1961. В наше время сказали бы, что программно-аппаратный комплекс стал более интеллектуальным в 4 раза. Постоянное изучение системы и ответы на вопрос «а что случится, если...» и затем еще одно добавление разветвления в программе – таково практическое содержание работы на полигоне, разумеется с регулярными проведениями пусков ПР и проводками целей в любое время суток. К сожалению, эта сторона работы (творческой, оперативной и ответственной) пока не нашла достойного отражения в печати. Пользуясь случаем, мне хотелось бы добрым словом вспомнить ответственных представителей КБ-1 И.Д. Яструба, Н.К. Остапенко, В.Н. Миронова и группу теоретиков О.В. Голубева, М.Г. Минасяна, Н.К. Свечкопала, с которыми приходилось решать ответственные оперативные вопросы. А что может быть более ответственным, чем принятие решения о внесении изменений в боевую программу! Конечно, в таком режиме положительно эволюционировали взгляды многих на вычислительную технику. От полного недоверия («Что-то у вас в программе протухло на барабане?») – «Не может этого быть, там информация с контрольными суммами; если хоть одна единица пропадет, то не будет совпадения с контрольной суммой»... – «А если две команды поменяются местами?» – «Тогда контрольная сумма не изменится»... – «Вот видите!!!») до полной веры, что любой огрех в системе можно дезавуировать программой.

Прошло более полувека с этих славных времен. И вот в 2011 году 3 марта (в канун юбилейной даты) команда ответственных разработчиков первой боевой программы реального времени (Е.А. Волков, Л.Н. Королев, Ю.М. Барабошкин, Д.Б. Подшивалов, Г.Г. Рябов, А.М. Степанов) вновь встретилась. Чтобы совместить приятное с полезным, решено было собраться в МГУ в конференц-зале суперкомпьютера «Ломоносов», самого мощного отечественного компьютера на сегодняшний день. Теперь на сам суперкомпьютер можно посмотреть только через большое окно. А вот раньше М-40 (тоже суперкомпьютер того времени – 40 тысяч операций с фиксированной запятой в секунду, объем оперативной памяти – 4096 слов, память на магнитных барабанах – 30 тысяч слов) была рядом с пультом управления ЭВМ, на котором всегда лежала трубка громкоговорящей связи. Так и кажется, что сейчас услышишь из этой трубки уверенный баритон полковника Решетникова (бессменного ответственного по Командному пункту): ««Днепр», я «Заря»» и дальнейший диалог: “«Заря», «Днепр» слушает”; “«Днепр», я «Заря» – объявляется часовая готовность”; “«Заря», я «Днепр», принято...”

1. М. Первов. «Аннушки»-часовые Москвы. Москва. ИД Столичная энциклопедия.2010.

# На пути к новой экспозиции по истории вычислительной техники в Политехническом музее

Марина Эрнестовна Смолевицкая

Политехнический музей  
Москва, Россия  
msmolevitskaya@yandex.ru

## On the Way to the New Exhibition on the History of Computing at the Polytechnic Museum

Marina Smolevitskaya

Polytechnic Museum  
Moscow, Russia  
msmolevitskaya@yandex.ru

**Ключевые слова:** Политехнический музей, реконструкция, экспозиция, вычислительная техника, электронные вычислительные машины

Политехнический музей был основан в 1872 году, в год проведения Всероссийской политехнической выставки в Москве. Здание на Новой площади строилось с 1875 по 1907 год. С самого начала оно проектировалось специально для размещения в нем музея, что само по себе уже было на тот момент уникальным явлением.

Весной 2010 года руководством страны было принято решение о концептуальной модернизации и масштабной реконструкции музея, был объявлен международный конкурс на разработку новой концепции Политехнического, которая изменила бы подход к сохранению достижений науки и техники. Победителя объявили в конце сентября 2010 года, концепцию доверили разрабатывать одному из европейских агентств, специализирующихся в области музейного планирования и проектирования, – британской компании Event Communications Ltd. Также прошел конкурс на архитектурный проект реконструкции основного здания музея. Победил проект «Музей как парк» архитектора Джунья Ишигами (Junia Ishigami) из Японии.

Концепция модернизации Политехнического музея к 2018 году предусматривает: реконструкцию исторического здания, увеличение образовательных площадей, развитие просветительских программ для посетителей.

Также в соответствии с концепцией модернизации Политехнического музея предусмотрено строительство нового здания на территории Московского государственного университета, которое станет центром исследования коллекций и проведения конференций мирового уровня, там будет обеспечено надежное и доступное хранение тематических коллекций, будут проходить публичные показы и временные выставки.

На время реконструкции основного здания музейные фонды были перевезены для временного хранения в специально оборудованные помещения на территории Автомобильного завода имени Лихачева.

К 2018 году предполагается выполнить обновление содержания и дизайна постоянной экспозиции в историческом здании на Новой площади. Предложено ее разделить на три смысловые категории – «Материя», «Энергия», «Информация». Общая площадь этой экспозиции составит 8565 кв.м.

История развития информационных технологий в новой музейной экспозиции будет представлена в двух разделах темы «Информация»: «Вычисления и вычислительная техника» и «Инфосфера». Их наполнение и содержание разрабатывались сотрудниками Event Communication Ltd. совместно с научными сотрудниками Политехнического музея.

Во всех разделах предполагается представлять вещественные источники, музейные предметы и уделить значительное внимание их создателям: разработчикам, ученым и конструкторам.

### Содержание раздела «Вычисления и вычислительная техника»

Вычислительные средства с древнейших времен и до наших дней делятся на цифровые (дискретные) и аналоговые. Вычислительная техника, цифровая и аналоговая, в своем развитии прошла следующие большие периоды развития: до электронный и электронный.

В экспозиции цифровой вычислительной техники, посвященной до электронному периоду, будут раскрыты следующие темы:

1. Кодирование информации: процесс дискретизации.
2. Ручные счетные приборы: бирки, квипу, абак, суан-пан, соробан, русские счеты, самосчеты Буныковского.
3. Механические калькуляторы: счетное колесо Леонардо да Винчи, часы для счета Вильгельма Шиккарда, арифметическая машина Блеза Паскаля, арифмометр Вильгельма Лейбница, арифметическая машина Евны Якобсона (предполагается сделать копию), арифмометр Джовани Полени, счетная машина Гана, арифмометр Томаса де Кольмара, числительная машина Слонимского (множительное устройство), арифмометр Чебышева, арифмометры Вильготта Однера, комптометр Юджина Фельта.
4. Ч. Бэббидж и его Аналитическая машина.
5. Ранние системы обработки статистических данных. Машина Германа Холлерита. Перфорационные машины: табуляторы, перфораторы, контрольные, сортировальные машины.
6. Электромеханические клавишные вычислительные машины: бухгалтерские и фактурные машины, машины контрольно- и билетно-кассовые.
7. Шифровальные машины.

Особую группу будущей экспозиции составят логические машины, которые могут быть представлены с помощью реплик, муляжей, копий, мультимедийных инсталляций: арабские магические круги (12 век), машина Раймонда Луллия (1274 г.), демонстратор Чарльза Стэнхоупа (1775 г.), логическое пианино Стэнли Джеворса (1869 г.), машины Алана Макьюнда для решения простых логических задач (1881 г.), вариант логического пианино П.Д. Хрущева (1897 г.), Машина Аннибала Пасторе (1903 г.), Шахматный автомат Торреса де Кеведо (1910 г.), «Мыслительная» машина А.Н. Щукарева» (1914 г.), логическая машина Бенжамина Бурака (1936).

В экспозиции аналоговой техники до электронного периода будут представлены следующие темы и музейные предметы:

1. Аналоговый способ представления информации.
2. Чертежные инструменты и приборы для решения задач геометрическими методами.
3. Логарифмические таблицы и номограммы, логарифмические линейки, функциональные линейки и подвижные таблицы.
4. Аналоговые вычислительные устройства для численного решения арифметических, алгебраических и тригонометрических задач: планиметры, дифференцирующие и интегрирующие приборы, гармонические анализаторы и Стилтьес-планиметры.
5. Гидравлические интеграторы В.С. Лукьянова – новое практическое средство решения важнейших технических задач.

Вычислительная техника электронного периода представлена в музее цифровыми электронными вычислительными машинами, аналоговыми и аналого-цифровыми.

В данный момент в фондовом собрании по электронным цифровым вычислительным машинам (ЭЦВМ) насчитывается более 600-х музейных предметов и более 2 000 единиц хранения документальных материалов. Образовано 13 личных фондов ученых, посвятивших свою деятельность вычислительной технике. Данное фондовое собрание является единственным в нашей стране. В настоящее время достаточно полных экспозиций по ЭЦВМ в отечественных музеях нет. Практически все компьютеры, составляющие коллекцию, кроме персональных, сохранились только в Политехническом музее.

В обновленной экспозиции по цифровым вычислительным машинам с программным управлением планируется представить все разделы фондового собрания ЭЦВМ: универсальные, специализированные и управляющие машины, а также отразить следующие подтемы:

1. Математическая логика как основа действия компьютера.
2. Эпоха электронных процессоров: от ламп к транзисторам и интегральным микросхемам. Принципы работы, производство, возможности. В.Е. Лашкарев (первооткрыватель р-п перехода в полупроводниках).
3. Первые проекты создания цифровых электронных компьютеров: Z3 (Германия); ENIAC (США); COLOSSUS (Великобритания).
4. Первые советские ЭВМ – М-1, МЭСМ. Задачи, для решения которых они разрабатывались.
5. Роль академика С.А. Лебедева в становлении и развитии отечественной вычислительной техники.
6. А.А. Ляпунов – основоположник советской школы программирования.
7. История программирования: принципы, первые алгоритмические языки. А.Тьюринг, А.П.Ершов, М.Р. Шура-Бура.
8. Первая отечественная серийная ЭВМ «Стрела». Ю.Я. Базилевский – главный конструктор ЭВМ «Стрела».
9. Б.И. Рамеев – создатель семейства электронных вычислительных машин «Урал».
10. Конструктор единственной ЭВМ на троичной логике – Н.П. Брусенцов.
11. И.С. Брук и его ученики: Н.Я. Матюхин и М.А. Карцев – от малых до суперЭВМ. Компьютеры серии М: М-10.
12. БЭСМ-6, Эльбрус 3-1 и другие разработки ИТМ и ВТ.
13. ЭВМ УМ-1НХ (история КБ-2, Ф. Старос и И. Берг).
14. Специализированные ЭВМ: Орбита-10, Аргон-16.

15. Управляющие вычислительные машины. Академик В.М. Глушков – пионер отечественной кибернетики и информатики.
16. Электронные вычислительные машины Единой системы.
17. Современные суперкомпьютеры. Принципы создания и функционирования, возможности.

В данных разделах будут представлены уникальные предметы, в том числе имеющие статус «Памятники науки и техники» из коллекций музея, документальные материалы из личных фондов основоположников отечественной вычислительной техники, отражающие их биографию и научную деятельность. Также планируется показать документы, связанные с государственной политикой развития вычислительной техники в 1960–1980 и последующие годы, из личного фонда Б.И. Рамеева, который долгое время возглавлял Государственный комитет по информатике и вычислительной технике СССР.

Ряд экспозиционных комплексов будет действующим, в частности, будет возможно демонстрировать работу ЭВМ «Урал-1» и БЭСМ-6.

Предполагается, что некоторая часть экспозиционной площади будет отведена под:

1. Квантовые компьютеры.
2. Био (ДНК) компьютеры.
3. Искусственные нейронные сети.
4. Грид-вычисления.

Персональные компьютеры и история их создания, а также история создания интернета и мультимедийных технологий будет раскрыта в разделе «Инфосфера»:

1. Предтечи инфосферы. Теория информации: К. Шеннон, А.Н. Колмогоров, В.А. Котельников. Кибернетика: Н. Винер, А.А. Ляпунов
2. Персональные компьютеры. История создания и эволюция персональных компьютеров.
3. Кабели для передачи информации. Эволюция и сравнительные характеристики электрических и оптоволоконных кабелей. Использование лазерного излучения.
4. Беспроводная передача информации. Принципы и устройство сотовой связи. История развития сотовой связи в России.
5. Первые компьютерные сети. Принципы передачи информации в сети. Коммутация пакетов. Модемы.
6. Рождение всемирной сети. Т. Бернерс-Ли. Основные узлы и компоненты сети.
7. История российского интернета.
8. Поисковые системы. Принцип действия и история развития. Яндекс. Google.
9. Серверы. Веб-сервер Nginx. Серверные фермы.
10. Информационная безопасность. Компьютерные вирусы и борьба с ними. Лаборатория Е.В.Касперского. Хакеры. Кибервойны.
11. Появление социальных сетей. Facebook, Вконтакте. Творчество в интернете.
12. Интернет – пространство инноваций. Влияние интернета на научное сотрудничество, экономику, журналистику, культуру.
13. Влияние интернета на поведение человека и его мозг.
14. Мобильные многофункциональные устройства (смартфоны). История создания, эволюция, перспективы.
15. Будущее инфосферы. Эволюция человека. Киборги. Человекоподобные роботы.

Во всех экспозиционных пространствах планируется разместить интерактивные комплексы, позволяющие посетителям понять принципы работы компьютеров, получить дополнительную информацию о них и их разработчиках. Также предусматривается дискуссионная зона для проведения форумов и юбилейных мероприятий.

Целесообразность и актуальность разрабатываемой экспозиции не вызывает сомнения вследствие важности этих тем, активном использовании предметов данной экспозиции в научно-просветительской и культурно-досуговой деятельности Политехнического музея.

Новая уникальная экспозиция будет представлять российскую науку и технику как значимую часть мировых научных достижений, используя новые формы и современные музейные технологии.

# Интернет-технологии в политической жизни современной России

Анна Владимировна Сыченкова, Дарья Игоревна Вахрушева

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
Казань, Россия  
asychenkova@yandex.ru

Anna V. Sychenkova, Daria I. Vahrusheva

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev  
Kazan, Russia

**Ключевые слова:** интернет, интернет-коммуникация, социальные медиа, интернет-технологии, блог

Широкое применение новых информационных и коммуникационных технологий является сегодня одним из основополагающих факторов мирового развития. Глобальная сеть Интернет, как принципиально новый интерактивный канал коммуникации, играет существенную роль во всех сферах жизни общества, в том числе и политической. Информационно-коммуникационные технологии открывают сегодня новые эффективные средства коммуникации между гражданами, политическими институтами и властью. В этой связи особо актуальным представляется исследование Интернет-технологий политических коммуникаций, обращенных непосредственно к общественному мнению, массовому сознанию, политическому поведению больших групп людей и отдельных личностей.

В России первые опыты по применению интернет-технологий в политике датируются 1993–1994 годами: появился первый официальный государственный сайт Президента Российской Федерации. По мнению политолога Д.Иванова, сетевые проекты того времени создавались в качестве эксперимента любителями Интернета и ввиду небольшого числа пользователей Интернета и маргинального тогда статуса сетевой среды в информационном пространстве России особого значения не имели и представляли ценность лишь для их создателей и очень узкого круга читателей. Журналисты до конца 1990-х годов Интернетом практически не пользовались, поэтому появление новых информационных ресурсов не находило отражения в СМИ [1; 6].

Ситуация изменилась к парламентским выборам 1999 года: интернет-представительства появились у большинства участников избирательной кампании (сайты политических партий, персональные страницы российских политиков и чиновников разного уровня), а в избирательных кампаниях впервые были использованы технологии Интернета. В России первопроходцами организации PR-кампаний в Сети были специалисты Фонда эффективной политики (ФЭП) Глеба Павловского, которые активно занимались созданием и поддержанием разного рода политических или политико-информационных сетевых проектов, самыми известными из которых стали информационные проекты (старая «Газета.Ру», «Лента.Ру», «Вести.Ру», «СМИ.Ру» и «Страна.Ру»), сайты, созданные на время выборов «Выборы 1999–2000», «Выборы в России», первоначальный вариант «ВВП.Ру» [2]. Специалисты ФЭПа занимались сетевыми ресурсами Бориса Немцова, Сергея Кириенко, Союза правых сил. Ярчайшим моментом использования возможностей сети Интернет ФЭПом была публикация в день выборов в Госдуму результатов exit polls – опросов на выходе из избирательных участков.

Бурный рост политического сектора российской сети в конце 1990-х годов имеет две основные причины. К первой из них относится рационально не мотивированное стремление политических деятелей приобщиться к Интернету как к явлению современного мира, воспринимаемому как символ будущего. Большинство политиков, создававших сетевые проекты, не верили в то, что использование интернет-технологий принесет им какую-либо практическую пользу. Подобный стереотип привел к возникновению множества Интернет-ресурсов, владельцы которых не совсем понимали, зачем они им нужны. Визуально и содержательно подобные сайты были, как правило, одинаково среднего качества, поскольку создавались по одному шаблону непрофессиональными разработчиками. После утраты первоначального интереса к Интернету у владельца ресурса (что часто было связано с разочарованием в новых технологиях, а реально – с потерей веры в миф об Интернете) такие сайты закрывались, как это произошло с большинством сетевых представительств политических деятелей после выборов. В основе второй причины быстрого развития российского политического Интернета лежит функциональный подход к сетевой среде. К концу 1990-х годов многие политики и бизнесмены, традиционно использовавшие для решения своих PR-задач традиционные СМИ, открыли для себя Интернет как не менее эффективное средство коммуникации. Подобный технологический подход к Интернету особенно зарекомендовал себя в реализации информационно-пропагандистских кампаний во время парламентских и президентских выборов [1; 4–5]. Стремительное развитие информационно-политического сектора российского Интернета в начале 2000 годов сделало Сеть полноценным источником информации, рабочим инструментом для журналистов.

В настоящее время Россия, как и многие другие страны, находится в состоянии кризиса традиционных политических коммуникаций, одним из признаков такого кризиса является низкая политическая активность гражд-

дан. В условиях, когда избиратели все больше и больше удаляются от политической надстройки, состоящей из государственных органов и других политических структур, последние для поддержания связи с избирателями прибегают к использованию нетрадиционных каналов коммуникаций (в частности, сети Интернет). Преимуществом интернет-коммуникаций является обратная связь, ставшая столь редким явлением в политических связях с общественностью, использующих традиционные каналы коммуникации. Очевидно, что практически абсолютными лидерами по присутствию в «традиционном» медиапространстве, в первую очередь, телевизионном, являются представители партии власти. Тогда как интернет-пространство способно предоставить площадку и для размещения информации, и для осуществления коммуникации, вне зависимости от бюджета политической организации, ее ориентации, присутствия в органах власти.

Согласно исследованиям, российская аудитория Интернета – это преимущественно молодые (18–24 года), образованные (48% пользователей имеют высшее образование), обеспеченные, активные и продвинутые граждане [10]. Согласно опросу ВЦИОМ 2013 года, в России сеть Интернет уже составляет серьезную конкуренцию традиционным средствам массовой информации. Телевидение – наиболее востребованный источник новостей прежде всего для селян (67%), респондентов старше 45 лет (72–76%), а также россиян с начальным уровнем образования (74%). Интернету отдают предпочтение, как правило, москвичи и петербуржцы (35%), 18–24-летние (50%) и высокообразованные респонденты (32%).

Если говорить о россиянах, активно пользующихся интернетом, то среди них получать информацию о ситуации в стране предпочитают 48%, а телевидение занимает второе место (40%). По уровню доверия в качестве источника информации Интернет занимает второе место (22%) после телевидения (60%) [5]. Традиционные печатные СМИ продолжают утрачивать свое влияние на аудиторию в качестве оперативного источника информации. Очевидно, что будущее остается за современными информационно-коммуникационными технологиями, так как молодежь, активно интересующаяся политикой, предпочитает Интернет-коммуникацию.

В настоящий момент политические интернет-коммуникации становятся все более серьезным игроком на политической сцене. Варианты присутствия политических связей с общественностью в Интернете: сайты политической партии, блока, политиков; электронная рассылка; Форумы, online-конференции; чаты, интернет-рейтинги, электронные голосования, блоги, социальные сети, видеохостинг (YouTube).

Уже традиционными для продвижения политических партий, политических объединений, лидеров, деятелей стали сайты. Основная цель присутствия политической партии в Сети заключается в позиционировании политической партии в информационном пространстве, поэтому структура и смысловые блоки сайтов понятны и просты, как правило, сходны. Любой партийный сайт содержит: основные партийные документы (Устав, программу и пр.), перечень региональных отделений, правила вступления в партии, интерактивные сервисы для общения с избирателями. Основное различие между сайтами различных партий – качество дизайна, затраты на разработку, обслуживание, наличие уникальных приложений. На наш взгляд, самыми удобными и приятными в навигации являются сайты партий «Единая Россия» [7] и ЛДПР [8]. Представляет особый интерес ссылка на сайте ЛДПР, отправляющая на дополнительный ресурс «ЛДПР tube» [9]. Он представляет собой сайт, зарегистрировавшись на котором, возможно выложить видео, содержащее в себе нарушение прав человека со стороны власти. На сайте же публикуются новости по работе, ведущейся от лица ЛДПР по устранению проблемы – так избирателям предлагается открытая коммуникация, предполагающая ответственность со стороны партии.

Сегодня Интернет-пользователи отдают предпочтение не официальным, партийным, а персональным дневникам-блогам, миниблогам (Твиттер), социальным сетям, создающим коммуникационные площадки единомышленников. Некоторые политтехнологи даже стали выделять такое понятие, как PR 2.0 [3]. В рамках этого направления активно используются ресурсы блогосферы. Это обусловлено дешевизной пользования блогами и размещения большого количества информации; отсутствием цензуры; возможностью совмещения опций телевидения и печати; доступом к анализу отклика аудитории на сообщения; возможностью осуществлять двухступенчатую коммуникацию через лидеров общественных мнений.

Самой известной в России системой интернет-дневников является «Живой Журнал», пик популярности которой пришелся на 2008 год. Как полагают эксперты в области интернет-коммуникаций, в блогосфере, а в частности, в «ЖЖ», зародились открытые и активные сейчас настроения противодействия и оппозиции действующей власти, со временем активисты интернет-сообществ стали организаторами реальных протестных акций. Так «ЖЖ» стал одним из инструментов координации действий «Общества Синих Ведерок», проведения массовых акций «Марш несогласных» и т.д. В целом оппозиционные партии, движения, политики стараются максимально использовать коммуникационный потенциал Сети, так как, как правило, у них меньше каналов коммуникации с избирателями. Нельзя сказать, что возможности общения с избирателями с помощью сети Интернет, получения обратной связи вовсе не используются представителями власти. В частности, активную популяризацию интернет-общения с избирателями вел бывший Президент России Дмитрий Медведев. От имени Президента велось сразу несколько блогов. Один из них содержал исключительно видеозаписи обращения Президента по различным государственным вопросам. Пользовался популярностью среди молодежи (и не только) аккаунт Президента в Твиттере, который читали 707744 человек. Для сравнения аккаунт В.Жириновского читали около 100 000 человек, аккаунт Навального около 170000. Ведение блогов, аккаунтов в различных социальных сетях – инструмент чрезвычайно популярный (например, <http://twitter.com/Rogozin>; <http://www.echo.msk.ru/blog/belyh/> и др.). Например, вступивший в предвыборную гонку кандидат в Президенты Российской Федерации Михаил Прохоров не медлил с регистрацией аккаунтов «ВКонтакте», «Facebook», «Mail.ru», «Twitter». Странички оперативно наполнялись контентом усилиями команды и лично Прохорова (сообщения помечены «live»).



В качестве промежуточного результата подобной Интернет-активности можно привести итоги опроса россиян, когда известных людей, ведущих свои блоги, смогли назвать 33% россиян и лидером по узнаваемости являлся Д.Медведев (его упомянули 20% опрошенных). Респонденты указали и блог В.Путина, вероятно, имея в виду официальную страницу Президента в социальной сети (8%). Среди известных людей, ведущих свои блоги, респонденты назвали также К.Собчак (2%), А.Навального (2%), М.Прохорова (2%), В.Жириновского (2%) [4].

В сегодняшних реалиях ни один уважающий себя политический кандидат не может игнорировать социальные сети. Клей Шоссоу (Clay Schossow) считает, что абсолютно необходимо политику присутствовать в сетях «большой четверки»: Facebook, Twitter, YouTube, Flickr [12]. Являясь самыми популярными и быстрорастущими в мире сетями, они представляют четыре различных пути публикации информации и соединения с избирателями:

- Facebook носит комплексный характер и позволяет размещать фотографии, добавлять видео, отправлять подробные массовые сообщения, и многое другое. Площадки «Facebook», «Живой Журнал», «ВКонтакте» играют роль своего рода «дискуссионного клуба»;
- Twitter превосходит в обновлении событий, размещении новостей. Он позволяет организаторам кампании немедленно послать краткое сообщение для тысяч последователей, а также позволяет кампании взаимодействовать с другими людьми, таким образом, один – на – один. На основе анализа 537 миллионов сообщений в Twitter с упоминанием имени одного из кандидатов в Конгресс на выборах 2010 года, сопоставленных с результатами выборов, ученые из университета Индианы пришли к выводу, что процент упоминаний кандидатов в соцсетях может достаточно точно предсказать победителя гонки [11];
- YouTube является видео-каналом. Поисковая система сервиса является второй в использовании после Google. Flickr следует использовать для публикации агитационных фотографий. С более чем 4 миллиардами изображений и более 30 миллионов посетителей в месяц, это важный коммуникационный инструмент для использования в политической кампании [12].

Использование ресурсов социальных медиа является главенствующим направлением развития политических связей с общественностью в сети Интернет. Более того, новые технологии приводят к постепенному формированию нового стиля общественных отношений, основанного на подлинном диалоге гражданского общества и власти. Очевидно, что Интернет-технологии постепенно становятся одним из важнейших инструментов политической коммуникации, одновременно являясь критерием демократичности политического процесса и залогом успешного развития институтов гражданского общества.

## Список использованных источников и литературы

1. Иванов Д. Политический PR в Интернете: российские реалии // Интернет-маркетинг. 2002. N 4. С. 6-14.
2. URL:<http://www.anticompromat.org/pavlovsky/index.html> (дата обращения: 12.12.2011).
3. URL:<http://blogbook.ru/2008/02/06/pr-20-zdravyiy-smysl-protiv-privyichki/> (дата обращения: 19.11.2011).
4. «Рейтинг популярности российских блоггеров» // <http://wciom.ru/index.php?id=459&uid=114301> (дата обращения 15.04.2014).
5. «Онлайн и офлайн: откуда получают информацию россияне» // <http://wciom.ru/index.php?id=459&uid=114345> (дата обращения 15.04.2014).
6. Мусейбзаде Э. Политический форсайт – Год 2011: «Эффект бабочки» – «Арабская весна» и «Лондонское лето» [Электронный ресурс]. – / Э.Мусейбзаде.- Режим доступа: [http://flot2017.com/publication/\\_636](http://flot2017.com/publication/_636) (дата обращения 11.11.2011).
7. Официальный сайт партии «Единая Россия». URL:<http://er.ru/> (дата обращения: 09.10.2011).
8. Официальный сайт ЛДПР. URL: <http://www.ldpr.ru/> (дата обращения: 12.10.2011).
9. URL: <http://ldpr-tube.ru/news/> (дата обращения: 14.10.2011).
10. Павлютенкова М.Ю. Интернет в политике: российские особенности// <http://viperson.ru/wind.php?ID=620562&soch=1> (Дата обращения: 12.01.2012)
11. Заменит ли анализ Twitter в политике опросы общественного мнения? // <http://www.golos-ameriki.ru/content/twitter-polls/1728492.html> (дата обращения 15.04.2014).
12. Clay Schossow Using Social Media in Political Campaigns // <http://www.newmediacampaigns.com/about/team/clay-schossow> (дата обращения 15.04.2014).

# Алгол 68 и его влияние на программирование в СССР и России (часть 1)

Андрей Николаевич Терехов

Санкт-Петербургский государственный университет  
a.terekhov@spbu.ru

## История создания языка

В начале 60-х годов XX века сложилась следующая ситуация с языками программирования: в Америке – безраздельно царствовал Фортран, в Европе все большую популярность получал язык Алгол 60 [1], к стати, в его разработке принимали участие и американские учёные. Этот язык был довольно стройный, имел более-менее точное описание синтаксиса, в нём были некоторые новые интересные языковые черты (прежде всего, – рекурсия, чего не было в Фортране). В то же время язык обладал массой недостатков, как технических (например, использование целых числе в качестве меток) так и, собственно, языковых (например, никак не был стандартизован ввод/вывод, не была поддержана обработка литер и строк, а это уже в то время было довольно важной частью программирования, не было сложных структур данных). Поэтому авторы языка продолжили работу и в 1964 году выпустили Пересмотренное сообщение [2]. Чтобы организационно оформить эти работы, международная федерация IFIP (International Federation for Information Processing) в 1962 г. создала Рабочую группу Working Group 2.1 по алголоподобным языкам. После выпуска Пересмотренного сообщения об Алголе 60 эта группа приступила к разработке планов следующих языков программирования – наследников Алгола 60. Была выпущена так называемая Белая книга, которая содержала несколько очень интересных статей. Например, статья Ральфа Лондона, одного из создателей языка Alphard – в котором были некоторые предпосылки для доказательств корректности программ. В статье Барбары Лисков «Язык CLU» впервые были сформулировано понятие абстрактных типов данных. Была статья голландского ученого ван Вейнгаардена о двухуровневых грамматиках. Дело в том, что контекстно-свободные грамматики, которыми традиционно пользовались в то время, обычно в нормальной форме Бэкуса-Наура (Бэкус – разработчик Фортрана, а Наур – главный редактор сообщения об Алголе 60), были удобными и используются, к стати, до сих пор, но все-таки недостаточно сильными и выразительными, например, нельзя было описать контекст использования конструкции. Грамматики ван Вейнгаардена имеют двухуровневую структуру и по выразительной мощности эквивалентны машине Тьюринга, т.е. в принципе, с помощью такой грамматики можно описать любой алгоритм.

На основе Белой книги, а именно, на основе предложения ван Вейнгаардена, было предложено создавать новый язык, существенно более точный, с более формализованным описанием не только синтаксиса, но и семантики. В результате, после многолетних дискуссий Рабочей группы (РГ) 2.1, в работе которой приняли участие множество известных ученых из Америки и Европы, в декабре 1968 года IFIP приняла сообщение о языке Алгол 68 [3]. Надо сказать, что этот язык в ту пору был очень тяжелым и трудным в понимании, поэтому РГ 2.1 продолжила свою работу, расширила состав авторов языка, и к 1973 году было подготовлено Пересмотренное сообщение об Алголе 68 [4], в котором на основе всех базовых идей исходного языка и грамматик ван Вейнгаардена был определен существенно более приемлемый язык, более простой в реализации.

## Начало работ по Алголу 68 в СССР

В СССР первую информацию о работах по Алголу 68 привез член РГ 2.1, будущий академик, а тогда еще член-корреспондент АН СССР – Андрей Петрович Ершов из Академгородка (Новосибирск). Через него эта информация распространилась по стране, в том числе её получил мой научный руководитель доктор физ-мат наук Григорий Самуилович Цейтин, который в то время руководил лабораторией математической лингвистики НИИММ ЛГУ. Он принял активное участие в обсуждение языка, писал весьма дельные замечания авторам и удостоился благодарности в предисловии к публикации по Алголу 68. Понятно, что язык с новыми выразительными возможностями, с новым способом описания синтаксиса и семантики вызвал большой интерес среди программирующей общественности, стали формироваться группы, готовящиеся к его реализации. В первые годы, правда собственно до реализации дело не доходило. Например, группа математиков из Академгородка всерьез занялась переводом сообщения об Алголе 68 на русский язык. Понятно, что русское описание языка в стране, где много миллионов людей говорят по-русски, вещь важная. Я за этой работой только наблюдал и, первое время, не принимал участия. Честно скажу, мне казалось, что они слишком много времени тратят на выбор терминов, даже на обсуждение того, каким шрифтом какие термины должны быть опубликованы, а типографские возможности того времени были совсем не такими богатыми, как сейчас. Всё это вызывало массу трудностей, но это было как-то не интересно для меня.

Из обсуждений того времени запомнился тот факт, что в русскоязычной литературе не было укоренившегося слова, обозначающего файл. Предлагались различные варианты переводы этого важного понятия: «тека»

(от слова библиотека), «фонд» и так далее. Я помню, как шутил на эту тему Андрей Берс из Академгородка, что в русском языке есть только два слова, заканчивающихся на «-айл» – кайло и хайло, потом он всегда немножко молчал и с улыбкой добавлял: «ну, конечно, есть еще и Задыхайло». Задыхайло был очень известным советским программистом, не знаю, обижался ли он на эту шутку или нет, но я запомнил, что «-айл» это не очень русское окончание. Тем не менее, после долгих обсуждений был принят термин файл, которым мы пользуемся до сих пор. Кстати говоря, таких терминов в то время было принято довольно много, именно в связи с Алголом 68. Например, «сборка мусора». Первоначально казалось, что это совершенно не технический, не научный термин. Но, с другой стороны, это прямой перевод англоязычного термина *garbage collection*, довольно точно отражающего суть дела (в процессе динамического распределения памяти возникают участки памяти, на которые уже никто не ссылается, т.е. реальный мусор). Поэтому механизм, который уплотняет память, оставляет в памяти только те участки, на которые есть реальные ссылки это, действительно, сборка мусора. В основном перевод был работой Александра Федоровича Пара. Когда оригинальное сообщение об Алголе 68 было опубликовано (в 1969 г., так как официальное принятие осуществилось только в декабре 1968 г.), важно отметить, что уже в том же 1969 году в журнале «Кибернетика» вышел перевод сообщения об Алголе 68 [5], т.е. все признавали, насколько важно иметь описание такого нового языка на русском языке.

## Первые реализации Алгола 68 в СССР

У нас в Ленинграде Г.С. Цейтин собрал группу, состоящую из нескольких кандидатов наук и довольно большого количества студентов, которой предложил заниматься реализацией Алгола 68. Дело было новое, опыта программирования трансляторов не было ни у кого из нас. Борис Константинович Мартыненко, который в то время был руководителем лаборатории системного программирования, провел 10 месяцев в Дании на стажировке у Наура и принял участие в реализации транслятора с Алгола 60 GIER – одного из самых известных трансляторов на тот период. Насколько я знаю, он занимался лексическим анализатором (сканером, говоря в современных терминах). Конечно, он знал и общее устройство транслятора и даже читал курс в Университете на мат-мехе, который я на третьем курсе посещал. Итак, группа была сформирована, мы активно изучали язык. Язык был действительно довольно трудным для понимания, но мы были молодыми, мы были математиками и нам казалось, что это вполне естественно разбираться в сложных вещах. Разобрались, причем разобрались настолько, что находили ошибки в описании, писали авторам языка, получали ответы и продумывали реализацию.

Первые полтора-два года эта работа носила чисто исследовательский характер, даже без возможностей для выхода на практическую реализацию транслятора. Так совпало, что примерно в то же самое время в СССР были развернуты работы по созданию системы ЕС ЭВМ. Это была полная копия серии IBM/360, руководство страны надеялось совершить такой «китайский скачок», разом догнав американцев по номенклатуре вычислительных машин и, особенно, по набору прикладных программ для них. Я не хочу сейчас вдаваться в обсуждение, хорошо это были или плохо. Лично я считаю, что это было ошибкой – у нас была довольно сильная школа советских создателей ЭВМ, были довольно интересные программы, в том числе и трансляторы с языков высокого уровня, например, для ЭВМ «Минск». Были, как минимум, три транслятора с Алгола 60, выполненные по руководством С.С. Лаврова в Подлипках (ТА-1М), А.П. Ершова в Академгородке (Альфа-транслятор) и М.Р. Шура-Буры в Москве (ТА-2).

Но решение было принято, машины серии ЕС начали проектировать, под это были отпущены определенные, довольно крупные финансовые ресурсы. В рамках процесса создания новых ЭВМ нам удалось получить финансирование для работ по отладочному транслятору с Алгола 68 для будущей ЕС ЭВМ (повторюсь, что ЕС ЭВМ в то время еще не было, она только проектировалась и разрабатывалась). Будучи студентом 5-го курса мат-меха я поехал в Москву для подписания договора с НИЦЭВТом. Так получилось, что старшие товарищи по разным причинам не смогли поехать, поэтому послали меня. Там я в первый раз встретился с А.П. Ершовым, который приехал ровно с той же целью – подписывать договор на создание транслятора с Алгола 68 для ЕС ЭВМ (проект Бета). На самом деле идея Ершова была существенно более глобальной – он хотел разработать семейство трансляторов с языков Алгол 68, PL/I, Симула 67 для разных машин, то есть реализовать идею UnCoL. Кстати, я только недавно узнал, что первые публикации по UnCoL (Universal Common Language) появились в Communications of ACM еще в 1958 году – идея при создании трансляторов с  $m$  языков на  $n$  ЭВМ изменить число компиляторов с  $m^n$  на  $m+n$  (сначала программы со всех входных языков переводятся на некий универсальный промежуточный язык, а потом из него делаются генераторы в коды разных ЭВМ). Эта идея довольно старая, но, насколько я знаю, в полном виде она до сих пор не была осуществлена. Ершов хотел заняться именно такой глобальной темой, и была достигнута договоренность между Ершовым и Цейтиным, что мы будем делать трансляторы со строго одинакового стандарта входного языка, но наш ленинградский транслятор будет играть роль отладочного, более-менее быстрого транслятора, а новосибирская система Бета будет глубоко оптимизирующим транслятором. Понятно, что наши коллеги из Академгородка хотели использовать опыт, который они накопили при проектировании и разработке транслятора Альфа с Алгола 60.

Итак, работа из чисто научно-исследовательской превратилась в хозяйственно-договорную со строгими этапами и сроками. Не всем участникам нашей группы это понравилось. Одно дело, когда ты спокойно работаешь, пишешь статьи, выступаешь на конференциях, и никто на тебя не давит, никто не напоминает, что завтра

приедут заказчики и им надо предъявить такой-то отчет. Совсем другое дело – производственная работа. Однако, в те годы мы все это понимали не слишком сильно. Вольница была довольно большая, в Университете каждый занимался, чем хотел, и, кстати, научные результаты от этого не только не страдали, но, может быть, даже и выигрывали. Но даже само слово «плановость» было для нас чуждым в то время.

Так началась наша работа в тесном контакте с новосибирской группой. Эта работа приобрела и организационные формы.

## Рабочая группа по Алголу 68

В рамках ГКНТ – Государственного комитета по науке и технике – была создана Рабочая группа, которую возглавил А.П. Ершов. Первое время его заместителем был Г.С. Цейтин. Примерно к 1975 году Цейтин во многом потерял интерес к этой сугубо практической работе, увлекся языками искусственного интеллекта, семантическими сетями и другими интересными вещами (например, языками проектирования поведения роботов) и постепенно стал отходить от работ по Алголу 68. Тогда Ершов назначил меня заместителем председателя Рабочей группы. Не скрою, это было очень лестно для меня, но это была не синекюра – приходилось довольно много работать, и Ершов следил за тем, чтобы мы занимались существенно более широким кругом вопросов. Алгол 68 был в некоторой степени только поводом для встреч специалистов из разных городов, которые проходили 5–6 раз в год (чаще в Ленинграде и Академгородке, но и в других городах тоже, в Москве, Ростове, иногда в курортных местах, чтобы участникам был и дополнительный интерес отвлечься от основной работы и посетить заседание Рабочей группы).

После выхода в 1973 году Пересмотренного сообщения об Алголе-68 в Рабочей группе началась интенсивная работа по подготовке его официального перевода на русский язык. В этой работе принимали участие практически все члены Рабочей группы, но основную роль играл Андрей Александрович Берс. Эта титаническая работа завершилась публикацией в 1979 году толстой книги – билистинга [6]. Слева был оригинальный текст, а справа – перевод. Еще раз повторю, что многие русские термины вводились практически впервые, поэтому было решено оставить английский текст для справок.

Довольно часто Ершов давал членам Рабочей группы различные статьи на реферирование. Дело в том, что Ершов был одним из немногих советских специалистов, который реально мог выезжать за границу, посещать капиталистические страны – в те годы это было довольно трудно. Я помню, каким событием было, когда Цейтина отпустили на конференцию то ли в Румынию, то ли в Венгрию – даже такие поездки были в то время редкостью. А Ершов ездил, причем довольно свободно, у него были широкие связи в среде научной общественности, многие присылали ему свои статьи как уважаемому человеку. Ершов стремился, чтобы эти статьи не просто лежали на полке, раздавал их членам рабочей группы, мы их читали, а потом делали доклады на заседаниях рабочей группы и, главное, обсуждали эти статьи. Например, мне как-то раз Ершов поручил прочитать (и выступить с докладом по прочитанному материалу) статью С. Джонсона «Yet another compiler compiler» [7]. Сейчас все знают, что такое Yacc, то есть компилятор компиляторов – компилятор, который на входе получает грамматику языка, а на выходе – компилятор (на самом деле, только анализатор) с этого языка. Но в те годы это все было в новинку, и мне было очень интересно это прочитать. Или, например, статья Вулфа про оптимизации [8]. Он сделал оптимизирующий транслятор: вначале был придуман некий универсальный промежуточный язык (ПЯ), и любая оптимизация не меняла структуры текста на ПЯ, только добавлялись параметры в узлы графов, представляющих операторы программы. Была выполнена серия забавных экспериментов: было задано несколько оптимизаций, которые выполнялись в разной последовательности. Оказалось, что некоторые оптимизации надо выполнять несколько раз, так как применение одной оптимизации дает материал для других. Последовательность оптимизаций также влияет на качество кода – это была интересная статья, я ее изучил и потом рассказал о ней на заседании Рабочей группы.

Также на заседаниях обсуждались различные учебные материалы по Алголу 68, сравнивались различные реализации. В СССР появилось довольно много групп, реализующих Алгол 68. Попробую перечислить эти группы (работа шла в 70-е годы XX века). Очень интересная группа работала в Киеве (научный руководитель – Екатерина Логвиновна Ющенко, среди авторов были Штетельмен, Штейнбук, Макогон). Эта группа реализовывала не столько транслятор, сколько некоторую базу данных, их интересовали Persistent Data (сохраняемые данные). Если пользователь заканчивал работу, он мог нажать специальную кнопку, и все данные, созданные в процессе сеанса, запоминались в некоторой базе данных, а в следующий раз можно было начать с прерванного места. Тогда это была довольно большая новинка и интересная работа, но для нас, для Рабочей группы по Алголу 68 это было отчасти посторонней работой. Например, группа в Киеве даже не перешла на Пересмотренное сообщение об Алголе 68, а продолжала работать в соответствии с первым Сообщением, которым позже уже никто не пользовался. Тем не менее, эта работа была интересна.

