

Российская Академия наук
Ордена ленина Сибирское отделение
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
ИМЕНИ Г.И. БУДКЕРА

ЕЖЕГОДНЫЙ ОТЧЕТ

2006

НОВОСИБИРСК
2007

Оглавление

Введение	7
1 Физика элементарных частиц	13
1.1 Детектор КМД-3	15
1.2 Детектор СНД	17
1.3 Детектор КЕДР	21
1.4 Детекторы для ФВЭ	30
1.5 Рентгеновские детекторы	30
1.6 Прочие работы	31
1.7 Газовые микроструктурные детекторы	31
1.8 Участие в коллаборации BELLE	32
1.9 Фотонный коллайдер	34
2 Электро- и фотоядерная физика	35
2.1 Эксперименты с внутренними мишенями	37
3 Теоретическая физика	43
3.1 Сильное взаимодействие	45
3.2 Физика ядра и несохранение чётности	48
3.3 Квантовая электродинамика	50
3.4 Гравитация	54
3.5 Нелинейная динамика и хаос	57
4 Физика плазмы и управляемый термоядерный синтез	59
4.1 Влияние радиального профиля электрического потенциала на удержание	61
4.2 Запуск модернизированной системы питания инжекторов	67
4.3 Исследование накопления быстрой ионной компоненты	69
4.4 Установка ГОЛ-3	75
4.4.1 Измерение динамики электронной температуры	76
4.4.2 Эксперимент с усиленной степенью гофрировки	78
4.4.3 Моделирование магнитной структуры в плазме	80
4.4.4 Развитие технологии генерации электронных пучков	82
4.4.5 Изучение блистеринга при облучении протонами	84
4.5 Установка ЭЛМИ	86
4.5.1 Результаты моделирования и “холодного” тестирования резонатора	87

4.5.2	Результаты “горячих” экспериментов в 4-х мм диапазоне	89
4.5.3	О перспективе генерации терагерцового излучения на установке ЭЛМИ	90
4.6	Теоретические работы	92
4.6.1	Исследование плазменного кильватерного ускорения	92
4.6.2	Исследование релаксации релятивистского электронного пучка в режиме захвата	93
5	Установки со встречными электрон - позитронными пучками	95
5.1	Запуск комплекса ВЭПП-2000	97
5.1.1	Запуск инжекционной части комплекса ВЭПП-2000	97
5.1.2	Накопитель ВЭПП-2000	97
5.1.3	Получение проектного вакуума	98
5.1.4	Система автоматизации управления комплексом	100
5.1.5	Электронно-оптические каналы инжекции электронов и позитронов и их источники питания	102
5.1.6	Настройка каналов инжекции электронного и позитронного пучков в кольцо ВЭПП-2000	103
5.1.7	Захват пучков в синхротронный режим ускорения	105
5.1.8	Измерение параметров захваченного пучка и настройка оптики ВЭПП-2000	106
5.2	ВЭПП-4М	108
5.2.1	Эксперименты по ФВЭ	109
5.2.2	Калибровка энергии пучков	110
5.2.3	Модернизация и улучшение работы комплекса	112
5.2.4	Международное сотрудничество и контрактные работы	114
5.3	Инжекционный комплекс ВЭПП-5	114
5.3.1	Контрактная деятельность	116
5.4	Электронное охлаждение	116
5.5	Ускорительный масс-спектрометрический комплекс AMS	118
5.6	Работы группы электронных пушек	120
5.7	Вакуумные исследования	121
5.7.1	Сорбционные исследования	121
5.7.2	Участие в проекте по созданию источника MLS	122
6	Синхротронное излучение и лазеры на свободных электронах	123
6.1	Работы на пучках СИ из ВЭПП-3	125
6.1.1	Экстремальные состояния вещества	125
6.1.2	LIGA-технология и рентгеновская литография	127
6.1.3	Аномальное рассеяние и прецизионная дифрактометрия	129
6.1.4	Рентгенофлуоресцентный элементный анализ	131
6.1.5	Дифрактометрия при высоких давлениях	134
6.1.6	Рентгеновская микроскопия и томография	138
6.1.7	EXAFS-спектроскопия	140
6.2	Работа с пучками терагерцового излучения	142
6.2.1	Источники терагерцового излучения на основе релятивистских электронных пучков и параметры Новосибирского ЛСЭ	142

6.2.2	Экспериментальные станции	145
6.2.3	Развитие Центра фотохимических исследований на базе ускорителя-рекуператора и ЛСЭ второй очереди	147
6.2.4	Основные результаты работ в 2006 году и планы на 2007 год	149
6.3	Разработка и создание специализированных генераторов СИ	149
6.3.1	Сверхпроводящие вигглеры	149
6.3.2	Синхротрон-инжектор для Duke University	149
6.3.3	Магнитная система для метрологического источника света (MLS)	150
6.3.4	Вигглеры-затухатели на постоянных магнитах для Petra-III (Гамбург)	151
6.3.5	Технологический накопительный комплекс (ТНК)	152
6.3.6	Проект компактного накопителя-источника СИ для Сибирского центра синхротронного излучения	153
6.4	Конференции, совещания, семинары	159
7	Радиофизика и электроника	163
7.1	Разработка систем, обеспечивающих питание электрофизических установок	165
7.2	Разработка систем и устройств автоматизации физических экспериментов	169
7.3	Исследования, связанные с моделированием и решением электростатических и электродинамических задач	174
7.4	Разработки для Экспериментального Производства ИЯФ	175
7.5	Статус линейного ускорителя – инжектора ТНК	175
7.6	Разработка прототипов ВЧ станций для ускорителей SIS100/300 и NESR ускорительного центра GSI, Darmstadt, Germany	178
7.7	Резонатор 700 МГц для источника рентгеновского излучения “НЕСТОР”	179
7.8	Создание прототипа промышленного линейного ускорителя 5МэВ, 300кВт	180
7.9	Модернизация ВЧ систем накопителей Сибирь-1 и Сибирь-2	182
7.10	Ускоряющие структуры для Linac4, CERN	186
7.11	Группирующий резонатор для инжектора ERL LEPP Корнеллского университета	187
8	Мощные электронные ускорители	189
8.1	Радиационные технологии и ускорители электронов серии ЭЛВ	191
8.2	Применение мощных ускорителей электронов для очистки сточных вод	192
8.3	Ускорители электронов типа ИЛУ и их применение	194
9	Физика для медицины	199
9.1	Работы по созданию основанного на ускорителе источника нейтронов	201
9.2	Детекторы рентгеновского излучения для медицины и досмотра людей	203
9.2.1	Малодозовая Цифровая Рентгенографическая Установка (МЦРУ) “ Сибирь”	203
9.2.2	Система Рентгеновского Контроля (СРК) “Сибскан” для досмотра людей	204
9.2.3	Маммография	204

Библиография	205
Список публикаций	205
Препринты	264
Авторефераты	277
Участие в конференциях	278
Соглашения о сотрудничестве	281
Состав научных сотрудников	283
Члены Российской академии наук	283
Дирекция	283
Учёный совет	283
Секции учёного совета по направлениям	284
Научные сотрудники и их публикации	287

Введение

Институт ядерной физики СО АН СССР был создан в 1958 году на базе руководимой Г.И. Будкером Лаборатории новых методов ускорения Института атомной энергии, возглавляемого И.В. Курчатовым.

Академик Г.И. Будкер был основателем и первым директором института. Со дня его смерти в 1977 году директором института, который называется теперь "Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН является академик А.Н. Скринский.

Руководство научной и производственной деятельностью института осуществляется через "Круглый стол" — Учёный Совет института.

Общее число сотрудников института составляет примерно 3000 человек. Среди них около 420 научных сотрудников, более 50 аспирантов, 760 инженеров и техников, около 350 лаборантов и 1300 рабочих. Среди научных сотрудников института 5 действительных членов Российской академии наук, 6 членов-корреспондентов РАН, около 50 докторов наук, 160 кандидатов наук.

Институт является одним из ведущих мировых центров в нескольких важных областях физики высоких энергий, управляемого термоядерного синтеза и прикладной физики. По большинству своих направлений Институт является единственным в России.

Основные направления деятельности Института

I. Проведение фундаментальных исследований.

1. Исследования в области физики элементарных частиц на основе функционирующих и создаваемых комплексов с электрон-позитронными встречными пучками.

2. Исследования в области электро- и фотоядерной физики на основе использования накопителей заряженных частиц.

3. Исследования по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу на основе систем открытого типа.

II. Разработка и создание новых уникальных установок для фундаментальных научных исследований и высоких технологий.

1. Установки со встречными электрон-позитронными пучками на сверхвысокую светимость (e^+e^- фабрики).

2. Разработка концепции и технологии линейных электрон-позитронных коллайдеров.

3. Источники синхротронного излучения.

4. Мощные лазеры на основе электронных пучков высокой энергии (лазеры на свободных электронах).

5. Высокоинтенсивный генератор термоядерных нейтронов на основе плазменной "газодинамической" ловушки.

6. Создание мощных электронных ускорителей и разработка электронно-лучевых, в том числе экологических, технологий на их основе.

7. Создание оборудования и приборов для медицинских приложений на базе ускорительных и детекторных разработок Института.

III. Участие в выполнении обязательств, предусмотренных межгосударственными, межправительственными, межведомственными соглашениями, договорами и другими документами о международном научно-техническом сотрудничестве.

IV. Подготовка и переподготовка высококвалифицированных научных кадров по специальностям:

- физика ядра и элементарных частиц;
- физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника;
- теоретическая физика;
- физика и химия плазмы;
- техника физического эксперимента;
- физика приборов;
- автоматизация физических исследований.

Ежегодно в лабораториях Института проходят практику более 200 студентов 3 - 6 курсов из НГУ и НГТУ, защищается около 90 дипломных работ на степень магистра и бакалавра.

Институт осуществляет широкое взаимовыгодное сотрудничество со многими лабораториями и промышленными предприятиями:

- более 100 экспериментальных групп из различных научных учреждений России и многих стран мира использовали и используют установки института;

- Институт тесно и активно сотрудничает с национальными лабораториями и университетами США, Германии, Англии, Франции, Италии, Китая, Японии, Нидерландов, Финляндии, Швеции, Кореи, Индии, с международным научным центром ЦЕРН; Кроме совместных научных работ Институтом выполняются и контракты на разработку передового научного оборудования для этих лабораторий;

- ИЯФ осуществляет совместные конструкторские и промышленные разработки со многими российскими предприятиями, оснащенными передовой технологией;

- более 140 созданных в ИЯФ мощных электронных ускорителей работают на различных технологических линиях в России, на Украине, в Белоруссии, Германии, Японии, Китае, Польше, Чехии, Венгрии, Румынии, Южной Кореи, Италии, Индии.

Институт является надежным партнером в проведении совместных исследований и разработок в области физики и пользуется во всем мире хорошей репутацией как поставщик высокотехнологичного оборудования для научных и производственных целей.

К числу основных достижений ИЯФ в науке и технике относятся следующие:

В области физики элементарных частиц и ядерной физики:

- пионерские работы по развитию метода встречных пучков (в настоящее время — основной метод в физике высоких энергий):

- первые эксперименты по электрон-электронному взаимодействию (одновременно со Принстон-Стэнфордскими работами), 1965 год,

- первые в мире эксперименты по электрон-позитронному взаимодействию, (1967 год),

- первое в мире наблюдение процесса двойного тормозного излучения, (1967 год),

- пионерские работы по двухфотонной физике, (1970 год);

- исследование характеристик векторных мезонов на установках со встречными электрон-позитронными пучками ВЭПП-2, ВЭПП-2М и ВЭПП-4, (с 1967 года);
- открытие явления множественного рождения адронов в электрон-позитронной аннигиляции, (1970 г.);
- прецизионное измерение вклада адронной поляризации вакуума в величину аномального магнитного момента мюона для одного из наиболее чувствительных тестов Стандартной модели, проводящегося совместно с Брукхевенской национальной лабораторией, (1984 - 2005 годы);
- разработка метода резонансной деполяризации для прецизионного измерения масс элементарных частиц, достижение рекордной точности измерения масс K^- , ρ^- , ω^- , φ^- , ψ^- - мезонов и Υ^- - мезонов, (1975-2004 гг.);
- открытие эффектов несохранения четности в атомных переходах, подтверждение единой теории электрослабого взаимодействия, (1978 г.);
- разработка метода проведения экспериментов на внутренних сверхтонких мишенях в накопителях (с 1967 года) и исследование электромагнитной структуры дейтрона в поляризационных экспериментах (с 1984 года);
- разработка метода получения интенсивных потоков меченых гамма-квантов высокой энергии на основе использования обратного комптоновского рассеяния (1980–1982 гг.); экспериментальное наблюдение расщепления фотона в кулоновском поле ядра, (1997 г.);
- развитие новых методов детектирования заряженных и нейтральных частиц высокой энергии, создание уникальных детекторов для установок со встречными пучками (ОЛЯ, КМД-1, МД-1, КМД-2, НД, СНД, КЕДР), с 1974 года;
- разработка рентгеновских детекторов для медицинских целей и создание на их основе малодозной цифровой рентгенографической установки со сверхнизким уровнем облучения пациента и системы рентгеновского контроля для досмотра людей “Сибскан” (с 1981 года).

В области теоретической физики :

- разработка резонансной теории динамического хаоса и псевдохаоса в классической и квантовой механике, (с 1959 г.);
- первое вычисление перенормировки заряда в теории Янга- Миллса, (1969 год);
- разработка метода правил сумм КХД (1979 - 1984 гг.);
- предсказание большого усиления эффектов несохранения чётности в нейтронных резонансах в тяжёлых ядрах (1980 – 1985 гг.);
- разработка теории жёстких эксклюзивных реакций в КХД (1977 -1984 гг.);
- развитие операторного подхода к квантовой электродинамике во внешних полях (1974 – 1976 гг.);
- разработка квантовой электродинамики в периодических структурах, в том числе в лазерной волне (1972 – 1997 гг.);
- развитие теории радиационных эффектов при прохождении заряженных частиц и фотонов высокой энергии через ориентированные монокристаллы, (с 1978 г.);
- вывод уравнения эволюции в КХД для распределения партонов по энергии (BFKL-уравнение) (1975 – 1997 гг.);
- предсказание эффекта когерентности при излучении глюонов в КХД и изучение его влияния на адронные распределения (1981 – 1982 гг.).

В области физики и технологии ускорителей:

- успешный многолетний опыт работы по созданию накопителей и установок со встречными пучками;

- изобретение, разработка и экспериментальная проверка метода “электронного охлаждения” для пучков тяжелых частиц, используемого в настоящее время в лабораториях всего мира; изготовление и установка эффективных “охлаждающих” на ускорительные комплексы тяжелых ионов в Германии, Китае, ЦЕРНе (1965– 2005 гг.);
- изобретение и разработка новых типов мощных ВЧ генераторов (гирокон, релятивистский клистрон, магникон), с 1967 года;
- предложение метода линейных электрон-позитронных встречных пучков с целью получения сверхвысоких энергий (1968 год), представление физически самосогласованного проекта, (1978 год);
- разработка элементов сильнополевой импульсной магнитной оптики (X-линзы, литиевые линзы), используемых в настоящее время в различных лабораториях, (с 1962 года);
- изобретение и экспериментальная проверка метода перезарядной инъекции, применяемого в настоящее время на всех крупных протонных ускорителях, (1960–1964 гг.);
- теоретические и экспериментальные исследования получения поляризованных пучков и спиновой динамики в коллайдерах и ускорителях, концептуальная разработка и создание высокоэффективных спиновых ротаторов и “сибирских змеек” для ряда ускорительных комплексов, (1966 – 1995 гг.);
- теоретические и экспериментальные исследования стохастической неустойчивости и “эффетов встречи”, ограничивающих светимость установок со встречными пучками, (с 1966 года);
- разработка физической концепции нового поколения электрон - позитронных коллайдеров с очень высоким уровнем светимости, так называемых электрон - позитронных фабрик, (с 1987 года);
- предложение и разработка метода ионизационного охлаждения мюонов для создания мюонных коллайдеров и нейтринных фабрик, (1969 -1981 - 2002);
- разработка и создание мощных электронных ускорителей малой энергии для различных технологических применений, включая защиту окружающей среды, в том числе ускорители ЭЛВ-12 с мощностью 500 кВт и энергией 1 МэВ и ИЛУ- 10 с мощностью до 50 кВт и энергией 5 МэВ, (с 1963 года);
- предложение и реализация схемы ускорителя - рекуператора для лазеров на свободных электронах с высоким КПД, (1979 - 2003 годы).

В области физики плазмы и термоядерного синтеза:

- изобретение (1954 год) и создание (1959 год) “классической” открытой магнитной ловушки (пробкотрона) для удержания горячей плазмы;
- изобретение и разработка новых схем открытых ловушек: многопробочной, с вращающейся плазмой, амбиполярной, газодинамической; экспериментальное осуществление многопробочного удержания плазмы с суб-термоядерными параметрами на ловушке ГОЛ-3; экспериментальное осуществление стабилизации МГД неустойчивостей в аксиально-симметричной газодинамической ловушке на установке ГДЛ, (с 1971 года);
- открытие бесстолкновительных ударных волн в плазме, (1961 год);
- разработка метода нагрева плазмы релятивистскими электронными пучками, (с 1971 года);
- разработка поверхностно-плазменных высокоинтенсивных источников отрицательных ионов, получивших широкое распространение во всем мире, (1969 - 1981 гг.);

- предложение и разработка концепции мощного термоядерного источника нейтронов для материаловедения на основе открытой ловушки, (с 1987 года).
- теоретическое предсказание ленгмюровского коллапса (1972 год), экспериментальное обнаружение сильной ленгмюровской турбулентности и коллапса ленгмюровских волн в магнитном поле, (1989 - 1997 гг.);
- Создание серии уникальных мощных прецизионных источников атомов водорода для исследования высокотемпературной плазмы для ряда крупных установок, (с 1997 г.)

В области синхротронного излучения и лазеров на свободных электронах:

- использование синхротронного излучения накопителей ИЯФ для различных научных и технологических целей и создание Сибирского международного центра синхротронного излучения на базе накопителей ВЭПП-2М, ВЭПП-3, ВЭПП-4 (с 1973 года);
- теоретические и экспериментальные исследования излучения частиц в периодических структурах (ондуляторы, вигглеры, кристаллы), с 1972 года;
- разработка и создание специализированных источников синхротронного излучения, (с 1983 года);
- разработка и создание одно- и двухкоординатных детекторов для экспериментов с синхротронным излучением, (с 1975 года);
- изобретение и разработка оптического клистрона (1977 год), получение генерации когерентного излучения от инфракрасной до ультрафиолетовой области спектра, (с 1980 года);
- разработка и создание мощного лазера на свободных электронах (для фотохимических исследований и технологических применений, а также для передачи энергии с Земли на спутник) на основе наиболее перспективной схемы, использующей микроотрон - рекуператор; получение мощного(400 Вт) лазерного излучения терагерцового диапазона, (с 1987 года);
- создание серии сверхпроводящих магнитных устройств с сильными полями для источников СИ и электронных накопителей (вигглеры и поворотные магниты с полем до 10 Т, соленоиды с полем до 13 Т), с 1996 года.

Лучшими работами 2006 года Ученый Совет признал.

1. ВЭПП-4 - КЕДР: с наилучшей в мире точностью измерена масса тау-лептона. Точное знание этой массы очень важно для проверки принципа лептонной универсальности.

2. ГОЛ-3: получен режим удержания горячей плазмы в гофрированном магнитном поле, при котором ее энергетическое время жизни на 2 порядка превышает время свободного вытекания. Этот результат является серьезным шагом в развитии концепции термоядерного реактора на основе многопробочной ловушки.