Мне всегда очень нравилась работа московского ЦЭМИ (Центральный экономико-математический институт) под руководством Михаила Рувимовича Левинсона. Они разрабатывали транслятор с Алгола 68 для DEC-вской архитектуры PDP11 – тогда были советские копии CM3, CM4, CM1420, и для этих машин москвичи сделали транслятор. Они предложили интересную идею отказаться от ограничений на область действия объектов, все данные размещать в куче, это давало возможность перейти к функциональным языкам (частичная параметризация, функции, выдаваемые в качестве результата вызовов других функций, и так далее). Тогда на первый

план выходит, конечно, сборка мусора, и она занимает довольно большой процент времени счета, но, тем не менее, Левинсону и его коллегам удалось преодолеть эти трудности, и транслятор заработал. Очень интересная пионерская работа!

Одной из наиболее удачных реализаций являлась работа другой московской группы под руководством Александра Николаевича Маслова, куда входили Валерий Броль, Владимир Гушин и Владимир Яковлев. Эти молодые люди реализовали транслятор с Алгола 68 для новой советской машины Эльбрус. Эльбрус мы все очень любили, поскольку это была одна из немногих в то время оригинальных советских машин. Злые языки, конечно, говорили, что Эльбрус чем-то похож на Burroughs, но, поскольку я хорошо знаю архитектуру этих двух машин, то считаю, что это именно злые языки – так как многие идеи Эльбруса были абсолютно оригинальными. Для этой хорошей машины был сделан транслятор с более-менее полного языка Алгол 68, и я даже участвовал в некой комиссии по приемке этого транслятора на Эльбрусе.

Надо сказать, что этой группе было легче работать, так как Эльбрус – это high-level language (HLL)-computer, то есть компьютер, ориентированный на языки высокого уровня, и поэтому многие вещи, которые, например, нам на ЕС ЭВМ приходилось реализовывать многими командами (вырезки, циклы, вызовы процедур), в Эльбрусе реализовывались существенно проще – для всех этих конструкций были специальные машинные команды.

Еще пару слов про Академгородок и группу Ершова. Первоначально входными языками в проекте Бета были Алгол 68, Симула 67 и PL/1, а целевыми машинами были ЕС ЭВМ и БЭСМ 6. Эта группа вела огромное количество исследований, были очень интересные публикации, интересные результаты, но до практического воплощения дошли только трансляторы для БЭСМ-6 с Симулы 67 и Паскаля (Георгий Степанов и Сергей Покровский) и транслятор с Модулы 2, который выполнил Леонид Захаров. Называлось еще подмножество языка Ада, который реализовал Сергей Тен, но у меня об этом трансляторе мало информации.

## Транслятор А68 ЛГУ

Итак, мы реализовали транслятор с Алгола 68 на ЕС ЭВМ. Поскольку ЕС ЭВМ появилась только в 1974, а реально работающей машиной стала в 1975, то нам пришлось некоторое время работать на других машинах. Начали мы с польской ЭВМ Одра 1204, там был довольно хороший транслятор с Алгола 60, поэтому анализирующую часть транслятора с Алгола 68 мы написали на Алголе 60 и отлаживали на Одре 1204. Попутно пришлось решать довольно много новых задач в технике трансляции, например, даже структура компилятора оказалась нестандартной, нетрадиционной. В Алголе 68 можно описывать новые типы и операции над ними. Так вот, если написано `m a ;`, то это может быть описанием переменной `a`, если `m` – тип, а может быть унарной операцией, если `m` – операция. Мы этого не поймем, пока не идентифицируем `m`. Но, чтобы идентифицировать `m`, нам надо составить таблицу всех описаний с учетом блочной структуры, а это невозможно сделать без синтаксического анализа. Получается некий замкнутый круг.

У нас сразу было принято разделение труда – все конструкции были поделены между участниками группы (например, Цейтин взял себе вызов процедур и работал с параллельными предложениями. Это, действительно, самые трудные куски Алгола 68). Структурой компилятора в целом никто не занимался. Этим стал заниматься я и придумал некую схему из шести просмотров, которые чередуются (прямой, обратный) и в каждой прямой фазе собирается некоторая информация к концу конструкции, а на обратном просмотре эта информация передается к началу конструкции. Я предложил выполнить сначала некий первичный, более-менее примитивный синтаксический анализ только с целью проидентифицировать индикаторы видов и операций. Потом выполняется полный видовой анализ и генерация кода. В те годы даже опубликовать эти работы было практически нелегко – не было журналов по программированию. В 1975 году был образован академический журнал «Программирование», который издается до сих пор. Это один из немногих отечественных журналов по нашей специальности, который индексируется в Web of Science и Scopus. Буквально во втором номере этого журнала опубликована моя статья «Процессы идентификации и структура компилятора с языка Алгол 68» [9].

Еще раз повторю, что на Одре работал только анализатор, генератор кода мы стали писать на языке макрогенератора ассемблера будущей ЕС ЭВМ, поскольку мы получили доступ к ее прообразу – к оригинальной американской машине IBM/360 – уж не знаю, какими путями удалось купить эти две машины (тогда были жесткие ограничения на поставку в СССР высокотехнологичной продукции), я даже помню их названия – Озон и Лотос. Они были установлены в НИЦЭВТЕ, головной организации, занимающейся разработкой ЕС ЭВМ, в Москве на Варшавском шоссе. Мы ездили туда еженедельно на 2–3 ночи. Конечно, днем на машинах работали москвичи, а ночное время давали нам, приезжим. Вначале это были чисто американские машины, затем рядом с каждым устройством стали ставить его аналог (рядом с оригинальным дисководом – немецкий, рядом с оригинальным устройством печати – болгарский аналог, что-то было из Чехословакии). В первое время эти аналоги работали довольно плохо, а так как мы работали ночами, за нами особенно не присматривали, мы научились быстро передергивать кабельные разъемы и работали только на оригинальных американских устройствах, чтобы особо не страдать. Конечно, это не приветствовалось, зато мы быстрее работали. То же можно сказать и про операционную систему. Пока коллеги из НИЦЭВТа прочитают версию программы операционной системы, пока разберутся, пока найдутся какие-то описания, уже выходила другая версия. В конце концов, в одном из американских университетов была разработана вообще другая операционная система VM (Virtual Machine). IBM

купила эту систему у университета, доработала, сделала ее существенно более широкой по функциональности, но во много раз хуже по эффективности. Поэтому все передавали друг другу магнитную ленту с оригинальной операционной системой от университета, а не официальную IBM-овскую версию, которая была рекомендована компанией и НИЦЭВТом.

Это было тяжелое время, на протяжении многих и многих недель надо было каждую неделю ночами работать на компьютере, это было очень непросто, и все мои старшие товарищи отошли от этой работы: еженедельные поездки в Москву с тяжелейшими чемоданами, набитыми колодами перфокарт (магнитные ленты появились и стали реально использоваться намного позже), проживание в гостинице, ночная работа отнимали много сил. Работать на новой технике, когда и спросить было не у кого при возникновении проблем, было и трудно, и интересно.

В результате такой тяжелой работы мы сделали генерирующую часть из промежуточного языка в коды ЕС ЭВМ, всё как-то заработало. К этому времени у нас на мат-мехе уже появилась ЕС ЭВМ, причем это была первая машина такого класса (ЕС1030), поставленная в открытой, а не в военной организации – об этом даже писали ленинградские газеты.

Наконец, мы решили перенести весь транслятор на ЕС ЭВМ, применив метод раскрутки – переписали генерирующую часть на Алголе 68 и транслировали каждую из нескольких сот процедур сначала на Одре 1204, получали текст на ПЯ в виде перфоленды, которую потом несли на ЕС ЭВМ, вводили (это был текст на макроязыке) и транслировали с макроассемблера в коды ЭВМ. Эта работа заняла около года, в это время было найдено много ошибок в трансляторе – ведь это же шикарный, огромный тест на Алголе 68. Попутно выяснилось, что многие конструкции мы реализовали не слишком удачно.

Например, мне запомнилась борьба за эффективность вызова. Первая реализация требовала 6 команд в рождении кода и 23 команды в подпрограмме. Работало это довольно медленно, мы предприняли большое количество усилий, чтобы ускорить процесс. Главный прорыв произошел тогда, когда мы, зная уже устройство UNIX, пустили динамическое распределение памяти справа налево, так что базовый регистр стал указывать и на вершину стека, и на статику текущей процедуры. В этих условиях нам удалось сделать так, чтобы на вызов приходилось полторы команды – одна четырехбайтовая и одна двухбайтовая команда и всего 11 команд в подпрограмме. В те годы, когда аналогичный транслятор с PL/I F занимал порядка 150 команд на каждый вызов, наш результат я оцениваю довольно высоко.

Как только закончилась первая раскрутка, мы тут же приступили ко второй раскрутке, продолжая улучшать качество кода, уменьшая время трансляции и так далее. В результате, после трех раскруток, получился довольно приемлемый транслятор, которым начали пользоваться программисты, в первую очередь, из военных организаций, потому что именно там требовалась особо высокая надежность.

## Влияние Алгола 68 на другие языки

Как известно, Алгол 68 мирового признания не получил. В академических кругах им пользовались, было реализовано несколько трансляторов в разных странах. Возможно, это связано с тем, что Алгол 68 действительно был тяжеловат для широкой публики, он был рафинированным языком для Академии (так на Западе называют сотрудников университетов и исследовательских центров). Возможно, тому есть и другие причины. Появился Паскаль, который занял нишу простых языков. Никлаус Вирт на симпозиуме, посвященном его собственному восьмидесятилетию, который я недавно посетил (кстати, сам Никлаус жив-здоров и до сих пор активно работает, его и сейчас весьма интересно слушать, его идеи до сих пор продуктивны), рассказал историю языков, как он её видит. Он был членом Рабочей группы 2.1 и только позже он вышел из нее вместе с Хоаром и Дейкстрой, подписав так называемый Minority Report (Мнение меньшинства). Позже он создал язык Паскаль как ответ на вызов Алгола 68 – как сделать выразительный, но простой язык.

Как обычно, эта простота не далась даром. В нашей ленинградской группе, как только Паскаль появился, мы параллельно с нашими работами по Алголу 68 приступили к работам по созданию и транслятора с Паскаля (руководил этими работами Аркадий Попов). Мы сразу же наткнулись на кучу несоответствий. В стремлении упростить язык Вирт не обратил внимания на очень многие вещи. Например, Паскаль – язык с более-менее строгой типизацией. Целой переменной присвоить вещественное значение нельзя. Но, если процедура передается параметром другой процедуре, то корректность ее параметров уже никак не проверяется. Это такая дырка в описании.

Еще один пример – было опубликовано описание Паскаля на русском языке под редакцией известного программиста Д.Б. Подшивалова из Москвы. На слова: «Паскаль существенно превосходит по мощности Алгол 68» была сноска редактора: «С этим утверждением трудно согласиться, например, на Паскале трудно написать универсальную программу умножения матриц», так как в Паскале границы массива входят в его тип, так что, формально говоря, нужна своя процедура умножения матриц для массивов разных размеров [10].

Тем не менее, влияние Алгола 68, конечно же, очевидно, если смотреть на набор конструкций Паскаля.

На мой взгляд, еще более ярким примером преемственности к Алголу 68 является язык С, опубликованный в 1972 году. В С, как и в Алголе 68, возможна выдача значения условным выражением, присваиванием, последовательностью операторов, а операция с накоплением  $a+=b$  – это же явно из Алгола 68 взято. Последовательные предложения, когда  $(a=op1, b=op2, \text{выражение})+1$  – это же чистая калька последовательного предложения

из Алгола 68, только вместо «;» ставится «,». Эта конструкция очень удобна и используется, скажем, для передачи параметров когда в сложном выражении нужно попутно запомнить какие-то промежуточные результаты.

Не могу закончить эту часть доклада, не вспомнив, что мне было довольно трудно внедрять Алгол 68 в СССР. Времена были такие, что, если не было какого-то западного аналога, то никто и говорить не хотел. Когда в США появился язык Ада, быстро ставший стандартом Министерства Обороны США, этот язык был очень далек от Фортрана и PL/I, но очень похож на Алгол 68 по мощи, по выразительной силе, по полной типизации и так далее. Появление языка Ада в Америке помогло мне с внедрением Алгола 68 в СССР. Я стал говорить: «Смотрите, а Америке появился язык с полной типизацией, вопросы надежности ПО выходят на первый план», и этот аргумент мне очень помогал при внедрении Алгола 68, особенно, в военных организациях СССР.

# Алгол 68 и его влияние на программирование в СССР и России (часть 2)

Андрей Николаевич Терехов

Санкт-Петербургский государственный университет  
a.terekhov@spbu.ru

## Специализированные языки на базе Алгола 68

Мы далеко не сразу осознали, какую мощную новую функцию имеет Алгол 68. Дело в том, что в этом языке впервые появилась возможность описывать новые типы данных и операции над ними. Идентификатор вида или операции надо было выделить жирным шрифтом или подчеркнуть.

**mode точка = struct (real x, y);**

– это описание точки, а описание прямой:

**mode прямая = struct (точка a, b);**

После того, как мы описали виды, ими можно пользоваться наравне с **int**, **real** и так далее. Более того, можно описать новые операции над ними. Например, операцию **Пересечение**, где операндами выступали бы прямые, а результатом – точка или исключительное значение в случае, когда прямые параллельны. Можно переписывать даже стандартные знаки операции, что очень удобно: +, -, \*, /. Таким образом, можно спокойно описать сложение или умножение матриц – любые действия с любыми типами данных.

В сочетании со средствами накопления контекста [11] появилась идея делать специализированные языки. Например, мы делали специализированные языки для бухгалтеров, и они годами работали и даже не подозревали, что они работают на Алголе 68. То же самое мы делали для математиков, причем отдельно для «прочистов», отдельно для «упругистов».

Одной из первых была работа моей дипломницы Наташи Витт из города Лыткарино, там находится огромный оптический завод, ориентированный в первую очередь на космос и на оборонку, но выпускает и гражданскую продукцию – линзы, зеркала, объективы. По их заказу мы разработали специализированный язык планиметрии, именно в этом языке были определены точки, прямые, окружности и другие геометрические фигуры и операции отражения и преломления. В результате, появилась возможность очень компактно и эффективно описывать сложные структуры, состоящие из многих зеркал и линз. Насколько я знаю, этот язык очень интенсивно использовался на заводе.

Раз уж мы говорим о влиянии Алгола 68 на программирование, могу сказать, что я и сегодня занимаюсь ровно тем же самым. Мы разрабатываем метатехнологию, с помощью которой можно разрабатывать (и быстро реализовывать) графические редакторы, генераторы кода, отладчики и так далее для различных специализированных языков [12]. Сегодня мы делаем это на базе других инструментальных средств и других технологий, но идея-то та же самая! Мы уже тогда убедились, что специализированные языки намного эффективнее в использовании, чем универсальные языки, а Алгол 68 обладал такими свойствами, что можно было определить специализированный язык, но пользоваться при этом стандартным транслятором с Алгола 68. Повторю, многие пользователи годами использовали специализированный язык и не догадывались, что они пишут на Алголе 68. Мне вспоминается цитата из Мольера: «Месье Журден и не подозревал, что всю жизнь говорил прозой». Мне эта цитата нравится тем, что очень точно отображает ситуацию с использованием DSL – Domain Specific Languages.

Я бы хотел еще раз подчеркнуть, что если вы описали какой-то набор видов данных и какой-то набор операций над ними, то при этом использование (даже в раздельно транслированных процедурах) абсолютно надежно и эффективно, как будто вы все эти описания скопировали, как это было в копибуках в Коболе, но при этом все это сохраняется в таблицах, и трансляция происходит очень быстро. Это было удачной чертой, которой мы с удовольствием пользовались. Одним из применений этого подхода (нашим коллективом) была следующая работа – мы разработали специализированный язык A68K – от слова «коммутация». Мы выделили некоторое подмножество языка, очень эффективно реализованное и необходимое для систем реального времени, и дополнили его операциями, необходимыми для описания систем реального времени, связанными с таймерами, посылкой/приемом сообщений и так далее. Этот язык более десяти лет активно применялся при разработке разных телефонных станций и других средств телекоммуникации.

## Внедрение в промышленность

Когда мы разработали транслятор с Алгола 68, естественно встал вопрос, как его внедрять в промышленность. Университетские люди (из разных университетов) использовали Алгол 68 очень охотно – новый язык, новые возможности. Но мы понимали, что очень важно внедрить его в реальную промышленность. И вновь так совпало, что в начале 80-ых годов (так же как и совпадение начала работ по реализации Алгола 68 с разработ-



кой ЕС ЭВМ), нас почти силой заставили заниматься военными разработками. В начале 80-ых годов военные испытывали довольно много проблем при переходе к цифровой вычислительной технике (до этого использовались либо аналоговые машины, либо вообще не было никакой электроники). При разработке информационных систем, систем управления, основных военных приложений ЭВМ, оказалось, что никакими приказами, драконовскими порядками не заставить людей разработать и довести до промышленной эксплуатации и сопровождаемая систему, в которой, скажем, миллион строк кода.

Мы стали внедрять Алгол 68 как некую панацею, поскольку мы искренне думали, что этот язык очень хорошо защищен от ошибок, что если ты попробуешь сложить, грубо говоря, яблоки с коровами, то эта ошибка будет найдена или, если ты передашь неправильное число параметров в процедуру, это тоже будет обнаружено, или, если ты напишешь  $A[i]$ , и  $i$  выйдет за границы массива, это также будет обнаружено и так далее.

Жизнь показала, что мы начали не совсем с того, что было нужно. Мы начали с каких-то простых общетехнологических принципов (документация на машинных носителях, кросс-трансляторы, редакторы связей и так далее). Мы сделали около двух десятков различных кросс-трансляторов для различных диалектов языка Алгол 68, для разных целевых, часто, секретных ЭВМ. Мы разработали язык А68К. В каком-то смысле, с точки зрения университетского специалиста, это был шаг назад (язык был существенно проще Алгола 68). Но с другой стороны, это был узнаваемый Алгол 68 со всеми его основными особенностями, контролем, с условными выражениями, последовательными выражениями, с операциями накопления и так далее, с очень хорошей защищенностью от ошибок пользователя. Но при этом, за счет того, что мы отказались от некоторых дорогостоящих конструкций типа гибких массивов, которые могут менять свои размеры прямо во время счета, мы добились весьма эффективной реализации, ввели специальные типы данных и операции, например таймер или операторы посылки сообщений.

Этот А68К стал активно использоваться не только нашим коллективом. Нам удалось внедрить это средство в самые разные организации (в основном, военного толка). Мы получили огромную пользу от этого, поскольку была широкая обратная связь: люди находили какие-то ошибки, делали предложения по улучшениям, в том числе, пользовательского интерфейса. Много нареканий вызывала система сигнализации об ошибках, мы потратили много сил, чтобы ее улучшить. В это самое время как раз появились первые персональные ЭВМ, и мы методами раскрутки перенесли А68ЛГУ на них. Чуть позже перенесли А68ЛГУ на DEC-овскую архитектуру (СМ3, СМ4). Мы уже привыкли работать на достаточно больших машинах, каковыми были ЕС ЭВМ, и, когда мы фактически сделали шаг назад и вернулись к работе на миниЭВМ, то оказалось, что то, что хорошо выглядит на ЕС ЭВМ, плохо выглядит на СМ4.

Приведу пример. Синтаксический анализ на СМ4 занимал для обычной программы 5 минут, а мы уже привыкли, что он занимает какие-то доли секунды. Мы стали исследовать этот вопрос. Оказалось, что когда-то мы применили автоматную модель для сравнения видов Алгола 68, а поскольку есть рекурсивные виды (цепные списки и юнионы), то структура видов довольно сложная. Когда мы нашли статью Ярослава Краля из Пражского Карлового университета, в которой говорилось, что можно вместо деревьев, где все алгоритмы экспоненциальны, использовать автоматные модели, где сложность сравнения автоматов или минимизации порядка  $n \cdot \log n$ , где  $n$  – количество состояний, мы обрадовались и перешли на автоматы. Но оказалось, что этот метод не очень-то и хороший – он требует сравнения всех описаний, какие только есть, включая и операции из стандартного вступления, в котором порядка тысячи описаний. Именно это и замедляло работу. Тогда мы сделали ужасный поступок: вернулись к алгоритмам, которые были реализованы еще в моей дипломной работе. Они были с экспоненциальной оценкой сложности, но эта экспонента реально возникала, только когда использовались сложные вложенные юнионы, что на практике очень редко, фактически никогда, не встречалось. Когда мы вернулись к потенциально экспоненциально сложному алгоритму, программы стали работать намного быстрее.

Об этом я часто рассказываю студентам, как о примере того, что не всегда асимптотическая оценка играет такую практически важную роль в реальной жизни. Кстати, с тех пор я встретился с еще несколькими примерами того же сорта. Но этот мне запомнился лучше всего – поскольку он был первым и, главное, казалось, что мы делаем абсурдную вещь: переходим от оценки сложности  $n \cdot \log n$  к экспоненциальной сложности, а все начинает работать быстрее. Понятно, что здесь никакого нарушения теории нет, просто эти оценки даются с точностью до некоторой константы, и когда эту константу удастся, например, в сто раз уменьшить, то во многих практических случаях это оказывает решающую роль, даже большую, чем основная оценка.

Внедрение в промышленность шло болезненно, но все-таки шло. Очень помогала идея специализированных языков. Как только мы пытались объяснить людям с крупных промышленных предприятий Алгол 68 в оригинальном виде – мы встречали полное непонимание. Когда же мы забыли об Алголе 68 и стали рассказывать только о А68К, хотя всегда при этом мы пользовались нашим стандартным транслятором с полного Алгола 68, то это намного легче воспринималось. Это дало мне пищу для размышлений, и я до сих пор считаю, что широкие массы программистов требуют выразительных, но относительно простых средств, а академические изыски им ни к чему.

## Аппаратная реализация

Мы сделали больше десятка трансляторов и кросс-трансляторов для специализированных военных ЭВМ, каждая из которых была хуже другой. Дело в том, что для всех этих специализированных ЭВМ, которые проектировались инженерами и для инженеров, формулировались требования типа малого энергопотребления, на-

дежности, возможности работы в кунге, едущем по бездорожью. При этом разработчики забывали такое простое требование, что для этих машин придется еще и программировать. В конце концов мы решили, что спасение утопающих – дело рук самих утопающих и решили сделать свою машину. Кое-что мы на эту тему уже знали: надо было разработать машину, ориентированную на языки высокого уровня – HLL-компьютер (high level language). Мы уже знали про не очень успешный опыт машины Мир с языком Аналитик, где аппаратная интерпретация стоила довольно дорого и препятствовала массовому использованию. Знали о разработке компании Intel – iAPX432, которая по тактовой частоте и другим технологическим возможностям должна была давать порядка 10 миллионов операций в секунду, а давала только 100 тысяч операций в секунду, поскольку там было 7 типов адресации, и при каждом действии динамически проверялись все эти типы адресации. Знали мы и о машине Эльбрус с ее аппаратной реализацией алгоритмических языков.

Не всем нам нравился тот факт, что Эльбрус был большой и с водяным охлаждением. Понимаете, у Эльбруса была своя цель, эта машина использовалась для сил ПВО страны или чего-то еще в этом роде. Перед разработчиками Эльбруса стояла одна задача – сделать советскую суперЭВМ, превосходящую по возможностям суперЭВМ потенциальных противников. Когда мы в награду за многочисленные разработки для Эльбруса получили в фондах ЦК КПСС направление на Эльбрус, т.е. Эльбрус должны были установить на мат-мехе ЛГУ в Петергофе, это была бы точно единственная такая машина в открытой организации. Мы очень радовались и гордились этим фактом. Но когда наши мат-меховские инженеры ездили на завод счетно-аналитических машин (САМ) в г. Москве, познакомились поближе с Эльбрусом, узнали требования по влажности воздуха, теплоотводу, энергопотреблению, наличию градирни (специальный бассейн для охлаждения воды), они сказали, что сопровождать Эльбрус в условиях университета они не смогут. Если у тебя есть полк солдат, который следит за всеми приборами, наводит чистоту, то машина сможет выдавать свои великолепные характеристики. Если полка солдат нет, то машина работать не будет. Это произвело на меня удручающее впечатление, поскольку мне очень нравился Эльбрус и совсем не нравилась «цельносозданная» (по выражению С.С. Лаврова) машина ЕС 1060. Но что делать? От Эльбруса пришлось отказаться, хотя нам уже пришло оборудование примерно на миллион рублей, мы уже подготовили зал и построили ту самую градирню.

Когда мы решили, что нам хватит делать кросс-трансляторы для совершенно дурацких специализированных вычислительных машин, мы начали думать, что же надо предпринять, чтобы сделать HLL-компьютер, но не такой дорогой как Эльбрус (пусть и не такой быстрый), при этом более совершенный и эффективный чем Intel APX 432. Как и во многих других случаях, решение подсказал Алгол 68. После стольких лет работы над разными трансляторами с Алгола 68 для разных ЭВМ мы уже четко понимали, что главное преимущество Алгола 68 в его полном видовом контроле периода компиляции. В каждой точке программы компилятор точно знает виды обрабатываемых значений. Именно эту идею мы использовали при разработке своей вычислительной машины, которую мы назвали Самсон [13], разработали её, получили на нее три авторских свидетельства. Самсон при тактовой частоте 3.25 МГц выигрывал по скорости счета на реальных программах не менее чем в 3 раза(!) у IBM PC AT с тактовой частотой 16 МГц. Таким образом, архитектурный выигрыш был не менее чем 15.

Главным ограничением УВК Самсон (Управляющий Вычислительный Комплекс, это была не универсальная машина, а ЭВМ для специальных применений, прежде всего для систем управления) было обязательное требование, что входные программы пишутся только на статических языках высокого уровня типа Алгол 68, Модуль 2, Ада, Chill (был такой стандартный язык международного комитета по телеграфии и телефонии), но не на языках типа Фортрана, PL/1 или даже С, в котором в те времена соответствие параметров (не только их тип, но и даже количество) никак не проверялось.

На этой идее, что если абсолютное большинство проверок можно вынести на этап компиляции, а во время счета все, что проверил транслятор, уже не перепроверять, удалось сделать малогабаритную машину с высокой эффективностью. Позже наши военные заказчики потребовали сделать также и транслятор с языка С, чтобы обеспечить совместимость с теми программами, с которыми они работали раньше. Мы его, конечно, реализовали, но взяли подписку с заказчиков, что к нам претензий в случае аварийных ситуаций никто предъявлять не будет. Как говорится, кто предупрежден – тот вооружен. Наши заказчики это осознали и довольно часто проектирование программ велось на Алголе 68, а если какие-то подпрограммы использовались, ранее написанные на языке С, то при этом предпринимались все мыслимые методы и способы защиты: проверки аргументов, проверки результатов и так далее, чтобы уберечься от ненадежности языка С.

Первую реализацию УВК Самсон мы провели в основном за деньги наших болгарских друзей из города Пловдив, это готовилось как подарок к 70-летию советской власти. 5 ноября 1987 года состоялась демонстрация, на которой присутствовали члены Политбюро ЦК КПСС и Компартии Болгарии. За полчаса до начала визита высоких гостей еще ничего не работало, но как известно, я везунчик. К двум часам дня машина заработала. Фактически, она просто прошла несколько тестов, но члены Политбюро ничего другого и не спрашивали. Это был запоминающийся момент, после этого мы стали массово гонять разнообразные тесты, улучшать архитектуру, изменять систему команд с целью ее оптимизации и так далее – это уже длинная и скучная история. Начальная же идея – опыт Алгола 68 помог нам сделать ЭВМ, отличающуюся, причем довольно сильно, от других своей архитектурой.

В 1992 году УВК Самсон была принята на вооружение. После этого я на долгий срок потерял эту машину из виду, тем более я и сам не хотел влезать в какие-то особо секретные работы. Иногда от моих бывших учеников или бывших сотрудников доходила какая-то информация об использовании Самсона. Совсем недавно я узнал, что Самсон до сих пор выпускается, причем в довольно большом количестве экземпляров.

## Техники трансляции Алгола 68, используемые до сих пор

В 1976 году, когда мы завершили работу над первой версией транслятора с Алгола 68 на ЕС ЭВМ, мы решили, что наши находки (а их было довольно много) надо собрать в одном месте. По инициативе Г.С. Цейтина мы написали монографию «Алгол 68. Методы реализации» [14]. У этой монографии довольно много авторов, но в предисловии аккуратно расписано, кто что писал, и из этого предисловия видно, что моя фамилия встречается там чаще других.

Не все из того, что мы тогда написали в этой монографии, выдержало проверку временем. Методы синтаксического анализа, которые там были предложены Мартыненко и Гиндышем, мы сейчас не используем. Сами эти методы хорошие, но там была довольно неудачно реализованная сигнализация об ошибках. В результате, после нареканий первых пользователей, мы довольно существенно переписали видонезависимый анализ, с тем, чтобы обеспечить более разумную сигнализацию об ошибках пользователей. А вот методы видозависимого анализа, идентификации мы применяем и до сих пор. В частности, именно потому, что ЭВМ того времени не были такими быстрыми и мощными, как сейчас, и их память была в тысячи раз меньше, чем сейчас, мы применяли различные оптимизации. Для того чтобы при поиске описания по применению не перебирать все строчки таблицы идентификаторов, мы ввели такую технику, что в таблице представлений у нас всегда была ссылка на текущее описание. Описание находилось буквально за одно обращение к памяти. В начале и конце блока все эти ссылки разом подменялись, что существенно ускоряло работу этого механизма (так как описаний во много раз меньше, чем применений) по сравнению с традиционным перебором.

Или, например, метод динамического распределения памяти. Моя дипломница Людмила Григорьева в своей дипломной работе сравнила различные методы динамического распределения памяти (первый подходящий, наиболее подходящий, метод граничных признаков, метод близнецов) и провела моделирование на датчике случайных чисел. Оказалось, что лучшим является метод с граничными признаками, поскольку в этом методе память не только дробится, но и укрупняется за счет склеивания рядом стоящих участков. При довольно разумных ограничениях этот метод работает практически бесконечно, не требуя сборки мусора. Теперь во всех работах, которые мы делаем, мы используем именно этот метод, настолько удачным было это решение.

Мы практически не используем тех методов отладки, которые были описаны в монографии «Алгол 68. Методы реализации», зато практически полностью сохранили технику синтеза, в частности, мне удалось придумать понятие сменяемой переменной, которую мы широко использовали вместо стеков в виде массива. Многие мои коллеги говорили, что это «обман трудящихся», что стек не может быть без массива, так как мы никогда не можем оценить его глубину. Каждый раз приходилось объяснять, что стек существует, но это стек рекурсивных вызовов процедур синтеза, который создается не для этой специальной цели, а просто так устроен синтез, что для каждой конструкции вызывается процедура генерации кода этой конструкции, причем, поскольку конструкции могут быть глубоко вложены, то процедуры, естественно, получаются рекурсивными. Сменяемые переменные давали нам возможность использовать верхушку стека как простую переменную, а не как вырезку элементов массива, что, конечно, было существенно эффективней, да и текстуально читабельней и наглядней.

Г.С. Цейтин предложил технику запросов и ответов (позже я нашел статьи Бронкара и Леви, где похожая техника также была описана, но в худшем виде), когда внешняя конструкция заказывает, как разместить значення внутренней конструкции (свободный запрос, на регистр, в определенное место памяти, уничтожить значение, если это просто оператор). Эта техника оказалась чрезвычайно удобной, и мы пользуемся ей и сейчас.

Конечно, инструменты раздельной трансляции с накоплением контекста в виде таблиц мы используем и сейчас во всех похожих случаях.

Для эффективной генерации кода Цейтин предложил разработать механизм работы с предсказателями (это стало темой моей диссертационной работы). Предположим, что у вас возникло некоторое анонимное, не имеющее идентификатора, рабочее значение на регистре. Если это значение дойдет на регистре до момента использования – все хорошо, это самый эффективный случай, но если регистров не хватит, придется выгружать это значение в память. Но ведь обнаружиться нехватка регистров может в какой-нибудь внутренней конструкции, в том числе – во внутреннем цикле. Поэтому, если вы будете прямо там выгружать регистр в память, вы потеряете эффективность, поскольку в цикле эта выгрузка произойдет много раз. Лучше было бы выгрузить значение сразу во время возникновения, но кто знает – дойдет оно или нет. Цейтин предложил мне использовать некую технику, которую он придумал для естественных языков еще в 50-е годы, но, разумеется, тогда на машинах типа УРАЛ-1 у него не началось даже сколько-нибудь серьезных экспериментов. Я разработал такую технику, и мы применили её в нашем трансляторе. Но тогда памяти ЭВМ были очень маленькие, а вся техника основывалась на том, что варианты перебирались не с помощью известного уже даже тогда бэктрекинга (экспоненциально сложного), а с помощью представления в виде очень сложных деревьев, где варианты использования переменных представлены в листьях этого дерева. Удалось разработать набор действий (сложение, сравнение деревьев, даже циклы по деревьям), были проведены эксперименты, но, к сожалению, эта техника в реальный транслятор не вошла – все-таки нужно много памяти. Но оказалось, что эту технику можно очень хорошо применять в другой задаче – задаче поиска методом-в-ширину.

Меня на эту идею натолкнул Джекоб Шварц, знаменитый ученый, по книгам которого я учился в студенческие годы (Данфордн, Шварц, «Линейные операторы» – это основы функционального анализа). Позже Шварц перешел в программисты и, как и положено математике, изобрел интересный язык сверхвысокого уровня SETL. Кстати, одна из первых реализаций SETL была сделана в Новосибирске. На одной из международных

конференций в 1976 году Шварц стал меня спрашивать, как этот метод синтеза, о котором я рассказывал в докладе, соотносится с недетерминированными языками искусственного интеллекта. Я ничего даже не слышал об этом. Мой научный руководитель Г.С. Цейтин сидел в зале, и я переадресовал этот вопрос ему, но он тоже не знал. Понимаете, «железный занавес» был для нас не пустым звуком, мы очень редко могли встретиться с иностранными учеными на конференциях у нас в стране, и уж совершенно редко можно было поехать на конференцию за рубеж. Об этом и думать было смешно. После вопроса Шварца я пережил несколько неприятных мгновений, ощущая себя человеком, повторно изобретшим велосипед. Я боялся, что на Западе обо всем этом уже знают, но Шварц оказался очень хорошим человеком и прислал мне обычной почтой бандероль с копиями статей о языках AI (Artificial Intelligence, искусственный интеллект). Там была записка: «Андрей, не меняй места статьи, они сложены в определенном порядке, в этом порядке их и читай».

Первой была статья Боброва и, кажется, Рафаэля с обзором языков AI, а потом было несколько специализированных статей (Карла Хьюита, автора языка Planner, Джеральда Сусмана, автора языка Коннайнвер и еще какие-то статьи). Статьи из этой бандероли я хранил как зеницу ока, но давал почитать моим коллегам. Многие ученые с мат-меха прочитали эти статьи. Это было первое наше окно в мир искусственного интеллекта, тогда у нас, кажется, никто ничего об этом не знал. За счет того, что все языки AI того времени были основаны на методе бэк-треккинга – поиска-в-глубину, а я со своим научным руководителем предлагал в качестве метода решения поиска-в-ширину со специализированными структурами хранения промежуточных результатов, то оказалось, что это совсем новый взгляд на решение задач в этой новой для нас области. К тому времени я занимался уже многими параллельными делами: теми же военными разработками, стал большим начальником, директором предприятия Терком, да и вообще 90-ые годы были очень тяжелыми, и серьезно заниматься наукой было непросто. Только через 30 лет мой аспирант Дмитрий Иванов реализовал предложенную технику на совершенно новых инструментальных средствах, основываясь на BDD-деревьях (Binary Decision Diagrams), и провел серию экспериментов по сравнению традиционного подхода методом «сначала поиска-в-глубину» с методом «сначала-в-ширину», реализованным на основе наших «деревяшек». Он получил довольно много интересных результатов, которые оказались выигрышными для нас. Мне было очень интересно наблюдать, как идея, придуманная Цейтиным в 50-ые годы, была впервые реализована мной в 70-е годы, а уже в XXI веке Дмитрий Иванов довел ее до практической реализации и получил сравнительные результаты.

## Алгол 68 в образовании и научных исследованиях

Алгол 68 постепенно стал языком научных публикаций в нашей области. Хочется упомянуть хотя бы два примера. Профессор кафедры исследования операций нашего мат-меха Иосиф Владимирович Романовский написал книгу по исследованию операций [15], где все алгоритмы были написаны на Алголе 68, справедливо полагая, что так они выглядят наиболее компактно, ярко и выразительно.

Еще один замечательный пример. Мой близкий приятель Николай Непейвода, профессор из Удмуртского университета (г. Ижевск) около 20 лет назад опубликовал статью [16], как по доказательству в интуиционистской логике (то есть без закона исключенного третьего) можно сгенерировать алгоритм работы программы, т.е. сгенерировать действующую программу по доказательству ее корректности. В этой статье тоже органичным образом были вставлены алгоритмы на Алголе 68, так как структурами и юнионами этого языка было очень удобно описать логические преобразования.

Из более приземленных и практических вопросов образования хотелось бы вспомнить, что мы начали внедрять примерно в 1978–79 гг. Алгол 68 на первом курсе мат-меха в качестве базового языка обучения, и в течение многих лет именно так и было. Оказалось, что работа в дисплейных классах на центральной ЭВМ занимает слишком много ресурсов. Когда работает профессиональный программист, то его больше интересует время счета, а когда работает студент или начинающий пользователь, то он совершает столько ошибок, что до счета доходит весьма малый процент программ, а основное время уходит на синтаксический и видовой анализ и сигнализацию об ошибках. В результате, центральная ЭВМ, на которой работало несколько десятков студентов одновременно, полностью была занята синтаксическим анализом.

Начитавшись статей Вирта про Р-коды (виртуальные машины), которые он использовал для создания переносимых трансляторов с Паскаля, мы решили сделать что-нибудь в этом роде. Мы придумали свою виртуальную машину, она называлась Айвик – я даже уже и не помню почему. Наталья Вояковская реализовала компактный анализатор с Алгола 68, и этот анализатор с помощью кросс-транслятора из Алгола 68 в коды Айвека мы поместили в дисплей 7063, в котором был однобайтовый процессор Intel8080. Там было всего 64 килобайта памяти, тем не менее, через компактную виртуальную машину нам удалось уместить анализатор с Алгола 68 в эту маленькую память, в результате студенты работали в дисплейных классах и, когда они запускали трансляцию, то незаметно для них запускался анализатор, который сидел прямо в этом дисплее. В случае ошибок именно этот анализатор выдавал ошибку, и на центральную ЭВМ программа даже не отправлялась. Если же ошибок не было, программа шла на центральную ЭВМ. В результате, нагрузка на последнюю упала в десятки раз. Жизнь студентов, работающих за дисплеями, стала более комфортная, так как время ожидания сократилось на порядок.

Похожий прием мы использовали позже, когда работали над созданием телефонных станций специального назначения. Там тоже была центральная ЭВМ и куча периферийного оборудования, в котором были очень примитивные вычислители (скажем, с 4-битовым кодом операции или что-то в этом роде), а требования по ре-

активности в системах реального времени уже тогда были весьма жесткими. Мы провели инструментирование исполняемых команд на интерпретаторах и выяснили «бутылочные горлышки» – времяпожирающие участки программ, которые требовалось делать максимально эффективно. Как всегда, оказалось, что такие места занимают не более 5% общего объема программ, а 95% занимает всякое техобслуживание, работа с оператором, то есть такие фрагменты, которые не требуют реального времени. Тогда мы на эти примитивные вычислители поставили интерпретатор виртуальной машины, который можно было сделать даже в таких простых условиях. 95% исходных программ на Алголе 68 мы транслировали в коды виртуальной машины Айвек, а 5% писали в виде микропрограмм прямо в кодах этого периферийного устройства управления. Оказалось, что мы уместились и в памяти, и уложились во временные ограничения, но при этом затраты на программирование уменьшились во много раз.

На самом деле, первый опыт виртуальных машин у нас был связан с именем Юрия Матиясевича, известного математика, автора решения десятой проблемы Гильберта. Он уже в 70-ые годы был всемирно известным ученым и мог выезжать за границу. Именно он привозил первые портативные ЭВМ Синклер, еще какие-то, размером с небольшую мыльницу с процессором, который чаще всего был однобайтовым. Юра хотел использовать компьютеры для своих экспериментов, и ему очень нужна была хотя бы 16-разрядная арифметика. Именно тогда мы создали для него Айвек (16-разрядная виртуальная машина) и написали массу интерпретаторов Айвека для всех машин, которые Юра привозил из-за границы. У нас на эту тему есть публикации, в частности в журнале «Автоматика и телемеханика» [17], который уже тогда переводился на английский, французский и немецкий языки. Если смотреть по датам, то это примерно на 15 лет раньше, чем вал публикаций по Java и Java-байткоду. Понятно, что тогда было очень трудно конкурировать и бороться за мировое господство, но, во всяком случае, то, что мы умели это делать, подтверждено публикациями в солидных журналах.

## Список литературы

- [1] Report on the Algorithmic Language Algol 60, P. Nauer, Editor, [http://web.eecs.umich.edu/~bchandra/courses/papers/Naure\\_Algol60.pdf](http://web.eecs.umich.edu/~bchandra/courses/papers/Naure_Algol60.pdf)
- [2] Revised Report on the Algorithmic Language Algol 60, Edited by Peter Naur, <http://www.masswerk.at/algol60/report.htm>
- [3] Dec. 1968: Report on the Algorithmic Language ALGOL 68 – Offprint from Numerische Mathematik, 14, 79-218 (1969); Springer-Verlag. [12] – Edited by: A. van Wijngaarden, B.J. Mailloux, J.E.L. Peck and C.H.A. Koster
- [4] Sep 1973: Revised Report on the Algorithmic Language Algol 68 – Springer-Verlag 1976 [18] – Edited by: A. van Wijngaarden, B.J. Mailloux, J.E.L. Peck, C.H.A. Koster, M. Sintzoff, C.H. Lindsey, L.G.L.T. Meertens and R.G. Fisker
- [5] Ван Вейнгаарден А. [и др.], Сообщение об алгоритмическом языке АЛГОЛ-68, «Кибернетика», 1969, №6; 1970, №1
- [6] «Пересмотренное сообщение об Алголе 68», ред. А. ван Вейнгаарден. Пер. с англ. — М., Мир, 1979—533 с
- [7] Yacc: Yet Another Compiler-Compiler, Stephen C. Johnson, <http://dinosaur.compilertools.net/yacc/>
- [8] Wulf, W. A., Johnson, R., Weinstock, C., Hobbs, S., and Geschke, C., The Design of an Optimizing Compiler American Elsevier Publishing Company, Inc., New York, 1975.
- [9] Терехов А.Н., «Процессы идентификации и структура компилятора с языка Алгол 68», «Программирование», N2, 1975, [http://www.math.spbu.ru/user/ant/all\\_articles/003\\_Terekhov\\_Identification.pdf](http://www.math.spbu.ru/user/ant/all_articles/003_Terekhov_Identification.pdf)
- [10] Паскаль. Руководство для пользователя / Пер с англ и предисл. Д. Б. Подшивалова. М. Финансы и статистика, 1989. 255 с.
- [11] Терехов А.Н., «Библиотечные вступления и отдельная трансляция процедур в трансляторе с Алгола 68» (тезисы), Тезисы докладов и сообщений на Всесоюзной конф., ч.2, Вильнюс, 1980, [http://www.math.spbu.ru/user/ant/all\\_articles/010\\_Terekhov\\_Bibliotechn\\_Algol68.pdf](http://www.math.spbu.ru/user/ant/all_articles/010_Terekhov_Bibliotechn_Algol68.pdf)
- [12] Терехов А.Н., Брыксин Т.А., Литвинов Ю.В. QReal: платформа визуального предметно-ориентированного моделирования. // Программная инженерия, 2013, № 6, С. 11-19
- [13] «УВК «Самсон» – базовая ЭВМ РВСН», Труды SORUCOM-2011 (Вторая международная конференция «Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР»), 2011, [http://www.math.spbu.ru/user/ant/all\\_articles/092\\_Terekhov\\_history\\_Samson.pdf](http://www.math.spbu.ru/user/ant/all_articles/092_Terekhov_history_Samson.pdf)
- [14] «Алгол 68. Методы реализации» под редакцией Г.С.Цейтина, Изд.ЛГУ, 1976, авторы – Балувев А.Н., Братчиков И.Л., Гиндыш И.Б., Крупко Н.А., Терехов, А.Н., Цейтин Г.С. и др. (всего 12 человек), кол-во страниц – 224
- [15] И.В. Романовский, Алгоритмы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1977. 352 с
- [16] Непейвода Н. Н., Применение теории доказательств к задаче построения правильных программ, Кибернетика, 1979 г., №2, сс. 43-48
- [17] Матиясевич Ю.В., Терехов А.Н., Федотов Б.А. «Унификация программного обеспечения микроЭВМ на базе виртуальной машины», «Автоматика и телемеханика», N5, Москва, 1990, кол-во страниц -7

# История успеха языка Лого

Татьяна Ивановна Тихонова

ИСИ СО РАН, НГУ  
Новосибирск, Россия  
tanja@iis.nsk.su

## History of Success of Language Logo

Tatyana Ivanovna Tikhonova

A.P.Ershov Institute of Informatics Systems Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, NGU  
Novosibirsk, Russia  
tanja@iis.nsk.su

Некоторые дети с ранних лет проявляют повышенный интерес и способности к информатике и программированию. Они быстро усваивают школьный материал и готовы двигаться дальше, но пока не могут делать это самостоятельно по ряду причин. К этим причинам относятся, прежде всего, отсутствие специализированной литературы, не достаточно развитый кругозор в области информационных технологий, не сформированный математический аппарат, обилие специальных терминов, необходимость во внешнем контроле времени пребывания за компьютером, отсутствие навыков детализации задачи, что очень важно в программировании, незнание общих подходов к решению задач и так далее.

Все вышеперечисленное делает значимой роль наставника и повышает требования к методике преподавания. Многолетний опыт работы с данной возрастной категорией показывает, что перенос содержательной составляющей, методических приемов и форм работы из старших классов в начальную школу неэффективен. Необходимы специальные формы и технологии обучения.

Все это стало возможно при появлении языка программирования Лого, который Сеймур Пейперт успешно вывел на высокий уровень адаптации восприятия младшими детьми сложных понятий программирования и алгоритмических конструкций благодаря «черепашьей» графике.

В ранних работах Сеймура Пейперта язык программирования Лого предложен именно для начального обучения основам алгоритмизации и навыкам программирования. Лого обладает высокой наглядностью и естественной рекурсивностью, прост в использовании, требует минимального стартового уровня знаний, обеспечивает легкость дальнейшего перехода на другой язык программирования. Лого удобный инструмент для раннего приобщения младших школьников к делу программирования, а также для коллективной разработки небольших проектов. На сегодняшний день существует достаточно широкий выбор версии реализации «черепашьего» языка. В Новосибирске распространены ЛогоМиры, но не менее популярная версия – разработка фирмы Softponics – MSW-Logo для свободного распространения. Эта версия обладает бесспорными достоинствами:

- свободное распространение,
- программа не требует инсталляции на компьютере,
- все базовые команды имеют классический английский синтаксис,
- используется система цветов TrueColor,
- возможность исполнять процедуру пошагово,
- наличие командной строки,
- программируемые кнопки,
- программируемое нажатие клавиш мыши и клавиатуры, что является существенным фактором для проектной деятельности,
- возможность работать с файлами,
- параллельные «Черепашки»,
- программируемая трёхмерная графика и т.д.

Для начального этапа знакомства с программированием элементарных навыков в работе со средой бывает вполне достаточно для увлеченного изучения «черепашьей графики». Большинство возможностей среды являются невостребованными. Но для ребят, которые увлечённо занимаются языком программирования Лого, необходимо наличие точек роста программной среды. На грамотных примерах программ для исполнителя (в данном случае черепашки), которые соответствуют возрастному восприятию мира, пытливые умы могут продвинуться не только в традиционном процедурном программировании, но и освоить понятия параллельных процессов, изучая возможность написания программ для нескольких исполнителей.

Безусловно, Лого со времени его создания претерпевал изменения. На начальном этапе этот язык не обладал концептуальной полнотой, конструкции языка были громоздки, их набор – слишком большой. Для программирования на языке Лого детьми младшего школьного возраста не могут быть востребованы все конструкции. Различные реализации Лого далеки друг от друга. Они отличаются как с точки зрения оформления интерфейса, так и различным синтаксисом, парадигмой программирования (функциональная и объектно-ориентированная). И так далее.

Использование Лого для учебного процесса послужило хорошим началом для создания языков и систем программирования, предназначенных для учебных целей, особенно начинающих программистов младшего возраста.

В Новосибирске Лого появился в 1986 году в виде франкоязычной версии на машинах «Томпсон». Каким образом Андрей Петрович Ершов сумел получить этот класс для экспериментальных уроков, надо еще поискать в архивах. Но вместе с Юрием Абрамовичем Первиным, который, будучи многодетным отцом, отечески относился к младшим школьникам, идея Лого-программирования превратилась в реализацию методического пособия, которое было опробовано на детях преподавателей ЛШЮП летом того же года. Мастерская состояла из нескольких человек, среди которых были Сергей Бровин, Андрей Терехов, Ирина Кирпотина. В следующем году Юрий Абрамович вместе с когортой приглашенных специалистов из Новосибирска переселился в Переславль-Залесский. Тем не менее, Лого на «Томпсонах» и некоторые практические наработки от совместного творчества в созданном вновь институте под руководством И.М. Бобко и ВНТК «Школа-1» продолжили славную традицию по привлечению молодого поколения к занятию программированием. Вместе с Марком Берхойером (Зайцевым) мы взяли в 1987 году вести мастерскую по программированию на Лого. В мастерской оказались младшие ребята из Узбекистана, Омска, Новосибирска вместе с преподавателями.

Живо заинтересовался этим направлением Дж. Маккарти, который, будучи в Академгородке, вместе с Андреем Петровичем Ершовым посетил в 1987 году ЛШЮП. Он посетил класс в «Сибиряке», в котором стояли компьютеры «Томпсон» (6 машин). Андрей Петрович с большим удовольствием «посетил урок», на котором младшие школьники показывали, как здорово можно справляться с французским языком, на котором пишутся программы для черепашки.

В 2001 году, в связи с реорганизацией Летней школы юных программистов Институтом систем информатики (под научным руководством А.Г. Марчука), участниками Школы стали пять школьников 3–5 классов. Самому младшему едва исполнилось 10 лет, а старшему еще не было 12-ти.

На той Летней школе был проведен спецкурс путем классического знакомства с основами алгоритмики через Lego-Лого-миры. Очень важной оказалась часть практической реализации написанных программ для собранных из конструктора Лего исполнителей. Дети познакомились с интересной системой LEGO TC Logo – совместной разработкой фирмы LEGO и LCSI (Logo Computer Systems Inc.). Программа LEGO TC Logo являлась расширением системы Logo Writer, но в ней можно управлять роботами, собранными из деталей LEGO. Основу системы составляет блок RCX, по существу, микрокомпьютер, в котором имеется 5 встроенных программ и который может принять новую программу, написанную пользователем и переданную при помощи специального устройства, подключенного к порту компьютера. Язык программирования — Лого, адаптированный для малышей. Процесс программирования напоминает увлекательную игру. Тестирование — это запуск робота и наблюдение за его поведением. Деятельность этой мастерской для самых маленьких привлекала внимание даже старших ребят, которые трудились в своих мастерских над вполне серьезными задачами. А уж когда производился запуск робота, то возле малышей, казалось, собиралась вся Летняя школа.

Появились энтузиасты – люди, которые активно подхватили идею внедрения Лого в учебный процесс, поддержали и до сих пор активно используют в образовании младших классов. Дети любят играть и соревноваться. Поэтому процесс обучения, безусловно, стал обрывать возможность проявить себя и показать свои знания на различного рода конкурсах.

Сеймур Пейперт, создатель языка Лого, будучи не только математиком, но и психологом, прекрасно понимал, что для детей необходимо создать такую среду, которая позволит моделировать внешний мир, в котором естественным образом происходит развитие интеллектуальных способностей ребенка. Американский подход довольно часто ориентируется на беспрограммное обучение. В настоящее время обучение по Пиаже стало довольно распространенным явлением и в российской педагогике. Тем не менее, традиционный подход по заранее зафиксированной программе обучения остается основополагающим в российских школах. Среда Лого позволяет объединять два метода обучения — программный и беспрограммный.

Для программного метода обучения показательным является формирование и развитие интеллекта школьников посредством постановки задач, требующих исследования и развития логического, алгоритмического и других видов мышления. В частности, можно говорить о сознательном формировании осмысленного понятия рекурсии, естественным образом существующего явления природы, но о котором дети самостоятельно вряд ли могут догадаться.

Для беспрограммного подхода к образовательной деятельности свойственно создание обучающихся собственными интеллектуальными структурами. Таким образом, Лого-среда становится некоторой моделью реального мира, которая помогает развитию каждого ребенка согласно его внутреннему миру, то есть по индивидуальной программе.

В последующие годы Лого появилось на персональных машинах в англоязычной версии. Но это уже было в 90-е годы. Лого стал доминирующим языком программирования не только для начального обучения школь-

ников, но и для олимпиадного движения в Новосибирске и в целом по стране. В середине 90-х годов появилась и русскоязычная версия Лого – ЛогоМиры. В Новосибирск она поступила по линии НИИПКРО. Сотрудник ОблЦИТ Неля Андреевна Ким организовала первую олимпиаду по программированию на Лого на базе ОблЦита. На олимпиаду в 1999 году мы приехали с Семеном Дятловым. Будучи 6-классником, он посещал факультатив в гимназии № 3, на котором мы изучали с ребятами алгоритмику и программировали на Паскале. После получения приглашения на олимпиаду на Лого, буквально за пару дней пришлось разобраться с идеологией Лого. Участие было успешным – призовое место. Олимпиада состояла из 2-х частей. В первой части проходил отбор в виде тестового решения задач на бумаге. Во второй части отобранные лучшие 10 человек решали задачи в среде ЛогоМиры на компьютере.

Со временем проводить олимпиаду на Лого стали в гимназии №1, что обуславливалось удобным местоположением (центр города), наличием достаточного количества компьютеров и установленной лицензионной версией ЛогоМиры. Состав команды от одного образовательного учреждения до трех человек от параллели 5–7 классов. Олимпиада по традиции включает в себя решение олимпиадных задач на теоретическом и практическом турах. Выполнение тестовых задач отборочного (теоретического) тура проходит без использования компьютеров. Продолжительность тура – 20 минут. Задания составлены в виде тестов, что позволяет жюри оперативно выполнить проверку. Для участия в практическом туре на основе первого проходят 10–12 человек от параллели.

Для решения задач практического тура в компьютерных классах гимназии каждому участнику предоставляется персональный компьютер. Тур длится полтора часа. Задания практического тура состоят из нескольких графических задач разной сложности. Участникам тура необходимо написать программы на языке Лого для рисования на экране предложенных в задании картинок. В случае если учащийся досрочно справился с работой, время сдачи файлов фиксируется, и жюри может предоставить дополнительные задачи.

В Лицее информационных технологий, который активно начал работу с младшими школьниками, быстро освоили ЛогоМиры в качестве инструмента для создания проектов на Лого. Это интересное направление в 2005 году в рамках олимпиады было предложено представить в виде конкурса Лого-проектов. В первую очередь, позаботились о детях, которые приехали на олимпиаду и по причине того, что не прошли во второй тур, вынуждены были ожидать коллег 1,5 часа до окончания практического тура. На конкурсе представлены домашние разработки, в которых использованы мультимедийные возможности среды ЛогоМиры. Наибольший интерес школьники проявляют к созданию собственных игр, познавательных программ, развлекательных видеоклипов. Защита проектов происходит в компьютерном классе в форме конференции. Авторы, со свойственной им возрасту живостью и непосредственностью, демонстрируют свои работы и отвечают на вопросы аудитории. Это положительно влияет на эмоциональный фон олимпиады, способствует вовлечению заинтересовавшихся детей в творческую деятельность.

С 2006 года олимпиада приобрела новый статус: она стала составной частью Городской межпредметной олимпиады «Золотая середина».

Среда ЛогоМиры до недавнего времени была платным продуктом. Немногие школы могли купить ее для внедрения в школьный учебный процесс. Тем более, что уроки информатики, да и факультативы для школьников младшего и среднего возраста, были далеко не в каждом учебном заведении. Тем не менее, воспитание не позволяло работать на «взломаной» версии ЛогоМиры. Энтузиасты брали и мучались с демо-версией, переустанавливая ее через определенный срок заново, находили возможность для детей сохранять программы посредством копирования через программу Блокнот, ... Мы пошли другим путем. Нашли свободно-распространяемую версию фирмы Softronic. Называется она MswLogo. До сегодняшнего дня используется во многих школах Новосибирска и области. Правда, сейчас появился современный вариант, который идет и под новые системы Майкрософта.

В 2000 году, благодаря проведению Командной олимпиады по программированию для старшеклассников по правилам АСМ, у меня появилась идея попробовать аналогичное мероприятие провести со школьниками 5–7 классов. Три человека за одним компьютером – задача непростая и для студентов. Психологические особенности работы в команде изучались отдельно. Проблема формирования коллектива, способного создать единый продукт вместе, до сих пор актуален. Как правило, работа программистов коллегиальная, требует единения и взаимопонимания, четкой дисциплины, единообразных подходов к решению и т.д. Безусловно, выбор языка программирования не вызывал сомнений – Лого.

Идея командной олимпиады по программированию на языке Лого получила свою реализацию в 2001 году. Вместе с коллективом ИСИ СО РАН на базе ВКИ НГУ мы собрали 27 человек – 9 команд 5–7-классников из трех школ Новосибирска, в которых уже преподавали язык Лого. Безусловно, юные программисты, весьма сведущие в управлении черепашкой «один на один», в командном составе за одним компьютером растерялись. Некоторые пытались вырывать друг у друга клавиатуру и мышь. Другие откровенно переживали стресс. Тем не менее, большинство детей смогли договориться о функциональных обязанностях и вполне успешно справились с заданием.

Могу сказать, что первая командная олимпиада не оставила равнодушным ни одного, кто наблюдал воочию за соревнованиями.

Надо обязательно отметить стремление детей к соревнованию. Олимпиадные мероприятия не являются самоцелью или обязательной для каждого ребенка составляющей его жизни. Они дают возможность детям познакомиться в детском коллективе посредством написания самой лучшей программы для Черепашки. Некото-



рые любят оставаться один на один с компьютером, а есть категория детей, которым просто необходимо признание общества.

В процессе развития эта олимпиада получила две ветки развития. Благодаря многочисленному интересу к командным соревнованиям, ИСИ СО РАН в марте-апреле на базе компьютерных классов НГУ организует командную олимпиаду для учеников 3–7 классов, которая получила статус сначала Открытой областной, а на сегодняшний день – Открытой региональной олимпиады. Пока удается констатировать, что участников Командной олимпиады становится больше. В ВКИ НГУ с 2005 года проводилось личное первенство в рамках Открытого конкурса по информатике и программированию, включающее заочный и очный туры, конкурс домашних разработок.

В текущем 2014 году, 27 апреля мы проводили 14-ю Открытую региональную командную олимпиаду школьников 3–7 классов, которые решают задачи по программированию на языке Лого. В ней принимали участие 45 команд, а это – 135 школьников.

С 2004 года ИСИ СО РАН ввел в практику Заочную олимпиаду, задания которой в преддверии Нового года размещаются на сайте [school.iis.nsk.su](http://school.iis.nsk.su). Эта олимпиада была придумана для всех школьников, которые хотели бы в зимние каникулы приобщиться к делу программирования.

Дистанционное обучение – новая специфическая форма обучения, в основе которой лежат информационно-коммуникационные технологии. Эти технологии позволяют сделать обучение доступным, экономически выгодным, интересным каждому желающему жителю любого населенного пункта России. Дистанционное обучение становится доступным многим школьникам, у которых есть желание самостоятельно или при помощи дистанционных учителей расширить свои знания по любимому предмету, изучить пропущенный учебный материал по разным школьным предметам, подготовиться к поступлению в интересующий ВУЗ из любого населенного пункта планеты. К термину «дистанционное обучение» имеется различное отношение. Некоторые отрицают его, как самостоятельную форму обучения; при этом основываются на переводе английского слова «distant» как расстояние и, следовательно, это обучение на расстоянии – заочное обучение. Одной из особенностей дистанционных олимпиад является их продолжительность. Учащиеся в спокойной домашней обстановке знакомятся с задачами, находят ответы, используя учебники, дополнительную литературу, общаясь по поводу возникающих вопросов с родителями, товарищами. Заочные олимпиады позволяют каждому участнику удостовериться объективно в своих знаниях, выявить пробелы в собственном образовательном процессе.

Важной работой при подготовке заочных олимпиад является подбор интересных, доступных для понимания задач, которые могли бы заинтересовать учащихся различных классов и способствовать возникновению познавательного интереса к предмету. Заочные олимпиады способствуют развитию навыков дистанционного взаимодействия, виртуального общения.

В 2013 году прошла уже 10-я Заочная олимпиада по программированию на языке Лого для младших школьников.

Надо сказать, что именно с командной олимпиадой школьников 2001 года появилась традиция оформлять задачи в виде связного рассказа. Традиция жива и по сей день. При формировании задач всегда придумываем сюжет как в Заочной олимпиаде, так и в Командной.

В поддержку дистанционного образования в 2009 учебном году я и Лариса Викторовна Дедова собрались, чтобы от ИСИ СО РАН совместно с МУДО «Эгида» разработать дистанционный конкурс для учащихся 5–6 классов. В результате творческих изысканий было решено, что привлечь внимание к алгоритмике можно в форме конкурса, который включает в себя работу в трёх средах по трём направлениям:

- 1) обучение алгоритмическим основам программирования, поддержанные применением в обучении Исполнителя «Муравей»;
- 2) получение начальных навыков процедурного программирования в среде Лого;
- 3) включение в проектную деятельность в объектно-ориентированной среде Scratch.

Методически обучение построено по принципу «триединства». Во-первых, для обучения работе в каждой из предложенных сред сначала проводилось очное занятие для детей. Таким образом, трижды дети собирались на очные занятия, осваивая три среды программирования, опытный преподаватель учил основам работы. Во-вторых, после очного занятия обучение проходило в дистанционном режиме. В течение 3-х недель в свободном доступе для зарегистрированных участников выкладывалась среда программирования, разработанные методические рекомендации и задания на каждую неделю. Благодаря разработанной Web-поддержке каждый ребёнок имел возможность скачивать задания, выкладывать выполненные работы, видеть результат проверки, задавать вопросы по теме. По каждой среде дети трижды выполняли заочные задания, изучая теоретический материал, выложенный на сайте. И, наконец, по окончании обучения ребят, показавших лучшие результаты, пригласили на очный этап конкурса, где для них были приготовлены задания по всем трём средам.

Олимпиада – это спорт, а сочетание трех сред, трех этапов, да и трех задействованных аудиторий (дети, учителя, родители) направило мысли в таком направлении. Потому и название «Триатлон» появилось.

Выгоды сетевого обучения ясны: аудиторная и платформенная независимости. Сетевое обучающее программное обеспечение, один раз установленное и обслуживаемое в одном месте, может использоваться в любое время и по всему миру тысячами учащихся, имеющих любой компьютер, подключенный к Интернету. Его развитие неизбежно приводит к существенному пересмотру традиционных методик и технологий учебного процесса, а также к формированию единого открытого образовательного пространства. Занятия решают проблему

осваивания в незнакомой среде программирования с наставником, помогают определить индивидуальную траекторию обучения.

Конкурс подразумевает научить школьников пользоваться современными информационными технологиями. Во-первых, необходимо научиться под своим входом с паролем входить на страничку конкурса. Во-вторых, выложенные на сайте свободно-распространяемые среды надо скачать на свой компьютер, установить. Далее по выложенным на сайте материалам происходит индивидуальное самостоятельное обучение. На этом этапе очень важно научиться пользоваться дистанционной системой для проведения конкурса.

Все этапы обучения проходят с обязательным контролем со стороны преподавателей. Бонусы отражаются на личной страничке участников. Школьники отслеживают успехи и упущенные при обучении моменты, могут задать вопросы и обязательно получить на них квалифицированные ответы.

Очный тур выявил и достоинства, и недостатки. Следует отметить, что не каждый школьник 5–6 классов после всех предварительных этапов конкурса квалифицированно работает в средах, предложенных для обучения. Для некоторых детей вызывает трудность сохранение выполненных работ на сайте. Многие не очень правильно пишут алгоритм. Также недостаточно варьируется возможность использования конструкций. Например, происходит подмена цикла с постусловием более «отработанным» в процессе решения задач циклом.

Тем не менее, главная задача конкурса – привлечение внимания младших школьников к интересному и полезному занятию – программированию, выполнена. В числе победителей есть ребята из школ, в которых не ведется информатика в качестве предмета общеобразовательного цикла. Безусловно, хорошие результаты показали школы, традиционно в учебном плане занимающиеся развитием детей в области информационных технологий.

Кроме работы со школьниками, организованы курсы для учителей, которые также могли пройти обучение в предложенных системах. Заметно активизировались родители, заинтересованные в раннем приобщении детей как к конкурсной деятельности в целом, так и к информационным технологиям в частности.

Конкурс вызывает большой интерес и положительные отзывы со стороны ребят, родителей и особенно учителей информатики, которые с большим энтузиазмом восприняли возможность научиться чему-то новому. Некоторые из учителей общеобразовательных школ уже успели включить материалы в свой рабочий «портфель». Сообразно велению времени и обстоятельствам, конкурс проводится в несколько измененном виде. Благодаря тому, что были наработаны методические материалы, удалось минимизировать количество очных встреч (на четвертый-пятый год это была встреча для награждения победителей конкурса). Первый (обучающий этап) стал проводиться в дистанционном варианте (безусловно, важной организующей составляющей являются «взрослые» – учителя и родители, напоминающие, что «уроки надо делать не накануне срока зачёта»). На втором этапе так же, как и в начальном варианте, все три этапа проходят в дистанционном варианте. Третий этап также проводится в режиме on-line. Задания выкладываются в сеть на заранее объявленный временной промежуток, в течение которого школьник может сдавать выполненные работы путем расположения файлов в среде.

По прошествии лет конкурс расширил границы, и в нем принимают участие не только школьники Новосибирска, но и других регионов. Обкатав методику конкурсной работы с 5–6 классами, начата работа с более младшими школьниками 2–4 классов.

Таким образом, не вызывает сомнения удачное сочетание многих особенностей среды Лого для использования ее в обучении младших школьников, естественность использования языка Лого для конкурсного движения младшего школьного возраста, а при соответствующей методической разработке заданий и для более старших учащихся. Активная творческая позиция, формирующаяся при решении исследовательских задач, поставленных перед школьником, позволяет быстро и качественно развить навыки самостоятельной работы, что, безусловно, является важным фактором формирования творческой личности. На сегодняшний день Лого зарекомендовал себя как успешный инструмент для обучения младших школьников основам программирования, используется в качестве базовой среды для различных форм конкурсной и образовательной деятельности.

## Список литературы

1. Ершов А.П. Компьютеризация школы и математическое образование//А.П. Ершов. Избранные труды. – Новосибирск: Наука, 1994. – с. 347-370.
2. Звенигородский Г.А. Сравнительный анализ языков программирования, используемых в школьном учебном процессе//Проблемы школьной информатики. Сборник научных трудов. – Новосибирск: Академия наук СССР Сибирское отделение, 1986. – с. 24-38.
3. Городняя Л.В., Тихонова Т.И. О перспективе применения языка Робик для обучения параллельному программированию. //в сб. Программные системы. Новосибирск: Ин-т систем информатики СО РАН, 1996. С. 37-45.
4. Дьяконов В.П. Язык программирования Лого. – М.: Радио и связь, 1991. – 145 с.
5. Тихонова Т.И. Образовательные методики для младших – успехи и перспективы// Сборник материалов III международной научно-практической конференции «Интеллектуальные технологии в образовании, экономике и управлении». – Воронеж, 2006.
6. Г.А. Сапрыкина, Э.Э. Сапрыкин. Дистанционные викторины как способ активизации познавательной деятельности учащихся. Труды третьей международной научно-практической конференции Полатовские чтения-2010. Дистанционное обучение в современном обществе: педагогика, технологии, организация. 11 ноября–7 декабря 2010 года. М.: из-во МЭСИ. –С. 259-263.

7. Тихонова Т.И. Компьютер, «черепашка» и команда младших школьников. //Сборник материалов XVIII Международная конференция «Применение новых информационных технологий в образовании» Троицк, Московская область, 27–28 июня 2007 г., с. 265-268.
8. Марчук А.Г., Тихонова Т.И. Традиции в системе подготовки творческой молодёжи. «Компьютерные инструменты в образовании» № 2, – Санкт-Петербург, 2008. – стр. 3-11.

## **Взаимодействие завода ЭВМ и Казанского авиационного института в области подготовки кадров**

Владимир Михайлович Трегубов, Виктор Васильевич Дьячков, Валерий Андреевич Песошин,  
Леонид Михайлович Шарнин, Николай Егорович Роднищев, Сергей Федорович Чермошенцев,  
Игорь Вячеславович Аникин

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
ОАО «ICL-КПО ВС»  
Казань, Россия  
vmt@pk.kstu-kai.ru

## **Cooperation of EVM Factory and Kazan Aviation Institute in the Field of Professional Training**

Vladimir Tregubov, Viktor Dyachkov, Valeriy Pesoshin, Leonid Sharnin, Nikolay Rodnischev,  
Sergey Chermoshentsev, Igor Anikin

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev  
Kazan, Russia  
vmt@pk.kstu-kai.ru

**Ключевые слова:** подготовка кадров, электронно-вычислительные машины, завод ЭВМ, Казанский Авиационный Институт

В СССР начало 50-х годов прошлого века ознаменовалось большим объемом выполняемых работ по разработке и промышленному серийному производству электронно-вычислительных машин первого поколения. Одним из важнейших центров индустрии ЭВМ в СССР являлся город Казань, где в 1955 году, было начато строительство завода математических машин (с 1966 года – завода ЭВМ). Рождение данного завода связано с организацией промышленного производства ЭВМ М-20 [1].

Создание завода ЭВМ потребовало массовой подготовки для него специалистов по совершенно новому в то время направлению – вычислительной технике. Решение данной задачи в г. Казани было возложено на Казанский Авиационный Институт (КАИ). Можно сказать, что с этого момента началась длительная история развития Института технической кибернетики и информатики КНИТУ-КАИ (Казанского национального исследовательского технического университета имени А. Н. Туполева, бывшего Казанского Авиационного Института).

Первых специалистов по ЭВМ в Казанском Авиационном Институте стали готовить в 1957/58 учебном году. 4 июля 1961 года на радиотехническом факультете КАИ была создана кафедра счетно-решающих приборов и устройств (СПРУ). Первым заведующим данной кафедрой стал Н.Н.Ливанов, работавший в КНИТУ-КАИ вплоть до 2000-х годов. Основные учебные лаборатории кафедры СПРУ были связаны непосредственным образом с подготовкой специалистов для завода ЭВМ: лаборатория электронно-вычислительных машин, электронных моделирующих машин, магнитной техники, элементов вычислительных машин. Первыми преподавателями кафедры СПРУ стали доц. Ливанов Н.Н., ст. преп. Трусфус В.М., асс. Кирьянов Б.Ф., асс. Данилов В.Г., асс. Туйсин В.Ш.

В скором времени, одной кафедры СПРУ стало явно недостаточно для массовой подготовки кадров для завода ЭВМ. В связи с этим, на основании приказа Министерства высшего и среднего профессионального образования РСФСР от 1 января 1972, в КАИ был организован факультет Вычислительных управляющих систем (ВУС) – факультет № 9. В настоящее время данный факультет преобразовался в Институт технической кибернетики и информатики (институт ТКиИ). В состав факультета в 1972 году вошли кафедры Электронных вычислительных машин (в настоящее время Компьютерных систем), Прикладной математики (в настоящее время Прикладной математики и информатики), Автоматизированных систем управления (в настоящее время Автоматизированных систем обработки информации и управления), Кибернетики (в настоящее время Информационных технологий проектирования электронно-вычислительных средств), Экономики промышленности и организации производства, Иностранных языков. В 2006 году веянием времени на базе кафедры Компьютерных систем была организована новая кафедра – Систем информационной безопасности.

Ежегодно из КАИ на завод ЭВМ приходили большие группы молодых специалистов. Была отлажена система организации производственной практики студентов на заводе ЭВМ и написания дипломных проектов в отделах завода и СКБ. Все это позволяло быстро проводить процесс адаптации молодых специалистов.

В целях подготовки высококвалифицированных кадров для Казанского завода ЭВМ, в КАИ было сделано множество важных шагов, в первую очередь, связанных с информатизацией вуза. Одним из значительных ша-

гов являлось создание вычислительного центра (ВЦ) в КАИ. В 1973 году ВЦ был выделен из состава кафедры ЭВМ и стал самостоятельным подразделением под руководством А.А. Скребнева. К этому времени ВЦ обладал ЭВМ «М-220», «М-222», «БЭСМ-4М» и около 20 малых ЭВМ («Сетунь», «МИР», «Наири»).

В 1980 году благодаря сотрудничеству КАИ с Казанским заводом ЭВМ, в учебном здании № 7 был опробован и сдан в эксплуатацию мощнейший вычислительный комплекс, состоящий из 4 машин «ЕС-1033». В учебных зданиях КАИ эксплуатировались несколько ЭВМ «ЕС-1045», «Минск-32», множество специализированных ЭВМ. Существенный вклад в информатизацию КАИ и его оснащение современной вычислительной техникой в 90-е годы внес профессор Ожиганов Л.И.

Множество важных шагов, развивающих взаимодействие КАИ и Казанского завода ЭВМ, было направлено на создание специализированных СКБ и филиалов кафедр. В 1983 году создана учебная лаборатория микроЭВМ и базовый отдел СКБ Казанского завода ЭВМ при кафедре ЭВМ. В 1983 году организуется филиал кафедры «Конструирования и производства электронно-вычислительной аппаратуры» при Казанском заводе пишущих устройств.

Все это, несомненно, способствовало повышению качества подготовки специалистов для завода ЭВМ.

1988 году Казанский завод ЭВМ вошел в состав Казанского производственного объединения вычислительных систем (КПО ВС). Далее, в связи с объективной ситуацией, сложившейся в России, в 1992 году КПО ВС завершило производство вычислительных машин. В 1991 году с целью сохранения и развития потенциала завода, создания новых информационных технологий, на базе КПО ВС было создано совместное предприятие «ICL-КПО ВС», дав продолжение истории Казанского завода ЭВМ. На момент создания совместного предприятия, компания ICL была одной из крупнейших ИТ-компаний (в настоящее время входит в группу компаний Fujitsu). Начиная с этого момента начинается долгое и плодотворное сотрудничество института ТКиИ КНИТУ-КАИ с компанией ОАО «ICL-КПО ВС» в области подготовки специалистов в области информационных технологий.

В последние 20 лет стало совершенно понятно, что профессиональные кадры в области информационных технологий являются одними из наиболее востребованных на рынке труда Российской Федерации и других промышленно развитых стран, а их подготовка – одной из наиболее приоритетных задач системы высшего образования. В связи с этим, с самого начала нового этапа налаживалось тесное взаимодействие ОАО «ICL-КПО ВС» и института ТКиИ КНИТУ-КАИ в области подготовки кадров для решения задач по производству компьютерной техники, разработке программного обеспечения для различных проблемных областей, по созданию прикладных комплексов и крупных корпоративных систем, защите информации и системной интеграции, разработке, внедрению и обслуживанию систем для различных сфер человеческой деятельности.

В рамках сотрудничества, в 2002 году в ICL-КПО ВС был создан филиал кафедры прикладной математики и информатики, который в 2007 году был преобразован в межкафедральный филиал университета. Основной целью создания такого филиала являлось повышение качества подготовки студентов для ICL-КПО ВС.

Для этого осуществлялись:

- максимальное приближение учебного процесса студентов к решению актуальных задач в области разработки современных информационных технологий;
- целевая подготовка студентов для последующей работы в ОАО «ICL-КПО ВС»;
- стажировка преподавателей кафедр института ТКиИ для изучения современных информационных технологий;
- повышение квалификации сотрудников ОАО «ICL-КПО ВС» путем чтения преподавателями кафедр института ТКиИ заказных курсов лекций;
- использование научного потенциала кафедр факультета ТКиИ для решения текущих и перспективных научно-технических задач ОАО «ICL-КПО ВС»;
- привлечение к преподавательской работе ведущих специалистов ОАО «ICL-КПО ВС» для чтения лекций, проведения консультаций, руководства курсовыми и дипломными работами, обучения студентов по индивидуальным учебным планам;
- оснащение кафедр факультета ТКиИ современными программными и техническими средствами для совершенствования различных форм учебного процесса

В рамках межкафедрального филиала университета осуществляется выполнение курсовых и дипломных работ студентами по тематике ОАО «ICL-КПО ВС», прохождение студентами производственной практики, выполнение научно-исследовательских работ студентов по тематике предприятия.

С 2002 года осуществляется отбор и поощрение талантливых студентов. Ежегодно по результатам Олимпиады по программированию им. Ю.В. Кожевникова, проводимой в весеннем семестре, формируются группы студентов 2 и 3 курсов для последующего обучения по индивидуальным планам по тематике задач ОАО «ICL-КПО ВС». Разработка индивидуальных учебных планов производится преподавателями кафедр факультета ТКиИ при согласовании с подразделениями предприятия, заинтересованными в молодых специалистах. Для студентов старших курсов ежегодно организуется конкурс НИРС по тематике предприятия. С победителями конкурса проводится собеседование для последующего обучения по индивидуальным планам и работе на предприятии по совместительству. В связи с необходимостью подготовки высоко квалифицированного кадрового резерва для ОАО «ICL-КПО ВС», а также оказания адресной материальной помощи талантливым студентам и популяризации института ТКиИ, ежегодно организуется конкурс на именную стипендию предприятия.

Начиная с 2000 года, ОАО «ICL-КПО ВС» при взаимодействии с институтом ТКиИ КНИТУ-КАИ проводит открытый командный турнир по программированию среди студентов и школьников Республики Татарстан. В настоящее время мероприятие стало ежегодным, а география участников вышла за пределы Татарстана.

С 2008 года институт ТКиИ и ICL-КПО ВС начали осуществлять тесное сотрудничество в рамках реализации инновационной образовательной программы «Система подготовки специалистов мирового уровня в области создания и использования инфокоммуникационных технологий, как определяющий фактор обеспечения конкурентоспособности машиностроительных производств» для направления промышленного производства программных продуктов и средств информационных технологий. Целью данного направления образовательной программы являлось создание инновационной системы подготовки специалистов мирового уровня в сфере промышленного производства программных продуктов и средств информационных технологий. В рамках данной программы были разработаны инновационные учебные планы подготовки бакалавров, специалистов и магистров. Со стороны ОАО «ICL-КПО ВС» данные учебные планы были проанализированы на предмет их соответствия потребностям индустрии по количеству и качеству подготавливаемых специалистов. Кроме этого проведен анализ соответствия учебных планов международным стандартам подготовки профессиональных кадров в области информационных технологий. В рамках инновационной образовательной программы ОАО «ICL-КПО ВС» была произведена масштабная модернизация материально-технической базы КНИТУ-КАИ, при поддержке данного предприятия было создано множество специализированных лабораторий.

В настоящее время компания ОАО «ICL-КПО ВС» активно участвует в профориентационной деятельности института ТКиИ, осуществляет поддержку конференций и семинаров, проводимых университетом, в том числе международного уровня. Компания участвует совместно с университетом в реализации федеральных и региональных целевых программ, в научных и образовательных грантах.

В свою очередь, институт ТКиИ ведет подготовку для ОАО «ICL КПО-ВС» профессиональных кадров по следующим актуальным направлениям:

- 230100 «Информатика и вычислительная техника».
- 010400 «Прикладная математика и информатика».
- 090900 «Информационная безопасность».
- 090302 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».
- 211000 «Конструирование и технология электронных средств».
- 231000 «Программная инженерия».
- 230400 «Информационные системы и технологии».
- 230700 «Прикладная информатика».

В рамках «непрофильной» магистратуры для бакалавров естественнонаучных и технических (не ИТ) направлений реализуется получение степени магистра такими студентами в области информационных технологий по направлению 230100 «Информатика и вычислительная техника» по программам:

- Системное и сетевое администрирование.
- Разработчик-программист.
- Интернет-технологии.
- Информационные системы управления предприятием

Тесное, многолетнее и плодотворное сотрудничество института ТКиИ КНИТУ-КАИ с ОАО «ICL-КПО ВС» позволяет готовить высококвалифицированные профессиональные кадры для ИТ-отрасли на базе университета.

## Список литературы

1. Казанский завод ЭВМ (КЗММ, КЗЭВМ, КПО ВС). – Казань: Совет ветеранов ПКО ВС, 2004. – 299 с.

# Развитие вычислительной техники, информационных технологий и их влияние на характер коммуникативных процессов в образовании

Владимир Михайлович Трояновский, Татьяна Владимировна Попова, Алена Запевалина

НИУ «МИЭТ»  
Москва, Россия

troy40@mail.ru, ms.popova.tatiana@mail.ru, nairy253@mail.ru

## Development and Impact of Information Technology on the Nature of Communication Processes in Education

Vladimir Troyanovskiy, Tatiana Popova, Alyona Zapevalina

National Research University of Electronic Technology  
Moscow, Russia

troy40@mail.ru, ms.popova.tatiana@mail.ru, nairy253@mail.ru

**Ключевые слова:** вычислительная техника; информационные технологии; культурология; коммуникативные процессы; обучение

### 1. Введение

В 2015 г. будет отмечено 70-летие официального появления первой ЭВМ. В историческом масштабе – удивительно малый срок для явления, столь сильно повлиявшего на самые разные стороны жизни всего человечества. Ведь коммуникация и начало культуры – ровесники человечества (здесь счет идет на многие тысячелетия, если не на миллионы лет); для культурологии, образования, науки – счет на тысячелетия; книгопечатанию (как своеобразному началу автоматизации процессов распространения знаний) – около 600 лет; А.С. Попов изобрел радио в 1895 г., около 120 лет назад; первой ЭВМ в нашей стране чуть больше 60 лет. Первые ЭВМ имели очень скромные технические характеристики (малое быстродействие и маленькая память – всего несколько Кбайт), были громоздкими и дорогостоящими, и рассчитаны были, в первую очередь, на военные применения.

Но энтузиасты уже «примеряли» их возможности к собственным задачам гражданского профиля – сначала для автоматизации производственных процессов [13], для автоматизации научных исследований, а затем и для образования, для коммуникаций для распространения знаний, представления и накопления информации в электронном виде. Об этом приходилось тогда только мечтать. Ведь объемы информации, требуемые здесь, на порядки превосходили возможности тогдашних ЭВМ:

Газета из 4-х страниц = 150 Кб.

Большая Советская Энциклопедия = 120 Мб.

Цветной телефильм продолжительностью 1,5 часа = 135 Гб.

Тема «ЭВМ и школа» велась под руководством А.П. Ершова в СО АН СССР с 1961 г. – кому, как не детям, мечтать и воплощать в будущем самые дерзкие идеи!

Перелом наступил, когда появилась микроэлектроника и миниатюрные интегральные схемы (ИС), производимые к тому же в большом количестве. По «закону Мура» число элементов на одной ИС каждые три года возрастает в 4 раза, и к началу 70-х годов стало возможным производить большие интегральные схемы и микропроцессоры. Именно с этого времени (около 40 лет назад) память объемом в Мегабайты стала доступна для массовых применений, а около 30 лет назад появились первые персональные компьютеры (ПК). Заметим здесь, что в СССР диалоговые вычислительные комплексы – ДВК – появились и начали массово выпускаться в 1981–1982 гг., а в США теперешние «гегемоны», IBM-совместимые ПК, появились на рынке лишь в 1984 г. [13]. Сегодня ЭВМ имеют оперативную память от 512 Мбайт, а внешняя память измеряется не мегабайтами, а Терабайтами.