3. Электронное охлаждение: с помощью разработанных и изготовленных в Институте установок для электронного охлаждения ионных пучков на тяжело-ионных накопительно-ускорительных комплексах LEIR (CERN) и CSRm (IMP, Lanzhou) получено эффективное охлаждение электронными пучками с управляемым радиальным профилем. Охлажденные ионные пучки накоплены до требуемых рабочих интенсивностей и ускорены до высокой энергии.

4. Источники СИ: для источника СИ "Сибирь-2" - РИЦ Курчатовский институт - разработан и изготовлен рекордный по параметрам сверхпроводящий вигглер (21

полюс, Nb-Ti, $B_{\max} = 7,7$ Т) с нулевым расходом гелия.

5. Промышленные ускорители: промышленный ускоритель ЭЛВ-12, один из самых мощных в мире, сданный в эксплуатацию в конце 2005 года, проработал весь 2006 год в номинальном режиме (400 КВт) в системе очистки стоков красильного производственного центра в г. Тэгу - Южная Корея.

В отчетном году директору Института академику А.Н. Скринскому присуждена Государственная премия РФ “за выдающиеся достижения в области физики высоких энергий”, трем сотрудникам присуждена золотая медаль и премия РАН для молодых ученых за 2006 год (И.А. Иванов, С.В. Полосаткин и Ю.С. Суляев).

Конференции, проведенные в Институте в 2006 году:

1. Международный семинар “Избранные главы современной физики высоких энергий и физики ускорителей” - январь;
2. Международное рабочее совещание по физике электрон-позитронных столкновений при низких энергиях - февраль;
3. Международное рабочее совещание по источникам позитронов для будущих линейных коллайдеров - май;
4. 16-я Российская конференция по использованию синхротронного излучения “СИ 2006” - июль;
5. Российская конференция по ускорителям заряженных частиц (RUPAC 2006) - сентябрь.

Глава 1

Физика элементарных частиц

1.1 Детектор КМД-3

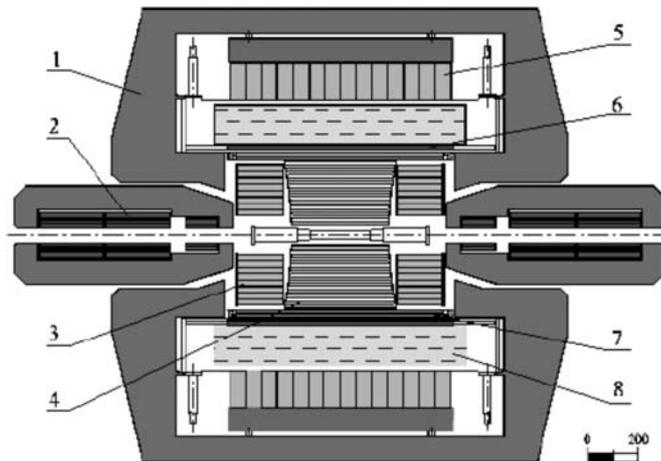


Рис. 1: Детектор КМД-3. 1 — ярмо магнита; 2 — сверхпроводящие соленоиды ВЭПП-2000; 3 — электромагнитный калориметр на основе кристаллов BGO; 4 — дрейфовая камера; 5 — электромагнитный калориметр на основе кристаллов CsI; 6 — сверхпроводящий соленоид КМД-3; 7 — Z-камера; 8 — электромагнитный калориметр на основе жидкого ксенона.

Схематический продольный разрез детектора КМД-3 показан на рис. 1.

В течение 2006 года успешно продолжались работы по изготовлению и тестированию систем детектора КМД-3 и обработке экспериментальных данных детектора КМД-2.

Завершен цикл тестовых измерений с Дрейфовой камерой детектора на частицах космического излучения, включающий в себя измерения координатного разрешения камеры и точности измерения удельных ионизационных потерь, а также отработку оцифровывающей электроники. Измеренные параметры оказались лучше, чем заложенные в проекте. По результатам тестов оцифровывающей электроники произведены необходимые доработки и запущено массовое производство оцифровывающей электроники.

Z-камера, служащая для точного измерения координат трека и триггера, установлена в детектор в зале накопителя ВЭПП-2000 вместе с электроникой считывания и оцифровки данных. Подготавливается программное обеспечение системы сбора данных и реконструкции событий в этой системе детектора.

В рамках программы испытаний сверхпроводящего соленоида было получено магнитное поле напряженностью 0,15 Тл. В настоящее время соленоид полностью собран для стендовых испытаний вместе с системами ввода магнитного поля и криогенного обеспечения. До конца года будут проведены его испытания с рабочим магнитным полем.

В мастерских Института завершено производство 2500 каналов координатной электроники электромагнитного калориметра детектора на основе жидкого ксенона. Проведена ее настройка и тестирование. Ведется подготовка систем калориметра к экспериментам с использованием космических частиц, которые позволят измерить его физические параметры и развить программное обеспечение системы сбора данных и реконструкции событий. Эксперименты запланированы на конец 2006 года.

Изготовлены 46 (из 72) модулей цилиндрического электромагнитного калориметра на основе кристаллов CsI. Завершено производство и настройка аналоговой части электроники. Два октанта калориметра собраны, установлены в детектор в зале ВЭПП-2000 и с ними ведутся измерения физических характеристик.

Полностью подготовлен к сборке в детекторе торцевой электромагнитный калориметр на основе кристаллов BGO. Близятся к концу работы по изготовлению и испытаниям системы термостабилизации, и производству радиочастотных кабелей. Практически завершена разработка программ моделирования и реконструкции калориметра.

В 2006 году изготовлены и испытаны в сборе с ЗЧУ сигнальные образцы блоков усилителей-формирователей-оцифровщиков (УФО-32), которые будут использоваться во всех калориметрических системах детектора. Закончена разработка архитектуры и начато проектирование и тестирование блоков электроники триггера детектора и аппаратуры, обеспечивающей сбор информации с отдельных оцифровывающих устройств, построение события и его передачу в компьютерную сеть.

Продолжилась обработка данных экспериментов с детектором КМД-2. Анализ динамики процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ в районе энергий вблизи резонанса $\phi(1020)$ позволил определить величину контактной амплитуды этого распада:

$$a = 0.101 \pm 0.044(\text{стат}) \pm 0.017(\text{сист})$$

и ее фазу

$$\phi = -2.91 \pm 0.044(\text{стат}) \pm 0.017(\text{сист}).$$

Таким образом, эти измерения дают указание на существование контактной амплитуды распада $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ со статистической достоверностью, превышающей три стандартных отклонения.

Проведен анализ процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ в диапазонах энергий в системе центра масс пучков от 370 до 520 МэВ, от 600 до 1000 МэВ и от 1040 до 1380 МэВ. В каждом из диапазонов сечения рождения пары пионов были измерены с рекордно малой систематической ошибкой, что позволило существенно улучшить вычисление вклада адронной поляризации вакуума в величину аномального магнитного момента мюона. Впервые в области малых энергий с точностью на уровне одного процента получено экспериментальное подтверждение квантовоэлектродинамических расчетов сечения рождения пары мюонов. Разница, в среднем по всем энергиям, составила $(2.0 \pm 1.3(\text{стат}) \pm 0.7(\text{сист}))\%$.

В работе принимали участие:

Анисенков А.В., Аульченко В.М., Ахметшин Р.Р., Баштовой Н.С., Барков Л.М., Банзаров В.Ш., Бондарь А.Е., Брагин А.В., Воробьев А.И., Горбачев Д.А., Гребенюк А.А., Григорьев Д.Н., Епифанов Д.А., Зайцев А.С., Зверев С.Г., Зинченко А.В., Игнатов Ф.В., Казанин В.Ф., Карпов С.В., Кахута К.И., Козырев А.Н., Кроковный П.П., Кузьмин А.С., Логашенко И.Б., Лукин П.А., Михайлов К.Ю., Никулин М.А., Охалкин В.С., Пестов Ю.Н., Пирогов С.А., Попов А.С., Попов Ю.С., Прийменко Л.А., Рыскулов Н.М., Рубан А.А., Редин С.И., Сибидапов А.Л., Снопков И.Г., Солодов Е.П., Тальшев А.А., Титов В.М., Федотович Г.В., Хазин Б.И., Шварц Б.А., Эйдельман С.И., Юдин Ю.В.

Институт Ядерной Физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск

Робертс Б.Л. (*Бостонский Университет, Бостон, США*)

Ф. Гранканьоло (*Университет Лечче, Лечче, Италия*)

1.2 Детектор СНД

1. Модернизация СНД и подготовка к экспериментам на ВЭПП-2000.

В 2006 году полностью завершено изготовление трековой системы СНД, имеющей цилиндрическую форму и состоящей из двадцати четырех девятислойных дрейфовых ячеек струйного типа и пропорциональной камеры, расположенной вблизи внешней обечайки. В системе установлено 1296 проволок, проведена распайка высоковольтных кроссов и сигнальных кабелей, проведены проверки качества сборки, высоковольтные испытания и тесты на герметичность. Общее количество сигнальных элементов - 516, количество каналов оцифровывающей электроники - 948. В конце 2006 года трековая система установлена в экспериментальном зале ВЭПП-2000, подключена к высоковольтной, регистрирующей электронике и системе подачи газа и подготовлена к включению.

В 2006 году были завершены тесты по долговременной стабильности первого полноразмерного тестового счетчика с аэрогелем с показателем преломления $n = 1.13$. Тесты проводились с начала 2005 по март 2006. В качестве источника частиц использовался поток космических мюонов с импульсом $p > 1 \text{ ГэВ}/c$, что позволило отобрать мюоны с величиной черенковского излучения более 95% от максимальной. Измерения показали, что средняя величина сигнала с черенковского счетчика уменьшается по экспоненциальному закону с характерным временем $\tau \approx 3$ года. Это изменение сигнала связано с уменьшением длины поглощения света в аэрогеле, которая зависит от окисляющихся примесей металлов в аэрогеле. Для уменьшения влияния атмосферной влаги, в 2006 году изготовлен корпус системы аэрогелевых черенковских счетчиков, выполненный в виде трех отдельных сегментов, каждый из которых имеет цельно-сварную конструкцию.