К концу 60-х–началу 70-х годов можно отнести использование каналов связи для соединения ЭВМ и создания вычислительных сетей. В середине 60-х годов под руководством В.М. Глушкова данные об эксперименте, проходившем в Атлантике, передавались по радиоканалу в Киев и обрабатывались на ПК «МИР». В университетах США по заказу военных была разработана компьютерная сеть ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network), которая в 1969 г. объединила научные учреждения, а затем ее начали использовать учёные из разных областей науки.

К этому же времени относится появление и начало использования Интернета как механизма для распространения информации на весь мир, а также средства для совместной работы и взаимодействия между пользователями и их компьютерами независимо от их географического местоположения. Его появление способствовало развитию новых информационных технологий. И эти технологии стали доступны для **массового использования**.

На неоднозначность и даже определенную опасность информационных процессов, получивших столь взрывное развитие, указывает К.К. Колин [12, 13, 14]. Ниже мы обсудим некоторые из упомянутых им гуманитарных проблем в части коммуникативных процессов и образования.

## 2. Коммуникативные процессы

Духовный и материальный прогресс человечества во многом определяет технология социальной коммуникации. Еще Г.М. Маклюэн в своих знаменитых работах «Галактика Гуттенберга. Сотворение человека печатной культуры», «Понимание медиа: Внешние расширения человека» сформулировал идею, согласно которой качественные сдвиги в истории человечества связаны с появлением новых технических средств общения и передачи информации. В его теории характер коммуникации и содержание имеющего место знания положены в основу выделения этапов исторического развития человечества.

Начиная с устного слова, появления письменности, наступления эпохи печати и, наконец, электронной эры, каждый более эффективный способ передачи информации видится как более прогрессивный. Основопологающими становятся коммуникационные каналы, которыми пользуется человечество, их тип и форма способны менять наше сознание. Использование любой технологии несет определенное сообщение аудитории. В зависимости от того, устное ли это высказывание, рукопись ли, напечатанный текст, радио или телепередача, передаваемая информация может иметь разное значение. Человек должен хорошо ориентироваться в особенностях передачи информации, уметь расшифровывать, понимать смысл сообщения, учитывая возможный контекст и подтекст [9].

Идеи Маклюэна нашли отражение в современной концепции пяти информационных революций [11] и могут быть использованы для выделения этапов влияния господствующих способов коммуникации на развитие культуры и характер передачи информации в системе образования.

**1 этап.** Человечество большую часть своего существования использовало устную передачу информации, ограниченную рамками человеческой жизни. Она хранилась в традициях, обычаях, нормах обычного права. **Искание информации** происходило незаметно для тех, кто ее передавал и принимал. Накопление было ограничено. Первобытное мышление было образным и чувственным, информация об окружающей действительности воспринималась, а точнее «переживалась» целостно, всем существом – мистически (пра-логически по Л. Леви-Брюлю).

**2 этап.** Появление письменности дало возможность более точного фиксирования и большие возможности накопления информации, фактически ограниченные только способностью индивидуума воспринимать и понимать. В этот период восприятие информации далеко от рационального, господствует мифологическое отношение к действительности. Мифологическое сознание представляет мир мифических сверхъестественных существ как источник знаний, правил и норм человеческих взаимоотношений. Накопление информации, совершенствование технологий маскируются под наставления предков, стараясь не менять изначальные образцы. Развивается система канонов – в производстве, в художественной деятельности. Передача профессиональных навыков опирается на родовые связи, профессии обучают по наследству, поэтому иногда в узкопрофессиональной среде ремесленники или художники достигали удивительных успехов в совершенствовании своего мастерства. Но в целом, жизнь и деятельность была закреплена традицией, нацеленной на неизменность, и развитие происходит медленно.

Изобретение алфавита (Месопотамия) вызвало настоящую революцию в характере социокультурной коммуникации. Дальнейшее совершенствование алфавита способствует распространению письменной коммуникации (Греция). Изменилась сама роль слова как носителя устной и письменной информации. Оно выступает не как воспроизводство традиции, а впервые становится Логосом, движущим началом, способным менять ситуацию и даже устанавливать новый порядок. Слово, как четкая передача информации, становится руководством к действию. Греческое образование стремится научить человека «владеть словом», чтобы доказывать свою разумность, участвуя в политике полиса, в управлении своим городом-государством и в многочисленных экспедициях. Была создана база для появления мышления, способного к теоретизированию. Более точное фиксирование мысли создает ментальную основу для абстрактного мышления, для появления знания (теоретического, не только практического) и для основанных на знаниях коммуникаций.

**3 этап.** Новый этап начинается с середины XVI в. Появление книгопечатания (галактика Гутенберга) во много раз увеличивает объемы накопления информации, постепенно она становится все более доступной и письменность утрачивает ореол сакральности. Книгопечатание способствовало развитию науки, ускорило темпы накопления систематизированных по отраслям знаний, которые можно было тиражировать. Вырабатывается последовательное мышление, отражающее специфику построения письменного текста. Снижение стоимости книг и



расширяющаяся сфера образования дала возможность все более широким слоям населения приобщиться к накопленным знаниям. Образование стало главным инструментом передачи информации, формирования личности, характерных особенностей мышления и восприятия действительности. Школа главным источником знания о мире делает не личный опыт, а учебник. В сознании человека формируется непротиворечивая картина мира, основанная на научной информации, которая позволяет образованному человеку видеть объективные связи и закономерности окружающего мира.

Создаются словари, справочники, издаются научные книги, становится возможным не всю информацию держать в голове, образование формирует навык обращаться к информации в необходимый момент.

Индустриальная цивилизация требует от населения определенного уровня грамотности, рациональности и утилитарности, сознание и цели деятельности человека становятся конкретными и прагматичными.

**4 этап.** В конце XIX в. имеет место значительное изменение характера социокультурных коммуникаций и приобщение широких масс к научной информации. После изобретения электричества появление телеграфа, телефона, радио и телевидения позволило в больших объемах накапливать и передавать информацию. Прогресс средств связи и рыночная экономика превращают информацию в товар, продаваемый в массовом порядке, рождается индустриально-потребительское общество и начинается триумфальное шествие массовой культуры.

Сам человек из «венца творения» превратился в придаток машины, а творческий индивидуализм сменился торжеством безличных экономических, технологических и политических структур над человеческой личностью. Особенно наглядно это проявилось в сфере мышления, где индивидуальный интеллект начал уступать место различным формам подличностного (человек – элемент социальной машины, винтик) или надличностного (совокупного социального интеллекта, обладающего свойством менять качество в зависимости от типа своей организации) мышления. Процесс усложнения социальной машины привел к необходимости упрощения людей, живущих в техногенном обществе и выполняющих строго отведенные им функции. Для такого человека потребовалась технология формирования даже смысложизненных ориентаций, что с успехом и стала выполнять массовая культура.

Это время господства однонаправленной коммуникации – когда культура производится не массами, а для масс, производитель предлагает потребление информации в большей степени для удовольствия и для получения прибыли (использует наихудшие стороны человека-потребителя). **Образование (тоже массовое) ставит задачу сформировать человека как часть социальной машины.** Оно должно вести не к удовлетворению высоких духовных и интеллектуальных запросов, а к созданию хорошо налаженного, почти «машинного», производства людей индустриального общества.

Человеку навязываются жизненные стандарты. Система массовой культуры создает массового человека и служит ему, но, благодаря техническим средствам огромные массы людей смогли получить доступ к разного рода информации, культуре разных уровней сложности, в том числе и высокопрофессиональной, в мире у человека появился выбор. Если ранее во все времена человек рождался в определенной культуре, задающей его жизни жесткую внешнюю программу – судьбу, и вариантов у него не было, то теперь он не локализован в пределах одного способа жизни. Массовая культура толкает человека к выбору наиболее легких жизненных путей, и она же (особенно доступность образования, информации) стала тем фундаментом, который породил не имеющих аналогов по своим масштабам рост количества накопленной информации и взрыв развития технологий.

**5 этап.** Новый этап связан с появлением ЭВМ. Создание первой ЭВМ в 1945г. стало только предвестником будущей трансформации культуры. Но уже в 60-е годы появляются первые попытки осмысления того, что может дать **новый инструмент в гуманитарном плане.** Ученым, обладающим даром комплексного видения проблемы, был Виктор Михайлович Глушков. Именно он одним из первых определил стратегическое направление в развитии электронно-вычислительной техники – построение разумной машины. Намечалась возможность не только машинного хранения и анализа информации, но и использования ЭВМ в культурном развитии. При проектировании таких машин как МИР-2 и МИР-3 была поставлена дерзкая задача – сделать машинный язык наиболее близким к человеческому. Их создание стало определенным шагом в сторону развития работ по искусственному интеллекту и рекордом для того времени в скорости выполнения аналитических преобразований. Можно только восхититься [8] постановкой в то время этой задачи, стоящей на современном этапе при переходе к информационному обществу, когда приоритетное развитие получают вычислительная техника и информационные технологии для увеличения интеллектуальных возможности человека.

Успехи школы Глушкова по интеллектуализации вычислительной техники еще не могли сказаться на социокультурной ситуации. Мышление и знания, полученные путем последовательного освоения информации, по-прежнему формируют в сознании человека связи между информацией из разных областей, не нарушая рациональную научную картину мира. Надо отметить, что советское техническое образование наилучшим образом справлялось с этой задачей.

**6 этап.** Конец 70-х–начало 80-х и до середины 90-х годов. С середины 70-х годов – «Рубикон перейден!» – нарастание по экспоненте привело к взрыву технических возможностей аппаратуры, появились БИСы (большие интегральные схемы) и микропроцессоры, возможность хранения и быстрой обработки больших объемов оцифрованной информации. С этого времени мы видим уже существенное воздействие достижений компьютерных технологий и средств массовой коммуникации на развитие культуры.

Система образования, нацеленная на усвоение человеком систематизированных знаний, навыков и умений, оказалась серьезно потеснена в деле воздействия на массовое сознание. В результате пробелы в знаниях восполняются неверной или неполной информацией, а транслируемые в глобальных масштабах через каналы СМИ ценности потребительства, достижения внешних результатов начинают трансформировать всю систему духовного производства вплоть до ориентирования на ложные или имитируемые цели.

Цифровые коммуникации становятся преобладающим средством коммуникации. На первый план выдвигается новая отрасль деятельности – информационная индустрия, создающая технические средства, методы, технологии для производства новых знаний. Объединение вычислительной техники с TV имеет громадные последствия – возникают интерактивные коммуникационные системы. Они нацеливаются уже не на массу, а на конкретную аудиторию, удовлетворяют более узкие запросы, что способствует сегментированию интересов и аудитории.

Теперь информационные технологии создают поведенческие модели, которые постоянно окружают человека и программируют его поведение.

Инновационный характер экономики привел к тому, что главным фактором социально-экономического развития становятся интеллектуальные и творческие возможности человека, создающего новые реальности. Информационное общество позволяет человеку свободно выбирать способ жизни, определять свои ценности, интерпретировать смыслы.

Одномерный «экономический» человек индустриальной эпохи, ориентированный на удовлетворение материальных потребностей, должен уступить место «богатой индивидуальности», творческой личности информационного общества. Но пока образовательные и социальные технологии отстают от этих требований.

**7 этап.** Создание глобальных информационных компьютерных сетей. Развитие ВТ и ИТ породили пятую информационную революцию. С середины 90-ых годов Интернет стал превращаться во «Всемирную паутину», доступную рядовым пользователям без каких-либо специфических знаний. Сегодня Интернет есть у каждого третьего жителя планеты и уже открыл им доступ к образованию и базам данных.

Надо отметить, что интернет не заменяет полностью, а создает новые типы информационных связей, сосуществует с TV, телефонией и др. Такую систему коммуникаций характеризует:

- 1) интерактивность;
- 2) постоянное увеличение каналов передачи информации и их неконтролируемость;
- 3) слияние разных видов сообщений из всех возможных видов и проявлений культуры;
- 4) случайное смешивание смыслов, культурных кодов и коннотаций;
- 5) культурная дифференциация пользователей, формирование сетевых сообществ;
- 6) проблемы понимания, глобальная инфосфера транслирует единую информацию, которая может осознаваться принципиально различным образом в различных сообществах.

Все это создает очень сложный символический контекст, требующий развитых навыков дешифровки культурных кодов, что под силу только очень развитому интеллекту.

Но современный человек, становясь субъектом информационных процессов, оказываясь в ситуации неопределенности, необходимости свободного выбора смыслов, интерпретаций, миропонимания и жизненной стратегии ощущает ее как дискомфортную, поскольку теряет укорененность в культуре. Жесткие рамки культурного принуждения, дававшего спокойствие и четкие смысло-жизненные ориентиры, ушли в прошлое. В потоке обрушивающихся смыслов и интерпретаций им болезненно ощущаются пределы компетенции, неспособность достигнуть такой степени миропонимания, которая давала бы комфортный уровень объяснения действительности. Сегодня мы не имеем жесткого предела в выборе способа жизни, и это становится проблемой, поскольку человек не готов к такой свободе и ответственности за свой выбор. Становление же сетевых вариантов культуры, которые Г. Маклюэн образно назвал новыми «племенными» отношениями, поскольку они ограничиваются только узким интересом «сетевой деревни», в условиях личностной неопределенности индивида может привести к упрощению личности, к почти средневековому урезанию его картины мира, к страху чужого, непонятного и усилению конфликтности в глобализирующемся мире.

Сегодня, фантастический прогресс в деле хранения и передачи информации позволяет все связи, объединяющие имеющиеся знания о мире, окончательно отдать машине. В этом случае, человек с трудом представляет себе как получена информация, имея только конечный результат, и не может адекватно оценить ее качество. Для потребителя информации это означает опасность возрождения чувственного, образного мышления, поскольку для ее получения не задействованы логические рациональные способы абстрактного мышления. Знание предстает в готовом виде в чувственных формах аудио – визуального характера.

В итоге, молодые люди 12–24 лет («цифровые аборигены», по выражению К. Колина [5]), выросшие в информационных технологиях, но получающих образование, существующее в прежней, линейной, технократической модели развития общества, без учета эмоционально чувственной стороны, не стремятся к поиску неких реальных изначальных смыслов.

Кроме того, в условиях, когда коммуникативная среда неподконтрольна, существуют широчайшие возможности для манипулирования человеческим сознанием. Отсюда – надвигающаяся катастрофа, причина которой в игнорировании образованием формирования коммуникативной культуры [1].

Самыми опасными тенденциями в среде молодежи становятся преобладание клипового мышления, навык сортировать готовую информацию порой на самых экзотических основаниях, чаще всего исходя из собствен-

ных чувств и ассоциаций – явный признак мифологизации сознания, и наблюдаемое ослабление аналитических способностей. Не случайно, ставя задачу опережающего характера и гуманизации образования, многие авторы отмечают необходимость создания кардинально новой парадигмы, где отразится\_полномасштабный подход к феномену человека, включая его телесность, ум, эмоциональность [2].

Появление технологий 3D – 5D уже сейчас пытаются задействовать все 5 чувств, создание технологий виртуальной реальности грозит невозможностью для человека отделить ее от не виртуальной. Современные ученые в лице академика Г. Красникова со всей ответственностью заявляют: «Через 20 лет будет создана виртуальная реальность. Мы будем легко уходить в трехмерное пространство с элементами присутствия, электромагнитные колебания обеспечат эффект обоняния и осязания. Человек сможет жить в виртуальной реальности, которая окажется богаче, чем действительность» [3]. Это заставляет нас готовиться к возвращению «сенсорного баланса» эпохи дописьменной коммуникации. И, чтобы «кремниевый» век, берущий начало из «силиконовой долины», не вернул нам человека с примитивным мифологизированным мышлением «каменного века», образование должно учитывать специфику чувственного восприятия информации, дабы формировать человека, способного к сознательному выбору и адекватному самоизменению в мире глобальных рисков. Но главное, человека, не утратившего научную картину мира и способность к аналитическому мышлению. Помочь в этом вопросе могут новые образовательные технологии и методики, в частности предлагаемый «Лабиринт знаний».

### 3. Развитие коммуникативных процессов в образовании.

Можно считать, что программирование и образование в области вычислительной техники, как новая область человеческой деятельности, ведет свое начало от лекций, записанных Адой Лавлейс (урожденной Байрон, дочери лорда Байрона) во время презентации механической счетной машины Бэббиджа в Италии в XIX в.

С появлением ЭВМ эта область получила стимул для нового мощного развития.

В 1950 г. в Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР начал работать первый постоянный семинар по программированию. В 1952 г. в МГУ была создана кафедра вычислительной математики, для студентов и аспирантов, на которой в 1952–1953 годах впервые читали курс «Принципы программирования» [10].

К этому времени относят и появление научных школ по информатике и программированию. Главой одной из ведущих советских научных школ был Андрей Петрович Ершов. Он был одним из основных организаторов первых национальных конференций по программированию, семинаров по различным проблемам системного и теоретического программирования, членом редколлегии основных советских программистских журналов, редактором журнала «Микропроцессорные средства и системы», председателем ряда национальных комиссий и рабочих групп.

Работа по теме «ЭВМ и школа» велась в СО АН СССР с 1961 г. Усилиями А.П. Ершова и его коллег к началу 80-х годов она сложилась в фундаментальное научное направление, выполняемое по заданиям государственного плана, и появление в образовательных учреждениях предмета «Основы информатики и вычислительной техники».

Массовое применение компьютерных и информационных технологий отразилось и на самой методике преподавания. Уже на ранних этапах развития ЭВМ создавались алгоритмы для контроля знаний учащихся путем переноса в компьютерную среду методов, применяемых в обычном учебном процессе. Например, наборы тестовых заданий, где учащемуся предлагалось выбрать один или несколько правильных ответов. К недостаткам данного подхода относят запоминание неверных ответов, случайное угадывание [4].

В 1983 г. под руководством А.П. Ершова была создана интегрированная программная среда «Школьница», спроектированная с учетом специфики школьного учебного процесса и возрастных особенностей учащихся. В учебные пакеты прикладных программ «Школьницы» входили: «Динамика», «Химия», «Схемы», «Тригонометрия», «Матрица», «Арифметика», «Муравей» (для начального обучения программированию).

В XXI в. широко используются новые технические средства обучения, включая аудиовизуальные средства и вычислительные сети. Формулируются все новые концепции информатизации образования [7]:

- освоение и внедрение новых информационных технологий в обучение;
- формирование информационной культуры учащихся;
- подготовка преподавателей к осуществлению обучения в условиях работы с электронными средствами.

Внедрение системного подхода и интеграция прежних достижений в технических средствах обучения, привели к созданию обучающих тренажеров, способных объединить в себе различные методы контроля и преподавания знаний. Примером такой программы может служить разрабатываемая нами обучающая игровая программа «Лабиринт знаний».

Она предоставляет возможность обучения в игровой форме посредством помещения учащегося в виртуальное пространство, представляющее собой лабиринт комнат. Они наполнены разрозненными учебными материалами, которые учащемуся необходимо отыскать и изучить для дальнейшего продвижения по миру игры. Контроль полученных знаний происходит при попытке учащегося перейти в закрытые части игрового пространства.

Как уже отмечалось, разница в темпах развития информационных и образовательных технологий может привести к опасности ослабления понятийного мышления учащихся, к их неспособности построения рациональной картины мира. Применение обучающих программ и тренажеров, составленных с учетом вектора развития образовательной среды, позволит повысить навык систематизации информации и построения целостной картины ситуации. Однако, создание обучающего тренажера, полностью исключая работу преподавателя с учащимся, затруднено – в настоящее время алгоритмическая база не развита настолько, чтобы полноценно имитировать личностное общение и проверку ответов учащихся с учетом контекста.

Итак, пятая информационная революция создает возможности стремительного наращивания и распространения информации и научных знаний. Проблема в том, что воспользоваться ими могут лишь те, у кого достаточно высокий уровень коммуникативной культуры, кто достаточно образован, чтобы вытаскивать смыслы и адекватно пользоваться информацией. Умение потреблять информацию становится основанием для новой социальной стратификации и насущной задачей современного образования.

## Список литературы

1. Гусевская О. В. Формирование коммуникативной культуры личности как основа общекультурной компетенции. – Ценности и смыслы. – 2009.-№1.- С.131-142.
2. Ильинский И. М. Высшее образование для XXI в. - ЗНАНИЕ. ПОНИМАНИЕ. УМЕНИЕ.- 2012 – №4. – С. 3–7.
3. Каждый получит персонального робота. – Известия. – 2011.– 18 февраля // <http://www.izvestia.ru/science/article3151341/>
4. Ким В.С. Тестирование учебных достижений. Монография. – Уссурийск: Издательство УГПИ, 2007.
5. Колин К. К. Биосоциология молодежи и проблема интеллектуальной безопасности в информационном обществе // ЗНАНИЕ. ПОНИМАНИЕ. УМЕНИЕ. Умение. – 2012. – № 3.
6. Колин К.К. Овладение информацией – стратегическая проблема развития цивилизации в XXI в. // Межотраслевая информационная служба, 2013, № 2.
7. Концепция информатизации образования // Процесс информатизации в образовательном учреждении URL: <https://sites.google.com/site/elektobrrres/informacionnye-razdely/koncepcia-informatizacii-obrazovania> (дата обращения: 23.02.2014)
8. Малиновский Б. Н. История вычислительной техники в лицах. Киев: фирма «КИТ», ПТОО «А.С.К.», 1995.
9. McLuhan M. The Medium is the Massage: An Inventory of Effects. New York: Gingko Press, 2002.
10. Поспелов Д.А. Становление информатики в России // Очерки истории информатики. Ред.-сост. Д.А. Поспелов, Я.И. Фет. – Новосибирск: Научно-издательский центр ОИГГМ СО РАН, 1998. – С. 7-44.
11. Соколов А. В. Общая теория социальной коммуникации. СПб: Изд-во Михайлова В. А., 2002.
12. Терлецкая Л.И. История развития электроники. Ангарское Опытное Конструкторское Бюро Автоматики. <http://refu.ru/refs/69/27558/1.html> (дата обращения: 02.04.2014).
13. Трояновский В.М. Мини-ЭВМ «Электроника-100» – шаг к гражданским системам реального времени / Труды Международной конференции по истории вычислительной техники и информатики (SoRuCom 2011), ISBN 978-5-98769-088-8: Великий Новгород, ЗАО «Новгородский технопарк», 2011. – С. 287–291.

# Автоматизированные информационные системы в образовании как инструмент человеко-машинного взаимодействия: история и перспективы

Марина Владимировна Тумбинская

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
Казань, Россия  
tumbinskaya@inbox.ru

## Automated Information Systems in Education as a Tool for Human-Computer Interaction: History and Prospects

Marina Tumbinskaya

VPO Kazan National Research Technical University im. AN Tupolev-KAI  
Kazan, Russia  
tumbinskaya@inbox.ru

**Ключевые слова:** модели информационных систем в образовании, человеко-машинное взаимодействие, алгоритмы поддержки принятия решений, выявления компетенций

Стремление учебных заведений России использовать информационные технологии в обучении обусловлено социальными, педагогическими и технологическими причинами. Современное информационное общество характеризуется присутствием на рынке образовательных услуг множества заказчиков. Изменения в экономике влияют на формирование нового социального заказа по качеству подготовки специалистов. Новая экономика и новый подход к человеческим ресурсам требуют адаптации человека к постоянно изменяемым условиям. Электронное обучение способно обеспечить качественную подготовку востребованных и конкурентоспособных специалистов, качественное унифицированное образование.

Поиск путей повышения качества подготовки специалистов, их профессиональной компетентности обуславливают необходимость пересмотра содержания и методологий обучающего процесса, модернизации методов и технологий обучения, внедрения современных информационных технологий в сфере обучения, создания современных алгоритмов человеко-машинного взаимодействия, единого образовательного пространства.

В настоящее время современное обучение выходит на качественно новый уровень – решаются проблемы массового использования автоматизированных информационных систем в учебном процессе, повышения качества обучения. Проблему массовости можно решить путем создания и использования унифицированных инструментальных средств разработки автоматизированных информационных систем обучения. Средство может представлять собой единичный программный продукт, среду разработки автоматизированных информационных систем обучения, платформу, которые позволяют осуществлять человеко-машинное взаимодействие, электронное обучение.

Повышение качества обучения является приоритетным направлением развития системы образования России. Повышение качества обучения можно достичь за счет управления объектом обучения<sup>1</sup> в учебном процессе и адаптации обучающего процесса к возможностям объекта обучения. Управление объектом обучения зависит от его индивидуальных особенностей, знаний, способностей к самостоятельному обучению и характеризуется гибкостью сценариев, выработкой управляющих воздействий, активной обратной связью. Реализация управления объектом обучения предполагает разработку моделей интерактивности, алгоритмов поддержки принятия решений при управлении процессами обучения и тестирования, в совокупности которые отражают классические принципы управления.

Управление процессом обучения предполагает человеко-машинное взаимодействие преподавателя и объекта обучения в автоматизированных информационных системах обучения.

### История развития автоматизированных информационных систем обучения

Весь период развития автоматизированных информационных систем обучения можно разбить на пять этапов (табл. 1.1), каждый из которых характеризуется, по сравнению с предыдущим, возрастанием возможностей управления обучающим процессом и программных средств.

---

<sup>1</sup> Под объектом обучения понимается пользователь автоматизированной информационной системы обучения – обучаемый, студент.

Точкой отсчета теоретического развития образовательных ресурсов можно считать 50-е года XX века, в период которых профессором Б. Скиннером была предложена идея программированного обучения (1954 год). Автоматизация программированного обучения началась с использования обучающих и контролирующих устройств различного типа, в основу которых были заложены простейшие методы контроля (в основном выборочного типа). Они достаточно широко применялись в 60–70-е годы, но из-за ограниченных возможностей не обеспечивали достаточной эффективности и адекватности результатов контроля реальному уровню знаний объекта обучения. В этот период было разработано большое количество специализированных пакетов, ориентированных на создание и сопровождение прикладных обучающих программ – автоматизированных учебных курсов на базе ЭВМ третьего поколения. В России одним из самых известных проектов использования вычислительной техники и средств коммуникации в обучении был проект PLATO, а также автоматизированные обучающие системы АОС-ВУЗ, АОС-СПОК, АСТРА, САДКО и др.

Идеи Б. Скиннера получили дальнейшее развитие в работах А. Краудера, который вместо жесткой линейной схемы предложил разветвленный подход, в основу которого заложен алгоритм предъявления учебного материала, который зависит от результатов контроля, то есть ответов обучаемого. В структуру обучающих систем вводится обратная связь, с помощью которой можно управлять процессом обучения. Кроме обратной связи подход А. Краудера отражает адаптивность, которая выражается тем, что обучаемые имеют возможность двигаться по индивидуальным траекториям при повторении учебного материала.

При построении автоматизированных информационных систем обучения используется модель обучения, которая основана на принципах теории управления. Отношения в системе рассматриваются как отношения между объектом управления и управляющим устройством, что позволяет использовать методы теории управления. Этот подход был предложен Л.А. Растригиным, который рассматривает обучение как процесс управления системой, в котором обучаемый является объектом управления, а обучающая система – источником управления. Модель обучения неразрывно связана с «моделью обучаемого». В работах Л.А. Растригина, М.Х. Эренштейна предложено учитывать в модели обучаемого индивидуальные параметры объекта обучения в процессах запоминания и забывания учебного материала.

В середине 1980-х годов (второй этап) возникло новое направление в компьютеризации обучения – интеллектуальные обучающие системы, основанные на работах в области искусственного интеллекта, реализующие рациональные стратегии обучения. В таких системах процесс управления обучением рассматривается как процесс принятия решений, в котором выбор сценария обучения зависит от предыстории обучения, хранимой в виде модели обучаемого. Выбор одного из путей продолжения обучения не определяется до конца работы обучающей программы – задается лишь направление движения на очередной шаг. На следующем шаге процесс принятия решения повторяется с учетом новой информации, полученной в системе управления обучением.

В начале 90-х годов (третий этап) с развитием мультимедийных технологий появились программы имитаторы, лабораторные практикумы, заменяющие реальные лабораторные установки, так называемые, виртуальные лаборатории. Появились диалоговые системы. В этот период наибольшее распространение получили следующие программные средства зарубежного (Private Tutor, LinkWay, Costoc и др.) и отечественного производства (АДОНИС, АСОК, и др.). Такие системы собирали большой объем информации об обучаемом, что позволяло в определенных пределах изменять алгоритмы управления обучением и осуществлять индивидуализированное обучение.

Таблица 1.1

Этапы развития автоматизированных информационных систем обучения

этап	период	характеристики автоматизированных информационных систем обучения				
		структура	функции систем	сфера применения	возможности управления	реализация
1 этап	1965–1980 гг.	линейная, жесткая	обучение, контроль знаний;	обучение гуманитарным дисциплинам, в частности лингвистики; иностранным языкам	одна траектория обучения и оценивания знаний	программирование на алгоритмических языках
2 этап	начало 1980 гг.	разветвленная, модульная, наличие обратной связи	тренаж, решение практических задач	самообучение; традиционное обучение	несколько траекторий обучения и оценивания знаний, обратная связь, модель обучения, адаптивность	программирование с использованием пакетов программ для создания обучающих систем
3 этап	начало 1990 гг.	разветвленная, модульная, наличие обратной связи	игровое обучение; лабораторные практикумы	системы контроля знаний на основе тестовых технологий; использование для	использование модели обучаемого, преподавателя, появление диалоговых систем и	создание обучающих систем с помощью интегрированных средств, с использованием

этап	период	характеристики автоматизированных информационных систем обучения				
		структура	функции систем	сфера применения	возможности управления	реализация
				обучения техническим дисциплинам	мультимедийных средств	систем виртуальной реальности; программ имитаторов; использование мультимедийных разработок
4 этап	конец 1990 – начало 2000 гг.	распределенная сетевая	удаленное обучение и контроль; видеоконференций, электронные форумы, виртуальные лаборатории	сетевое дистанционное обучение, повышение квалификации персонала в корпоративных структурах	интерактивные сценарии обучения, тестирования, гибкие решения	создание обучающих систем на основе специальных продуктов – редакторов гипертекста, программирование на языках высокого уровня с применением функциональных библиотек
5 этап	2000 – 2010 гг.	сетевая на основе Web 2.0	мониторинг успеваемости, качества обучения, накопление данных о результатах процесса обучения		технологии e-Learning	создание на основе обучающих порталов

В конце 1990-х – начале 2000-х годов (четвертый этап) появились системы сетевого обучения в режиме online, системы тестирования, видеоконференции, форумы. Появилась сетевая технология дистанционного обучения, функционирование которой осуществляется с помощью Интернет-технологий. На данном этапе получили распространение следующие системы: Macromedia Authorware, CourseBuilder, Everest, HyperStudio, NeoBook Professional, Seminar Author, Дельфин, Дизайнер курсов, STRATUM, Opus Max Producer, Dazzler Deluxe и др. Системы-представители этого периода создавались либо при помощи специальных программных продуктов – редакторов гипертекста (FrontPage, DreamWeaver), либо с помощью языков программирования высокого уровня с применением различных функциональных библиотек.

Пятый этап (конец 2000-го – начало 2010 года) характеризуется бурным развитием глобальной сети Интернет, появлением и использованием технологий e-Learning, Web 2.0. В связи с этим, появляются системы обучения, тестирования, контроля, управления процессами обучения, оценивания приобретенных знаний и компетенций, качества обучения. Появляются виртуальные классы, кафедры, университеты, образовательные порталы, создаются инструментальные среды и платформы для создания обучающих систем и организации электронного обучения. Яркими представителями данного этапа являются системы: Learning Space, CyberProf, IBM LMS, InterBook, АНА!, KBS Hyperbook, Web Tutor, Top Class, Web CT, «Виртуальный университет», ОРОКС, КОБРА, ПРОМЕТЕЙ, ДОЦЕНТ, Батисфера, eLearning Server 3000 и др. К началу 2014 года создано огромное количество электронных и информационно-образовательных ресурсов – электронных учебников, пособий, справочников, энциклопедий, интеллектуальных обучающих систем, интерактивных обучающих систем, систем автоматизированного тестирования, электронного деканата, электронного университета, образовательных порталов и т.д.

Рассмотренные существующие подходы к управлению электронным обучением не позволяют реализовать качественное управление личностно-ориентированным обучением, которое характеризуется гибкими алгоритмами управления процессами обучения и оценивания знаний и основано на результатах детального оценивания знаний объекта обучения. Результат сравнительного анализа наиболее известных зарубежных и отечественных инструментальных средств создания автоматизированных информационных систем обучения и их функциональных возможностей представлен в таблице 1.2 (обозначения: знак «+» означает, что данная функция присутствует, знак «-» – отсутствует, знак «~» – функция реализована на уровне ниже среднего, знак «\*» – отсутствие информации по соответствующей функции).

## Перспективы развития автоматизированных информационных систем обучения

В России начало 21 века характеризуется серьезными социально-экономическими изменениями и модификациями, среди которых, реформы высшего образования, призванные вывести систему подготовки специалистов на качественно новый уровень. Суть преобразований состоит в переходе с 2011 года Российской школы высшего профессионального образования (ВПО) на уровневую структуру образовательных программ подготовки бакалавров, магистров и специалистов в рамках Федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения (ФГОС) [6], главным принципом которых является компетентностный подход. Достоинство применения компетентностного подхода в системе ВПО заключается в моделировании процесса обучения, ориентируясь на конкретные запросы реального сектора экономики и получении более адекватных результатов обучения, выраженных на языке компетенций.

Сравнительный анализ инструментальных средств создания автоматизированных информационных систем обучения и их возможностей

Название инструментального средства	функциональные возможности							
	аудит пользователя	модификация структуры системы	управление процессом тестирования	адаптивность (гибкость алгоритма управления процессом обучения)	имитация работы с приложениями, оборудованием	мультимедийность	интерактивность (обратная связь)	поддержка русифицированного интерфейса
Top Class	-	-	-	~ +	*	-	*	-
Learning Space	+	-	~ +	+	+	*	*	+
Web CT	+	*	~ +	+	*	*	*	*
InterBook	+	*	-	+	*	*	*	*
KBS Hyperbook	+	*	-	+	*	*	*	*
Moodle	+	-	+	*	*	*	+	+
BlackBoard	+	+	~ +	~ +	*	+	+	-
Cours Lab	+	+	-	+	+	+	+	*
АНА!	+	*	-	+	*	*	*	*
ОРОКС	+	*	-	-	*	*	+	+
Прометей	+	*	-	-	-	+	+	+
ДОЦЕНТ	+	+	-	~ +	*	*	*	+
eLearning Server	+	+	~ +	+	*	+	+	+
КОБРА	+	+	-	*	*	*	*	+

Стоит отметить, что современные работодатели – представители реального сектора экономики, в качестве основных заказчиков услуг труда, активно принимают участие в формировании перечня необходимых компетенций и заинтересованы в квалифицированном, компетентном и конкурентоспособном персонале. Например, опрос руководителей предприятий авиационной и космической промышленности показал, что 80% респондентов считают: «Выпускники вузов для авиационной и космической отрасли должны на 70% обладать специальными компетенциями, они должны придти на предприятие с “полным багажом” знаний и не тратить время для подготовки и переподготовки».

Совокупность компетенций обучаемого характеризует уровень его компетентности. Высокий уровень компетентности выпускника вуза зависит от качества процесса обучения.

Процессы глобализации информационного пространства, внедрение современных информационных технологий в сферу образования изменяют подходы к решению традиционных вопросов повышения качества образования. В последнее десятилетие остро стоит проблема создания единого образовательного пространства. Единое образовательное пространство – это единые электронные образовательные ресурсы, интегрируемые обучающие платформы, автоматизированные системы, общие технологии обучения и управления процессом обучения в вузе, позволяющие выполнять стыковку с мировым образовательным процессом, осуществлять обмен электронными ресурсами.

В настоящее время обилие программного обеспечения для реализации электронного обучения не решает сформулированную проблему. Общим недостатком таких систем является их узкая направленность на решение отдельных задач процесса обучения и разрозненные структуры информационных ресурсов. С другой стороны существует адаптивное программное обеспечение, которое позволяет управлять процессом обучения, но является сложным для пользователя и соответственно менее востребованным. Это вызвано отсутствием моделей обучающих систем, гибких алгоритмов обучения, методов оценивания знаний и выявления компетенций, интерактивных моделей, методов качественного оценивания знаний и выявления компетенций, алгоритмов поддержки принятия решений, позволяющих управлять объектом обучения.

В статье предлагается модель управления в автоматизированной информационной системе обучения, алгоритмы для оценивания знаний и выявления компетенций, алгоритмы подготовки качественного тестового материала для достоверного оценивания компетенций с использованием современных информационных технологий, позволяющие повысить качество процесса обучения и соответственно уровень компетентности обучаемого.

Анализ автоматизированных информационных систем обучения показал [3], что в настоящее время существуют универсальные средства, которые позволяют создавать многофункциональные качественные обучающие системы, однако для массового их использования должны быть разработаны:



- ✓ универсальные технологии создания и проектирования автоматизированных информационных систем обучения,
- ✓ обобщенные модели интерактивной автоматизированной информационной системы обучения и ее подсистем,
- ✓ модели выявления компетенций,
- ✓ алгоритмы принятия решений и управления процессом обучения,
- ✓ модели адаптации обучающего процесса к возможностям объекта обучения.

Современные автоматизированные информационные системы обучения характеризуются:

- ✓ заданным сценарием учебных и тестовых материалов, рассчитанным на «среднего» обучаемого,
- ✓ жесткой последовательностью действий с пассивной обратной связью алгоритмов управления процессом обучения,
- ✓ отсутствием модуля подготовки тестовых материалов,
- ✓ оцениванием знаний на основе тестовых технологий по принципу сравнения с эталоном,
- ✓ вопросы выявления компетенций, определения компетентности объекта обучения не рассматриваются,
- ✓ отсутствием модуля поддержки принятия управленческих решений,
- ✓ вопросы исследования личностных характеристик объекта обучения не затрагиваются.

Анализ показал, что существующие автоматизированные информационные системы обучения не являются полнофункциональными и не позволяют всесторонне управлять процессом обучения на базе современных информационных технологий.

Для повышения качества процесса обучения предлагается конечно-автоматная модель управления в автоматизированной информационной системе обучения, в которой используется продукционная модель представления знаний в модели базы знаний. При анализе тестового материала принимаются решения о корректности или некорректности тестовых заданий на основе решающих правил. В процессе анализа тестовых заданий с помощью модуля логического вывода осуществляется поиск решения.

Основное преимущество предложенной модели управления заключается в интерактивном управлении. Гибкость системы, отклик на различные отклонения от типового сценария обучения, тестирования должен выражаться в реакциях системы в качестве управляющих воздействий. Конечно-автоматная модель управления в автоматизированной информационной системе обучения по результатам выявления компетенций формирует управляющие воздействия:  $F = \langle A, X, Y, g, f \rangle$ , где  $A = \{a_0, a_2, \dots, a_{18}\}$  – конечное множество внутренних состояний,  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_{23}\}$  – множество входных сигналов,  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_{26}\}$  – множество выходных сигналов, функция перехода  $\delta: A \times X \rightarrow G$ , функция выхода  $\lambda: A \times X \rightarrow F$ .

Повышение качества обучения, эффективность обучения находится в прямой зависимости от компетентности объекта обучения, что определяется достоверностью метода оценивания и качеством тестового материала. Качество выявления компетенций объекта обучения определяется качеством тестового материала, гибкостью алгоритмов управления процессом тестирования и достоверностью метода оценивания. Тестовый материал – совокупность тестовых заданий различных форм. Тестовое задание (ТЗ) – составная часть педагогического теста, отвечающая требованиям технологичности, формы, содержания и статистическим требованиям:

- известной трудности;
- достаточной вариации тестовых баллов;
- положительной корреляции баллов задания с баллами по всему тесту [1].

Для определения точного и достоверного результата выявления компетенций автором предложен алгоритм поддержки принятия решений о назначении веса ТЗ. Алгоритм поддержки принятия решений о назначении веса ТЗ базируется на весах сложности содержания ТЗ и весах сложности формы ТЗ. В общем виде, вес ТЗ ( $x_i$ ) определяется:  $V(x_i) = v^m (\xi_1 \cdot p_1(x_i) + \xi_2 \cdot p_2(x_i))$ ,  $i = \overline{1, m}$ , где  $v^m$  – весовой коэффициент уровня сложности класса ТЗ,  $p_1(x_i) = d_i$  – вес сложности содержания ТЗ, который основан на методе парных сравнений,  $p_2(x_i)$  – вес формы ТЗ, основанный на методе анализа иерархий,  $\xi_1, \xi_2 \in [0; 1]$  – свободные параметры.

Алгоритм сводится к следующим шагам:

- 1)  $\forall x_i \in X$  классифицируется по степени сложности, т.е.  $X$  разбивается на классы простых ( $Kl^n$ ), сложных ТЗ ( $Kl^c$ ) и ТЗ средней сложности ( $Kl^{cp}$ );
- 2) элементы  $\forall$  класса  $Kl^n, Kl^{cp}, Kl^c$  упорядочиваются по степени сложности;
- 3) упорядоченные ТЗ ранжируются: для  $\forall x_i \in Kl^m$ ,  $m = \overline{1, 3}$ ,  $d_i = d_{i-1} + \Delta$ ,  $i = \overline{1, j_m}$ ,  $d_i \in [a, b]$ ,  $j_m$  – количество элементов в классе  $Kl^m$ ,  $\Delta$  – шаг приращения,  $[a, b]$  – минимальная и максимальная градации в классе  $Kl^m$ , определяемые экспертным путем,  $\Delta = \frac{b-a}{n}$ ,  $n$  – количество градаций в классе  $Kl^m$ ,  $d_0 = 0$ ,  $d_0 \notin [a, b]$ .