Мюонная система СНД состоит из 16 модулей газовых пропорциональных счетчиков и 18 сцинтилляционных счетчиков на основе пластического сцинтиллятора. Система газовых пропорциональных счетчиков - полностью новая, сцинтилляционные счетчики - те же, что использовались ранее в экспериментах на ВЭПП-2М. В 2006 году были изготовлены и прошли проверку все модули пропорциональных камер, разработана электроника и начато ее изготовление. Проведено тестирование всех фотоумножителей сцинтилляционных счетчиков. В 2007 году планируется подготовить мюонную систему к работе, установить ее на детектор и подключить к системе считывания.

В 2006 году закончено изготовление первичного триггера трековой системы. В настоящее время электроника двух основных подсистем детектора, калориметра и трековой системы, укомплектована и готова к работе. Ведется ее тестирование в электронной пультовой детектора.

В этом же году была продолжена разработка программного обеспечения (ПО) системы сбора данных для нового эксперимента:

- Реализована проверка и калибровка электроники, чтение событий с калориметра.
- Адаптирована программа визуализации событий с предыдущего эксперимента, начаты работы по созданию библиотеки отладочной визуализации.
- Включены в систему сбора данных схемы измерения загрузок (пересчетки). Выполнены: блокировка запусков, синхронизация заходов с чтением пересчетов, отображение в интерфейсе оператора живого времени и данных с пересчетов. Организована передача данных в систему управления ВЭПП-2000.

- Система запущена в конфигурации с сетевым диском в качестве разделяемого буфера.
- Исследована зависимость живого времени от загрузки с генератором случайных запусков (просчеты составили 8% при частоте 1 кГц и потоке данных 4 Мбайт/сек).
- Реализовано чтение событий из дрейфовой камеры, запись их как в полном, так и сокращенном формате.
- По результатам тестовых и эксплуатационных заходов исправлены ошибки, улучшена эффективность работы системы.

В 2006 г. были подготовлены все программы калибровки и проверки калориметра, собрана схема запуска детектора от сигнала СТ – строб (СТ вырабатывается, если энерговыделение в одной из "башен NaI" превышает 30 МэВ). В конце 2006 г. работоспособность и надёжность электроники калориметра и системы сбора данных были проверены в длительном "заходе" по регистрации космического излучения. "Заход" продолжался четыре недели.

Для аппаратного отбора событий (первичный триггер) использовался только сигнал СТ. Частота срабатывания первичного триггера и записи событий на диск составляла 200 – 250 Гц. Был осуществлён программный отбор событий (третичный триггер).

Перед записью космических событий измерялись пьедесталы АЦП, проводились генераторные калибровки усилителей-формирователей и АЦП. Записанные события обрабатывались и определялись калибровочные коэффициенты для перевода оцифрованного сигнала со счётчиков в энерговыделение в МэВ. Прошедший "заход" показал, что калориметр находится в удовлетворительном состоянии и готов к экспериментам на ВЭПП-2000.

В целях подготовки эксперимента по измерению нуклонных формфакторов изготовлен стенд для измерения временного и амплитудного разрешения на основе счетчика с кристаллом NaI(Tl) на вакуумном фототриоде. Измерения проводятся на космических частицах, энерговыделение составляет около 40 МэВ. Получено временное разрешение, близкое к 3 нс с различными вариантами формирующей электроники. Этот результат согласуется с оценками по моделированию. Сейчас дополнительно изучаются возможности разных схем электроники, чтобы выработать конкретные рекомендации для создания нового канала оцифровки калориметра с измерением времени прохождения частиц.

Было проведено моделирование на основе пакета GEANT4 аннигиляции анти-нуклонов в веществе и для аннигиляции антипротонов было проведено сравнение с экспериментом. Сравнение выявило большие отличия между экспериментом и моделированием $\sim 100\%$. Потребуется адаптация параметров моделирования к нашему случаю и, может быть, поиск путей улучшения моделирования для процессов аннигиляции частиц на веществе.

2. Обработка данных с ВЭПП-2М.

В 2006 году была опубликована статья, посвященная измерению сечения процесса $e^+e^- \rightarrow K_S K_L$ в интервале энергии $\sqrt{s} = 1.04 \div 1.38$ ГэВ. Полная интегральная светимость в эксперименте составила 9.1 пб^{-1} . При энергии $\sqrt{s} \geq 1.2$ ГэВ наблюдается превышение величины измеренного сечения над предсказаниями модели векторной

доминантности с учетом только $\rho(770)$, $\omega(783)$ и $\phi(1020)$ мезонов. Измеренное сечение согласуется с предыдущими экспериментами.

Завершена обработка процесса $e^+e^- \rightarrow \eta\gamma$ в каналах распада $\eta \rightarrow 3\pi^0$ и $\eta \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$. Измерено сечение этого процесса в области энергий \sqrt{s} от 600 до 1380 МэВ. В рамках Модели векторной доминантности проведен анализ энергетической зависимости измеренного сечения с учетом вкладов $\rho(770)$, $\omega(783)$, $\phi(1020)$, $\rho'(1465)$ резонансов. Определены параметры мезонов:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\rho\eta\gamma} &= (0.273 \pm 0.031 \pm 0.006) \text{ нб}, \\
 \sigma_{\omega\eta\gamma} &= (0.795 \pm 0.080 \pm 0.017) \text{ нб}, \\
 \varphi_{\omega} &= (12.0 \pm 7.9 \pm 0.3)^\circ, \\
 \sigma_{\phi \rightarrow \eta\gamma} &= (57.14 \pm 0.82 \pm 1.26) \text{ нб}, \\
 \varphi_{\phi} &= (170 \pm 13 \pm 4)^\circ, \\
 \sigma_{\rho'\eta\gamma} &= (0.020 \pm 0.019 \pm 0.001) \text{ нб}, \\
 \varphi_{\rho'} &= (61 \pm 31 \pm 2)^\circ,
 \end{aligned} \tag{1.1}$$

с точностью на уровне или лучше табличных данных и согласующиеся с предыдущими измерениями. Следует отметить, что в этой работе проведена аппроксимация сечения $e^+e^- \rightarrow \eta\gamma$ со свободными фазами и полученные значения вероятностей распада не зависят от модельных предположений об этих фазах.

На рис.1 приведены результаты измерения сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \eta\gamma$.

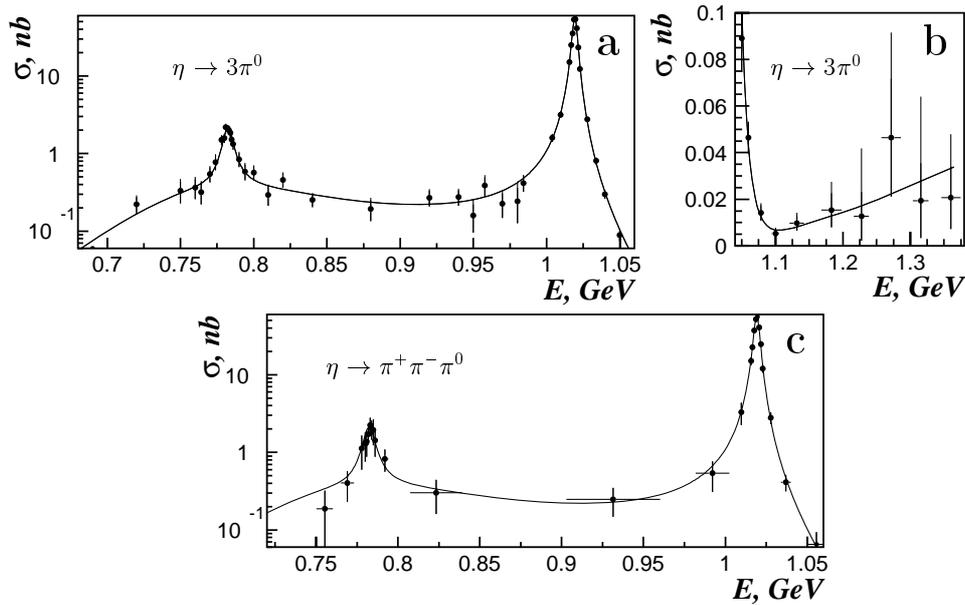


Рис. 1: Сечение процесса $e^+e^- \rightarrow \eta\gamma$ измеренное в модах распада $\eta \rightarrow 3\pi^0$ (a,b) и $\eta \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ (c).

Продолжается анализ процессов $e^+e^- \rightarrow \pi^0\gamma$, $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$, $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ ($2E > 1$ ГэВ), $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\gamma\gamma$ и ряда других, записанных в течение цикла экспериментов на ВЭПП-2М с детектором СНД.

3. Участие в международных проектах.

За 2006 год коллаборацией BABAR опубликовано 66 статей, пять из которых были подготовлены с определяющим вкладом группы ИЯФ. Это одно из наиболее точных измерений элемента матрицы Кабиббо-Кобаяши-Маскавы $|V_{ub}|$ по инклюзивным бесшармовым распадам В-мезонов, измерение переходных формфакторов η

и η' мезонов при q^2 фотона 112 GeV и три работы по измерению адронных сечений методом радиационного возврата. Были измерены сечения процессов $e^+e^- \rightarrow p\bar{p}$, $e^+e^- \rightarrow 3(\pi^+\pi^-)$, $2(\pi^+\pi^-\pi^0)$, $K^+K^-2(\pi^+\pi^-)$ для энергий от порога реакции до 4.5 ГэВ, а также сечение реакции $e^+e^- \rightarrow \phi f_0(980)$. В последней реакции обнаружена относительно узкая структура с шириной около 60 МэВ при энергии 2175 МэВ (рис. 2), которая может быть ассоциирована с ранее не наблюдавшимся векторным мезоном s , возможно, экзотической четырехкварковой структурой ($s\bar{s}\bar{s}\bar{s}$).

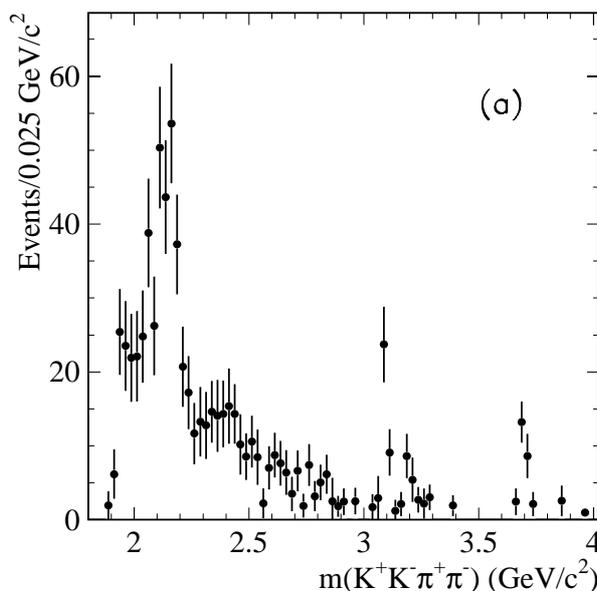


Рис. 2: Спектр инвариантных масс ϕ и f_0 мезонов в реакции $e^+e^- \rightarrow \phi f_0(980)$.

4. Развитие экспериментальной методики.

Совместно с лабораторией 3-12 в отчетном году в соответствии с контрактом с Институтом кристаллографии им. Шубникова РАН (г. Москва) осуществлена поставка детектора рентгеновского излучения ОД-3 с асимметричным катодом для работы на экспериментальном канале в Курчатовском Центре Синхротронного Излучения (КИСИ, г.Москва). Начаты работы по модернизации детектора ОД-3, включающие усовершенствование конструкции детектора и перевод его электроники на новую элементную базу. Основные цели модернизации: улучшение метрологических и эксплуатационных свойств детектора, увеличение надежности, повышение компактности и эргономичности установки. В 2007 году планируется изготовить и испытать первый детектор серии ОД-3М.

В работе принимали участие: (Лаб.3-1, с.3-12, лаб.3-2)

М.Н.Ачасов, В.М.Аульченко, К.И.Белобородов, А.В.Бердюгин, А.Г.Богданчиков, А.А.Ботов, А.Д.Букин, Д.А.Букин, А.В.Васильев, В.Б.Голубев, Т.В.Димова, В.П.Дружинин, Д.П.Коврижин, А.А.Король, С.В.Кошуба, А.Е.Образовский, Е.В.Пахтусова, В.М.Попов, С.И.Середняков, З.К.Силагадзе, К.Ю.Сковпень, Ю.В.Усов, П.В.Филатов, А.Г.Харламов, Д.А.Штоль, А.Н.Шукаев.

1.3 Детектор КЕДР

Детектор КЕДР – это универсальный магнитный детектор, ведущий эксперименты на e^-e^+ -коллайдере ВЭПП-4М в области энергий от 3 до 11 ГэВ в системе центра масс. Детектор КЕДР состоит из следующих основных систем (Рис. 1): вершинный детектор, дрейфовая камера, аэрогелевые черенковские счетчики, времяпролетные сцинтилляционные счетчики, электромагнитный калориметр на основе жидкого криптона в барели, торцевой электромагнитный калориметр на основе кристаллов CsI, сверхпроводящая магнитная катушка, мюонная система, система регистрации рассеянных электронов и монитор светимости.

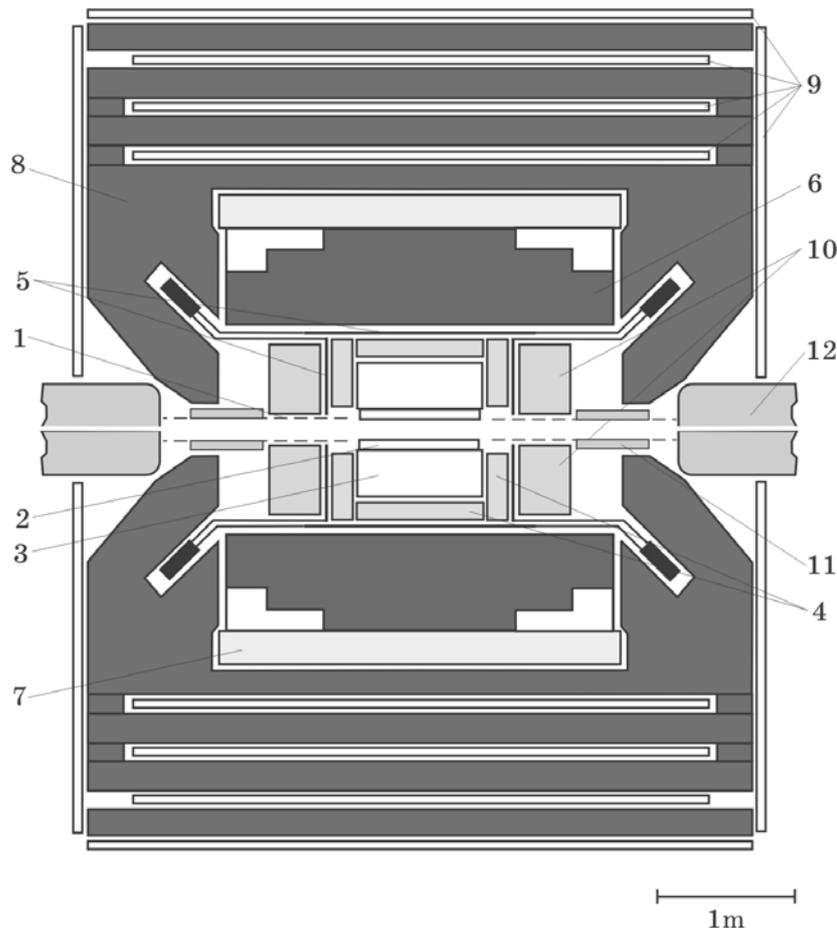


Рис. 1: Детектор КЕДР. 1 - вакуумная труба ускорителя, 2 - вершинный детектор, 3 - дрейфовая камера, 4 - аэрогелевые пороговые счетчики, 5 - времяпролетные счетчики, 6 - барельный жидкокриптоновый калориметр, 7 - сверхпроводящая катушка, 8 - ярмо, 9 - мюонные камеры, 10 - торцевой CsI калориметр, 11 - компенсирующая катушка, 12 - квадруполь.

Вершинный детектор. Вершинная камера детектора КЕДР (или вершинный детектор, ВД) расположена между дрейфовой камерой и вакуумной трубой накопителя и увеличивает перекрываемый координатной системой телесный угол до 98%. ВД состоит из 312 цилиндрических дрейфовых трубок длиной 670 мм и диаметром 10 мм, установленных в 6 концентрических слоях вокруг вакуумной камеры. Дрейфовая трубка представляет собой цилиндрический катод из однослойного алюминия-

зированного лавсана толщиной 20 мкм, заполненный газовой смесью, и центральную проволочку — анод. Трубки работают в режиме пропорционального усиления и позволяют измерять расстояние трека заряженной частицы до центра трубки по времени дрейфа ионизации к аноду. Особенностью такой конструкции камеры является малое количество вещества на пути частицы (около 0.2% радиационной длины). Амплитуда аналогового сигнала и координата вдоль проволочки в используемой схеме не измеряется.

В качестве рабочей газовой смеси для ВД в настоящее время используется аргон с добавлением 30% углекислоты под избыточным давлением около 0.1 атм. Для снабжения ВД газом используется газовая система со смешиванием компонент в потоке.

При работе в составе детектора информация с ВД обрабатывается совместно с данными дрейфовой камеры для восстановления треков заряженных частиц. Кроме того, срабатывание трубочек ВД используется для формирования решения вторичного триггера, что позволяет уменьшить вклад фоновых событий в потоке данных с детектора.

Пространственное разрешение, полученное в дрейфовой трубке на прототипе ВД со смесью аргона и углекислоты, составляет около 100 мкм. При работе с космическими треками на ВД было получено разрешение около 170 мкм. Дальнейшее улучшение разрешения возможно при увеличении газового усиления в дрейфовых трубках (которое на настоящий момент составляет около 10^5). Однако, это ограничивается ростом ложных срабатываний, вызванных наводками между каналами электроники. В настоящее время реализуется проект модернизации предварительных усилителей с целью подавления наводок.

Дрейфовая камера. Дрейфовая камера детектора КЕДР имеет цилиндрическую форму, ее длина равна 1100 мм, внутренний радиус — 125 мм, внешний радиус — 535 мм. В дрейфовой камере детектора используется ячейка джетового типа с шестью анодными проволочками. Расстояние дрейфа около 30 мм. В качестве рабочего газа используется чистый диметиловый эфир (ДМЭ). Использование ДМЭ в ячейке нашего типа с большой длиной дрейфа, в которой координатное разрешение ограничено диффузией, позволило получать среднее по ячейке пространственное разрешение лучше 100 мкм.

Камера содержит около 32000 проволочек, из них 1512 анодных. Длина проволочек 970 мм. Проволочки образуют семь суперслоев ячеек — четыре аксиальных с проволочками параллельными оси пучков и три стерео с углом наклона проволочек с осью камеры ± 100 мрад для измерения координаты вдоль проволочки. Всего производится 42 измерения координаты и ионизационных потерь для частицы, пересекающей всю камеру. Телесный угол для частиц, проходящих через три суперслоя, составляет 87% и уменьшается до 70% при пересечении всех семи суперслоев.