Процедура упорядочения рассматривается на примере одного класса  $Kl^m$  и заключается в следующем:

1. Выбирается пара ТЗ  $x_q, x_p \in Kl^m$ .
2. Пара ТЗ  $x_q$  и  $x_p$  оценивается по сложности содержания, то есть между ними устанавливается одно из соотношений<sup>♦</sup>:

$$x_q > x_p, x_q < x_p, x_q \sim x_p \quad (1)$$

Выбирается следующий элемент  $x_r$  из класса  $Kl^m$  и в соответствии с (1) устанавливается весовое соответствие  $x_{i1}^m < x_{i2}^m < x_{i3}^m$  между выбранными элементами,  $x_{ij}^m \in \{x_q, x_p, x_r\}$ ,  $j = \overline{1,3}; i \in \{q, p, r\}$ . Однако, может возникнуть такая ситуация, когда  $x_q < x_p \sim x_r$  или  $x_q \sim x_p < x_r$  (при сравнение рассматриваются эквивалентные ТЗ). В этом случае  $x_p$  и  $x_r$  или  $x_q$  и  $x_p$  будут иметь одинаковый ранг.

3. Определяется местонахождение элемента  $x_i$  класса  $Kl^m$  в построенном упорядоченном ряду элементов.
4. Процесс упорядочения происходит до тех пор, пока все элементы класса  $Kl^m$  не будут представлены в виде следующего упорядоченного ряда:  $x_{i1}^m < x_{i2}^m < \dots < x_{is}^m$ , где  $s \leq m_1$ .

Вес формы  $x_i$  ТЗ ( $p_2(x_i)$ ) определяется на основе сложности формы ТЗ  $SL(\gamma_j)$  и сложности конструкции ответов формы ТЗ  $\Omega(\gamma_j)$ , где  $\gamma_j$  –  $j$ -я форма ТЗ. Значения параметра  $SL(\gamma_j)$  определяются экспериментальным путем. Значения параметра  $\Omega(\gamma_j)$  определяются методом анализа иерархий [5].

В статье предложен алгоритм выявления компетенций с помощью которого можно определить уровень компетентности объекта обучения. Алгоритм выявления компетенций основан на следующих параметрах:  $p_1$  – вес сложности содержания ТЗ,  $p_2$  – вес формы ТЗ,  $p_3$  – параметр качества ответа на ТЗ, который оценивается градациями: правильный ответ на ТЗ, неполный правильный, неопределенный и ложный. Семантическая структура алгоритма выявления компетенций представлена на рис. 1. «Правильный» ответ ( $P_\sigma$ ) для конкретной конструкции ответа ТЗ – это полное совпадение с эталоном, «неполный правильный» ( $NP_j$ ) – определяется правильными элементами в ответе на ТЗ, «ложный ответ» ( $L_\phi$ ) – это отсутствие правильных элементов в ответе, «неопределенный» ответ ( $N_\gamma$ ) – содержит правильные и ложные элементы в ответе на ТЗ.

Конструкции ответа ТЗ, определяемой множеством элементов  $\mathcal{E}^{x_i} = \{\mathcal{e}_j^{x_i} \mid j = \overline{1, s'}\}$ ,  $\forall \mathcal{e}_j^{x_i} = \{0; 1\}$ , ставится в соответствие набор параметров  $p', l', s'$ , где  $p'$  – мощность множества истинных элементов,  $l'$  – мощность множества ложных элементов,  $s'$  – мощность множества  $\mathcal{E}^{x_i} = \{\mathcal{e}_j^{x_i} \mid j = \overline{1, s'}\}$ ,  $s' = p' + l'$ . Ложные  $\mathcal{e}_j^{x_i} = \{0\}$ , истинные  $\mathcal{e}_j^{x_i} = \{1\}$  и элемент «Ловушка»  $\tilde{\mathcal{e}}_j^{x_i} = \{0\}$  определяет эксперт [2]. Элемент «Ловушка» – максимально правдоподобный ответ на ТЗ. Выбор элемента «Ловушка» объектом обучения означает отсутствие знаний по соответствующему материалу.

Ответ объекта обучения на ТЗ  $x_i$  характеризуется конструкцией  $O^{x_i} = \{o_\gamma^{x_i} \mid \gamma = \overline{1, s''}\}$ ,  $\forall o_\gamma^{x_i} = \{0; 1\}$ . Объект обучения указывает в ответе на ТЗ истинные  $o_\gamma^{x_i} = \{1\}$  и ложные элементы  $o_\gamma^{x_i} = \{0\}$ . Таким образом, конструкции ставится в соответствие набор параметров  $p'', l'', s''$ , где  $p''$  – мощность множества истинных элементов,  $l''$  – мощность множества ложных элементов,  $s''$  – мощность множества  $O^{x_i}$ ,  $s'' = p'' + l''$ .

Итоговая оценка компетенций определяется:  $\tilde{y} = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^m a_j(x_i) \times V(x_i)$ ,  $a_j(x_i)$  – оценка за ответ на  $x_i$  ТЗ, значения этого параметра представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения параметров  $a_j(x_i)$ 

Условие принятия решения	$p'' = p', l'' = 0$	$l'' \leq l', p'' = 0$	$o_\gamma^{x_i} = \tilde{\mathcal{e}}_j^{x_i}, p'' \geq 0$	$l'' = 0, p'' < p'$	$l'' \leq l', p'' \leq p'$
$a_j(x_i)$	$\beta_1$	$-\beta_2$	$-\beta_3$	$p'' \times \beta_3$	$l'' \times (-\beta_4)$

где  $\beta_1 \div \beta_3$  свободные параметры.

Итоговая оценка  $\tilde{y}$  может быть представлена в шкалах бально-рейтинговой аттестации ( $y'$ ) или традиционной оценкой ( $y''$ ).

<sup>♦</sup> знак  $>$  означает превосходство одного ТЗ над другим по степени сложности содержания; знак  $\sim$  означает эквивалентность ТЗ по сложности содержания.



нем на 16,7%, что в дальнейшем способствует более эффективному трудоустройству объекта обучения и его адаптации на рынке труда.

Разработанные модели и алгоритмы могут быть использованы: в качестве информационной, методологической и технологической поддержки образовательной деятельности учреждений; в качестве поддержки принятия решений в диагностике, оценивании социальных и организационных процессов; в качестве основного инструмента при работе с бально-рейтинговой системой; в качестве ассистирующего инструментария при оценивании ТЗ, формировании банка ТЗ; для сертификации качества тестового материала.

## Список литературы

1. Аванесов, В.С. Теория и методика педагогических измерений. [Электронный ресурс]: web-портал. – Режим доступа: [www.testolog.narod.ru](http://www.testolog.narod.ru), свободный – Дата обращения 04.03.2014.
2. Григорьева И. В. Виртуальный методический кабинет преподавателя – стратегический механизм организации медиаобразовательного пространства современного вуза // Вестник иркутского государственного лингвистического университета. № 15(3), 2011.
3. Зайнутдинова, Л.Х. Создание и применение электронных учебников (на примере технических дисциплин) / Л.Х. Зайнутдинова – Астрахань: Изд-во «ЦНТЭП», 1999. 364 с.
4. Тумбинская М.В., Сафиуллина А.М. Программное обеспечение оценивания тестовых заданий для выявления компетенций кадрового резерва с элементами защиты информации // Национальные интересы приоритеты и безопасность. №35 (176), 2012.
5. Тумбинская М.В., Сафиуллина А.М. Информационная система поддержки принятия решений при выявлении компетенций управленческого персонала предприятий различных форм собственности // Менеджмент в России и за рубежом. №6, 2013.
6. Чучалин А.И. Модернизация бакалавриата в области техники и технологий с учетом международных стандартов инженерного образования // Высшее образование в России. №10. 2011

# Инструментальное средство историко-биографических исследований (просопографические базы данных по истории России)

Светлана Борисовна Ульянова, Владислав Степанович Синеполю

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет  
Санкт-Петербург, Россия  
oulianova@mail.spbstu.ru, sinepol@mail.spbstu.ru

## Tool for Historical Biographic Researches (Prosopographic Databases on Russian History)

Svetlana Ulyanova, Vladislav Sinepol

St. Petersburg State Politechnical University  
St. Petersburg, Russia  
oulianova@mail.spbstu.ru, sinepol@mail.spbstu.ru

**Ключевые слова:** e-history, просопография, просопографические базы данных, реляционные базы данных

Современная историография ориентируется на системный подход к изучению прошлого. При этом главная сложность состоит в необходимости переработки больших объемов информации, использования соответствующих методов ее анализа и синтеза. Тем самым информационные проблемы исследований выдвигаются на первый план. К их числу относится и создание на основе баз и банков данных более совершенных технических средств, позволяющих хранить и использовать информацию не только о самом объекте, но и все те «внешние» данные, которые можно агрегировать и синтезировать в пространстве и времени и осуществить на этой основе поиск новых интерпретаций.

Интеллектуальными площадками, на которых обсуждаются проблемы создания баз и банков данных, являются конференции и другие мероприятия ассоциации «История и компьютер» (национальное отделение международной ассоциации «History & Computing», существует с 1992 г.)<sup>1</sup>. Как отмечает И.М. Гарскова, если в 1990-е годы в клиометрике доминировали табличные базы данных, то в 2000-е годы сформировались и другие направления – полнотекстовые, просопографические, историографические базы данных; информационные системы на основе больших коллекций статистических и нарративных источников и т.д.<sup>2</sup>

Изначально в историографии термин «просопография» обозначал источниковедческую дисциплину, цель которой заключается в том, чтобы раскрыть суть какого-либо исторически значимого социального явления или структуры через рассказ о лицах, судьбы и деяния которых тесно связаны с соответствующими явлениями и структурами. Становление современного просопографического исследовательского жанра в исторической науке связывают с именем британского историка Л. Стоуна (L. Stone). В 1971 году вышла его статья, в которой автор представил свое видение «старой» и «новой» просопографии. «Старая» просопография занималась изучением сравнительно немногочисленных социальных элит, в то время как «новая» (количественная) просопография призвана заниматься изучением гораздо больших выборок, причем изучение должно касаться не только элит, но и «обыкновенных людей». Согласно данному Л. Стоуном определению, просопография – это исследование общих характеристик группы действующих в истории лиц, которое касается путей осуществления ими политических акций, а также вариантов социальной мобильности и реализации карьерных устремлений<sup>3</sup>.

С начала 1990-х годов просопография превратилась в жанр исследований, предполагающий изучение массовых источников в целях создания на основе статистического анализа динамических «коллективных биографий» определенных социальных групп, страт и т.п. при возможности сохранения и изучения биографий отдельных индивидуумов, составляющих данные социальные группы и страты. Уже к 2002 г., по подсчетам Ю.Ю. Юмашевой и Г.В. Ивановой, в отечественной историографии были разработаны более ста просопографических баз данных<sup>4</sup>. Резкий скачок в развитии просопографических исследований в начале 1990-х годов авторы объясняют появлением достаточно простых коммерческих СУБД, позволивших создавать базы данных и при-

<sup>1</sup> Обзор тематики конференций АИК за последнее десятилетие см.: Гарскова И.М. Новые тенденции развития исторической информатики: по материалам конференций 2000-х годов // Вестник Челябинского государственного университета. 2011. № 9. С. 144–153.

<sup>2</sup> Там же. С. 148.

<sup>3</sup> Stone L. Prosopography // Daedalus. 1971. № 100. P. 46–79.

<sup>4</sup> Юмашева Ю.Ю., Иванова Г.В. Историография просопографии // Круг идей: алгоритмы и технологии исторической информатики. М., 2005. С. 123.

менять статистические методы их обработки даже пользователям, не имеющим специальной подготовки<sup>5</sup>. В ряде случаев разработчики даже не указывают в публикациях, на основе каких систем они создавали свои базы данных.

В период с 1990 по 1996 гг. наиболее популярной СУБД была dBASE III plus; одновременно в этот период использовались «Карат», FoxBase (в разных версиях) и FILE FORCE applicational program. В 1992–1998 гг. используются также СУБД KLEIO, а также программы различного назначения – СТАТИСТИКА, «ПРОСИС», АНАРХИСТ, СОЦИОЛОГ и др.<sup>6</sup> С 1997 г. большинство баз данных разрабатывается в среде MS Access (иногда можно встретить и исследования, выполненные на базе электронных таблиц MS Excel). Как правило, авторы таких разработок выбирают инструментальное средство, исходя из его доступности, совместимости с MS Windows, возможности управления (корректировки, пополнения) БД<sup>7</sup>.

Примером такой «стандартной» разработки может служить БД Г.В. Дьячкова «Герои Советского Союза»<sup>8</sup>. Автор анализирует коллективный «портрет Героя», выделяя поколенческие, национальные и политические (членство в ВКП(б), ВЛКСМ) характеристики. При этом в исследовании отсутствуют динамические характеристики, что, по-видимому, объясняется ограниченными возможностями выбранной СУБД.

Другим примером просопографической базы данных, выполненной в СУБД Microsoft Access, можно считать БД ««Раскулаченные» крестьяне Южного Урала (1930–1934 гг.)» (БД «РКЮУ»)<sup>9</sup>. Она ориентирована в большей степени на статистический (БД содержит почти полторы тысячи записей), чем на биографический анализ.

Стандартные программные средства большей частью рассчитаны на обработку синхронных данных, что ограничивает возможности историков в работе с массовыми источниками. Нужна разработка новых технологий, более плотное сотрудничество историков и информатиков.

Примером создания инструментального средства под задачи конкретного просопографического исследования может служить база по личным делам рабочих нефтепромышленной фирмы «Товарищество бр. Нобель», созданная П. Аханчи (Институт истории АН Азербайджана) и И.М. Гарсковой (МГУ) для изучения рынка рабочей силы в нефтяной промышленности Баку и миграции рабочих в этот регион в конце XIX – начале XX вв. Она основана на сведениях 2000 личных дел, содержащих как статичную (или уникальную) информацию, так и динамические сведения о каждом рабочем по всему периоду его занятости в фирме. Статичная информация включает данные об имени, национальности, грамотности, возрасте, месте рождения и других показателях, которые фиксировались однократно, при первом поступлении на работу в фирму. Динамическая же информация включает данные, которые фиксировались при каждом их изменении и вносились в личное дело по мере необходимости (изменения уровня квалификации или семейного положения, перемещения с одного места работы на другое, изменения зарплаты и их причины, штрафы и поощрения, несчастные случаи и т. д.)<sup>10</sup>.

Разработчики базы данных ставили перед собой не биографические, а статистические исследовательские задачи. Основной проблемой было построение динамических рядов по всем основным показателям для изучаемого периода, опирающееся на возможность извлекать из базы данных списки рабочих, занятых в «Товариществе бр. Нобель» в каждый момент времени, и подсчитывать на основе этих списков числовые значения количественных показателей и доли встречаемости отдельных категорий качественных показателей (например, средний возраст рабочих или долю грамотных рабочих). Для решения этой задачи был создан меню-управляемый пакет программ ATiSeP (Aggregated Time Series on Prosopography – Агрегированные Динамические Ряды Просопографических данных) на языке БД dBASE IV, предназначенный для извлечения информации из многофайловой базы данных и построения динамических рядов полей этой базы для каждого указанного пользователем периода времени. Система работает с несколькими файлами базы данных: основным файлом, содержащим статические сведения о персоналиях (число записей в этом файле равно числу персоналий в базе данных), справочным файлом, содержащим по крайней мере одну запись для каждого рабочего о датах каждого его поступления на работу и каждого увольнения, и несколькими дополнительными файлами, содержащими сведения об изменениях различных динамических показателей и их датах по всем персоналиям, о которых такие сведения имеются.

Пакет состоит из следующих модулей: 1) модуль, формирующий структуры указанных файлов; 2) модуль, формирующий динамические ряды годовых или помесечных данных; 3) модуль, формирующий вспомогательные (выборочные) файлы, содержащие сведения о тех персоналиях, которые присутствуют в данном периоде; 4) модуль, экспортирующий эти выборочные файлы в графический или статистический пакет для дальнейшего анализа<sup>11</sup>.

<sup>5</sup> Там же. С. 130.

<sup>6</sup> Там же. С. 134.

<sup>7</sup> Косенков А.Н. Региональные верхние социальные слои в 1918–1953 гг.: Методика создания и обработки электронной просопографической базы данных // Вестник Тамбовского государственного университета. 2013. Вып. 11. С. 2.

<sup>8</sup> Дьячков Г.В. Герои Советского Союза: особенности коллективного облика // Вестник Тамбовского государственного университета. 2007. Вып. 1. С. 139–142.

<sup>9</sup> Раков А.А. База данных ««Раскулаченные» крестьяне Южного Урала (1930–1934 гг.)»: новые результаты и эволюция выборки // Экономическая история. 2010. № 3. С. 64–75.

<sup>10</sup> Гарскова И.М. От просопографии к статистике: Методика анализа баз данных по источникам, содержащим динамическую информацию // Источник. Метод. Компьютер. Барнаул, 1996. С. 124–126.

<sup>11</sup> Там же. С. 125–126.

Как видно, вышеуказанная база данных отвечает одному из важнейших требований для современных просопографических исследований – наличие «динамических характеристик» и оформление результатов изучения не в виде статичного «образа», характеризующего данную группу людей в конкретный момент времени, а «коллективной биографии», позволяющей проследить изменения, проходящие в жизни изучаемой группы на протяжении определенного периода<sup>12</sup>.

Анализ биографических (в широком смысле) данных достаточно большой выборки представителей определенной социальной и профессиональной группы лиц может дать интересный историографический результат. Так, одним из самых удачных, на наш взгляд, является проект «Российские парламентарии начала XX в.». Созданная пермскими учеными информационная система отличается полнотекстовостью, источником ориентированностью, возможностью работы через web-интерфейс, ориентацией на многозадачность исследований. Она позволяет получать информацию о составе депутатского корпуса Государственной думы в 1906—1917 гг., делать выборки депутатов по тем или иным параметрам и на этой основе осуществлять просопографические исследования<sup>13</sup>. В технологическом плане этот комплекс отличается использованием при программировании необходимых приложений языка PL/SQL и реализацией на базе программного комплекса Oracle Application Server, что обеспечивает кроссплатформенность созданной информационной системы<sup>14</sup>.

Массовые источники (mass data) по своему происхождению имеют многофункциональное значение. Они могут представлять интерес для различных проблемных разработок. Задача историка состоит в том, чтобы максимально полно использовать информацию, содержащуюся в источнике. Обработка источников как информационных объектов включает в себя учет структуры содержания информации, ее классификацию, оценку полноты и представительности, анализ психологических и др. факторов, оказавших влияние на характер информации и др.

Специфика e-history заключается в том, что характеристики исследуемых объектов заранее не известны, а область значения изучаемых переменных практически невозможно предусмотреть. Трудности исследования заключаются в необходимости обработки большого объема неструктурированных данных, а также в определении требуемых количественных показателей, характеризующих определенные выборки этих данных. В исторических исследованиях необходимо не просто зафиксировать произвольное количество переменных, но и обосновать их выбор, установить иерархию, системно упорядочить относительно друг друга. Здесь сложность заключается и в том, что заданная в источнике структура признаков и показателей необязательно совпадает с целями и задачами исследования. В этом случае встает вопрос об отборе необходимых для него переменных. Правда, историк часто заранее не знает, какие именно из них представляют интерес, и на этой почве возникают и методологические сложности, и возможные альтернативы в дальнейшей работе. Поэтому проведение просопографических исследований требует как источниковедческих, методологических, так и технологических решений.

В качестве примера такого междисциплинарного поиска приведем оригинальный программный комплекс для хранения и статистической обработки данных об исторических персоналиях организации либо отрасли, разработанный в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете.

Пространственно-временное структурирование сведений о творческой биографии представителей науки и высшего образования может дать ценный материал для формирования общей картины развития отечественного интеллектуального потенциала, формирования коллективного портрета российского ученого, профессора вуза. Анализ целого ряда источников (жизнеописаний ученых, их творческих биографий, воспоминаний современников и т.п.) показывает принципиальную возможность формализации описания персоны, ее творческой и общественной биографии. Дополнив такое описание достаточно гибким механизмом поиска и группирования, представляется возможным получить разнообразные количественные характеристики исследуемых групп.

Механизм реляционных баз данных является вполне адекватным и достаточно универсальным для создания современного инструмента подобных исследований. На его основе был создан программный комплекс для хранения и статистической обработки данных об исторических персоналиях организации, либо отрасли (промышленности, науки, образования, культуры и т.д.). Комплекс включает в себя реляционную базу данных, хранящуюся на SQL-сервере, и клиентское Web-приложение, позволяющее редактировать содержание базы данных (добавить, модифицировать, удалить записи); формировать поисковые запросы любой степени сложности; производить группировку результатов запросов; задавать вычисление требуемых количественных параметров выборок (распределение, среднее значение, дисперсия, коэффициенты корреляции). Такой подход позволил получить доступ к базе посредством обычного Web-браузера и избежать проблем, связанных с необходимостью установки и поддержки специализированного приложения на клиентских компьютерах. Следует отметить стремление создателей совместить два основополагающих принципа функционирования любых исторических баз данных – источник-ориентированного и проблемно-ориентированного. От успешности и результативности соединения этих подходов напрямую зависит востребованность, актуальность той или иной базы данных, её научный потенциал в целом. Исследователь получает не просто доступ к большому массиву структурированных данных в машиночитаемом виде, но и возможность создавать в этой структуре в любой форме любое число своих структур, ориентированных на решение уже конкретных исследовательских задач.

<sup>12</sup> Целорунго Д.Г. Офицеры и солдаты российской армии – участники Бородинского сражения (от просопографической базы данных к историческому исследованию) // URL: [http://mozhblag.prihod.ru/stranicy\\_istorii\\_razdel/view/id/1130392](http://mozhblag.prihod.ru/stranicy_istorii_razdel/view/id/1130392) (дата обращения 11.03.2014).

<sup>13</sup> Корниенко С. Изучение истории государственного управления и самоуправления в дореволюционной России (на основе современных информационных технологий) // Власть. 2009. № 11. С. 44—46.

<sup>14</sup> Поврозник Н.Г. Информационные системы для историков: основные тенденции развития // Вестник Пермского университета. Сер.: История и политология. 2009. № 3. С. 102.

Исходными данными приложения являются любые текстовые и графические данные, которые могут быть переведены в электронный формат. На основе таких источников формируется запись о персоне в БД, а все исходные документы (в их электронном представлении) логически связываются с записью о персоне и при необходимости могут быть использованы в исследовании.

В программном комплексе реализована возможность организации запросов к базе данных с целью получения выборок для дальнейшей статистической обработки информации и вычисления характеристических параметров. Основная операция приложения – запрос на отбор записей базы данных, удовлетворяющих указанному набору условий, и отображение распределения этих записей по группам, вычисление значений заданных критериев. Запрос формируется на основании задаваемых пользователем значений любого подмножества критериев поиска. Набор критериев поиска включает в себя любое сочетание атрибутов, характеризующих персону. Критериями поиска могут быть как критерии типа «диапазон», например родившиеся в заданном интервале лет, так и критерии типа «попадает-в-множество», например закончившие один из указанных вузов. В результате выполнения такого вида запросов вычисляется количество лиц, чьи данные в записях базы удовлетворяют заданным критериям, и отображается собственно список этих лиц.

Результаты выполнения запросов могут группироваться в соответствии с задаваемыми параметрами. При этом записи о лицах, удовлетворяющие заданным условиям поиска, разбиваются на группы по значениям заданных критериев группировки. Для каждой группы отображается количество записей и сами записи, попавшие в неё. Если задано два и более параметра группировки, то каждая группа разбивается на подгруппы, для которых также указывается количество записей и сами записи и так далее. Результаты таких запросов могут быть представлены в графическом виде в форме гистограмм.

При проектировании клиент-серверных систем хранения, передачи и отображения текстовой информации необходимо учитывать следующие особенности функционирования таких систем:

1. Быстрый доступ к запрашиваемой информации и возможность работы с одними и теми же данными одновременно несколькими пользователями. Реализуется путем создания распределенной БД, расположенной на многопроцессорном сервере. Оптимизация поиска информации осуществляется с использованием возможности параллельного поиска в распределенной БД (на разных узлах многопроцессорного сервера, кластеризация информации). Кроме того, логично позиционировать такую систему как SourceSafe, то есть пользователь может скопировать данные с сервера, работать с ними, а потом синхронизировать свои измененные данные с базой данных. Во время захвата (check out) данных остальные пользователи могут только просматривать информацию без возможности модификации.
2. Наличие сервиса обработки данных (как поступающей информации, так и хранимой). Применение механизма Data Mining – приобретение знаний из накопленной информации, а также Text Mining (анализ текста), статистический анализ лексикографических групп, поиск зависимых высказываний, выделение цепочек «причина-следствие» и пр.
3. Разделение прав доступа для пользователей (групп пользователей), за которое отвечает модуль бизнес-логики. Он включает в себя функции определения доступа/запрета к запрашиваемой информации на чтение, изменение, удаление данных.
4. Администрирование и модификация базы данных выполняется с помощью отдельного административного модуля системы. Это позволяет разделить функции просмотра и редактирования данных, что повышает уровень защищенности системы от сбоев и защиту от несанкционированного доступа.
5. Организация доступа к данным посредством интернет портала, реализующего доступ как через обычный Web-интерфейс, поддерживающий работу с данными с помощью программ просмотра (Web-браузеров), так и работу Web-служб, позволяющих создавать специализированные удаленные клиенты.

На основе «Инструментального средства историко-биографических исследований» коллективом авторов (В.С. Синепол, С.Б. Ульянова, И.В. Аладышкин, Н.В. Корнет) была создана база данных нового типа – «Профессора Санкт-Петербургского Политехнического университета, XX век» (ПСПбПИ, зарегистрирована в Госинформрегистре в 2009 г., номер гос. регистрации 0220913105).

Рассматриваемая База данных включает в себя развитые средства хранения и формализации информации. Работа с клиентским приложением разделена на три взаимосвязанные части: 1) регистрация персоналий – внесение общих данных биографий и дальнейшее их редактирование (включая поисковую систему по персоналиям); 2) обработка хранящегося в БД массива информации посредством запросов на отбор записей; 3) справочники (высших учебных заведений РФ, подразделений СПбГПУ, Почётных званий, Специальностей ВО и др.), облегчающие ориентацию пользователя в материалах БД.

Для облегчения процесса ввода материалов из источников, их дальнейшего редактирования были созданы 13 основных разделов распределения информации:

- 1) «регистрация», где заносятся лишь самые общие биографические данные: период жизни, место рождения и социальное происхождение. Эти данные будут отражаться во всех последующих разделах формализации данных той или иной персоналии, объединённых на одном «поле»;
- 2) данные о родственниках (включающие их фамилии, инициалы и степень родства);
- 3) образование (указывается окончанный вуз, период обучения и полученная специальность);
- 4) служебная карьера (вводятся данные о периоде работы, типе организации и её географическом расположении, занимаемых должностях, дополнительно приводится список почётных званий);



- 4) работа в СПбГПУ (обозначаются, вместе с указанием периода работы, занимаемые должности на тех или иных факультетах, кафедрах, административная роль, названия поставленных курсов);
- 5) научная карьера (предполагает данные о годе окончания аспирантуры и докторантуры, организации, датах защиты кандидатской и докторской диссертации, отрасли наук, научном руководителе и консультанте, учёное звание, область научных интересов и академические звания);
- 6) награды (указываются годы получения, а так же их наименования);
- 7) документы (библиографические ссылки на опубликованные издания (заголовок, название сборника, авторы, место издания, издательство, год издания, страницы, ISBN) и архивные документы (название архива, номера фонда, описи, дела, листов);
- 8) публикации (содержит данные об общем количестве патентов и авторских свидетельств, общем количестве публикаций, а так же имеет место выборочное указание наиболее важных научных и методических работ (учитывается: соавторы, название, статус публикации, объём, год издания и тип издательства);
- 9) работа в редколлегиях (включает информацию о периоде работы и названиях изданий);
- 10) участие в выставках (указывается год участия и название выставки, награды);
- 11) научно-общественная деятельность (обозначается период, категория совета, уровень членства);
- 12) политическая деятельность (данные о членстве в той или иной политической партии и период членства, период участия в работе выборных органов).

В результате гибкой структуры введения, хранения и вариантов дальнейшей обработки информации в данной базе исследователь получает широкие возможности по формированию в ее структуре собственных запросов, ориентированных на решение конкретных исследовательских задач.

База данных «Профессора политехнического университета» является электронным ресурсом, предоставляющим широкие возможности для проведения просопографических исследований и, безусловно, значительно расширяет возможности реконструкции типов карьеры российского ученого и преподавателя высшей школы, анализа приоритетных направлений научной работы, изучения на личностном уровне интеграции отечественных ученых в европейскую и мировую науку. Разработанная база данных в перспективе может стать важным этапом в изучении становления научных школ, формировании синтетического представления о научном сообществе в целом. Включение же в ее записи динамической компоненты информации позволяет выявить тенденции развития исследуемой социально-профессиональной группы представителей научного сообщества. В перспективе на основе универсального инструментального средства историко-биографических исследований возможна реализация более масштабных баз данных, охватывающих целые отрасли промышленности, науки, образования, культуры и т.д.

Таким образом, использование методов digital history позволяет историкам осуществлять хранение и обработку текстовых, статистических, визуальных и иных исторических источников на качественно новом уровне, с учетом современных мировых тенденций в области вычислительных комплексов и информационных технологий.

# Норберт Винер в Москве

Яков Ильич Фет

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН  
Новосибирск, Россия  
fet@ssd.sccc.ru

## Norbert Wiener in Moscow

Yakov Fet

Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS,  
Novosibirsk, Russia  
fet@ssd.sccc.ru

Летом 1960 года, с 27 июня по 2 июля, в Москве проходил 1-й Международный конгресс ИФАК – Международной федерации по автоматическому управлению (*International Federation of Automatic Control, IFAC*). В Москву приехали свыше 1200 учёных из 30 стран. По существу, это был первый конгресс такого масштаба, организованный в СССР. С одной стороны, это событие, вероятно, стало возможным благодаря условиям хрущёвской «оттепели», с другой – оно отражало всеобщий интерес к достижениям советской науки, в частности, в области автоматического управления и кибернетики. В числе американских гостей был и Норберт Винер.

Однако – 1200 делегатов! Это объяснялось огромным интересом к тому, что происходило в те дни в России. Это была уникальная возможность приехать сюда.

Понятно, с каким энтузиазмом встречали Норберта Винера в Москве. 27 июня он участвует в торжественном открытии Конгресса в МГУ. 28 июня читает в знаменитой Большой аудитории Политехнического музея лекцию «Мозговые волны и самоорганизующиеся системы». Как это часто бывало при выступлениях самых популярных учёных и поэтов, Большая аудитория музея не могла вместить всех желающих. Люди сидели на ступеньках, в проходах... Лекцию Винера пришлось повторить 1 июля.

Конечно, интерес был взаимным. Ведущие советские газеты и журналы старались опубликовать беседы с Винером – не каждый день человек такого масштаба и популярности приезжает в Москву!

Журнал «Вопросы философии» пригласил Норберта Винера посетить редакцию. 5 июля 1960 г. здесь состоялась встреча Винера с советскими философами. Стенограмма этой беседы была опубликована в № 9 журнала за 1960 год.

Журнал «Природа» в № 8 за 1960 год публикует интервью «Кибернетика и человек. Беседа с профессором Н. Винером». Это же интервью было позднее включено во второе русское издание «Кибернетики»<sup>1</sup> в качестве одного из Приложений.

30 июня 1960 года «Литературная газета» публикует материалы интервью Винера под заголовком «Кибернетика и литература».

**Винер.** *Мне хотелось бы сказать о моих первых московских впечатлениях. Мне очень понравился сам город, я чрезвычайно доволен моими встречами с молодыми советскими учёными. Это вежливые, корректные, приятные собеседники и отличные специалисты. Я бы с удовольствием имел их своими сотрудниками.*

*Моя работа вот уже в течение 30 лет тесно сопрягается с работой советских учёных. Когда я читаю труды академика Колмогорова, я чувствую, что это и мои мысли, это то, что я хотел сказать. И я знаю, что такие же чувства испытывает академик Колмогоров, читая мои труды. Это сотрудничество приносит нам обоим огромную пользу.*

**ЛГ.** *Расскажите, пожалуйста, над чем Вы работаете сейчас?*

**Винер.** *Сейчас я работаю над подготовкой второго издания «Кибернетики» ...*

*В то же время я готовлю мой новый роман. В свободные часы я – писатель. Это не только отдых. Формирование характеров под влиянием различных жизненных обстоятельств, судьбы людей всегда интересовали меня. Мой первый роман «Искуситель» вышел в ноябре 1959 года<sup>2</sup>. Он посвящён типичному для американской действительности конфликту между идеалами учёного и его желанием сделать карьеру. Эпиграф романа:*

<sup>1</sup> *Норберт Винер.* Кибернетика или управление и связь в животном и машине. Второе издание. – М.: Советское радио, 1968, стр. 302-305.

<sup>2</sup> *Wiener N. The Tempter («Искуситель»).* New York: Random House, 1959. На русском языке роман «Искуситель» не издавался.

*«Тем учёным, которые предпочитают искать истину, а не земные блага».*

*В центре повествования – судьба инженера Грегори Джеймса, родившегося в России, в Одессе, и до первой мировой войны эмигрировавшего в Америку. Я не случайно выбрал своим героем выходца из России. Дело в том, что Россия – страна мне очень близкая. Мой отец, Лео Винер, родился в Белостоке и в 1880 году эмигрировал в Америку. Всю свою жизнь он был горячим пропагандистом российской культуры.*

*Впрочем, я отвлёкся. Итак, я заканчиваю сейчас свой новый роман «То, что под камнем», который должен выйти в декабре этого года. В нём рассказывается о коррупции в телевизионных компаниях США.*

**ЛГ.** Почему Вы выбрали такое название для Вашего романа?

**Винер.** Видели ли вы когда-нибудь, как откатывают большой камень? Всё, что накопилось под ним за долгие годы, сразу становится видным людям. Так и в моём романе: вся неприглядная изнанка деятельности СМИ становится ясной во время судебного процесса...<sup>3</sup>

В заключение беседы Норберт Винер просил передать читателям «ЛГ»:

*Для меня большая честь быть среди моих коллег из всех стран и встретить такой живой интерес и такое понимание. Я рад быть здесь с моей женой в этом прекрасном и дружеском городе.*

Во время лекции в Политехническом музее Винера спросили также относительно планов его литературной деятельности в ближайшее время. Он ответил:

*В прошлом году я выпустил свой первый роман и собираюсь написать второй – вместе с моим коллегой, доктором Азимовым из Бостонского университета.*

*Я не решаю заранее, сколько будет мною написано романов – много или мало. Литературная работа после научной даёт мне большое удовлетворение.*

Великий математик, создатель кибернетики, Норберт Винер очень серьёзно относился к своим занятиям литературой. Нам ничего не известно о романе «То, что под камнем», а также – о совместной с А. Азимовым работе.

Основные литературные произведения Винера не относятся к жанру беллетристики. Это, как известно, две автобиографические книги: «Бывший вундеркинд»<sup>4</sup> и «Я – математик»<sup>5</sup>, а также, в значительной степени, его популярные работы по кибернетике: «Кибернетика и общество»<sup>6</sup> и «Творец и робот»<sup>7</sup>. Во всех этих работах Винер выступает как человек, видевший яснее своих современников противоречивое влияние технического прогресса на общество и веривший однако в силу человеческого разума, человеческих качеств.

В 1993 году MIT Press – издательство Массачусетского Технологического Института, *alma mater* Норберта Винера, опубликовало одно из его ранее неизвестных сочинений «Изобретение: забота об идеях».<sup>8</sup> Этот роман о судьбе изобретателя в современном жестоким обществе имеет замечательное посвящение:

*«Массачусетскому Технологическому Институту – сокровищнице творческого интеллекта».*

Среди читателей Винера был знаменитый астроном, президент Академии наук Армянской ССР Виктор Амазаспович Амбарцумян. Ученик и биограф Норберта Винера, П.Р. Мазани в 1990 году издал замечательную биографию «Норберт Винер. 1894–1964»<sup>9</sup>, где он приводит письмо Амбарцумяна Винеру (от 25 января 1963 года):

*Дорогой профессор Винер!*

*Я очень благодарен Вам за Ваш роман «Искуситель». Я только что закончил чтение и хочу сказать, что эта книга меня весьма заинтересовала. Как Вы знаете, мы здесь уже почти забыли те времена, когда в нашей*

<sup>3</sup> Создатель кибернетики Норберт Винер ещё в 1948 году, в первом издании своей знаменитой книги, анализируя влияние СМИ на процессы, происходящие в обществе, предупреждал:

*Та система, которая более чем все другие, влияет на гомеостазис общества, отдана в руки людей, занимающихся играми с властью и деньгами. Мы уже видели, что эти силы являются главными антигомеостатическими элементами в обществе. Главная функция каналов связи – обеспечивать людей общественной информацией, то есть информацией, полезной для нации, для человечества, в отличие от информации, полезной для отдельных индивидов.*

<sup>4</sup> Wiener N. Ex-Prodigy, My Childhood and Youth. New York: Simon & Schuster, 1953. (Русский перевод: Н. Винер. Бывший вундеркинд. Детство и юность. МРХД, 2001).

<sup>5</sup> Wiener N. I Am a Mathematician. The Later Life of a Prodigy. Garden City, N.Y.: Doubleday, 1956. (Русские переводы: Н. Винер. Я – математик. М.: Наука, 1964. / Н. Винер. Я – математик. МРХД, 2001).

<sup>6</sup> Wiener N. The Human Use of Human Beings. Boston: Mifflin, 1950. (Русские переводы: Н. Винер. Кибернетика и общество. М.: ИЛ, 1958. / Н. Винер. Кибернетика и общество. Тайдекс Ко ООО, 2002).

<sup>7</sup> Wiener N. God and Golem, Inc. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1963. (Русские переводы: Н. Винер. Творец и робот. М.: Прогресс, 1966. / Н. Винер. Творец и будущее. М.: АСТ, 2003).

<sup>8</sup> Wiener N. "Invention: The Care and Feeding of Ideas". Cambridge, Mass.: MIT Press, 1993.

<sup>9</sup> Masani P.R. "Norbert Wiener. 1894–1964". Basel; Boston; Berlin: Birkhauser, 1990 (Vita Mathematica; Vol. 5).

стране были частные компании. Вот почему роман, описывающий деятельность компаний в процессе использования новых научных идей и технических изобретений, а также – моральные конфликты, возникающие в этой деятельности, открыл для меня неизвестный аспект жизни Вашей страны. Пожалуй, для молодых американцев тоже будет важно познакомиться с этими проблемами.

Я думаю, что было бы полезно опубликовать здесь перевод Вашей книги, и я хочу попытаться сделать это через Госиздат. Конечно, это только мои намерения, но я пишу Вам об этом для того, чтобы показать, какое впечатление произвёл на меня Ваш роман.

Будучи астрономом, почти полностью погружённым в свою науку, я, тем не менее, интересуюсь некоторыми математическими проблемами. Поэтому я хочу воспользоваться возможностью, чтобы высказать Вам мою глубокую признательность за Ваши исследования.

С наилучшими пожеланиями,

Искренне Ваш,

В. Амбарцумян

Этот проект не был реализован, однако через некоторое время Амбарцумян получил от Винера очень тёплое письмо с благодарностями.

# Системы автоматизации проектирования: роль человека и компьютерной среды

Павел Леонидович Храпкин

Бюро ESG  
Санкт-Петербург, Россия  
khrapkin@esg.spb.ru

## Design Automation Systems: The Role of Human and Computer Environment

Pavel Khrapkin

Bureau ESG, St.-Petersburg



В статье рассмотрены наиболее общие особенности развития систем автоматизации проектирования нашего времени, тенденции их развития с точки зрения взаимодействия конструктора и компьютерной среды.

The article describes the most common features and trends of the development of design automation systems of our time, their development trends in terms of interaction human designer and computer environment

Процесс создания проектов в наши дни неотделим от информационных технологий – тех, что зарождались и проникали в повседневную жизнь отечественных инженеров в 60–70 годы XX столетия. Инженер-проектировщик в нашем сознании непременно возникает перед экраном (сегодня – чаще перед парой экранов) персонального компьютера, так же, как 50 лет назад он представлялся рядом к кульманом, с чертежным карандашом в руках. Компьютер осуществляет связь с многочисленными источниками справочной информации, используется для координации работы между различными подразделениями проекта ответственным руководителем, для общения с коллегами и для управления проектом как таковым [1].

### Историческое развитие

Само зарождение компьютеров – *вычислителей* – в XX веке связано с узкой, хотя и весьма важной ролью: проводить массовые математические операции с группой узкоспециальных данных – баллистическими таблицами для ведения артиллерийского огня или подсчетом статистических данных, собранных и перенесенных на картонные карточки.

Далее было естественно расширить эту роль в область систем управления – тем же артиллерийским огнем, полетом ракеты или работой технологической системы. Так возникли *системы управления реального времени*. И вычислительная и управляющая роли ЭВМ конечно существуют и развиваются в наше время, обрабатывая огромные массивы данных, собирая информацию от многих тысяч сенсоров или рассылая управляющие сигналы на большие расстояния в течении долей секунды. Для человека или любого человеческого коллектива подобная функциональность просто немыслима. Поэтому электронные вычислительные машины стали расширением, своего рода, придатком к работе человека или группы людей – *автоматизированным рабочим местом (АРМ)*. Пик популярности этого термина пришелся на 70° – 80° годы прошлого столетия.

Однако, вместе с позитивной ролью АРМ, с позиций века XXI легко увидеть и их негативное воздействие на прогресс: Возникли «островки автоматизации», «островки информации». Связь между отдельными массивами данных – *информационные потоки* – и сейчас оставляет желать лучшего.

### От «островов данных» к «среде». Проблемы

Параметры связи между компьютерами заметно улучшились за последние десятилетия. Возросла скорость передачи данных, и быстродействие самих ЭВМ, а значит, значительно выросли объемы передаваемой информации. Однако, вопросы

- Что именно передавать?

- Куда?
- Зачем? Что делать с получаемыми данными получателю? Как их упорядочить?
- Что передать отправителю обратно?

возникают с еще большей остротой.

Различные структуры соединения компьютеров в сети отражают отношение их создателей к перечисленным выше проблемам, но до решения – до создания компьютерной среды все еще далеко. От клиент-серверных иерархий 90<sup>х</sup> годов, одно- и многоуровневых сетей, и «облаков» [2] следующего десятилетия, концепции **Big Data** и других идей в этой области, все еще ожидают новых плодотворных рецептов в наши дни.

Принципиально важным аспектом здесь является возможность объединять группы людей, позволяя соединить их умения и усилия для решения общей задачи.

Тут мы сталкиваемся с проблемой, которая далеко выходит за временные рамки компьютерной эры, она стара как мир: во время строительства Вавилонской башни Создатель смешал языки, сделав невозможным совместные усилия строителей, а значит и самого проекта. Подобным образом и «острова данных» – различные специализированные системы проектирования (САПР) – «говорят на разных языках». Технологи, архитекторы, электрики, изготовители, монтажники оперируют различными по своей природе данными.



Рис. 1. Самая высокая в мире токийская телебашня «Небесное дерево» 634м. 2012г

Степень детальной проработки этих данных, необходимая узким специалистам, лишь усложняет взаимодействие с их соседями, а несогласованность приводит к многочисленным коллизиям, устранение которых стоит немалых средств, и, в конечном итоге, ограничивает сложность выполняемого проекта. На рисунке 1 слева самая высокая в мире телебашня Токио. Она сооружена в сейсмически активном районе, а это означает, что сооружение необходимо было контролировать с точки зрения сейсмоустойчивости на всех этапах строительства, проверять вес и положение центра тяжести каждого монтируемого элемента.

Другой рисунок – стадион Арена в Казани на 45 тысяч зрителей. Это геометрически совершенное сооружение с закрывающейся в случае дождя крышей и с множеством информационных табло и телемониторов, которые должны быть хорошо видны каждому зрителю.

Говоря об этих сложных современных проектах, проектировщики сообщают о том, что проекты удалось реализовать, лишь внедрив самые современные технологии обработки проектных данных BIM (Building Information Modeling – информационное моделирование здания) [3]. Здесь речь идет о том, что различные данные, относящиеся к проекту, хранятся в базе данных проекта, их легко выделить, отфильтровать по принадлежности к той или иной специальности проекта, принадлежности к компоненту или узлу в 3D модели или к стадии строительства.

Симптоматично то, что многие разработчики САПР, да и множества других систем, используемых людьми, сознательно стремятся к **универсальности** – к расширению спектра функциональных возможностей и сферы применимости их продукта. А устройства и системы с более широким спектром возможностей обречены на коммерческий успех.

Однако, стремление накопить разнородную информацию в базе данных модели – не самоцель. Лишь возможность выявить неизбежные коллизии, своевременно устранить ошибочные решения, скоординировать работу разобщенных коллективов, нередко работающих на разных предприятиях и разделенных во времени, может оправдать трудозатраты, связанные с компьютерным объединением данных в единую модель.

Во все времена координировать работы человеческих коллективов в больших проектах было непростой задачей, доступной лишь наиболее опытным, сведущим менеджерам (см. рисунок 3). Сложность, разнообразность и многочисленность проектных данных сегодня не позволяет отдельному руководителю ознакомиться с десятками тысяч рабочих чертежей, расчетов, следить за их точным и своевременным исполнением. А разбить проект и соответствующие этому фрагменты данных не всегда удается. Иерархически организованные разделы проекта, где потоки «привязок» и «проектных заданий» двигаются «сверху вниз», то и дело приходится корректировать, возвращать для переделки, контролировать исполнение. Вот тут и оказывается востребованной способность компьютера быстро обрабатывать огромные массивы информации.

ПРИНЦИПИАЛЬНО ВАЖНОЙ  
ЯВЛЯЕТСЯ ВОЗМОЖНОСТЬ  
ОБЪЕДИНЯТЬ ГРУППЫ ЛЮДЕЙ,  
ПОЗВОЛЯЯ СОЕДИНИТЬ ИХ УМЕНИЯ И





Рис. 2. Стадион «Арена» Казань. Вместимость 45 тыс зрителей.  
Генпроект «Татинвестгражданпроект». Проектирование: «ЦНИИПромзданий» Поставщик: ТАТПРОФ



Рис. 3. Н.К.Рерих. Город строят. 1902г. Холст.масло. Государственная Третьяковская галерея

И все же, говорить об общей для большого числа работающих над сложным проектом людей компьютерной среде не приходится. На практике в каждой отдельной проектной организации сосуществуют десятки различных САПР, а на стыках между ними возникает немало вопросов, некоторые из которых остаются нерешенными. В разделе ниже приведены некоторые методы преодоления пограничных проблем. Многие программисты старшего поколения помнят образное выражение Брукса о динозаврах – проектах, которые с фатальной неизбежностью тонут в асфальтовых болотах проблем [4].

### Методы преодоления границ применимости САПР

Внедрение новой – пусть самой совершенной и самой универсальной технологии никогда не может произойти одномоментно. Неизбежно оказывается, что часть людей, процессов, информации связаны с инородными системами – узкоспециализированными или просто старыми, а люди, работающие с этими системами – «островитянами». У многих руководителей возникает дилемма: наладить взаимодействие с такими процессами

или отказаться от их использования совсем? Конечно, решение тут – система уравнений с множеством неизвестных; перечислим лишь некоторые часто используемые методы:

- Все практически используемые САПР имеют подсистемы *импорта/экспорта* данных. Использование различных файловых форматов (IFC, CIS/2, FEM и др) нередко позволяет наладить взаимодействие.
- Различные модули *Interop*, предлагаемые разработчиками САПР, специально предназначены для налаживания тех или иных связей между взаимодействующими системами. Но их освоение само по себе требует немало усилий.
- *Ручной перенос данных*. Фактически, это наиболее распространенная ситуация: Токарь, получивший рабочий чертеж, изготавливает деталь, глядя на рабочий чертеж. Лишь небольшая часть станков имеет числовое программное управление.
- *Опорные или референтные модели* по сути лишь облегчают ручной перенос данных: импортировав чертеж, отсканировав объект или его изображение в одной САПР, компоненты можно построить заново в другой системе, связав их с копией чертежа или привязав к характерным точкам отсканированного файла.

В статье [5] рассмотрена возможность обмена структурированными и неструктурированными данными. Стремление к согласованию структуры данных получателями и источниками информации заметно увеличивает шансы на успешное взаимодействие. Там, где структуру информации не удается согласовать, например, при работе с архивами бумажных чертежей, полезность хранения и привлечения архива под вопросом. Можно попытаться построить адаптивные алгоритмы структуризации данных, не забывая сопоставлять трудозатраты и ценность привлекаемой информации.

## Вместо заключения: Взгляд в будущее

Сопоставление структур информации с человеческими языками общения не случайно. На заре компьютерной эры велись жаркие дискуссии о том, может ли машина осуществить перевод. Тогда казалось, что язык общения, сам являясь носителем разума, не может быть отдан на откуп «бездушным ЭВМ». Прогресс последних лет в этой области не оставляет места для когда-то модных рассуждений. Недавно Microsoft Research продемонстрировал переводчик устной речи, сохраняющий особенности голоса оригинала. Переводом же текстов между различными языками пользуются сотни миллионов землян, это бесплатный сервис Google. Конечно, машинный перевод нередко неточен, он требует человеческой проверки и исправлений, но в целесообразности машинного перевода сомнений нет.

Продолжая аналогию в область взаимодействия различных САПР, давайте представим будущую систему проектирования. Несомненно, нужные для работы модули системы проектирования будут доступны в сети. Их загрузка из Интернет и оплата по мере использования, станет простой, нередко автоматической процедурой. Впрочем, человек-конструктор сохранит за собой возможность перепроверить и изменить принятые инженерные решения. Поверочные расчеты, сделанные с помощью альтернативных программных модулей, также могут быть выполнены автоматически.

Информация из аналогичных проектов, хранящихся в архивах, также может быть привлечена – автоматически или полуавтоматически. Однако, настройка доступности тех или иных данных, конфиденциальности, прав на считывание или модификацию модели – отдельный вопрос, далеко выходящий за рамки этой работы.

## Список литературы

1. П.Л.Храпкин. Этапы развития информатики в нашей стране – от машинных залов к облачным вычислениям. Великий Новгород.: Труды SORUCOM-2011, сентябрь 2011, стр.308-312
2. П.Храпкин. «Круглый стол "Применение облачных технологий при организации ИТ-поддержки бизнеса промышленных компаний.»». Rational Enterprise Management, стр.6-13 в №1/2011 и 6-16 в №2/2011
3. П.Л.Храпкин. Проектирование с Tekla. Санкт-Петербург, 2014. Журнал «Стройметалл».
4. Брукс, Фредерик. Мифический человеко-месяц. 1975.
5. А.А.Тучков, А.А.Рыдин. «О путях создания систем управления инженерными данными». Rational Enterprise Management #1/2014.



# Использование транспьютерных вычислительных систем в ИЯФ СО РАН

Андрей Геннадьевич Чертовских, Игорь Анатольевич Рачек

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН  
Новосибирск, Россия

## Using a Transputer Computing Systems in the Budker Institute of Nuclear Physics

Andrei Chertovskikh, Igor Rachek

Budker Institute of Nuclear Physics  
chertovs@inp.nsk.su

**Ключевые слова:** транспьютер, автоматизация, системы контроля, ускорение вычислений, параллельные вычисления

### Введение

К началу 90-х годов прошлого века в микропроцессорные системы стали широко внедрять параллельные архитектуры. Наиболее перспективной микропроцессорной архитектурой в то время представлялась архитектура транспьютеров – микропроцессоров, специализированных для использования в параллельных вычислениях, способных создавать вычислительную среду со множеством процессоров. Многопроцессорные системы на базе транспьютеров относятся к классу «Множественный поток команд – Множественный поток данных». На момент своего появления транспьютер, как основной элемент для построения подобных систем, представлял собой довольно производительный микропроцессор с 4 последовательными каналами связи. В своих применениях микропроцессор мог быть использован как обычный высокопроизводительный скалярный процессор, но мог за счёт сопряжения многих микропроцессоров в сеть через свои последовательные каналы образовывать сверхмощные вычислительные системы.

Английская фирма INMOS разработала не только оригинальную архитектуру процессора, но и весьма продвинутое программное обеспечение для обеспечения работы процессора в параллельных вычислениях. К стандартному уже компилятору языка C прилагалась специальная библиотека функций, позволяющая распараллеливать вычисления, был создан и специальный язык OCCAM, в структуру которого были заложены возможности создания параллельных и последовательных процессов, а также развитая система управления процессами, их синхронизацией и связью. Язык OCCAM настолько хорошо описывал все архитектурные особенности транспьютеров, что его можно называть «языком ассемблера» для транспьютеров, хотя он содержал в себе все признаки языка высокого уровня. Вместе со всеми достоинствами аппаратного исполнения мощного микропроцессора, программное обеспечение делало транспьютеры весьма эффективным инструментом для применения в очень многих классах задач, в том числе и в области экспериментов в физике высоких энергий.

В Институте ядерной физики СОРАН было создано несколько проектов использования подобных вычислительных систем в различных целях: контроллеры систем САМАС в системах управления и контроля физическими установками, в стандарте VME – в системах сбора и обработки данных, а также «ускорительные платы» для персональных компьютеров архитектуры IBM PC – для задач обработки данных и моделирования.

### Транспьютерные «ускорители» для PC

Самым простым использованием транспьютеров было их применение в качестве «ускорителей» для обычных персональных компьютеров. Даже один транспьютер T800 на порядок превосходил по производительности распространённые тогда персональные компьютеры IBM PC, использующие процессоры 80286 и 80386 от фирмы Интел. При этом открытая архитектура стандарта IBM позволяла сравнительно легко создавать сопроцессорные платы в стандарте ISA. Многие компании на западе производили их, но их стоимость была довольно высокой. Как и вся страна, Институт ядерной физики в 90-е годы испытывал финансовые трудности. При этом ощущался и недостаток вычислительных мощностей для многих задач. Поэтому решение о самостоятельной разработке сопроцессорных транспьютерных модулей в институте было вполне оправданным.

Кроме того, такие модули могли служить интерфейсом сопряжения для внешних транспьютерных систем, создающихся уже для специфических задач управления и сбора данных. В таких случаях IBM PC служила лишь пользовательским интерфейсом и кросс-платформой для разработки и загрузки программ в транспьютерную сеть.

В ИЯФ были разработаны два варианта сопроцессорных «ускорительных» модулей для PC – простой одно-транспьютерный модуль прежде всего для задач кросс-платформы (главный разработчик – Г.А. Аксёнов) и мульти-транспьютерный – с возможностью установки 8 транспьютеров (разработка А.Г. Чертовских). Одно-транспьютерный модуль использовался в дальнейшем как интерфейс к внешним системам на базе транспьютеров с использованием транспьютерных линков для связи. Он же служил и конфигурационным устройством для всей сети транспьютеров.

Мульти-транспьютерная плата использовалась уже исключительно как высокопроизводительный «ускоритель» для PC. Вставляя её в обычный персональный компьютер, пользователь получал многократное увеличение вычислительной мощности. Несколько лет подобные системы использовались в теоретическом отделе ИЯФ для целей моделирования, требующих значительных вычислительных ресурсов.

## Транспьютерный крейт-контроллер САМАС

Конструктивный стандарт САМАС очень долгие годы являлся основным для ядерной электроники и использовался практически во всех физических исследовательских центрах. Изначально его необходимым элементом являлся крейт-контроллер, соединённый с управляющим компьютером какой-либо связью. В Новосибирском Институте ядерной физики СОРАН сложилась целая культура использования данного стандарта – это огромная номенклатура электронных модулей самого разного назначения, разработанных инженерами ИЯФ в данном стандарте. И хотя стандарт считается уже устаревшим, ИЯФ до сих пор не отошёл полностью от его использования – слишком много электроники было создано и до сих пор исправно работает.

К числу разработанных в ИЯФ САМАС-модулей относятся и крейт-контроллеры разных типов, с разными видами внешней связи. Были разработаны и «интеллектуальные» крейт-контроллеры, совмещающие в себе контроллер общей шины крейта и управляющий компьютер. Предметом гордости института является «ОДРЁНОК» – микрокомпьютер и контроллер в одном лице, созданный на основе архитектуры большой ЭВМ «ОДРА». Сотни этих управляющих компьютеров было создано в 80-е годы и некоторые из них работают до сих пор. В 90-е годы, с появлением транспьютеров, был разработан и интеллектуальный контроллер на базе транспьютера (разработка В.В. Шилов). Он был быстрее «Одрёнка» и мог объединять множество крейтов САМАС в транспьютерную сеть под управлением единой программы, что оказалось очень важно для сложных систем управления и сбора данных. В системах управления важно также время реакции на прерывание – транспьютерный контроллер оказался в этом чемпионом и это также послужило залогом его успеха.

На установке «Дейтрон» на накопителе ВЭПП-3 проводятся эксперименты по физике ядра с использованием методики сверхтонкой мишени в накопителе [1]. Аппаратура регистрации эксперимента, а также контроля и управления всеми элементами установки базируется на модулях в стандарте КАМАК. Начиная с 1993 года и по настоящее время управляющим модулем служит интеллектуальный крейт-контроллер СС-Т800 на базе транспьютеров INMOS серии Т800, разработанный в ИЯФ СОРАН. Благодаря уникальным особенностям транспьютера, реализующего на микропрограммном уровне переключение процессов и межпроцессорный обмен, удалось получить максимальную скорость считывания со стандартных КАМАК-блоков ADC/TDC и быстроту реакции на LAM-запрос. В системе считывания данных детектора «Дейтрон» опрос оцифровщиков, подавление нулей, упаковка и on-line фильтрация событий ведётся параллельно в трёх транспьютерных контроллерах.

Дополнительный транспьютерный КАМАК-модуль на базе процессора INMOS T222 используется для синхронизации работы контроллеров. В каждом модуле активно применяется квазипараллельная работа по считыванию данных (высокий приоритет) и их обработка (низкий приоритет), с использованием буферизации для минимизации мёртвого времени системы регистрации. Данные пересылаются в главный управляющий компьютер PC с установленной в нём транспьютерной платой линк-интерфейса.

Ещё один транспьютерный КАМАК-контроллер осуществляет все функции по «медленному» контролю – измерению всех параметров внутренней поляризованной мишени, управлению её элементами и режимами работы. Он же контролирует все каналы высокого напряжения на детекторе частиц и измеряет частоту срабатывания всех элементов детектора. Здесь активно применяется способность транспьютера на аппаратном уровне, без операционной системы, эффективно управлять переключением множества процессов, работающих в режиме real-time.

Транспьютерные контроллеры зарекомендовали себя как наиболее адекватное решение для быстрой работы с оцифровщиками, имеющими стандартный КАМАК-интерфейс. Система регистрации «Дейтрон» на базе транспьютеров успешно использовалась при проведении ряда уникальных ядерно-физических экспериментов на ускорителе ВЭПП-3, таких как раздельное измерение зарядовых форм-факторов дейтрона, измерение тензорных асимметрий в реакциях двух-частичного расщепления дейтрона и когерентного фоторождения  $\pi^0$  на дейтроне, определение двух-фотонного вклада в упругое рассеивание электрона/позитрона на протоне. Несмотря на 20-летний срок работы транспьютерных контроллеров, только недавно начат постепенный переход на более новую аппаратуру считывания данных, в основном из-за введения в эксплуатацию детекторов нового типа с очень большим числом каналов.

## «Транспьютерная ферма» в стандарте VME

Задача фильтрации данных с детектора CMD-2, работающего на ускорителе ВЭПП-2М, изначально требовала высоких вычислительных ресурсов. Речь идёт, прежде всего, о так называемом «третичном триггере» – третья стадия фильтрации данных, которая требовала выполнения задачи восстановления трека элементарной частицы в дрейфовой камере детектора по координатам сработавших проволок. В 80-х годах светимость детектора позволяла использовать для этого процессор с производительностью около 10 MFLOPS. Универсальный арифметический процессор АП-32, созданный коллективом разработчиков ИЯФ к 1986 году, справлялся с этой задачей и проработал около 10 лет [4].

Однако модернизация ускорительного комплекса и магнитного детектора повысили светимость и соответствующий поток данных с детектора в несколько раз (примерно в 4 раза – с  $5 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  до  $5 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). Это потребовало модернизации системы сбора данных, в том числе и аппаратуры «третичного триггера». Требовалась вычислительная мощность в 5–10 раз выше. Транспьютер INMOS T805 обладал производительностью около 4,3 MFLOPS, что было ниже требуемой, но вычислительная транспьютерная сеть из десятка транспьютеров уже могла справиться с задачей «третичного триггера», которая из-за возможности разделения потока данных на отдельные события и буферирования легко поддавалась распараллеливанию вычислений.

К 1996 году в институте была разработана система сбора данных для экспериментов CMD-2 на базе транспьютерных модулей в стандарте VME. Стандарт VME был выбран из-за сравнительно высокой пропускной способности общей шины, позволяющей с нужной скоростью закачивать данные в транспьютерные модули с оцифровывающей электроники, а также записывать обработанные данные на устройства хранения информации. Транспьютерная система в крейте VME (которую иногда называют «транспьютерной фермой» – “farm”), состояла из двух типов модулей – TTVME с тремя транспьютерами T805 и двухпортовой памятью объёмом 2 МБ и TFMVME – конфигурационный модуль на базе транспьютера T425 и переключателя линков C004. Управлением крейта, загрузкой и выгрузкой данных занимался стандартный “мастер VME” – отдельный модуль на базе процессора Motorola MC68030 импортного производства.

Транспьютерная ферма занимала один крейт VME и состояла от одного до 8 модулей TTVME, представляющих собой подчинённые модули в иерархии вычислительной сетки, и «фарм-мастера» (“farm master”) TFMVME, головного модуля для вычислительной сети. Все эти модули были подчинёнными (slaves) для шины VME и управлялись мастером VME (“VME master”). Фарм-мастер с помощью переключателя линков C004 задавал конфигурацию соединений транспьютеров всей «фермы» через транспьютерные линки, разведённые по задней панели VME, дополняющей стандартную шину крейта. Два транспьютера в каждом модуле TTVME имели по два линка, соединённые с этой шиной и два линка, соединённые с «внутренним» транспьютером, не имеющим своего выхода на конфигурационную шину C004. Вместо этого «внутренний транспьютер» TTVME имел двухпортовую память, связанную уже с шиной данных VME крейта. Таким образом, решалась задача быстрой загрузки данных в транспьютеры – не через последовательные транспьютерные линки, а через быструю двухпортовую память, занимающую адреса VME и соединённую 32-разрядной шиной данных с мастером VME.

## Список литературы

- [1] D.M. Nikolenko, et al., “Experiments with internal targets at the VEPP-3 electron storage ring”, Phys.Atom.Nucl. 73 (2010) 1322;
- [2] I.A. Rachek, et al., “Photoreactions with tensor-polarized deuterium target at VEPP-3”, J.Phys.Conf.Ser. 295 (2011) 012106;
- [3] D.M. Nikolenko, et al., “Two-photon exchange contribution in elastic electron-proton scattering, experiment at the VEPP-3 storage ring”, EPJ Web Conf. 66 (2014) 06002.
- [4] Чертовских А.Г. “Применение универсальных процессоров АП-20/АП-32 для обработки физической информации в Институте ядерной физики им. Г.И.Будкера». Труды SORUCOM-2011, Вторая Международная конференция «Развитие вычислительной техники и её программного обеспечения в России и странах бывшего СССР», стр. 350.
- [5] G.A. Aksenov, et al., “Transputer based data acquisition system for the CMD-2 detector”, Nucl. Instrum. Methods A379 (1996) 550.

# Интернет-средства в воспитательной работе со студенческой молодежью: опыт высшей школы

Юлия Борисовна Шагбанова

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
Казань, Россия  
chagbanovajuli@mail.ru

**Ключевые слова:** Информационно-коммуникативное пространство, воспитательный аспект обучения, интернет-средства

Современное информационно-коммуникативное пространство требует динамичных, стрессоустойчивых, компетентных специалистов, конкурентоспособных на рынке труда. Высшее учебное заведение – универсальная площадка для запуска такого рода специалистов. Образование – сложный многоступенчатый процесс, включающий обучение и воспитание. Целевая установка высшей школы – взаимодействие учебного процесса и внеучебной деятельности.

В процессе организации воспитательной работы со студенческой молодежью в высшем учебном заведении наиболее эффективным представляется использование разного рода коммуникационных, мультимедийных, информационных площадок, средств и методик. Интернет является одной из наиболее востребованных площадок для развития информационно-коммуникативного пространства вуза, в целом, с одной стороны, а с другой стороны, для более эффективного обеспечения учебного и воспитательного процессов.

Специалисты в области интернет-коммуникаций определяют три аспекта использования интернет: интернет является глобальным коммуникационным каналом, который обеспечивает передачу мультимедийных сообщений по всему миру (*коммуникационно-пространственная функция*), он является и общедоступным хранилищем информации (*коммуникационно-временная функция*), а также вспомогательным средством социализации и самореализации личности и социальной группы (*коммуникационно-социализирующая функция*). Исходя из функций интернета, ученый Соколов А.В. дает обобщенное определение этому термину: «Интернет – глобальная социально-коммуникационная компьютерная сеть, предназначенная для удовлетворения личностных и групповых коммуникационных потребностей за счет использования телекоммуникационных технологий». По мере роста сети интернет и её постепенного превращения в средство глобальной коммуникации на одно из первых мест по значимости стала выходить *консолидирующая* (интегрирующая) функция, способствующая интенсивной социализации людей и возникновению новых социальных групп (виртуальных сообществ). В этом плане именно этот компонент интернета важно задействовать в воспитательной работе со студенческой молодежью в вузе. Естественно, среди интернет-средств в данном процессе используются традиционные: сайт вуза, страницы отдельных структурных студенческих подразделений вуза, электронная почта, социальные сети и т.п.

В данном контексте также можно предложить создание студенческой интернет-лаборатории, которая могла бы стать площадкой для проведения учебных и учебно-производственных практик, реализации виртуальных проектов для разных отраслей жизнедеятельности. Подобного рода лаборатория могла бы устанавливать и развивать внутренние коммуникации студенческой молодежи в рамках вуза или межвузовского партнерства. К примеру, можно создать единый студенческий портал, где информация распределялась бы по разным направлениям: научная активность, учебная деятельность, культурно-развлекательные площадки, образцы разных документов и инструкции для их заполнения, клубы старост и кураторов, студенческий совет, студенческий клуб и т.п. Желательно иметь гиперссылки на социальные сети, интерактивные формы коммуникации.

Таким образом, в воспитательной работе со студенческой молодежью будут учитываться как общекоммуникационные потребности (возможность осуществлять интеграционные процессы в вузе, опираясь на непосредственное человеческое общение и на искусственные формы социальной коммуникации, приводящие к изменению повседневного социального опыта взаимодействия индивидов и социальных групп, возможность увеличивать скорость осуществления коммуникаций), а также потребности индивидуальные, учитывая молодежные запросы в интерактивности, мобильности, в применении мультимедийных средств, в появлении новых видов социальных образований в форме интернет-сообществ.

На опыте Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева, а именно, опираясь на опыт кафедры истории и связей с общественностью, выпускающей бакалавров по направлению «реклама и связи с общественностью», в воспитательной работе со студентами важно отметить запуск мини-проекта с точки зрения эффективности применения интернет-средств в данном процессе: запуск рубрики на сайте кафедры «На пути к PRофессионализму», которая будет представлять площадку для обмена опытом в овладении студентами профессиональных навыков.

Выделим алгоритм запуска таких интернет-проектов: в рамках преподавания учебных дисциплин, к примеру, в рамках преподавания дисциплины «Основы интегрированных коммуникаций» студентам дается задание на

тему «Интернет-средства в развитии студенческих коммуникаций» (первоначально, можно взять в качестве целевой аудитории студентов выпускающей кафедры истории и связей с общественностью), далее студенты исследуют ситуацию, выявляют проблемные зоны, ставят стратегическую цель, разрабатывают реальные тактические действия, презентуют свой проект и реализовывают его на практике. Алгоритм реализации проекта на практике: определение менеджера проекта, распределение организационных полномочий среди студентов группы, разработка календарного плана, выявление средств для определения эффективности реализации проекта.

В этом случае позиционируется взаимовыгодное переплетение воспитательных и учебных аспектов в деятельности преподавателя и студента. С одной стороны, в рамках учебных занятий идут обсуждения и диалоговые дискуссии на выбранную тему, зарабатывают баллы в рамках балльно-рейтинговой системы. С другой стороны, происходит развитие креативного мышления, воспитываются чувства восприятия профессиональных компетенций, уважения труда и интеллекта преподавателя, вырабатываются навыки делового общения студента и преподавателя.

По результатам выполнения данного учебного проекта на сайте кафедры прошел запуск рубрики «На пути к Професионализму». В данной рубрике студенты будут делиться своим первым профессиональным опытом в овладении навыками своей будущей специальности по направлению «реклама и связи с общественностью». К примеру, первокурсники в данной рубрике поместили свой материал о своей первой победе на региональном уровне Всероссийской олимпиады по профилактике наркомании среди студенческой молодежи (они представили свой первый проект PR-поддержки профилактики данного асоциального явления среди студенческой молодежи), представители второго курса представили информационные материалы, в которых сделан акцент на анализе своего опыта по проведению первых специальных мероприятий – презентации студенческих групп, а также по участию в спортивном мероприятии – в Универсиаде в Казани. Деятельность данной рубрике будет курировать как преподаватель, так и студент-менеджер проекта.

Представляем некоторые выдержки из рубрики: ««Мы просто хотели, чтобы нас заметили!». Наш первый опыт... В ноябре 2013 года на учебном занятии по курсу «Основы интегрированных коммуникаций» нам дали задание разработать проект по профилактике употребления наркотических средств для дальнейшего участия во Всероссийской олимпиаде. Масштаб этого мероприятия казался очень серьезным, в то время как наш опыт проектирования был почти «нулевым». Проект готовился месяц: четыре недели кропотливой работы, сбора и анализа информации, выработка креативных решений и т.п. Конечно, в данном процессе наши педагоги нам оказывали поддержку, мы писали проект под руководством научного руководителя – Юлии Борисовны Шагбановой. Казалось бы, все материалы были собраны и проект был готов, но вновь приходилось корректировать текст. Даже не мечтая о призовом месте, мы просто безумно желали, чтобы нас заметили. Нас действительно заметили! 18 марта 2014 года в лицее имени Н.И. Лобачевского состоялась церемония награждения победителей республиканских антинаркотических конкурсов, организованных Управлением ФСКН России по РТ совместно с Министерством образования и науки РТ. Мы, студентки первого курса группы 7101 Диана Галиева, Дина Биккинина, Уразманова Элина, стали победительницами конкурса!». Подготовка такого рода информационных материалов также играет важную роль в освоении профессиональных навыков и умений.

Также планируется запуск рубрики на сайте кафедры – Клуб старост «Быть в курсе». Предполагается, что будет действовать в интерактивном режиме виртуальный клуб по обмену опытом, информацией между старостами студенческих групп.

Использование подобного рода интернет-средств в работе со студенческой молодежью усиливает эффективность коммуникаций в вузе, а также прослеживается и воспитательная роль:

- происходит развитие студенческих инициатив для продвижения инновационных идей;
- позиционируется профессиональный имидж студента. Его развитие ориентируется на современные требования жизнедеятельности: организационные компетенции, коммуникационные знания и умения, инновационное мышление как интегральное средство для оптимального решения управленческих и производственных проблем;
- развивается патриотическое восприятие своей специальности;
- развивается мотивация к развитию коммуникаций среди студенческой молодежи.

Преподаватель вуза, ориентируя студента на реализацию подобного рода проектов, способствует развитию своего имиджа как современного компетентного субъекта образовательного процесса: студент сегодня воспринимает более актуально интернет-технологии, виртуальное общение, креативные подходы в преподавании. Кроме этого, преподаватель, используя интернет-средства в своей деятельности, воспитывает информационно-аналитическое и креативное мышление студенческой молодежи. Работая в интернет-пространстве через разного рода средства, происходит овладение профессиональными компетенциями. Это, в свою очередь, влияет на эффективность воспитательной работы со студенческой молодежью в целом.

# ИКТ и социум: тысячи лет вместе

Ирина Григорьевна Шестакова

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»  
Санкт-Петербург, Россия  
Irina\_Shestakova@inbox.ru

## IT and Society: a Thousand Years Together

Irina Shestakova

National Mineral Resources University  
Saint-Petersburg, Russia  
Irina\_Shestakova@inbox.ru

**Ключевые слова:** скорость научно-технического прогресса, ИКТ, безразмерное характерное время прогресса, IT, стратегическое планирование

*"...Fugerit invida  
Aetas: carpe diem, quam minimum credula postero"  
"...Время ж завистное  
Мчится. Пользуйся нынешним днем, меньше всего веря грядущему"  
Гораций. Оды*

Современный мир высветил важность инфокоммуникативных технологий в становлении человека разумного и его многотысячелетнего существования. История ИКТ – это цепь эпохальных открытий и технологических прорывов, позволивших человеку выделиться из царства животных и впоследствии развить цивилизацию. Однако до XX столетия мало кто мог предвидеть, предугадать современное состояние человеческой цивилизации и огромной скорости её изменений, происходящих благодаря научно-техническому прорыву в области средств информатики и телекоммуникаций.

Сравнивая образ жизни современника и человека предыдущих поколений, мы видим, что между ними зияет огромная пропасть восприятия жизни, непонимания, основанного на различии мировоззрения. Главное же, что их различает – это скорость существования. Современный человек затянут в бурный поток и несётся в этом потоке с бешеной скоростью, непрерывно ускоряясь. В реалиях этого бега жизни человек должен быть везде и всюду одновременно.

Цивилизация взывает к нам, чтобы мы увеличили скорость нашей реакции и скорость нашего действия. Сейчас уже каждый человек мечтает иметь клона, чтобы иметь возможность присутствовать одновременно в нескольких местах, а пока биологическая сущность, коей мы являемся, должна спать, есть, отдыхать, то есть терять драгоценнейшее время на ничегонеделание. Человек остается, по сути, тем же животным, которое жило в пещере, но его стремление к прогрессу, и как следствие материальные изменения, которые вытекают из этого прогресса, привели к тому, что весь образ жизни человека, вся окружающая среда радикально изменились и продолжают изменяться. Человек же вынужден к этому приспосабливаться и жить в том, что он, благодаря своему стремлению к прогрессу произвел, сам того может быть и не желая. Таким образом, жизненная суэта накачивается снежным комом на человека и его биологическую природу, из чего может проистекать масса дисгармоний в человеческом роде. Оказавшийся в этой суете, в этом прессинге, который навязывает нам жизнь, человек должен выживать, приспосабливаясь к условиям, противоречащим его биологическому существу, его биологическому темпоритму.

Для достижения таких скоростей человечеству пришлось пройти долгий период. Этот период состоит из различных открытий и достижений, которые постепенно входили в нашу жизнь, детерминируя её.

Эти события происходили с частотой, характерной для данной эпохи. Мы будем в дальнейшем оперировать величиной среднего времени между такими событиями. Назовём эту величину *характерным временем прогресса* –  $\tau_{pr}$ . Итак,  $\tau_{pr}$  (*Тай прогресса – характерное время между событиями, определяющими прогресс в рассматриваемую эпоху*). Попробуем определить это время, совершив экскурс в историю. Попытки структурировать научно-технические революции предпринимались неоднократно [1; 5; 8]. Опираясь на известные работы, определим, какие достижения в развитии технологий информационного обмена оказались ключевыми для функционирования и развития общества.

## Важные вехи в развитии инфокоммуникационных технологий

Первым революционным моментом в становлении человечества была **речь**. Умение отражать окружающие явления речью является одним из важнейших факторов *выделения человека из царства животных*. Генри Адамс пишет, что, судя по языку, «человек уже на заре своей истории достиг высочайшего развития заложенных в нем возможностей» [10, С. 54–55].

Спустя тридцать семь тысяч лет (хотя некоторые ученые считают, что прошла пара миллионов лет) появилась **письменность**, что в одночасье повлияло на социальные процессы в нескольких аспектах.

Проходит почти пять тысячелетий после появления письменности, прежде чем появляется **книгопечатание**. Изобретение Гуттенберга даёт возможность получить большое число копий сообщения с убывающей с ростом тиража себестоимостью копии; благодаря этому информация приобретает новые черты в представлении человека.

Появление **телеграфа** спустя четыре столетия радикально изменило возможность передачи информации. «Со времени открытия Колумба не было сделано ничего, что в какой-либо степени могло бы сравниться с этим гигантским расширением сферы человеческой деятельности» [7, С. 255].

Все время существования цивилизованного человечества сопровождалось попытками выстроить почтовые отношения. В 1874 году на I Международном почтовом конгрессе 22 страны, в том числе Россия, подписали Всеобщий единый почтовый договор [4, С. 792]. В организации регулярной почты можно увидеть отдаленное предвестие интернета. Появившийся в XX веке интернет – это проекция почты во всех её аспектах на другую физику.

**Телефон** – первое устройство, позволяющее осуществлять *коммуникацию в реальном времени* (в современной терминологии – *онлайн*). Появляется *возможность* передать *звуковое* (не графическое) *сообщение*.

**Радио** – «говорящий телеграф» – возможность *голосовой связи с подвижными* и удаленными объектами.

Во второй половине XX столетия широкое распространения получают **общественные радио и телевидение** как вид общественно-политического бизнеса, дающего возможность *массового влияния* на сознание людей. «По сегодняшним меркам даже католическая церковь средневековья была терпимой. Объясняется это отчасти тем, что прежде правительства не могли держать граждан под постоянным надзором. Когда изобрели печать, стало легче управлять общественным мнением; радио и кино позволили шагнуть в этом направлении еще дальше. А с развитием телевизионной техники, когда стало возможно... круглые сутки питать людей официальной пропагандой, впервые появилась возможность добиться не только полного подчинения воле государства, но и полного единства мнений по всем вопросам» [3, 275].

Казалось бы, это навсегда, тотальный контроль будет только усиливаться, и не зря ведь еще недавно уважающий себя человек должен был иметь свой собственный канал (с этого, например, начинал Берлускони), но появившиеся компьютеры, интернет и цифровое ТВ обеспечивают диверсификацию информации.

**Компьютер**. Появившиеся в середине XX столетия ЭВМ были настолько громоздки, тяжелы и дороги, что были доступны только богатым организациям и правительству. Прорывом в этом направлении стало изобретение в 1971 г. микрочипа. С этого момента начинается движение к *миниатюризации* и одновременно *удешевлению* компьютеров.

В 1983 году в журнале «В мире науки» выходит статья, в подзаголовке которой сказано: «Эти портативные недорогие вычислительные машины обладают многими возможностями больших компьютеров. С ними могут работать люди, не имеющие никакой технической подготовки. Их широкое внедрение облегчит решение многих задач на производстве, в науке, в сфере управления и даже в быту» [6, С. 53–65]. Это сбылось, когда к концу XX столетия компьютер появляется практически в каждом доме и организации.

**Мобильный телефон**. К началу 90-х годов XX столетия он становится все более распространенным. Мобильные телефоны вытесняют другие средства связи, в особенности после появления смартфонов, в которых стремление к *миниатюризации компьютера* достигло своего апогея.

В современном мире развитие идет в основном на той базе, которая сформировалась за счет создания ИТ-технологий. Основным экономическим ориентиром становится не «железо», а ИТ-продукт.

**Интернет**. В 1991 году Всемирная паутина стала общедоступна. Она быстро набирала популярность. В течение пяти лет интернет охватил аудиторию свыше 50 миллионов пользователей. Ни одно из средств коммуникации не достигло популярности за столь незначительный промежуток времени [2].

Появление и распространение интернета внесло свои коррективы в жизнь социума.

### *Все последующее разворачивается из этого открытия:*

1. *Библиотеки* постепенно теряют свою актуальность;
2. *Информация*, которая добывалась годами, теперь *доступна каждому* по первому запросу. Эти возможности коренным образом преобразуют традиционные взаимоотношения, отсекая важные когда-то связи и выводя на приоритетные позиции не старца с его вековым опытом, а интернет, который мгновенно подскажет, развлечет, поможет.
3. Нет необходимости в *людях старшего поколения* как хранителях информации;
4. В считанные доли секунды мы получаем информацию из любой точки земного шара, можем совершить виртуальное путешествие в недоступные места.
5. Никто не заботится о том, *где находится информация*. Мы просто ходим по ссылкам;

6. Перед обществом интернета встает *проблема оценки качества, достоверности информации*;
7. Появление сетей в конечном итоге спровоцировало *изменение способа общения*;
8. Для передачи информации *исчезло понятие границ*;
  - «Интернет – последний гвоздь в крышку гроба тоталитарных режимов» («Радио Свобода», прозвучало в эфире в 1995 году);
  - интернет стал четвертой властью;
9. В интернет выносятся оплата товаров и услуг:
  - постепенный уход от реальных денег;
  - уже не нужен паспорт, деньги, билеты; все электронное.
10. Сервис для населения:
  - электронное правительство;
  - запись к специалистам.

К концу XX столетия все большую актуальность приобретает термин «глобальная деревня», введенный Маршаллом Маклюэном полсотни лет назад для иллюстрации сформировавшихся в середине XX века вследствие развития новых средств связи коммуникационных условий, когда возможна мгновенная передача информации с любого континента в любую точку мира, так как весь земной шар «сжался» до размеров деревни.

## Тау прогресса сжимается: калейдоскоп новых открытий

**Поисковые системы.** Появившиеся и сразу ставшие популярными поисковые системы, например Google, позволили мгновенно находить информацию.

**Википедия.** Появление в сети достаточного количества качественных статей, заменяющих отныне (для многих) настольную энциклопедию.

**Skype.** Невероятный прорыв в возможностях передачи информации – позволяет *неограниченно общаться со всем миром*, с любой точкой, где есть интернет. Опять же, *контроль невозможен*.

На современном этапе *инновационным моментом* явились современные формы коммуникативного воздействия. Так, были созданы социальные сети: *В контакте*, *Facebook*, сервис, предоставляющий услуги видеохостинга, – *Youtube* и др.

**Сети: В контакте, Facebook** и др., которыми многие люди охотно заменили реальную жизнь. Это дало определенные изменения в социуме.

Люди вступают в коммуникацию друг с другом, невзирая на расстояния между ними так, как если бы они жили в «одной деревне». Информация запускается в массы, и люди начинают её мгновенно распространять и обсуждать в блогах, на форумах. Это информация становится вирусной (в том смысле, что люди мгновенно ее подхватывают и распространяют) и повседневной, так как совершенно не повседневные вещи проникают в наш дом, быт и становятся обыденными темами. Подобные отношения формируют не только новые социальные институты, но и новый контекст культуры. Человек выпускает в свой дом посредством компьютера или даже коммуникатора весь мир.

Все это стало причиной социальных изменений, дав возможность мгновенно объединить и поднять общество на восстание, что раньше требовало многих лет подготовки.

Из истории мы помним, что декабристы готовили свое выступление против режима царя десятки лет, события же декабря 2011 были подготовлены за несколько часов после призыва в интернете.

**YouTube**, обретший невероятную популярность, позволяет любому пользователю выложить или посмотреть видео о любом событии, *контроль над распространением информации невозможен*.

Пример влияния на общество – Арабская весна, волнения сентября 2012 после выхода на сервисе *Youtube* скандального фильма «Невинность мусульман», который большинство бастующих не видели. К сожалению, доступность информации ведет к некритичности восприятия её качественной стороны.

Таким образом, появление интернета стало началом калейдоскопического мелькания новых и новых открытий и изобретений: поисковые системы, Википедия, Skype, Facebook, YouTube, Google Translate, коммуникатор, электронное правительство, планшетный компьютер, распознавание речи и как следствие – изменения в обществе.

## Безразмерное характерное время прогресса

Мы видим, что частота, с которой происходили важнейшие, поворотные события в развитии инфокоммуникаций значительно отличалась в разные эпохи. Сначала типичные интервалы между такими событиями были десятки тысяч лет, затем несколько тысяч лет, постепенно это время сжалось до одного века.

К концу XX столетия революционные открытия стали происходить столь часто, что временные отрезки между ними сократились до нескольких лет, следовательно,  $\tau_{pr}$  (Тау прогресса) за время жизни человечества сократилось в тысячи раз.