Проектное импульсное разрешение при измерении только по ДК при напряженности магнитного поля 1 Тл, 42 измерениях координаты с точностью 100 мкм и измерительной базе 370 мм равно:

$$(dPt/Pt)^2 = (0.004)^2 + (0.01 \times P)^2,$$

где P — импульс частицы в ГэВ/с. При установленном в этом сезоне магнитном поле 0.65 Тл и отключенном из-за закороток седьмом суперслое, что существенно уменьшило измерительную базу, достигнуто разрешение

$$(dPt/Pt)^2 = (0.034 \times P)^2.$$

При 42 измерениях ионизационных потерь проектное разрешение по dE/dx составляет 10.3%, что обеспечивает π/K разделение до 600 МэВ/с и K/p разделение до 1200 МэВ/с на уровне 2 сигма.

В 2006 все системы работали в штатном режиме, за время эксперимента не появилось новых нерабочих каналов электроники. Газовая система работала в режиме стабилизации давления. Во время эксперимента все параметры ДК контролируются, записываются в базу данных и используются при обработке статистики.

Существует программа реконструкции событий в ДК. Среднее пространственное разрешение составило 115 мкм в аксиальных слоях и 210 мкм в стерео слоях. Совместно с Институтом Катализа РАН ведутся работы по доводке технологии синтеза и очистки ДМЭ.

Продолжается работа по совершенствованию программного обеспечения ДК. Доработано моделирование, учитывающее состояние параметров ДК в течение заходов, данные моделирования и эксперимента согласуются. Продолжается работа по идентификации частиц по ионизационным потерям.

Ведутся работы по изготовлению новой ДК - начато производство прототипа, идет производство элементов ДК в цехе.

Аэрогелевые черенковские счетчики. Пороговые черенковские счетчики детектора КЕДР используют аэрогель с показателем преломления 1.05 в качестве радиатора излучения. Сбор черенковского света происходит на пластины с переизлучателями спектра, где переизлученный свет захватывается в угол полного внутреннего отражения и транспортируется до фотоумножителя. Для регистрации света используются ФЭУ с микроканальными пластинами. Система состоит из 160 счетчиков, расположенных в двух слоях. Счетчики первого и второго слоя ориентированы таким образом, чтобы при пролете частицы через шифтер в одном из слоев в другом она пролетала только через аэрогель. Большинство частиц пролетает через аэрогель в обоих слоях, в этом случае качество идентификации частиц будет лучше.

Система аэрогелевых счетчиков позволяет разделять π и K мезоны в диапазоне импульсов от 600 до 1500 МэВ/с. В 2003 году в детектор был установлен один слой системы. С 2004 года система участвует в наборе статистики детектора КЕДР.

В течении 2006 года были закончены основные работы по изготовлению счетчиков второго слоя системы, была разработана конструкция крепления ФЭУ в корпусе детектора исключая движение ФЭУ в магнитном поле. Ведутся работы по калибровке допороговой эффективности счетчиков и по доведению программного обеспечения реконструкции и идентификации частиц в составе общей реконструкции детектора.

Времяпролетные сцинтилляционные счетчики. Времяпролетная система детектора КЕДР состоит из 32 продольных счетчиков и 64 торцевых, покрывая 95% от полного телесного угла. Каждый из продольных счетчиков просматривается двумя фотоумножителями (ФЭУ), что обеспечивает высокую эффективность регистрации, более 99%, для заряженных частиц. Проведенные в полном объеме калибровки параметров системы позволили реконструировать время пролета для частиц с точностью близкой к проектной. Так, для продольных счетчиков среднее разрешение по времени пролета составляет 350 пкс, для торцевых — 320 пкс. Такое временное разрешение соответствует разделению π/K до импульсов 680 МэВ/с.

В рамках общей реконструкции событий был написан пакет прикладных программ для идентификации частиц по времени пролета. С помощью этого пакета были получены результаты по инклюзивному выходу адронов, выделение которых без использования информации с времяпролетной системы невозможно.

Барельный электромагнитный калориметр на основе жидкого криптона. LKr калориметр представляет собой набор цилиндрических ионизационных камер с жидким криптоном в качестве рабочего вещества. Внутренний радиус калориметра 75 см, толщина 68 см или 14.8 радиационных длин. Масса жидкого криптона равна 27 тоннам. Electroды ионизационных камер изготовлены из фольгированного стеклотекстолита толщиной 0.5 мм. Зазор анод-катод в камерах равен 19.5 мм, рабочее напряжение — 1 кВ. Высоковольтные электроды ионизационных камер калориметра разбиты на прямоугольники, соединенные между собой по радиусу так, что образуют ячейки ("башни") калориметра, ориентированные на место встречи. По радиусу калориметр имеет три слоя таких ячеек. Заземленные электроды первого слоя разбиты на полоски для измерения координат. Общее число каналов регистрирующей электроники калориметра равно 7240, из них 2304 канала предназначены для измерения энергии и 4936 — для измерения координат.

С начала 2004 года калориметр заполнен жидким криптоном и, в составе детектора КЕДР, участвует в физических экспериментах на ускорителе. На экспериментальных событиях были измерены некоторые физические параметры калориметра. Энергетическое разрешение для больших энергий было получено на событиях электрон-позитронного рассеяния и составило 3.0 ± 0.1 %. Ожидаемое разрешение для этих энергий — 2.3 %. В спектре инвариантных масс для двух фотонов четко виден пик от распадов нейтрального π -мезона. Измеренное разрешение калориметра по инвариантной массе π^0 -мезона равно 9.5 ± 0.5 МэВ (в моделировании — 8.5 МэВ). На космических событиях получено пространственное разрешение для минимально ионизирующих частиц, которое составило (0.7 - 0.8) мрад, что хорошо согласуется с ожидаемым разрешением.

Торцевой электромагнитный калориметр на основе кристаллов CsI. Торцевой калориметр детектора КЕДР изготовлен на основе кристаллов CsI(Na). Толщина калориметра составляет 300 мм или 16.2 радиационных длин. Он охватывает область полярного угла от 6° до 38° , что соответствует $0.21 \times 4\pi$ телесного угла. Калориметр включает 1232 кристалла, из них 1184 кристалла имеют размеры $60 \times 60 \times 150$ мм³, и 48 кристаллов имеют размеры $60 \times 60 \times 300$ мм³. Сцинтилляционный свет регистрируется при помощи вакуумных фототриодов, снабженных зарядо-чувствительными предусилителями. Сигнал с предусилителей поступает на усилители-формирователи Ф15, а затем, оцифровывается при помощи АЦП А32.

Для контроля работы калориметра ежедневно проводилось измерение пьедесталов АЦП и калибровка электроники при помощи тестового генератора. Также, два раза в неделю проводился набор статистики на космических частицах. Нестабильность пьедесталов между калибровками составляла около 0.5 канала АЦП. Стабильность электроники калориметра для большинства каналов была не хуже 1%. В то же время имеется заметное число каналов ($\simeq 64$), параметры которых значительно хуже проектных. Такое поведение объясняется нестабильной работой фототриодов в магнитном поле.

Полные шумы электронного тракта калориметра соответствуют уровню 400 кэВ.

Мюонная система.

Система состоит из 88 блоков стриммерных трубок объединенных в три слоя и расположенных внутри магнитного ядра детектора. Полное число каналов 544.

В настоящий момент в системе неисправны 9 каналов, распределенных по 8 блокам, и 21 канал в 3 блоках. Два малых блока не работают полностью. Эти неисправности планируется устранить при следующей частичной разборке системы.

Среднее разрешение по продольной координате составляет 3.5 см. Это разрешение

не превышает погрешности, вносимой многократным рассеянием в веществе детектора для мюона, выходящего из места встречи с энергией 1.5 ГэВ. Эффективность регистрации слоя системы в среднем по системе составляет около 95%, что позволяет надежно регистрировать и идентифицировать частицы, выходящие из места встречи, по пробегу.

Для стабилизации соотношения компонентов газовой смеси управление потоками газов было автоматизировано с помощью блока управления контроллерами потоков, закончена доработка соответствующего программного обеспечения, его надежность не вызывает нареканий. Из-за недостаточной надежности камерной электроники была начата разработка нового варианта усилителей-формирователей и экспандеров на современной элементной базе.

Мюонная система принимает участие в наборе статистики в составе детектора КЕДР во всех экспериментах. Регулярная проверка состояния системы проводится с помощью калибровок по генератору и космическим событиям, мониторинг системы осуществляется по набранным в эксперименте данным.

Система рассеянных электронов. Система Регистрации Рассеянных Электронов (СРРЭ) предназначена для изучения процессов $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma \rightarrow e^+e^- X$, Измерение энергии рассеянных частиц e^+ и e^- позволяет восстановить параметры рожденной системы X . Энергию рассеянных частиц можно определить, измеряя их отклонение от оси основного пучка в поперечных полях магнитной структуры коллайдера ВЭПП-4М.

СРРЭ детектора КЕДР состоит из двух комплектов по четыре блока регистрации, расположенных по обе стороны от места встречи на расстоянии от 4 до 16 метров. Каждый блок содержит шесть двойных плоскостей из дрейфовых трубок диаметром 6 мм, которые используются для регистрации рассеянных электронов и позитронов.

СРРЭ позволяет определять энергию квази-реального фотона с точностью (0.2–0.5)% в интервале 50–1000 МэВ и инвариантную массу рожденной системы с точностью 5–10 МэВ при энергии 1 ГэВ. Разрешение по энергии определяется, в основном, угловым и энергетическим разбросом пучке. Вклад от координатного разрешения трубок не является определяющим при пространственном разрешении лучше 0.5 мм.

Проводится совместная обработка данных СРРЭ и монитора светимости. Использование информации из СРРЭ помогает проводить калибровку монитора светимости.

Монитор светимости. Оперативное измерение светимости на детекторе КЕДР производится системой LM (Luminosity Monitor) по частоте Однократного Тормозного Излучения (ОТИ) ($ee \rightarrow e^+e^-\gamma$). Фотоны ОТИ от электронного и позитронного пучков с энергией больше 300 МэВ регистрируются при помощи двух сэндвичей (свинец-сцинтиллятор, $18X_0$). Каждый сэндвич состоит из 4 блоков, которые просматриваются 16 ФЭУ. Всего система имеет 40 амплитудных каналов. Для измерения положения пучка в месте встречи используются две двухкоординатные индукционные камеры, расположенные перед сэндвичами. Фотоны ОТИ конвертируют в свинце толщиной 2 мм, а электроны и позитроны регистрируются камерой.

Проектное разрешение сэндвичей около 4% на энергии 1 ГэВ. Достигнутое разрешение 6–7%. Однако при работе в области Ψ -резонансов данный факт слабо влияет на физические результаты. Относительная точность измерения светимости 3–4%, абсолютная точность около 5%.

Регулярные измерения и коррекции орбиты обеспечивают стабильность измерения светимости с уходами меньше 5%. Начата совместная обработка информации LM и системы регистрации рассеянных электронов для улучшения калибровки сэндвичей.

Триггер. Целью триггера является on-line отбор событий, интересных для физики, при приемлемой загрузке от событий фона. Триггер детектора КЕДР состоит из двух уровней, первичного триггера (ПТ) и вторичного триггера (ВТ). Для ПТ используется информация от сцинтилляционных счетчиков и барельного и торцевого калориметров. Для ВТ в дополнение к этим системам используются сигналы с дрейфовой камеры, вершинного детектора и мюонной системы, а также с системы регистрации рассеянных электронов. По сигналам от систем вырабатываются логические "аргументы" триггера. Условия на ПТ и ВТ представляют собой логическую сумму логических произведений этих аргументов. ПТ вырабатывает решение за время 450 нс, ВТ — за время 18 мкс.

Условия отбора триггера нацелены на запуск от двух заряженных частиц с $P_{\perp} > 50$ МэВ и от двух или трех нейтральных частиц с условием, что у одной из них энергия больше 500 МэВ.

Система криогенного обеспечения детектора КЕДР.

В 2006 году криогенная система детектора КЕДР работала в полном объёме, обеспечивая функциональность криогенных компонент детектора КЕДР в экспериментах на накопителе ВЭПП-4М. Её основные элементы — жидкокриптоновый калориметр и сверхпроводящие соленоиды.

Центральный электромагнитный калориметр заполнен 27 тоннами жидкого криптона и термостатируется на уровне 119–120 К постоянно в течение более двух лет. В качестве хладагента используется жидкий азот, периодически прокачиваемый через трубку теплообменника, встроенного в корпус криостата калориметра.

Хранение и выдача жидкого азота осуществляется при помощи двух резервуаров суммарной вместимостью свыше 100 тонн. Один из них используется дополнительно в качестве газификатора для обдува теплым азотом дрейфовой камеры детектора, что существенно улучшает её физические параметры. Основанная на жидком гелии сверхпроводящая магнитная система состоит из центрального основного и двух компенсирующих соленоидов. В основном соленоиде получено магнитное поле 0.65 Тл. Неудача в изготовлении сверхпроводника с высоким критическим током для источника питания соленоида не позволила достичь проектного поля 1.83 Тл. Темп подъёма поля остался прежним: 0.086 Тл в сутки.

Охлаждаемые токовводы, рассчитанные на ток до 300 А, позволяют получить проектное поле 6,55 Тл в компенсирующих магнитах. В рабочем сезоне 2006 года поле в компенсирующих магнитах выставлялось на уровне 2,35 Тл.

Гелиевый рефрижератор обеспечивает расход жидкого гелия до 1100 литров в сутки в дроссельном режиме. За счёт включения поршневого детандера суточный расход жидкого гелия снижается до 600 литров. Проведённая еще в 2005 году модернизация вакуумной системы гелиепроводов и замена изношенных элементов детандера позволили добиться рекордно низкого потребления жидкого гелия - до 400 литров в сутки.

Основные результаты детектора КЕДР за 2006 год.

В 2006 детектор КЕДР производил набор статистики вблизи порога рождения τ -лептона, а также в области резонанса ψ' (Рис. 2).

Записанный интеграл светимости составил 7.4 пбн^{-1} , средняя светимость во время записи заходов составила $0.99 \cdot 10^{30} \text{ см}^{-2}\text{сек}^{-1}$.

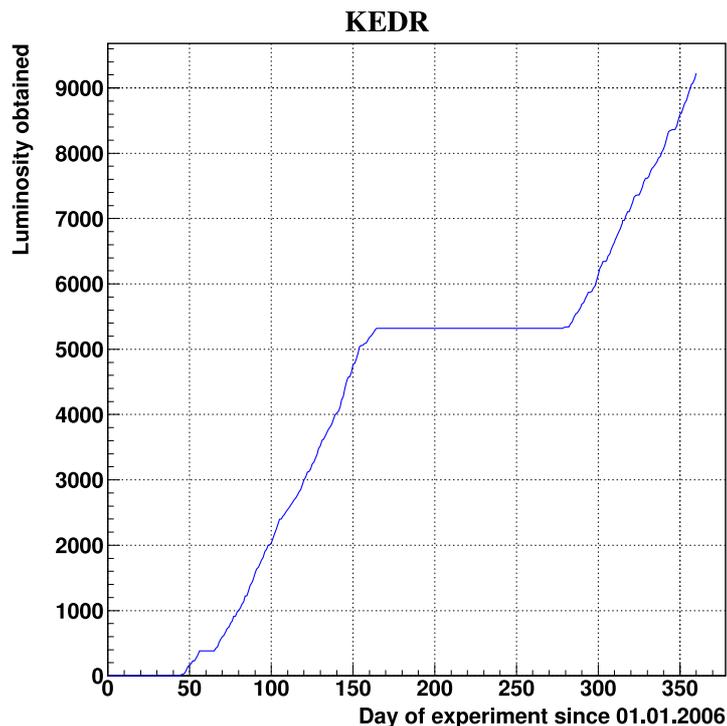


Рис. 2: Темп набора интеграла светимости.

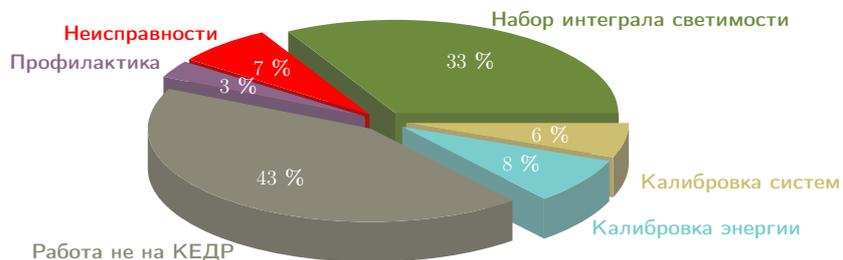


Рис. 3: Распределение по затратам времени.



Рис. 4: Доля поломок по системам.

Распределение затрат времени и поломки по системам представлены на Рисунках 3 и 4 соответственно.

Основными целями эксперимента являлись точное измерение массы τ -лептона, изучение распадов ψ' , в частности, измерение вероятности его распада на $\tau^+\tau^-$ -пару.

Точное измерение массы τ -лептона при известных значениях его времени жизни и вероятности распада на электрон, нейтрино и антинейтрино позволяет произвести проверку гипотезы лептонной универсальности, одного из основных постулатов теории электрослабого взаимодействия. К настоящему моменту масса τ -лептона была измерена с нужной точностью лишь в одном эксперименте [1], к которому имеется ряд вопросов [2].

Предварительные результаты по сечению рождения τ -лептона вблизи порога представлены на Рис. 5.

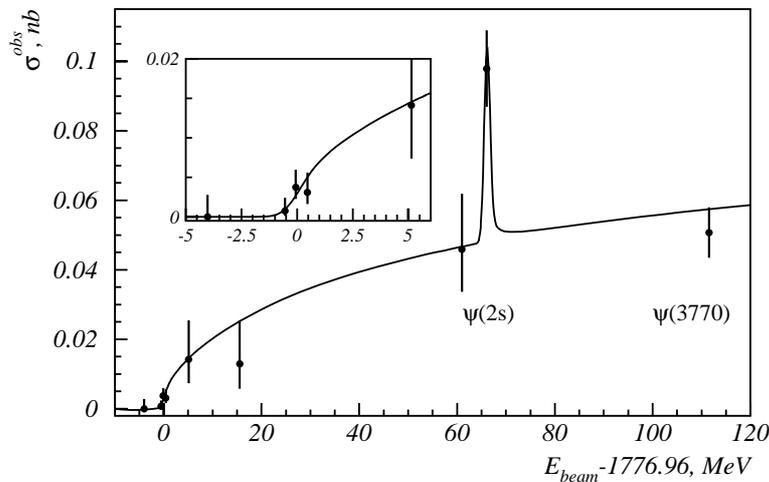


Рис. 5: Наблюдаемое сечение рождения τ -лептона вблизи порога (предварительные данные).

Были получены следующие предварительные значения массы τ и вероятности распада $\psi' \rightarrow \tau\tau$:

$$\begin{aligned}
 M_\tau &= 1776.80^{+0.25}_{-0.23} \pm 0.15 \text{ MeV}, \\
 B(\psi' \rightarrow \tau\tau) &= (2.0 \pm 0.85) 10^{-3}, \\
 M_\tau^{PDG} &= 1776.99^{+0.29}_{-0.26} \text{ MeV}, \\
 B^{PDG}(\psi' \rightarrow \tau\tau) &= (2.8 \pm 0.7) 10^{-3}, \\
 M_\tau^{KEDR} - M_\tau^{PDG} &= -0.19^{+0.25}_{-0.23} \pm 0.15 \text{ MeV}.
 \end{aligned}$$

Планируемое увеличение эффективности выделения $\tau\tau$ -событий позволит на набранной статистике поднять точность измерения массы выше среднемировой. Результаты были доложены на 9-ой международной конференции TAU06 [4]. Дальнейшее улучшение точности потребует дополнительной обработки новой статистики в 2007 году.