Видя такое изменение Тау прогресса на протяжении существования человечества, естественно *соотнести характерное время прогресса со средним временем жизни одного поколения*.



Для этого нормируем среднее время жизни одного поколения на характерное время прогресса:  $\gamma = \tau_{lf} / \tau_{pr}$ . Здесь:  $\gamma$  (Гамма) – число событий, происходящих во время жизни одного поколения в данную историческую эпоху;  $\tau_{lf}$  (Тау жизни (life)) – *среднее время активной жизни одного поколения*. Для простоты расчетов мы предполагаем, что  $\tau_{lf}$  есть некая усредненная константа, относящаяся к человеческому роду;  $\tau_{pr}$  (Тау прогресса) – как уже было сказано, *среднее время между двумя последующими событиями, определяющими прогресс на рассматриваемом временном интервале*;

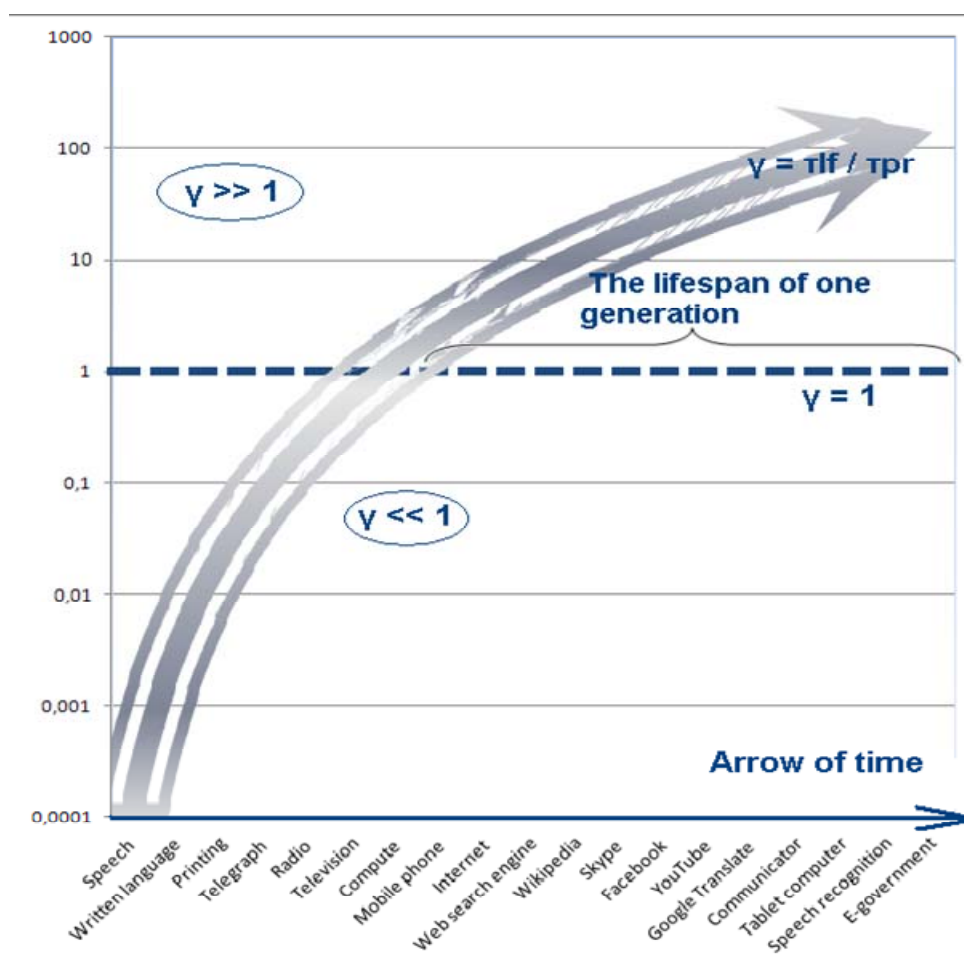
Итак, величина  $\gamma$  показывает, какое количество коренных изменений произошло во время жизни одного поколения

Приведенная ниже таблица иллюстрирует изменение характерного безразмерного числа  $\gamma$  в истории человечества.

Коренные вехи информационного развития	Примерное время появления	$\tau_{pr}$ , лет	$\gamma = \tau_{lf} / \tau_{pr}$
Речь	40 000 до н. э.		
Письменность	3300 до н. э.	37000	0,00
Книгопечатание	1400	4700	0,01
Телеграф	1792	400	0,13
Радио	1895	100	0,50
Телевизор	1950	55	0,91
Компьютер	1980	40	1,25
Сотовый телефон	1985	5	10
Интернет	1991	6	8
Поисковые системы	1997	5	10
Википедия	2001	4	13
Skype	2003	2	25
Facebook	2004	1,5	33
YouTube	2005	1,5	33
Google Translate	2007	1,4	36
Коммуникатор	2008	1,2	42
Планшетный компьютер	2010	1,3	38
Распознавание речи	2011	1	50
Электронное правительство	2012	0,5	100

Мы видим, какое количество событий приходилось на время жизни поколения в ту или иную эпоху. Проследив динамику изменения параметра  $\gamma$ , мы заметим, что в начале исторического пути человека разумного она была приблизительно равна нулю. Это показывает, что в эту историческую эпоху во время жизни поколения ничего не менялось. В принятом нами масштабе рассмотрения проблемы эти поколения жили на одном и том же уровне развития цивилизации, передавая традиционные умения от отца к сыну, практически ничего не меняя в своем бытии. Далее мы наблюдаем непрерывное увеличение числа изменений в жизни одного поколения, выраженных числом  $\gamma$ . Начиная с нашего времени, оно становится заметно *больше единицы* (с явной тенденцией стать много больше).

Для наглядности по данным таблицы построен график, представленный на рисунке.



На данном графике параметр  $\gamma$  представлен по оси *ординат* в логарифмическом масштабе. Ось *абсцисс* представляет собой *стрелу времени*, на которой отложены важнейшие вехи в информационном развитии.

В соответствии с нашим формальным определением параметр  $\gamma$  становится равным 1, когда за время жизни одного поколения происходит одно событие, критически важное с точки зрения научно-технического прогресса. Вследствие этого *пунктирная линия*, соответствующая на графике  $\gamma = 1$ , является *границей* между областью существования человечества (отдельных его цивилизаций) в рамках по преимуществу *традиционного образа жизни* и областью, в которой *коренные изменения образа жизни*, вызванные НТП, происходят за время жизни одного поколения многократно.

Если скорость научно-технического прогресса достигла такого уровня, что *граница* ( $\gamma = 1$ ) *перейдена*, то человечество вступает в эпоху, когда в образе и стиле жизни человеческих сообществ и его отдельных индивидумов происходит *качественная перемена*: по преимуществу *традиционный образ жизни* заменяется течением жизни, в котором *быстрые изменения происходят в реальном времени* – на глазах людей, живущих в данную эпоху (как *активных участников* этого процесса, так и его *невольных свидетелей*).

### **Область, где $\gamma \gg 1$ . Область недостоверных прогнозов**

Согласно полученным данным, к концу XX столетия наступил переломный момент –  $\gamma$  стало много больше жизни одного поколения. Перемена заключается в том, что при  $\gamma \gg 1$  люди живут в мире, который меняется на их глазах. Впервые в истории человечества мы оказываемся в области, где  $\gamma \gg 1$ .

Качественный скачок и качественные изменения происходят именно в последнее время, несмотря на большую консервативность многих аспектов материального бытия (жилье, транспорт, энергетика), темп изменений которых не достиг того, что мы наблюдаем в инфокоммуникациях, а может быть, и никогда не достигнет. События последних десятилетий доказывают, что именно прогресс в информационном поле является важнейшим фактором изменений социума, которые радикально меняют ключевые аспекты человеческой жизни. Все предыдущие события, можно рассматривать как безусловно революционные, но между ними проходили века, теперь же мы являемся свидетелями колоссальных изменений в технологиях, которые приводят к изменениям, возможно, того же масштаба, какими являлись письменность и книгопечатание, но все это происходит во временные промежутки качественно другого масштаба, то есть многократные коренные изменения в жизни

социума, вызванные НТП, происходят на протяжении жизни одного поколения.

По разным оценкам, в зависимости от того, из чего мы исходим, это событие можно датировать так или иначе, но в любом случае это случилось совсем недавно на глазах нашего поколения. То есть **мы являемся свидетелями этого переломного момента и невольными участниками исторической перемен в темпах развития человеческой цивилизации.**

Сам факт, что скорость научно-технического прогресса достигла такого уровня, что коренные изменения происходят многократно на протяжении жизни одного поколения, повлиял на многие аспекты реальной жизни. Один из важнейших моментов состоит в том, что в совершенно ином свете предстает задача прогнозирования путей дальнейшего развития.

Мы видим, что до сих пор, в области, где  $\gamma \ll 1$ , где люди жили консервативной жизнью, в том постоянном неизменном мире проблема планирования была нормальной, корректной задачей. Она ставилась и с некоторой степенью вероятности решалась. Сейчас же мы оказались в области, где сама постановка задачи о долгосрочном прогнозе развития является некорректной.

При  $\gamma \gg 1$  горизонт сколько-нибудь надёжного прогнозирования очевидным образом сужается. Однако именно эта непредсказуемость делает особенно востребованными сколько-нибудь достоверные предсказания, поэтому именно в этой новой ситуации даже минимально корректное прогнозирование становится критически актуальным.

Вот далеко не весь перечень вопросов, которые стоят сегодня на повестке дня во всех сферах:

- **Образование.** Как развивать *человеческий капитал* и, соответственно, каким должно быть образование?
- **Политика.** Какие факторы будут доминировать в политике? Например, уже сейчас мы видим столь сильное, но труднопредсказуемое по своим последствиям неконтролируемое развитие интернета и социальных сетей, структурирующих общество на совершенно новых принципах (горизонтальные связи, влияние блогосферы и т. п.).
- **Экономика.** Куда, в какие направления развития инвестировать? В особенности этот вопрос важен, когда речь идет об инвестициях в долгосрочной перспективе, например для пенсионного фонда, государственных фондов развития и т. п.
- Конкретно для России очевидную важность имеет диверсификация экономики, т. е. замена сырьевой по преимуществу экономики на развитие инновационных технологий и производство высокотехнологичных продуктов. Здесь вновь возникают вопросы: каких технологий и каких продуктов? Вопрос заключается в том, что любое такое развитие – процесс, требующий планирования на период времени не менее пяти лет, а как правило, и более (это время прохождения изобретения от стадии научно-технической разработки до промышленного производства).
- **Инфраструктура.** Возможно ли прописать концепции градостроения и развития транспорта, в эпоху изменения распределения трудовых ресурсов в связи с быстро развивающимися и трудно предсказуемыми по последствиям возможностями (связанными с развитием ИТ и робототехники) полноценного участия в рабочем процессе без непосредственного пребывания работников на рабочем месте?

Действительно, как, например, можно сделать прогноз развития транспортной инфраструктуры на 20 лет вперёд, если благодаря дальнейшему развитию инфокоммуникаций и робототехники может оказаться, что уже через 5–10 лет значительная часть населения будет выполнять свои служебные обязанности не выходя из дома?

- **Оборонная промышленность.** Как должна выстраиваться концепция развития оборонно-промышленного комплекса в реалиях стремительно развивающихся средств инфокоммуникаций и робототехники?
- **Культура.** Выработка концепции национальной идентичности и её сохранение в новых условиях глобализации, связанных с развитием ИТ.
- Таким образом, сам процесс стремительного прогресса порождает все новые вопросы, еще недавно даже не ставившиеся на повестку дня.

## «Наука наук» и её новый статус. Выводы

*Чтобы понять эпоху или нацию, мы должны понять ее философию... Здесь налицо взаимная обусловленность: обстоятельства в жизни людей во многом определяют их философию и, наоборот, их философия во многом определяет обстоятельства их жизни. Б. Рассел.*

Поскольку в современном мире сама задача прогнозирования в ее традиционной постановке становится некорректной, единственная возможность заключается в выходе за рамки формально-логических и технократических подходов и попытке поиска ответов на эти вопросы путем генерации новых смыслов окружающей нас реальности.

В этом контексте неизбежно появляется неотложный запрос общества на самое общее осмысление сложившейся новой ситуации и на вытекающую из этого осмысления дискуссию об альтернативных путях развития. Как следствие, возникает необходимость в профессиональном сообществе, ведущем эту дискуссию, и при этом специфически важна роль людей, которые должны генерировать новые «смыслы» (цели и пути развития), адекватные новой реальности.

В результате можно ожидать, что новое дыхание обретёт философия – «наука наук», ранее пренебрежительно отвергнутая научно-техническим прогрессом, может благодаря ему же опять *испытать расцвет*, поскольку указанные выше вопросы теперь едва ли смогут быть решены в рамках точных наук, включая не только естествознание и технику, но и экономику, социологию и т. п.

## Список литературы

1. Бэлл Д. Грядущее постиндустриальное общество. М.: Академия, 1999. – ISBN 5-87444-070-4;
2. Новое лицо аукциона [Электронный ресурс] // Компьютерра-онлайн. 1999. 2 марта. URL: <http://offline.computerra.ru/1999/287/2444/> (дата обращения: 17.12.2012).
3. Оруэлл Д. 1984 / пер. В. П. Голышева. М.: Прогресс, 1989.
4. Почта // Энциклопедический словарь Брокгауза и Эфрона: в 86-ти т. СПб., 1890-1907. Т. XXIV, С. 792.
5. Тоффлер Э.. Третья волна. М.: АСТ, 2004. 5-17-011040-5;
6. Ху Мин Д. Тунг, Амар Гупта. Персональные компьютеры // В мире науки. 1983. № 8. С. 53-65
7. Цвейг С. Звездные часы человечества: исторические миниатюры // Цвейг С. Собрание сочинений: в 7-ми т. М., 1963. Т. 3.
8. Шестакова И.Г. Генезис средств коммуникации и трансформация социального тела // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. Москва. – 2013. – № 02 (49) февраль 2013. ISSN 2073-0071 // <http://www.publikacia.net/sled.php>
9. Шестакова И.Г. Ноосфера: материализация идеи как ключевой фактор современного прогресса // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики (входит в перечень ВАК). Тамбов: Грамота, 2013. № 3. Ч. 1. ISSN 1997-292X. С. 205-214
10. Adams H. The Education of Henry Adams (1907). М.: Прогресс, 1988

# Рифы мифов: к истории кибернетики в Советском Союзе

Валерий Владимирович Шилов

МАТИ – Российский государственный технологический университет  
имени К.Э. Циолковского  
Москва, Россия  
shilov@mati.ru

## Reefs of Myths: Towards the History of Cybernetics in the Soviet Union

Valery Shilov

MATI – Russian State Technological University  
Moscow, Russia

**Ключевые слова:** кибернетика, антикибернетическая кампания, мифы в истории науки, Норберт Винер, А.И. Китов, Арношт Кольман

Для любой науки характерны как борьба различных направлений и школ (ни одна из которых обычно монополией на истину не обладает), так и периодическая смена исследовательской парадигмы. В противоположность науке советская идеология претендовала на свою исключительность в мире идей и единственно научный характер. Это не могло не вести к постоянным конфликтам между учеными и идеологами, проявлявшимся, в частности, в различных идеологических погромных кампаниях (в литературе часто мягко именуемых «дискуссиями»), направленных против той или иной науки в целом или отдельного научного направления.

Об истории кибернетики в СССР написано немало – как воспоминаний непосредственных участников событий, так и работ исследователей [1, 2]. Пожалуй, особый интерес представляет самый ранний период – до 1955 года, когда в СССР появились первые позитивные публикации о кибернетике. О существовании происходивших в это время событий в литературе высказываются полярные мнения, многие относящиеся к этому периоду вопросы остаются предметом острой полемики. Была ли доступна советским ученым книга Н. Винера; имела ли место антикибернетическая кампания, и если имела, то когда, кто был ее инициатором и каковы были ее последствия; как началась реабилитация кибернетики – ответы на эти и на некоторые другие вопросы по-прежнему зачастую определяют не документально установленные факты, а господствующие в массовом сознании мифы.

В работе мы попытаемся кратко охарактеризовать природу антикибернетической кампании 1950–1955 гг., а также укажем на некоторые противоречия и анахронизмы в приводимых в литературе сведениях.

### 1. Когда советские ученые прочитали книгу Норберта Винера?

В 1948 г. в Париже увидела свет книга выдающегося американского математика Норберта Винера «Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине», ознаменовавшая появление новой науки. На Западе она стала бестселлером и произвела сенсацию не только в научном мире, но и в обществе в целом. Так как явных «антикоммунистических выпадов» книга Винера не содержала, то вскоре после ее появления несколько экземпляров по вполне официальным каналам попали в Советский Союз – как в библиотеки (Ленинскую, Иностранной литературы, различных НИИ и КБ), так и к некоторым ученым, имевшим право покупать научную литературу за границей. В частности, известно, что она имела у И.С. Брука и В.В. Солодовникова.

Так, М.П. Гаазе-Рапопорт вспоминал, что «книга Винера была малодоступна научной общественности: несколько ее экземпляров было у отдельных ученых. Достаточно сказать, что один из первых советских кибернетиков и активный пропагандист идей науки об управлении и переработке информации И.А. Полетаев познакомился с трудом Винера по экземпляру, который имелся у И.С. Брука» [1, с. 64].

Однако уже вскоре ознакомиться с книгой стало еще более сложно: она была помещена в спецхраны библиотек. Сам факт изъятия книги из свободного обращения едва ли можно поставить под сомнение. Например, Г.Н. Поваров писал: «После окончания университета (в 1950 г. – В. Ш.) я служил в армии в офицерском звании. И учился в безотрывной аспирантуре Института автоматики и телемеханики <...> Я попросил библиотекаря войсковой части достать нам эту книгу. Оказалось, что в Ленинской она в спецфонде, и надо писать специальное отношение» [3, с. 12]. Стоит уточнить, что из армии автор демобилизовался в 1953 году.

Ознакомиться с книгой Винера теперь мог далеко не любой ученый, даже из числа сотрудников организаций, в которые книга попала. В частности, А.И. Китов познакомился с ней в секретной библиотеке СКБ-245 в 1951 или (что более вероятно) в 1952 г. Хотя он в то время был представителем Министерства обороны в СКБ-245, для получения специального допуска потребовалось ходатайство Главного Маршала артиллерии Н.Н. Воронова. Точно так же с трудом получил доступ к книге философ и идеолог Эрнест (Арношт) Кольман. По его словам, он впервые услышал о новой науке во время отдыха на Черном море летом 1953 г. от своего знакомого, В.Н. Колбановского, как раз в это время писавшего антикибернетическую статью. По возвращении в Москву Кольман «решил ознакомиться с кибернетикой, но в крупнейшей советской библиотеке, Ленинской библиотеке в Москве, фундаментальная работа Винера числилась в списке *libri prohibiti* вместе со всеми трудами Эйнштейна и многих других. Библиотекари не могли разрешить мне прочитать ее. Поэтому я послал протестующее письмо одному из секретарей ЦК КПСС, и, к моему изумлению, меня допустили ко всем этим работам» [4, с. 422].

Однако для «посвященных» книга Винера все-таки была доступна. Более того, поскольку далеко не все из них в достаточной степени владели английским языком, были осуществлены переводы на русский. Именно переводы, поскольку производились они не централизованно, а по местной инициативе, по чьему-либо заказу. Такие переводы нередко упоминаются в мемуарной литературе. Например, Ю.А. Шрейдер писал: «Кстати, по поводу книги Винера. Я точно помню, что в 49-м году перевод этой книги хранился в СКБ-245, где я работал, в первом отделе. Мне этот перевод однажды дали почитать под большим секретом, поскольку у меня тогда не было допуска (вероятно, автор имеет в виду допуск именно к этой книге, а не допуск по форме – В. Ш.). Перевод был чудовищный, сделанный невеждой. Я помню этого несчастного человека, старого пенсионера, который работал в СКБ переводчиком, делал спецпереводы. Он из винеровского текста сделал безумную кашу. Тем не менее, этот бессмысленный перевод хранился под строгим секретом, я не знаю уж под каким грифом, не буду врать.

В 50-м году я работал 3 месяца у И.С. Брука, и Исаак Семенович высказывал мне идеи из этой книги, оценивая их очень положительно, но не очень акцентированно упоминал, откуда он их берет. Из осторожности как-то не раскрывал источника, что понять можно» [2].

А вот еще одно свидетельство мемуариста, известного писателя, диссидента Льва Копелева, в послевоенные годы бывшего заключенным Марфинской шараги: «Вдвоем с заключенным-инженером Б. я перевел книгу Винера «Кибернетика». Он переводил те страницы, математический смысл которых я просто не мог уразуметь, и редактировал все переведенное мной. В нашей печати кибернетику объявили реакционной лженаукой. Антона Михайловича это не смущало: «Ну что же, это, видимо, правильно. Реакционная так реакционная. Но технически использовать необходимо. Мы же не сомневались в реакционности немецких фашистов, а, тем не менее, стреляли по ним из их же пушек... Как нужно произносить: сайбернетик или кибернетик? Толковая бестия этот американец. Впрочем, он, кажется, австрийский еврей? Янки присвоили его так же, как Эйнштейна и Бора. И получили немалый пропит. Атомную бомбу-то создали главным образом ученые-иммигранты... Но мы с вами должны переплюнуть заморских мудрецов, переиграть их... Да-с, и не посредством родимой дубинки. Это в старину против англичанина-мудреца еще кое-как годилась дубина. Мой дед, помню, говаривал: “Все англичанка гадит...” Но с господами янки надо состязаться по-иному, по-новому» [5, с. 89].

Упоминает о копелевском переводе и А.И. Солженицын в романе «В круге первом»: «Марфина достигали самые свежие американские журналы, и недавно для всей Акустической Рубин перевел, и кроме Ройтмана уже несколько офицеров читало о новой науке кибернетике».

Однако следует сказать, что если сам факт перевода сомнений не вызывает, то приведенный Копелевым монолог в 1949 году едва ли был возможен – в это время в нашей стране кибернетику лженаукой еще не объявляли... По той же причине едва ли И.С. Брук в 1950 г. должен был стараться «скрыть источник» высказываемых идей. И здесь естественно возникают проблемы, связанные как с аберрацией памяти мемуаристов, так и с намеренным искажением ими событий прошлого в угоду тем или иным идеологическим постулатам.

Продолжим анализировать воспоминания Г.Н. Поварова: «Я попросил библиотекаря войсковой части достать нам эту книгу. Оказалось, что в Ленинской она в спецфонде и надо писать специальное отношение. Потом выяснилось, что это была местная инициатива. А в Библиотеке иностранной литературы «Кибернетика» Винера выдавалась свободно. Там я ее и прочитал. Это было где-то в 1952–1953 гг. Т.е. общего запрета цензуры на эту книгу не было» [3, с. 12].

Последнее утверждение Г.Н. Поварова представляется крайне сомнительным. Более того, в данном 17 июля 1996 г. – т.е. за несколько лет до опубликования процитированной работы – исследователю истории советской кибернетики Славе Геровичу интервью, Г.Н. Поваров уверенно заявлял о том, что книга Винера была помещена в спецхран после и в связи с появлением в начале 1950 г. в «Литературной газете» статьи Б. Агапова [6, с. 555]. Поскольку эта статья действительно явилась первым публичным сигналом о начале шельмования кибернетики, то такая связь представляется вполне возможной. Но перемещение книг в спецхран проводилось исключительно на основании рассылавшихся Главлитом во все библиотеки страны списков, так что ни о какой местной инициативе запрета речи быть просто не могло – такая инициатива могла быть наказуема.

Еще более фантастически звучат слова А. В. Шилейко: «Стало уже таким общим местом, что кибернетику часто травили, кибернетику не признавали... Ну что я могу сказать? В СКБ-245, где я работал <...>, шел философский семинар. Философские семинары в те времена, вы знаете, проходили под эгидой партийной организации. И на этом семинаре мы изучали книгу Винера. Это факт, от которого никуда не денешься. Изучали, сдавали зачет» [3, с. 27]. Изучение «под эгидой партийной организации» ошельмованной и запрещенной науки, конечно, фактом быть никак не может. Похоже, что автор либо сознательно вводит читателя в заблуждение, либо

сдвигает это событие из второй половины 1950-х годов, когда такое изучение действительно проходило во многих научных организациях, в начало десятилетия...

А вот В.А. Торгашев заявляет, что «Книга Винера “Кибернетика”, изданная в 1948 г., уже в 1949 г. была переведена в СССР (правда, в открытой продаже она появилась лишь в 1958 г. в результате второго издания, но в библиотеках была доступна и ранее)» [7, с. 48–49]. В этой фразе мы видим как лукавство автора, так и прямые подтасовки. Что значит «второе издание»? Самопальный перевод, хранящийся в спецхране – это *не* издание. Что означают слова об «открытой продаже»? Значат ли они, что до этого имела место продажа «закрытая»? Наконец, в каких библиотеках (кроме уже упомянутых секретных библиотек при НИИ) и в каком виде книга была доступна «ранее»? Ведь печатного издания до 1958 г. на русском языке не было.

Итак, миф о том, что до середины 1950-х гг. книга Винера была советским ученым вполне доступна, и что с ней мог ознакомиться любой желающий, проверки фактами не выдерживает. Возвращение книги в общий доступ связано с деятельностью А.И. Китова, А.А. Ляпунова и их коллег, кульминацией которой стала официальная реабилитация кибернетики [8]. Впрочем, с этим событием связан еще один бытующий в литературе миф. В журнальной статье [4], опубликованной уже после отъезда на Запад, А. Кольман написал о том, как сумел прочитать книгу Винера благодаря вмешательству некоего неназванного секретаря ЦК. Но в мемуарной книге, увидевшей свет спустя всего лишь пять лет, он рассказал эту же историю несколько иначе – куда более пространно и в куда более героических тонах: «А я, как только мы вернулись в Москву (*после отдыха на море* – В. Ш.), захотел ознакомиться с книгой Винера. Но, увы, в Ленинской библиотеке ее не выдавали на руки, она находилась в “закрытом хранении”, вместе с антисоветской литературой. И тут я ознакомился с другими советскими авторами, пригвоздившими кибернетику к позорному столбу антимарксизма и идеологической диверсии.

В «Литгазете» проворный журналист Аграновский, еще раньше Колбановского, не менее хлестко расправился с ней. И не лучше обошелся с ней и «Краткий философский словарь», выходящий в эти годы многими изданиями под редакцией Юдина и Розенталя. Я обнаружил, что в Ленинской и других библиотеках засекречены все работы Эйнштейна (ведь советские философы во главе с Максимовым объявили в 50-х годах теорию относительности идеалистической!), и такая же судьба постигла и многие другие ценнейшие труды зарубежных учёных. Тогда я написал письмо секретарю ЦК Поспелову, указал на вред, который эта практика Главлита наносит советской науке. И, зная, что собой представляет Поспелов, я, по правде сказать, не ожидал, что моё письмо будет принято положительно. Но, вопреки моему ожиданию, работы Винера, Эйнштейна, Бора, Гейзенберга и ряда других западных учёных были очень быстро рассекречены. «Кибернетику<sup>2</sup> Винера я стал внимательно изучать, и убедился в величайшей ценности, необыкновенной перспективности этой новой науки» [9, с. 305].

В этом отрывке немало фактических ошибок – так, Кольман перепутал Ярошевского с Аграновским, «Краткий философский словарь» дал негативную оценку кибернетике не летом 1953 г., а год спустя... Кольман не говорит, когда же был снят запрет с названных им книг, но в любом случае связывать это событие исключительно с его письмом секретарю ЦК КПСС Г.Н. Поспелову (о котором, напомню, за пять лет до того он даже не обмолвился!) не ни малейших оснований. Увы, некоторые авторы, принимая на веру не подкрепленную фактами версию об исключительной роли А. Кольмана в реабилитации кибернетики, даже не упоминают о роли в этом А.И. Китова, А.А. Ляпунова и других отечественных ученых (см., например, [3, с. 12]).

## 2. Была ли антикибернетическая кампания?

Вскоре после опубликования книги Винера на Западе появилось множество публикаций (в том числе популярного характера), в которых особенно акцентировались идеи ученого о принципиальном сходстве поведения живых организмов и сложных технических систем. Вероятно, именно этот аспект теории Винера в первую очередь привлек внимание советских идеологических инстанций и потребовал соответствующей реакции.

В начале мая 1950 г. «Литературной газете» появилась статья Бориса Агапова «Марк III, калькулятор» [10]. В ней резкой критике была подвергнута идея использования вычислительных машин для обработки экономической информации, а также была дана нелицеприятная оценка личности Винера. И хотя само слово *кибернетика* в статье не упоминалось, ее можно считать предвестником антикибернетической кампании. Однако сразу же следует сказать, что эта кампания носила совершенно необычный характер – в отличие от погромных кампаний в экономике, генетике, языкознании и других науках она была *превентивной*. Если в названных науках удар направлялся против конкретных людей, научных коллективов и сложившихся в рамках традиционных наук школ, то в кампании против кибернетики дело обстояло совершенно иначе. Ведь в стране еще не появилось ни кибернетики, ни кибернетиков!

Поэтому представляется неверным ставить знак равенства между масштабной, имевшей столь драматические, а подчас и трагические для судеб многих ученых кампанией против генетики и внешне скромной антикибернетической кампанией. Именно часто и бездумно повторяемые слова о гонениях «на генетику и кибернетику» дают повод отдельным публицистам и мемуаристам отрицать само наличие этой кампании и ерничать относительно «десяти тысяч расстрелянных кибернетиков и ста тысяч отправленных на Колыму». Например, А.В. Шилейко пишет: «Стало уже таким общим местом, что кибернетику часто травили, кибернетику не признавали... <...> Может быть, мне так повезло, но я не знаю ни одного человека, который бы пострадал от того, что он провозглашал кибернетику. Будем считать, что мне повезло» [3, с. 27–28].

Разумеется, на Колыму кибернетиков не ссылали – хотя бы потому, что никто в СССР кибернетиком себя не называл! – но кампания против кибернетики несомненно была. Хотя, как уже было сказано, кампания своеобразная. Она не была масштабной – всего лишь около десяти публикаций [10–18]. Но при этом следует иметь в виду, что в СССР существовало негласное правило – критика того или иного «идеологически чуждого» явления была строго дозированной. Действительно, если писать о нем слишком много, то у читателя может поневоле возникнуть к нему интерес и желание ознакомиться. Кампания не должна была быть массивной, однако каждый выстрел должен был бить точно в цель. Характерен и едва ли случаен выбор печатных органов, в которых антикибернетические статьи публиковались. Сначала – две публикации в ориентированной на интеллигенцию «Литературной газете» (едва ли стоит упоминать об особой роли этого издания в идеологической жизни СССР). Затем одна за другой статьи в массовых научно-популярных журналах «Природа», «Наука и жизнь» и «Техника – молодежи». Наконец, подводная «философский базис» статья в центральном идеологическом органе «Вопросы философии» и претендующая на «научность» статья в академическом «Вестнике Московского университета». И как завершающий аккорд кампании – статья в «Кратком философском словаре», дающая окончательную официальную марксистско-ленинскую оценку новой науке. Все это со всей очевидностью свидетельствует о скоординированности кампании в прессе.

Некоторые исследователи считают, что относительно скромный масштаб антикибернетических выступлений не позволяет назвать их совокупность полноценной идеологической кампанией. Так, известный американский исследователь Л. Грэхэм пишет: «В начале 50-х годов советские идеологи были определенно враждебными по отношению к кибернетике, несмотря на то, что общее число статей, прямо направленных против кибернетики, не превышало, кажется, трех или четырех. Это число было намного меньше, чем число идеологически воинствующих публикаций, появившихся в других спорах, ... что объясняется, без сомнения, обстоятельствами того времени: к моменту, когда кибернетика стала широко известной, худшие времена идеологического вторжения в советскую науку прошли» [19, с. 272].

К сожалению, здесь автор допустил несколько ошибок. Во-первых, число только публикаций, прямо направленных против кибернетики, было в два раза большим – как уже было указано, не менее девяти. Во-вторых, в Советском Союзе любая публикация в печати, а уж тем более в центральных идеологических органах, рассматривалась как неукоснительное руководство к действию. Можно привести высказанное в 1950 г. мнение участника одной из дискуссий по проблемам медицины: «Если статья (в газете “Медицинский работник” – В. Ш.) не помещена в дискуссионном порядке, то на нее принято смотреть как на установочную статью. И мне кажется, что большинство товарищей восприняли эту статью как директивную» [20, с. 162]. Так что необходимости в большом количестве публикаций попросту не было. И, наконец, в-третьих, крайне наивно выглядит безапелляционное утверждение Л. Грэхэма, будто в начале 1950-х гг. «худшие времена идеологического вторжения в советскую науку прошли».

Чтобы обоснованно судить о наличии или отсутствии кампании, имеет смысл более внимательно проанализировать не столько содержание антикибернетических статей (С. Герович убедительно показал, что все они, кроме, пожалуй, статьи Т. Гладкова, написаны на основе вторичных источников и ни в одной из них нет полемики с кибернетикой по существу [21, с. 126–131]), сколько хронологию их появления и состав авторов.

Статья Б. Агапова «Марк III, калькулятор» [10] появилась в «Литературной газете» в начале мая 1950 г. Однако начало кампании положила статья М. Ярошевского [11], опубликованная в той же газете 5 апреля 1952 г. Три статьи последовали за ней в июле–августе: в журналах «Природа» (номер подписан в печать 25 июня) и «Техника – молодежи» (номер подписан в печать 20 июля) и газете «Медицинский работник» [12–14]. Если учесть длительность редакционно-издательского цикла журналов, то становится очевидным, что все эти статьи были представлены в редакции если не одновременно, то с очень небольшим интервалом. Поэтому трудно согласиться с мнением С. Геровича, будто «авторы последующих антикибернетических публикаций явно интерпретировали статью Ярошевского как сигнал к началу полномасштабной антикибернетической кампании» [21, с. 123]. Это утверждение неявно предполагает независимость и автономность авторов названных статей. Прочитали – интерпретировали – откликнулись. Еще раз повторим, что в СССР статьи идеологической направленности не были частным делом авторов. Синхронность появления этих публикаций в печати скорее свидетельствует о том, что их авторы действовали не по собственной инициативе, а выполняли поступивший заказ, так что сигнал к ним поступил отнюдь не от Ярошевского. (Кстати, хотя сам Ярошевский рассказывал, будто написал свою статью в «инициативном порядке» [22], гораздо более вероятно, что она была написана по заданию редакции газеты [21, с. 122–123] – однако этот сюжет заслуживает отдельного рассмотрения).

В 1953 г. также одновременно увидели свет еще две статьи – в массовом научно-популярном журнале «Наука и жизнь» [15] и идеологическом органе «Вопросы философии» [16]. Разумеется, это также едва ли можно считать случайным совпадением. И фактически завершила кампанию статья в «Кратком философском словаре» [17], давшая окончательную официальную марксистско-ленинскую оценку новой науке. Эта книга была подписана в печать 27 марта 1954 г., что, опять-таки с учетом длительности редакционного цикла журнала, приблизительно соответствует времени написания последней, самой «научнообразной» из антикибернетических статей [18]. Таким образом, анализ хронологии появления в советских изданиях направленных против кибернетики статей со всей очевидностью свидетельствует о скоординированном характере этих публикаций.



### 3. Кто начал и осуществлял антикибернетическую кампанию?

Вероятно, о том же свидетельствует и перечень авторов антикибернетических публикаций. Нередки попытки представить в роли инициаторов, а то и авторов этих публикаций инженеров, математиков и специалистов в области создания ЭВМ. Так, Л. Грэхэм пишет, что «Влияние позиции партии не должно, однако, затмевать тот факт, что многие ученые и инженеры в Советском Союзе относились скептически к утверждениям кибернетиков США» [19, с. 273]. Ему вторит украинский публицист В. Пихорович: «больше всех ... не правы те, кто спекулировал и продолжает спекулировать на этой весьма темной истории (*антикибернетической кампании* – В. Ш.), утверждая, будто бы во всем виноваты были философы и идеологи вообще. На самом деле все было совсем по-иному. Философы и идеологи только подхватили идею, брошенную другими». Под другими он подразумевает создателя первой советской ЭВМ академика С.А. Лебедева и его сотрудницу Е. А. Шкабару: «Именно они стали инициаторами печально знаменитой статьи в “Философском словаре”, в котором кибернетика названа лженаукой» (к сожалению, В. Пихорович плохо знает источниковую базу, в противном случае он не стал бы выдвигать это обвинение... [21, с. 121–122]).

Но на самом деле, действительно «виноваты были философы и идеологи вообще». Дадим краткие справки об авторах антикибернетических статей.

**Агапов, Борис Николаевич** (1899–1973). В начале 1920-х гг. входил в поэтическую группу конструктивистов, позднее переключился на журналистику и публицистику. По характеристике историка литературы В. Казака, «писал малоинтересные в художественном смысле очерки на темы социалистического строительства», «занимался популяризацией в партийном духе актуальных событий в области экономики и науки». Агапов отметился участием в одиозной книге «Беломорско-Балтийский канал имени Сталина» (1934) (ему принадлежит, в частности, глава «Добить классового врага», посвященная начальнику строительства чекисту Семену Фирину). Хотя в 1946 г. Агапов некоторое время мог опасаться опалы как один из создателей (правда, третьестепенных) вызвавшего резкое недовольство Сталина и запрещенного фильма «Большая жизнь» (2-я серия), очевидно, что это был человек, которому можно доверить особо ответственные и важные партийные задания. В том же 1946 г. и в 1948 г. он дважды становился лауреатом Сталинских премий за сценарии документальных фильмов. В 1950 г. Агапов работал редактором отдела науки «Литературной газеты» (место которой в идеологической борьбе хорошо известно).

**Быховский, Бернанд Эммануилович** (1901–1980) – видный советский философ и историк философии, одним из важнейших направлений работы которого была критика буржуазной философии. Названия некоторых его книг говорят сами за себя: «Враги и фальсификаторы марксизма» (1933), «Маразм современной буржуазной философии» (1947)... Быховский был редактором и активнейшим автором трехтомной «Истории философии» (1940–1943), за которую в числе других был награжден Сталинской премией. Однако в секретном постановлении ЦК ВКП(б) от 2 мая 1944 г. «О недостатках в научной работе в области философии» (№ 1143/110) его назвали одним из виновников «неправильного» освещения немецкой классической философии, после чего он был снят с поста зав. сектором Института философии АН СССР и выведен из состава редакции «Истории философии». На этом блестящая административная карьера Быховского прервалась: его отправили редактором по философии в «Большую советскую энциклопедию»; с 1953 г. он работал профессором в Плехановском институте. В случае с Быховским трудно сказать, чего было больше – искреннего неприятия очередного буржуазного философского извращения, т.е. кибернетики, или желания выйти из опалы и заслужить прощение.

**Гладков, Кирилл Александрович** (1903–1973) – популяризатор науки, автор более десяти книг, заслуженный работник культуры РСФСР. Статью [13] он подписал как «инженер, лауреат Сталинской премии». Действительно, в 1952 г. он был награжден Сталинской премией третьей степени как руководитель работы по организации серийного производства нового изделия. Однако, по свидетельству сослуживца по редакции журнала «Техника – молодежи», в котором Гладков работал с начала 1950-х гг., до этого он был сотрудником разведки, выполнял задания в Турции, США, Англии и других странах. Мемуарист пишет: «Я не знаю, какое учебное заведение окончил Гладков, но с какого-то момента в круг его служебных обязанностей стали входить всякого рода технические проблемы. “В тридцатых годах, – рассказывал он как-то раз, – мумия Ленина в мавзолее начала усыхать, и возникла проблема сохранения тела вождя. Я предложил применить лампы, работающие с перекалом. Они будут быстрее перегорать, но зато их теплоизлучение будет понижено за счёт увеличения светоотдачи. Когда специалистам-светотехникам Фабриканту и Нилендеру было предложено выпустить партию таких ламп на электроламповом заводе, они возмутились и, заявив, что никогда не позволят нарушать ГОСТы, гордо удалились”. Тогда начальство выдало Кириллу Александровичу ордера на арест, где уже были проставлены подписи и печати. Оставалось лишь вписать фамилии арестуемых и снова пригласить специалистов. “На этот раз профессора оказались на редкость сговорчивыми, – говорил Гладков, – и мы уладили дело в несколько минут”» [23]. Профессиональный разведчик на пенсии – таких было немало в советских издательствах и редакциях. Знание языков, тесные связи с органами, позволяющие получать недоступную для других информацию – все это вело кого в ученые (один из наиболее известных примеров – И.Р. Григулевич), кого в популяризаторы науки. Ну и органы, естественно, по старой памяти (хотя, как известно, шпионы бывшими не бывают) охотно поручали таким «журналистам» особо ответственные задания. Одно дело, когда кибернетику клеймит философ, и совсем другое – когда инженер, да еще и не простой, а лауреат Сталинской премии! Описанные выше методы работы «инженера» комментировать нет необходимости...

**Гладков, Теодор Кириллович** (1932–2012). В 1955 г. закончил философский факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. Сын К. А. Гладкова – похоже, был удивительно талантливым молодым человеком. В год окончания МГУ, еще даже не защитив диплом, он уже публикует в научном журнале установочную идеологическую статью. Для тех лет случай беспрецедентный! Можно высказать предположение, что материалы для статьи были предоставлены ему отцом (точнее, органами), возможно, и статья была им только подписана. Но в любом случае молодой выпускник философского факультета не подвел, и, естественно, дальнейшая его карьера сложилась: многочисленные командировки за границу, в том числе в «горячие точки» (Юго-Восточная Азия, Африка), несколько десятков документальных и беллетристических книг о подвигах советских чекистов, разведчиков-нелегалов и партизан, отмеченных премиями КГБ СССР, СВР, ФСБ и прочих спецслужб и т.д. Именно такие люди если и не состояли в штате, то уж точно являлись внештатными сотрудниками органов.

В появившихся в прессе после кончины Т. К. Гладкова заметках излагалась его трудовая биография, перечислялись полученные премии, написанные книги. Но ни в одной так и не вспомнили о том, с чего начиналась творческая биография будущего певца органов... И ни в одной не вспомнили о других его публикациях, в которых он клеветал на советских диссидентов, называя всех инакомыслящих агентами ЦРУ и призывая наш самый гуманный суд покарать изменников родины самым суровым образом. В качестве примера можно назвать очерк «Куда заводят “Поиски”», напечатанный в книге с характерным названием «С чужого голоса» (М.: Московский рабочий, 1982).

Сам Т.К. Гладков никогда не давал оценку этим сторонам своей многогранной деятельности, однако стоит привести отрывок из одной его детективных повестей: «Семен Владимирович Корицкий хотя и вышел в профессора, но за всю свою жизнь не сделал ни одной сколь-либо значительной научной работы. Человек умный, но не талантливый. К тому же болезненно самолюбивый. Выдвигался профессор Корицкий всегда за счет того, что плыл на волне очередных “разоблачений” очередной “буржуазной лжетеории”. В те годы на этом можно было сделать не только профессорскую карьеру. В сороковом году профессор Корицкий умер от разрыва сердца, так тогда в быту было принято называть инфаркт миокарда. В науке он так ничего и не совершил, но успел воспитать в определенном духе сына Михаила. Корицкий-младший, в отличие от старшего, был наделен природой богатыми способностями. Михаил от рождения был окружен в семье атмосферой восхищения, вседозволенности и честолюбивых надежд на громкую карьеру. И вырос – талантливый эгоист, глубоко убежденный в своей исключительности <...>» [24, с. 94].

Т.е. в 1982 г. (или когда была эта повестушка написана) Т.К. Гладков отлично помнил, как за тридцать лет до того делали карьеру (и совершенно справедливо отмечал, что «не только профессорскую»). Надо ли это понимать как угрызения совести или раскаяние? Едва ли. Скорее, попытка подсознания «вытеснить» давнее неблагоприятное деяние. И еще одна фраза, которая также выглядит вполне «по Фрейдю»: «в науке он так ничего и не совершил, но успел воспитать в определенном духе сына...» Похоже, лауреат множества премий Теодор Кириллович Гладков все понимал про себя и про своего папу.

**Колбановский, Виктор Николаевич** (1902–1970) – советский философ и психолог. Врач-психиатр по образованию, он окончил в 1932 г. Институт красной профессуры, и очень быстро выдвинулся в первые ряды научного истеблишмента, с 1932 по 1937 годы занимая пост директора Института психологии (в настоящее время – Психологический институт РАН). По воспоминаниям сослуживцев, – относящимся, правда к гораздо более позднему времени, Колбановский «возложил на себя обязанности политкомиссара: внимательно следил за тем, не отступали ли сотрудники от марксистско-ленинской методологии, не поддавались ли влиянию буржуазной психологии. Но он не был фанатиком, насколько я знаю, не писал злопыхательских реляций на своих коллег в вышестоящие инстанции» [25]. Но если Колбановский и не был фанатиком, то он был и инициатором кампании по разгрому ряда направлений в психиатрии (1937 г.), и активным участником некоторых других кампаний (в частности, против генетики). В целом же после увольнения из Института психологии его научная карьера не слишком удалась (так, докторскую степень ему получить так и не удалось). Написание статьи [16] (опубликованной под псевдонимом Материалист) Колбановский мог рассматривать и как исполнение долга учено-марксиста, и как еще одну возможность обратить на себя внимание и вернуть утраченное некогда административное положение.

**Ярошевский, Михаил Григорьевич** (1915–2001) – выдающийся советский психолог и историк психологии. В 1938 г. он был арестован по обвинению в подготовке взрыва Дворцового моста в Ленинграде и убийства А.А. Жданова. Статья 58-8 «Террор» позднее была изменена на 58-10, и спустя 1,5 года он был отпущен. В период борьбы с космополитизмом, в 1950 г. счел за лучшее уволиться из Института философии АН СССР и уехать преподавателем в Таджикистан (этому предшествовал допрос на Лубянке). Ярошевский, пожалуй, самая неоднозначная фигура среди авторов антикибернетических статей. Опасаясь за свободу и жизнь, он написал в свое время немало работ, бичующих буржуазную науку. Статья [11] была у него далеко не единственной, более того, вопреки позднейшим рассказам самого Ярошевского, будто о кибернетике он услышал впервые только весной 1952 г. в редакции «Литературной газеты» от неких «двух молодых физиков» [22], на самом деле он впервые заклеил кибернетику в печати (хотя и вскользь, – главной мишенью был так называемый «семантический идеализм») годом ранее. В статье [26, с. 99–100] он писал о кибернетике как «разновидности семантики», клеил «семантиков-мракобесов». Из – как мы теперь понимаем – вполне обоснованного опасения Норберта Винера, что в связи с появлением «думающих машин» многие люди не смогут «продавать свой труд», выводил заключение, будто «семантики-людоеды» утверждают «о необходимости истребления большей части человечества».

Тем не менее, «своим» для партийных идеологов М.Г. Ярошевский так и не стал: ЦК КПСС блокировал его избрание в Академию педагогических наук, а реабилитирован по делу 1938 г. он был только в 1991 г. В то же время его позднейшая научная и общественная деятельность в качестве сотрудника Института истории естествознания и техники РАН, редактора сборников «Репрессированная наука», заслуживает глубокого уважения.

Таким образом, круг авторов, привлеченных к написанию направленных против кибернетики статей, также не случаен. Среди них действительно не было ни инженеров, ни ученых-естественников. Все они являлись испытанными «бойцами идеологического фронта», чекистами, философами, журналистами, которые не только постоянно выступали в печати, но и принимали самое деятельное участие в проработочных кампаниях в разных науках. Что особенно характерно, некоторые авторы имели тесные связи с органами госбезопасности (или даже были их сотрудниками), и, следовательно, публиковали свои статьи по «долгу службы», другие либо подвергались преследованию тех же самых органов, либо в разное время становились объектом резкой критики со стороны партийных инстанций и потому, возможно, вынуждены были, трудясь пером не только «за совесть», но и «за страх», зарабатывать индульгенцию... Таким образом, как анализ хронологии появления антикибернетических статей, так и изучение весьма специфического состава их авторов, свидетельствуют об отнюдь не спонтанном, а спланированном и скоординированном характере этих публикаций. То есть о том, что в 1952–1955 гг. действительно имела место идеологическая кампания против кибернетики. Возможное объяснение сравнительно скромным масштабам этой кампании дано в работе [27].

## Список литературы

1. Кибернетика: прошлое для будущего. Этюды по истории отечественной кибернетики. М.: Наука, 1989. 192 с.
2. Очерки истории информатики в России // Ред.-сост. Д. А. Поспелов, Я. И. Фет. Новосибирск: Научно-изд. центр ОИГМ СО РАН, 1998. 664 с.
3. Кибернетика – ожидания и результаты. Политехнические чтения. Вып. 2. М.: Знание, 2002. 128 с.
4. Kolman, Arnost. The Adventure of Cybernetics in the Soviet Union // *Minerva*. 1978. Vol. 16. № 3. Pp. 416-424.
5. Копелев Л. З. Утоли моя печали. М.: СП «Слово», 1991. 336 с.
6. Gerovitch, Slava. «Russian Scandals»: Soviet Readings of American Cybernetics in the Early Years of the Cold War // *Russian Review*. October 2001. Vol. 60. Pp. 545-568.
7. Торгашев В. А. Автоматные сети и компьютеры: история развития и современное состояние // История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде). Вып. 3. СПб.: Наука, 2012. С. 46-66.
8. Долгов В. А., Шилов В. В. Ледокол. Страницы биографии Анатолия Ивановича Китова // Информационные технологии. 2009. № 3. Приложение. 32 с.
9. Кольман, Арношт (Эрнест). Мы не должны были так жить. N.-Y.: Chalidze Publications, 1982. 368 с.
10. Агапов Б. Марк III, калькулятор // Литературная газета. 4 мая 1950. С. 2.
11. Ярошевский М. Кибернетика – «наука» мракобесов // Литературная газета. 5 апреля 1952. С. 4.
12. Быховский Б. Э. Кибернетика – американская лженаука // *Природа*. 1952. № 7. С. 125-127.
13. Гладков К. Кибернетика, или тоска по механическим солдаткам // *Техника – молодежи*. 1952. № 8. С. 34-38.
14. Клеманов Ю. «Кибернетика» мозол // *Медицинский работник*. 25 июля 1952. С. 4.
15. Быховский Б. Э. Наука современных рабовладельцев // *Наука и жизнь*. 1953. № 6. С. 42-44.
16. Материалист. Кому служит кибернетика? // *Вопросы философии*. 1953. № 5. С. 210-219.
17. Кибернетика // *Краткий философский словарь*. М., 1954. С. 236-237.
18. Гладков Т. К. Кибернетика – псевдонаука о машинах, животных, человеке и обществе // *Вестник Московского университета*. 1955. № 1. С. 57-67.
19. Грэхэм Л. Р. Естествознание, философия и науки о человеческом поведении в Советском Союзе: Пер. с англ. М.: Политиздат, 1991. 480 с.
20. Идеология и наука (дискуссии советских ученых середины XX века) / Отв. ред. А.А. Касьян. М.: Прогресс-Традиция, 2008. 288 с.
21. Gerovitch, Slava. From Newspeak to Cyberspeak. A History of Soviet Cybernetics. Cambridge, MA: The MIT Press, 2002. 378 p.
22. Петровский А. В. Психология и время. СПб.: Питер, 2007. 448 с.
23. Смирнов Г. Редакторы особого назначения // *Техника – молодежи*. 2008. № 7. С. 38-43.
24. Гладков Т., Сергеев А. Последняя акция Лоренца. Повесть. М.: Воениздат, 1982. 205 с.
25. Анцыферова Л. И. Незабываемая теплота неповторимого коллектива // *Вопросы психологии*. 1994. № 4. С. 40.
26. Ярошевский М. Г. Семантический идеализм – философия империалистической реакции // в кн.: Против философовствующих оруженосцев американско-английского империализма. Очерки критики современной американско-английской буржуазной философии и социологии. Отв. редакторы: Т. И. Ойзерман и П. С. Трофимов. М.: Госполитиздат, 1951. С. 88-101.
27. Китов В. А., Шилов В. В. У истоков отечественной кибернетики // ИИЕТ РАН им. С.И. Вавилова. Годичная научная конференция 2011 г. М.: Янус-К, 2011. С. 539-543.

# К истории создания мобильных средств вычислительной техники для АСУ войсками фронта «Маневр»

Виталий Иосифович Штейнберг

ОАО «Научно-исследовательский институт «Аргон»  
Москва, Россия  
argon@argon.ru

## History of Creation of Mobile Computing Devices for Automatic Control Systems of Troops Front “Maneuver”

Vitaly Shteynberg

OJSC «NII «Argon»  
Moscow, Russia  
argon@argon.ru

В докладе рассматривается период с 1966 года по 1987 год, в который НИЭМ – НИЦЭВТ – НИИ «Аргон» выполнялся комплекс работ по обеспечению мобильными средствами вычислительной техники АСУ войсками фронта «Маневр». Автор доклада, являясь главным конструктором ЭВК «Бета-2», ЭВК «Бета-3М», БЦВК 1В529 показывает динамику развития основных технических характеристик и возможностей, созданных аппаратно-программных средств в указанный период – от гибридных интегральных схем и ВЗУ на магнитных барабанах и на магнитных лентах до интегральных схем со средним уровнем интеграции и БИС памяти. Обосновываются преимущества архитектурной и программной совместимости бортовой вычислительной техники с ЭВМ общего назначения, в частности с моделями ЕС ЭВМ «Ряд-1». На примере реализованной в ЭВК «Бета-3М» аппаратно-программной эмуляции системы команд ЭВМ «Ритм-20» из состава ЭВК «Бета-2» в базовой для ЭВК «Бета-3М» БЦВ А-40 с системой команд «Ряд-1» обосновывается возможность использования наработанного системного программного обеспечения при смене аппаратной платформы вычислительных средств в АСУВ.

**Ключевые слова:** бортовая цифровая вычислительная машина, электронный вычислительный комплекс, автоматизированная система управления

Управление современной армией великой державы, включающей несколько родов и видов вооруженных сил и значительный контингент личного состава является сложнейшей задачей. Время принятия решений руководством соединений с учетом разведанных, соотношения сил и средств с потенциальным противником становятся определяющим фактором успеха боевых действий. Вот почему создание АСУ войсками уже в середине 1960-х годов, с появлением технической возможности разработки мобильных средств вычислительной техники, стало одной из самых актуальных проблем оборонной доктрины.

В представляемом докладе предлагается рассмотреть период с 1966 по 1987 год, связанный с проектированием, изготовлением и испытаниями тактического звена автоматизированной системы управления войсками фронта «Маневр», принятой на вооружение Советской армии и армий стран Варшавского договора. Автору доклада довелось непосредственно участвовать в указанных работах в качестве главного конструктора электронных вычислительных машин и комплексов **на всех этапах** создания АСУВ фронта «Маневр», значительно превосходящей по своим возможностям разработки ведущих зарубежных стран [1].

**На первом этапе** (начало работ с 1966 года) был разработан бортовой вычислительный комплекс (БВК) «Бета-2» [2]. БВК «Бета-2» предназначался для сбора, обработки и представления информации в удобном для принятия решений виде и ее передачи потребителям по каналам связи. В состав комплекса, размещаемого в трех подвижных единицах на колесном ходу, входили: система вычислительных средств – ЭВМ «Ритм-20» с пультом управления, устройствами внешней памяти и периферийным оборудованием; аппаратура телекодовой связи и радиосредства; передвижная электростанция. Основные характеристики системы вычислительных средств комплекса представлены в таблице 1.

В качестве основной элементной базы при проектировании использовались гибридные микросхемы «Полсол» (серия 217) [3]. БВК «Бета-2» был изготовлен ПО «Звезда» в количестве 12 комплектов и сыграл важную роль на начальном этапе создания АСУВ фронта «Маневр».

Таблица 1

Основные характеристики системы вычислительных средств БВК «Бета-2»

представление чисел	с фиксированной и плавающей точкой
разрядность чисел: с фиксированной точкой с плавающей точкой	12 и 24 разряда 48 разрядов
время выполнения операций, мкс: с фиксированной точкой с плавающей точкой умножение: с фиксированной точкой сложение: с плавающей точкой	2,4 6,4 12 22,4
система команд	специализированная, «Ритм»
число основных команд	62
ОЗУ: емкость цикл обращения	32 тыс. 24-разрядных слов 4 мкс
ДЗУ: емкость цикл обращения время выборки	32 тыс. 24-разрядных слов 4 мкс 1,5 мкс
внешняя память: накопитель на магнитном барабане НБ-10: емкость время обращения накопитель на магнитной ленте ЛПМ-14: емкость время ожидания	200 тыс. 24-разрядных слов 20 мкс 3x512 тыс. 24-разрядных слов 45 с
периферийные устройства: алфавитно-цифровое печатающее устройство АЦПУ-64-5: скорость печати ширина строки число знаков фотосчитывающее устройство ФСМ-7: скорость считывания перфоратор скорость перфорирования	250 строк/мин 64 знака 63 от 4000 до 6400 знаков/с выходной ленточный ПЛ-150 от 750 до 1200 знаков/с

Одновременно с государственными испытаниями системы с БВК «Бета-2» шла разработка БВК «Бета-3М» [4] – **второй этап создания** системы. Установленный на многоцелевом легком гусеничном бронированном шасси МТЛБу БВК работал на ходу. При проектировании системы вычислительных средств комплекса было принято решение использовать в качестве базовой вычислительной машины БЦВМ, программно-совместимую с моделями ЕС ЭВМ «Ряд-1». Это позволяло многочисленным организациям – соисполнителям, участникам разработки АСУВ, вести наиболее трудоемкую стендовую отработку специального программного обеспечения на широко распространенных к этому времени стационарных моделях ЕС ЭВМ. Вместе с тем перед разработчиками БЦВМ была поставлена непростая дополнительная задача по обеспечению программной совместимости и с системой команд ЭВМ «Ритм-20» в целях использования наработанного программного обеспечения с БВК «Бета-2» на первом этапе создания системы. Эта задача была реализована благодаря программно-аппаратной эмуляции команд «Ритм». Таким образом, система команд БЦВМ А-40 включала полный набор команд ЕС ЭВМ-1 и 60 команд ЭВМ «Ритм-20». Производительность БЦВМ в режиме ЕС ЭВМ составляла 140 тыс. оп/с (смесь Гибсон 3Е), в режиме «Ритм» – 100 тыс. оп/с. Для БВК «Бета-3М» были разработаны внешняя память и периферийные устройства. Элементная база БЦВМ А-40 – монолитные схемы со средним уровнем интеграции (СИС). Основные технические характеристики БВК «Бета-3М» приведены в таблице 2.

БВК «Бета-3М» успешно прошел государственные испытания и в декабре 1982 года был принят на вооружение Советской армии. Изготовление комплекса осуществлялось на двух заводах в СССР – ПО «Звезда», с 1985 года – «Разданский машиностроитель», а для стран Варшавского договора – в Болгарии.

Основные технические характеристики БВК «Бета-3М»

быстродействие	500 тыс. оп./с (формат RX)
производительность	140 тыс. оп./с (смесь Гибсон 3Е)
ОЗУ — выполнено на ферритовых сердечниках, возможна работа с двухкратным расслоением	емкость цикл обращения время выборки
	32 Кб 2 мкс 1 мкс
ПЗУ — выполнено на ферритовых сердечниках	емкость цикл обращения время выборки
	128 Кб 2 мкс 1 мкс
ПЗУ микропрограмм — выполнено на ферритовых сердечниках	емкость цикл обращения время выборки
	4096 72-разрядных слов 1 мкс 0,5 мкс
количество каналов ввода-вывода	1
пропускная способность канала ввода-вывода:	монопольный режим байт-мультиплексный режим
	650 Кб/с 65 Кб/с
количество внешних абонентов	до 127
внешняя память:	
ЗУ большой емкости на ферритовых сердечниках УОПБЕ	640 Кб
накопитель на магнитной ленте ЗУМЛ-75	800 Кб
периферийные устройства:	
алфавитно-цифровое печатающее устройство АЦПУ-64-6	скорость печати число печатаемых символов
	5 строк/с 96
	фотосчитывающее устройство ФСМ-8

**На третьем этапе**, в сентябре 1984 года была поставлена задача создания оперативного звена управления системы «Маневр», для которого разрабатывался ЭВК «Ритм-10». НИЦЭВТУ было выдано задание на разработку для этого комплекса комплекта вычислительных средств 1В529 на основе базовой БЦВМ А-50 с общим программным обеспечением [5]. БЦВМ А-50 – старшая модель из ряда унифицированных высокопроизводительных 32-разрядных бортовых ЭВМ с архитектурой ЕС ЭВМ. Применение в БЦВМ А-50 более современной элементной базы, в том числе БИС памяти, позволило резко повысить производительность машины и объем ее оперативной памяти, увеличить число каналов ввода/вывода. Была обеспечена возможность двухмашинной работы по прямому управлению. В состав машины входил пульт управления с реализацией последовательного интерфейса, в процессоры введена кэш-память, реализована микротестовая система. Для бортовых вычислительных комплексов на основе БЦВМ А-50 были разработаны кассетные накопители на магнитной ленте и накопитель на цилиндрических магнитных доменах. Разработанная аппаратура отвечала требованиям военных стандартов для авиационных, мобильных и стационарных объектов. Базовая БЦВМ А-50 являлась в середине 1980-х годов самой производительной межвидовой отечественной БЦВМ. Изготовление и поставка КВС 1В529 осуществлялась Астраханским машиностроительным заводом «Прогресс». Основные технические характеристики КВС 1В529 представлены в таблице 3.

Разработка АСУВ «Маневр» была одной из приоритетных работ Минрадиопрома и находилась под постоянным жестким контролем со стороны органов государственного управления, Коллегии Министерства, руководства Минобороны. Для координации работ по созданию системы «Маневр» был образован Межведомственный координационный совет во главе с заместителем Министра Гладышевым В.И., Центр организации, управления и контроля при головном предприятии – НИИ средств автоматизации, специализированный Совет главных конструкторов по научно-техническим проблемам комплексной автоматизации на пунктах управления фронта во главе с главным конструктором – директором НИИСА Подрезовым Ю.Д. Автору доклада довелось работать в указанных органах управления проектом.

Таблица 3

## Основные характеристики КВС 1В529

быстродействие (форм. RX)	2 млн. опер/с
производительность (Гибсон-3Е)	500 тыс. опер/с
емкость оперативной памяти	16 Мбайт
пропускная способность каналов: в монопольном режиме в байт-мультиплексном режиме	1 Мбайт/с 140 Кбайт/с
время непрерывной работы	круглосуточно
время восстановления с использованием ЗИП	30 мин
температурный диапазон	-10°С ÷ +50°С
система охлаждения	принудительная вентиляция
мощность	3,7 кВт
масса	1096 кг
внешняя память накопитель кассетный на магнитной ленте емкость емкость кассеты с МЛ В 4501 12 количество накопителей скорость передачи данных мощность масса	6 – 48 Мбайт 6 Мбайт от 1 до 8 40 Кбайт/с 1, 2–4 кВт 200–700 кг
периферийные устройства алфавитно-цифровой дисплей АЦД 2000 формат экрана мощность масса алфавитно-цифровое печатающее устройство АЦПУ 64-6 скорость печати знаков в строке мощность масса возможно подключение перфоратора ленточного ПЛ-150М и фотосчитывающего механизма ФСМ-8	совместимый с ЕС7927 150 Вт 80 кг  64 зн/мин 64 400 Вт 90 кг

**Выводы:**

1. До начала 1990-х годов все разработки БЦВМ и БЦВК выполнялись на отечественной элементной базе и обеспечивали паритет с разработками ведущих мировых производителей по основным тактико-техническим характеристикам.
2. Коллективы предприятий разработчиков АСУ военного назначения обладали научно-техническим заделом и необходимым кадровым потенциалом, что в содружестве с научно-исследовательскими учреждениями Минобороны позволяло ставить и решать сложные задачи по автоматизированному управлению войсковыми соединениями.
3. Переход АСУВ «Маневр» на БЦВМ, программно совместимой с моделями ЕС ЭВМ, парк которых составлял до 80% от общего количества находящихся в эксплуатации ЭВМ в стране, позволил расширить фронт работ и сократить сроки разработки общесистемного программного обеспечения.
4. Базовые межвидовые унифицированные средства бортовой вычислительной техники, разработанные для АСУВ «Маневр», были освоены в серийном производстве и нашли широкое применение в авиационных, мобильных и стационарных объектах специального назначения.
5. Производственные возможности предприятий радиоэлектронной промышленности позволяли организовать выпуск аппаратуры в необходимых для обороны страны количествах.
6. Проведенный в рассматриваемый период комплекс работ по созданию и внедрению в войска средств автоматизации управления, изучение АСУВ «Маневр» при подготовке офицеров в училищах и академиях Минобороны, проведение военных учений различного уровня с использованием АСУВ «Маневр», позволили заложить основы автоматизированного управления войсковыми соединениями и показать необратимость новых подходов в управлении армией.
7. Научно-технический задел и колоссальный опыт, полученный в ходе создания АСУВ «Маневр», были положены в основу при проектировании объектов и систем нового поколения.

## Список литературы

1. Баранец В. Готова ли Россия к войнам будущего? Газета «Комсомольская правда» (6 сентября 2012 г.).
2. Штейнберг В.И. Бортовой вычислительный комплекс «Бета-2». Виртуальный компьютерный музей Эдуарда Пройдакова. <http://www.computer-museum.ru/histussr/23.htm>
3. Штейнберг В.И. Элементная база – основа динамики развития БЦВМ комплекса «Аргон». Сборник статей «Динамика радиоэлектроники». Изд. Техносфера, М., 2007, с.331-342.
4. Штейнберг В.И. Бортовой вычислительный комплекс «Бета-3М». Виртуальный компьютерный музей Эдуарда Пройдакова. <http://www.computer-museum.ru/histussr/20.htm>
5. Штейнберг В.И. Бортовая ЭВМ А-50. Виртуальный компьютерный музей Эдуарда Пройдакова. <http://www.computer-museum.ru/histussr/a50.htm>



# Модернизация и разработка накопителей на магнитной ленте ЭВМ М-20, М-220

Лев Николаевич Шувалов

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ  
Казань Россия  
lionshuv@mail.ru

На Казанском заводе ЭВМ в 1962- 1971 г.г. были модернизированы и разработаны накопители на магнитной ленте (НМЛ) ЭВМ М-20, М-220, М- 222.. В сообщении рассказывается об истории модернизации и разработки, об инженерах-разработчиках, о взаимодействии исследователей в области цифровой магнитной записи и различных организаций. Упоминаются основные технические решения.

**Ключевые слова:** НМЛ, БВНМ, пиковое детектирование

The magnetic tape storage devices were advanced and developed in computers mill (Kazan c. USSR) since 1962 up to 1971. That devices had been producing as production-line storage devices of M-20, M-220. M-222 computers. The main features of magnetic tape storage devices including longitudinal density, bit error rate were improved. The NRZI recording, single time strobing, peak (crossing zero) detections were used. The double information on two tracks although was used. This report tells about engineers taking part of developing and organizational forms. The technological aspects will be represented in Power Point report.

Память, интеллект, разум – пересекающиеся категории.

Группой выпускников КАИ с дипломами специалистов по счётно-решающим приборам и устройствам мы пришли на завод в марте 1960 года. На стендах отдела наладки уже стояли под «прозвонкой» две первые ЭВМ М-20. Вскоре они были поставлены под наладку. Старшим смены у нас на первой машине был Ю.П. Кузовлев, прошедший стажировку на Московском заводе САМ. Монтажных ошибок в ответных панелях и в ячейках было множество, что позволило нам, молодым инженерам, быстро осваивать взаимодействие блоков и понимание временных диаграмм. Конечно, к этому добавлялась наша интенсивная самостоятельная работа над схемами машины. Скоро у нас появилась бригада заказчика от ВЦ-1 МО под руководством Н.М.Яковлева. В бригаде были выпускники военных академий, МВТУ им. Баумана – инженеры с хорошей квалификацией. В отделе наладки шла дружная совместная работа молодых людей, постигавших азы вычислительной техники. К декабрю 1960 года первая и вторая М-20 были подготовлены к сдаче. Об этом периоде можно многое вспомнить, можно сказать, например, об одном эпизоде. При многочасовом решении контрольной задачи «Г» с какого-то момента результаты стали не совпадать с известными. Сообща все ломали головы над этим. Наконец, пришли к предположению, что идёт однократная кодовзависимая ошибка. Построили специальный многовходовой вентиль на этот случай для синхронизации осциллографа, ждали момента и убедились в правильности предположения. Пришлось немного изменить схему.

После сдачи первой машины я перешел на наладку устройства управления накопителями, такая «универсализация» только поддерживалась начальником отдела наладки В.П. Лосевым. Меня тянуло к физике, а магнитная запись была наиболее близка к ней.

НМЛ М-20 не был надёжным устройством, кроме того, в нём использовалась импульсная запись, то есть два перепада намагничённости представляли один бит, что являлось некоторым «анахронизмом». В то время были переводные книги по ВТ, в библиотеке завода имелись многочисленные хорошие зарубежные журналы. В них как распространённый способ записи рассматривался NRZI, в котором бит представлялся одним перепадом намагничённости. Качество отечественной магнитной ленты типа «Сигма» было очень низким и как выход из положения было предложено дублирование информации по двум дорожкам, реализованное в НМЛ машины «Урал», производство которого передавалось на Казанский завод. Мне представлялось, что NRZI и дублирование можно реализовать в НМЛ М-20, для чего нужно было изменить каналы записи и воспроизведения, убрать импульсные трансформаторы и соответственно изменить монтаж. Я сделал все прикидки по схемам и некоторые расчёты. Отдел наладки занимался серийными изделиями, и на ходу модернизировать устройство было невозможно. В это время на заводе организовывался конструкторский отдел по радиоэлектронике (КОРЭ) во главе с Э.А. Ситническим, в функции отдела входило создание станков, сопровождение производства, наладка не основных изделий, в частности НМЛ машины «Урал». Ситницкий обещал, что «выбьет» сверхплановый НМЛ у директора завода К.Е. Минеева в целях модернизации. Месяцев семь – восемь спустя, параллельно с другими делами силами КБ НМЛ-Д (так мы его назвали) был подготовлен к испытаниям в составе М-20. В этой подготовке активно участвовали начальник отдела КОРЭ В.П.Шляпников, Э.А. Ситницкий, Ю.М. Ожиганов, мой одноклассник по институту. С машинным временем в ту пору было трудно, и помню, где-то с 24 до 4-х ночи нам дали время на серийной машине. В НМЛ-Д был реализован NRZI, способ однократ-

ной выборки (стробирования), все картинки были отличными, но устройство упорно не работало. Э.А. Ситницкий задался вопросом о том, что у нас нет последовательного резистора в сетке выходного формирующего каскада, как в схеме переноса сумматора М-20. Резисторы поставили и всё заработало. Достоверность настолько превышала обычную, что мы при испытаниях даже стали делать косые надрезы на рабочем слое ленты, посыпать ленту слоем пепла от сигарет и т. п. Отдел наладки оценил улучшение параметров на первых серийных образцах и всегда доброжелательно отзывался о НМЛ-Д. Вскоре меня встретил зам. начальника СКО Е.Б. Барыкин со словами: «Давай, поезжай в главк, надо утвердить ТУ на НМЛ-Д». Главный инженер главка Жучков подписал документ. НМЛ-Д стал законным изделием и выпускался со всеми последующими ЭВМ М-20. Конструктора Е.Б. Барыкина не мудрствовали лукаво и сменили в ТУ титульный лист, зачеркнули старые параметры и вписали новые. Опытный инженер только улыбнётся описанным событиям – где межведомственная комиссия, Государственные испытания, но такие были времена и такая фаза становления ВТ.

Шло время, на смену ламповой М-20 пришла транзисторная М-220. Это была отличная для того времени машина, практически без технических недостатков М-20, в которой было многоступенчатое, громоздкое охлаждение, низкая надёжность элементной базы (часто выходили из строя импульсные трансформаторы, ненадёжными были разъёмы). Накопители на магнитной ленте М-220 (их называли ЛПМ) разработала лаборатория В.С. Клепинина. Мы были хорошо знакомы с Владимиром Семёновичем и его сотрудниками со времён НМЛ-Д. Я был членом межведомственной комиссии по приёмке М-220, внимательно посмотрел все новые решения ЛПМ и понял, что есть возможности для улучшения его параметров. Была утверждена финансируемая тема по модернизации ЛПМ М-220. Мы поставили целью увеличить продольную плотность с 16 имп./мм до 30 имп./мм. Такая плотность в то время в стране ещё не была достигнута.

В.С. Клепинин, и В.С. Антонов, главный конструктор М-220, возражали против модернизации, дескать, это не дело завода, лучше заниматься технологией, понижать себестоимость и т. п. К их чести, никаких конкретных противодействий они не чинили. Остановились на записи NRZI и пиковом детектировании. Разместить схемы аналогового дифференцирования, усиления и формирования в одной ячейки долгое время не удавалось, несмотря на транзисторную элементную базу. Возникло предложение использовать для дифференцирования LR цепочку и импульсный трансформатор, что широко применялся в ячейках М-220. В то время в нашей лаборатории трудились отличные специалисты Э.А. Якубов, К.Г. Мурафа, А.И. Борщевский, А.Х. Хафизов. Предложение было быстро реализовано и дало желаемые результаты. Были проведены межведомственные испытания ЛПМ-30, так мы называли модернизированное устройство.

В.Г. Макурочкин, признанный лидер в области цифровой магнитной записи, заинтересовался ЛПМ-30 и прислал к нам двух ведущих специалистов во главе с С.Л. Горбачевичем. Мы им показали всё: схемы, сигналы во всех точках. Конечно, в своих устройствах они делали в дальнейшем по-другому, но принципиально важно было, что продольная плотность 30 имп./мм достигима.

Производство ЛПМ-30 передавалось на Марийский машиностроительный завод (ММЗ). Это было следствие того, что по инициативе В.Н. Иванова, нового директора КЗЭВМ, в производство М-220 был внедрён монтаж «навалом» в ответных панелях по аналогии с машинами «Минск», что позволило резко нарастить производство М-220, но требовало дополнительных производственных мощностей. На ММЗ с плотным участием нашей лаборатории были проведены периодические испытания изготовленных там ЛПМ-30. Копию протокола испытаний В.С. Клепинин внимательно изучил и с чувством произнёс: «серьёзный документ». Таким образом, ЛПМ-30 получил зелёный свет и штатно поставлялся с машинами М-220, М-220А, М-222, а их было произведено несколько сотен, и в каждой стояло минимум четыре ЛПМ-30.

Не могу не сказать добрые слова о ММЗ. Это был завод с высокой технологией, квалифицированными инженерно-техническими кадрами, «ленинградским интеллигентным духом», царившем в нём. Генеральный директор ММЗ, выпускник КАИ М.С. Огородников был человеком на редкость инициативным. В какой-то момент катушечные двигатели для ЛПМ-30 стали дефицитом, они поставлялись с другого завода и применялись в иных оборонных изделиях. Михаил Семёнович в одном из марийских посёлков организовал филиал цеха и производство электродвигателей было быстро запущено.

Программным сопровождением М-220 от зав. отделом Института прикладной математики АН СССР М.Р. Шуры-Буры занимались две дамы. Наблюдая, как быстро работает транслятор ТА1М на машине с ЛПМ-30, они говорили, что за это надо Госпремию давать. Документы на Госпремию за М-222 заявляли, но премию не дали.

В НМЛ-Д и ЛПМ-30 применялись отечественные магнитные ленты типа «Сигма» и «Мороз» шириной 35 мм довольно низкого качества. Расположение данных на них не соответствовало международным стандартам. Между тем катушки с магнитной лентой в то время были основными носителями для обмена пакетами программ, операционными системами. Машины серии «Минск» широко поставлялись за рубеж, и требовалось соответствие НМЛ и магнитных лент международным стандартам. Тогда распространённым стандартом на физическую и информационную взаимозаменяемость была магнитная лента шириной полдюйма (12,7 мм) с продольной плотностью 32 бита/мм и 9-ью дорожками по ширине без дублирования.

В связи с этим замминистра МРП М.К. Сулим провёл совещание по вопросу о разработке НМЛ, соответствующего международным стандартам. От СКБ завода им. Серго Орджоникидзе присутствовал, по-моему, Г.П. Лопото, от НИЦЭВТа В.Г. Макурочкин и В.К. Левин, от ВНИИЭМа В.И. Адасько и, возможно, Б.М. Каган. Было решено быстро разработать НМЛ в СКБ Минского завода. Минское СКБ буквально за год разработало НМЛ-67, сдало его межведомственной комиссии и запустило его в серию. Единственным недос-

татком НМЛ-67 был достаточно сложный вакуумный привод ленты с двумя ведущими валами. К этому моменту перспективной схемой лентопротяжного механизма считалась схема с одновальным приводом. Она была проще схемы с вакуумным приводом, минимально изнашивала магнитную ленту, но для неё были нужны специальные электродвигатели. Они были разработаны во ВНИИЭМ, там же началась разработка НМЛ на основе этих двигателей. Была принята программа по разработке НМЛ с одновальным приводом для М-222, последняя была востребована на рынке, несмотря на начавшуюся разработку ЕС ЭВМ. Впервые наша лаборатория полностью вела разработку, используя движки и определённый задел ВНИИЭМ. Конструкцию шкафа и лентопротяжного механизма вёл отдел В.М. Новикова, основным конструктором был Н.А. Власов. За нашей лабораторией была вся электронная часть и генмонтаж в целом. Нас очень сильно ещё со времен ЛПМ-30 дисциплинировала соседняя с заводом ширококвотельная радиостанция в смысле корректности монтажа и обеспечения ЭМС. Замечу кстати, что разработчики НМД-5052 имели серьёзные проблемы с функционированием их устройств на площадях КЗЭВМ, так что пришлось экранировать часть помещения отдела наладки, и лишь позднее пензенские инженеры, «воспитанные» нашей радиостанцией, доработали свой накопитель. Разработка НМЛ-222 (так мы называли будущее устройство) шла не просто. Хотя в электронной части мы в значительной мере использовали схемы ЛПМ-30, но с качественным движением магнитной ленты в лентопротяжном механизме были большие трудности. Механизм был сконструирован качественно, но исполнение и технологическое обеспечение были недостаточными. Пришлось «давить» на конструкторов и технологов в том смысле, что без качественного движения ленты в тракте никакая электроника не поможет. Большую помощь нам оказал ВНИИЭМ, прислав технологическое приспособление для точной установки элементов тракта ЛПМ. Не сразу нашли подходящий материал для фрикционного кольца на ведущем валу, им оказался синтетический каучук СКУ-4, выпускаемый на Казанском заводе синтетического каучука. Взаимодействие с ВНИИЭМ было полезным для обеих сторон, хотя они несколько задержали поставки двигателей. Наконец, два образца НМЛ-222 были подготовлены к межведомственным испытаниям. Наибольшую роль в организации этого на завершающем этапе сыграл Э.А. Якубов. Испытания первого в стране НМЛ с одновальным приводом прошли успешно.

К сожалению, НМЛ-222 не пошёл в серийное производство. Министерство настаивало на скорейшем запуске моделей ЕС ЭВМ и снятии М-222 с производства. Не берусь комментировать корректность этих решений. Вскоре НМЛ с одновальным приводом, разработанный в лаборатории Р.Р. Пурэ, также успешно прошёл испытания. Аналогичные устройства были чуть позже разработаны в НИЦЭВТе и на фирме «ИЗОТ» совместно с НИЦЭВТом.

Результаты модернизации и разработки НМЛ-Д, ЛПМ-30, НМЛ-222 были отражены в полных комплектах конструкторской документации на них, работах [1,2], авторских свидетельствах автора и его коллег.

Сегодня продольные плотности на магнитной ленте составляют 15000 бит/мм, на жёстких дисках 30000 бит/мм, поверхностная плотность на жёстких дисках с 30 Gb/inch<sup>2</sup> [3] увеличилась до 1- Tb/inch<sup>2</sup>. В те времена подобные параметры казались чистой фантастикой. Демодуляторы и декодеры в современных устройствах занимают целые чипы. Безумно жаль, что отечественные инженеры не участвовали в силу известных обстоятельств в этих исследованиях и разработках. Нашим правителям полезно знать, *кто не имеет собственной памяти, у того нет своего интеллекта, и тот будет жить чужим разумом.*

## Список литературы

1. Шувалов Л.Н. Модернизация накопителя на магнитной ленте машины М-220 – М.: Вопросы технической эксплуатации вычислительных машин, вып. III, вычислительный центр АН СССР, 1973
2. Шувалов Л.Н. Некоторые вопросы формирования сигналов в накопителях на магнитной ленте ЭВМ канд. диссертация – М., МЭИС, 1973
3. Shan X. Wang, Alex M. Taratorin Magnetic information storage technology. – Academic Press, 525 B Street, Suite 1900, San Diego, California 92101-4495, USA, 1998. – 536 p.:ISBN 0-12-734570-1

# Серийное научное издание «История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде)»

Рафаэль Мидхатович Юсупов, Михаил Александрович Вус

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН  
mikhail-vys@yandex.ru

Санкт-Петербург занимает особое место в истории развития отечественной и мировой науки, фактически он является «родиной» российской науки. Именно в этом городе 28 января 1724 г. Указом Петра Великого было основано первое в России высшее научно-учебное заведение – Академия наук в составе собственно Академии, академического университета и академической гимназии. В течение первых двух столетий столичный статус города, высокий уровень культурной среды, сосредоточение в нем основного академического и университетского потенциалов России, тесные связи с европейским научным сообществом способствовали ускоренному развитию научной мысли. Тогда в Санкт-Петербурге сформировались научные школы мирового уровня в области физики, астрономии, химии, математики, механики, физиологии, востоковедения.

Глубокие исторические традиции, инерционность (в хорошем смысле) научно-образовательных процессов и «высокоинтеллектуальная атмосфера» самого города позволили сохранить за Ленинградом – Санкт-Петербургом роль ведущего научного центра страны и после переезда центральных учреждений Академии наук и ряд ведущих институтов в 1934 г. в Москву. С участием ученых города продолжалось активное развитие таких «классических наук», как математика, физика, механика, биология и т.д.

Бурное развитие научно-технической революции в двадцатом столетии привело к формированию целого ряда новых научных направлений фундаментального и прикладного характера, особенно в области естественных и технических наук. Среди них особое место занимают кибернетика и информатика, тесно связанные между собой междисциплинарные научные направления, оказавшие революционное влияние на развитие системно-управленческого мышления и технологической базы современной экономики и производства.

С годами «уходит» история становления феноменов XX века – кибернетики и информатики, «уходят» опыт и соответствующие неформализуемые (скрытые) знания. Многих основоположников и их продолжателей уже нет с нами. Тем более ценными становятся свидетельства сотрудников и очевидцев, тем большее значение приобретают обзорно-исторические труды, в которых прослеживаются далеко не простые и зачастую драматические пути развития информатики и кибернетики в нашей стране.

Основная задача названного в заглавии издания – исторически зафиксировать вклад организаций, научных школ, учёных и специалистов города в развитие кибернетики и информатики. В трех вышедших в свет выпусках серийного издания освещаются общие вопросы развития информатики и кибернетики, достижениям научных школ и коллективов Петербурга (Ленинграда). Широко представлены статьи и воспоминания о выдающихся ученых, связанных с развитием проблем информатики и кибернетики в Петербурге. Материалы книг позволяют вновь осознать величие и мировой престиж отечественной науки и, прежде всего, ее петербургских (ленинградских) ветвей.

К началу конференции «SoRuCom-2014» планируется выход в свет под редакцией член-корреспондента РАН Р.М. Юсупова четвертого выпуска серийного издания «История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде)».

# **ТРУДЫ SORUCOM-2014**

## **Третья Международная конференция**

### **Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР: история и перспективы**

13–17 октября, Казань, Россия

#### **Под редакцией**

д.ф.-м.н. А.Н. Томилина

#### **Редакторы**

Джон Импальяццо  
Эдуард Пройдаков  
Наталья Черемных  
Валерий Шилов  
Вячеслав Герович

Рукопись поступила в редакцию 11.08.2014  
Технический редактор О.В. Дробышевич  
Ответственная за выпуск И.А. Крайнева

Подписано в печать 15.09.2014  
Тираж 160 экз.