Продолжалась обработка данных набранных в 2004 году в области ψ' - и $\psi(3770)$ -резонансов (Рис. 6). На европейской конференции по физике высоких энергий в Лиссабоне были представлены предварительные результаты по массам ψ' и $\psi(3770)$ и по полной ширине $\psi(3770)$ [3].

$$M_{\psi(2S)} = 3686.117 \pm 0.012 \pm 0.015 \text{ МэВ}$$

$$M_{\psi(3770)} = 3773.5 \pm 0.9 \pm 0.6 \text{ МэВ}$$

$$\Gamma_{\psi(3770)} = 29.0 \pm 6.7 \pm 3.0 \text{ МэВ}$$

$$M_{\psi(2S)}^{PDG} = 3686.093 \pm 0.034 \text{ МэВ}$$

$$M_{\psi(3770)}^{PDG} = 3770.0 \pm 2.4 \text{ МэВ}$$

$$\Gamma_{\psi(3770)}^{PDG} = 23.6 \pm 2.7 \text{ МэВ}$$

Точность измерения массы ψ' повышена на 40% по сравнению с нашим предыдущим результатом [5]. Точность измерения массы $\psi(3770)$ вдвое превосходит точность текущего среднемирового значения. Окончательные результаты по массам этих резонансов, а так же результаты по лептонным ширинам J/ψ , ψ' и $\psi(3770)$ предполагается опубликовать в текущем году.

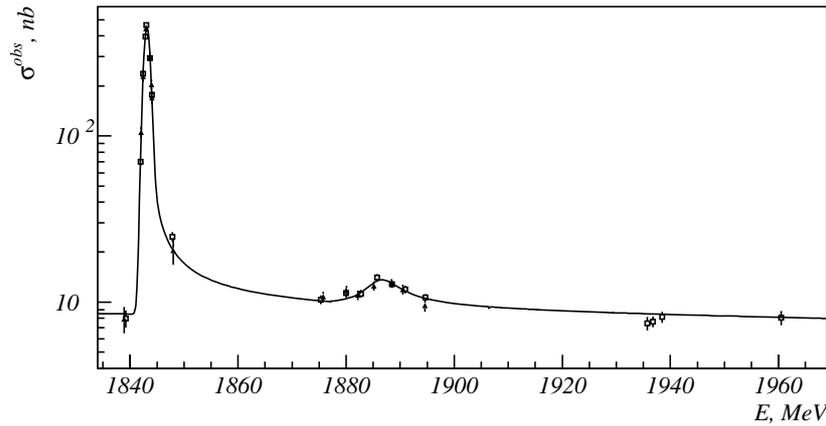


Рис. 6: Наблюдаемое сечение рождения ψ' - и $\psi(3770)$ -мезонов (предварительные данные).

Литература:

1. J. Z. Bai *et al.* [BES Collaboration], "Measurement of the mass of the tau lepton," Phys. Rev. D **53** (1996) 20.
2. A. G. Shamov *et al.* [KEDR/VEPP-4M], Nucl. Phys B(Proc. Symp.) **144** (2005) 113.
3. Precision measurements of masses of charmonium states., V. V. Anashin *et al.* [KEDR/VEPP-4M], Proc. of International Europhysics Conference of High Energy Physics, Lisboa, Portugal, 2005.
5. New precise determination of the tau lepton mass at KEDR detector. A. G. Shamov *et al.* [KEDR/VEPP-4M], Proc. of 9th International Workshop On Tau Lepton Physics (Tau06) 19-22 Sep 2006, Pisa, Italy.
6. . M. Aulchenko *et al.* [KEDR/VEPP-4M], Pysh. Lett. B **573** (2003) 63.

1.4 Детекторы для ФВЭ

По детектору КЕДР в прошедшем году основные усилия в области электроники были сосредоточены на поддержании бесперебойной круглосуточной работы электронных систем детектора. В результате, наряду с устойчивой работой других систем, это обеспечило накопление рекордного за последние годы объема статистики. Работы по модернизации электроники различных систем детектора СНД вступили в завершающую стадию. За прошедший год выполнен значительный объем работ, в том числе:

- изготовлены усилители для трубок мюонной системы, начата их проверка;
- изготовлен блок масок для системы запуска;
- завершено изготовление и настройка новых процессоров Ввода - Вывода для системы сбора данных детектора;
- собрана система триггера.

По результатам проведенных испытаний в реальных условиях 32-х канального модуля формирования и оцифровки сигналов для калориметров детектора КМД-3 проведена коррекция его схемы и печатной платы модуля, изготовлены и испытаны четыре модуля. Готовится заказ в производство.

В рамках программы развития электроники общего назначения в радиомастерскую сдан заказ на изготовление КАМАК блоков дискриминаторов.

1.5 Рентгеновские детекторы

В 2006 г. продолжались интенсивные эксперименты по динамике взрывов на канале СИ с использованием однокоординатного детектора DIMEX-1 на 256 каналов. Подобраны режимы работы детектора, обеспечивающие стабильность параметров.

Второй аналогичный детектор DIMEX-2 на 384 канала испытан и подготовлен к использованию в реальных экспериментах.

В 2006 году продолжались работы над детектором ОД-4 для экспериментов по широко - угловому рассеянию на СИ. В ОД-4 вместо проволочной структуры, как, например, в ОД-3, используется многокаскадный газовый электронный умножитель (ГЭУ), что позволяет, наряду с высоким газовым усилением (более 10000), построить детектор в виде дуги с произвольной угловой апертурой.

В 2006 году по нашим чертежам в ЗАО "Научприбор" (г.Орел) был изготовлен корпус детектора. В нем были смонтированы электронный умножитель и регистрирующая полосковая катодная структура, к которой была присоединена плата прототипа электроники на 32 канала. Проведены первые измерения с изотопом. В ближайшее время планируется провести испытания на пучке СИ. В рамках модернизации детекторов серии ОД-3 с целью повышения их надежности и улучшения параметров интенсивно ведутся работы по разработке однокоординатного рентгеновского детектора следующего поколения - ОД-3М. Разработана конструкция, изготовлен 16-ти канальный прототип платы электроники.

1.6 Прочие работы

В рамках международных проектов сотрудники сектора продолжали активно участвовать в работах, связанных с модернизацией системы сбора данных детектора BELLE (КЕК, Япония). Сотрудниками сектора разработаны и испытаны прототипы новой электроники для баррельной части калориметра на кристаллах CsI(Tl), и торцевой - на кристаллах чистого CsI, частей калориметра, ведется подготовка к их серийному производству на предприятии в Японии.

1.7 Газовые микроструктурные детекторы

Развитие детекторов на основе каскадных Газовых Электронных Умножителей (ГЭУ) было продолжено в 2006 г. Работа проводилась в нескольких направлениях:

- 1) Развитие криогенных двухфазных лавинных детекторов на основе ГЭУ.
- 2) Модернизация системы рассеянных электронов в эксперименте КЕДР.
- 3) Участие в исследованиях по ТРС для International Linear Collider.

1) Основной целью проекта является развитие методов регистрации нейтрино и темной материи и медицинской визуализации с помощью разработки специальных детекторов на основе газовых электронных умножителей (ГЭУ), работающих в плотных благородных газах при криогенных температурах в режиме лавинного усиления. Уникальным свойством каскадных ГЭУ является то, что они могут работать в плотных благородных газах с большими усилениями. Кроме того, большое число применений ГЭУ, рассмотренных выше, основано на уникальном свойстве работать в благородных газах при криогенных температурах в газовой и двухфазной моде. Криогенные лавинные детекторы на основе ГЭУ могут применяться для регистрации когерентного рассеяния нейтрино на ядрах с использованием двухфазных Ne и Ar, регистрации солнечных нейтрино с использованием двухфазных или сжатых Ne и Ne, регистрации темной материи с использованием двухфазных Ar и Xe, в позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ) с использованием двухфазного Xe и в цифровой радиографии с использованием двухфазных Ar и Kr.

В 2006 г. были продолжены работы с криостатом с камерой объемом 2 л для работы с двухфазным аргоном при температуре 84-87К, в котором был смонтирован 3-х каскадный ГЭУ, и начаты работы с криостатом с камерой объемом 10 л. Результаты, полученные к концу 2006 г., суммированы ниже:

Были улучшены методы очистки газов с помощью новых Oxisorb фильтров; в результате длина пробега электронов существенно увеличилась, до более 1 см в жидком аргоне. Подтверждена стабильная работа в течении суток в двухфазном аргоновом лавинном детекторе на основе ГЭУ со слоем жидкости 1 см и усилениями, достигающими 10000. Впервые была продемонстрирована успешная работа двухфазного аргонового лавинного детектора на основе ГЭУ в режиме счета одиночных электронов (в диапазоне усиления 6000-40000). Начаты измерения по регистрации сигнала от отдачи ядер, индуцированного рассеянием нейтронов от источника Cf-252. Начаты также измерения по регистрации сцинтилляционного сигнала в двухфазном аргоновом лавинном детекторе с помощью CsI фотокатода напыленного на ГЭУ.

Закончено изготовление и сборка нового двухфазного детектора на основе ГЭУ объемом 10 л для работы с аргоном и ксеноном; проведены криогенные испытания детектора. Исследования криогенных лавинных детекторов будут продолжены в 2007 г.

2) Система регистрации рассеянных электронов является существенной частью эксперимента КЕДР и позволяет регистрировать электроны рассеянные из места встречи под малыми углами. Такие электроны являются характерным признаком фотон-фотонного взаимодействия и их регистрация и точное измерение импульса представляется важной физической задачей. Существующая система регистрации рассеянных электронов на основе дрейфовых трубок обладает ограниченным пространственным разрешением, а также измеряет координату частиц только в одном направлении, что существенно сокращает возможность разделения полезного сигнала от частиц фона. Для того чтобы получить предельное разрешение по импульсу рассеянных электронов, обусловленное параметрами пучка в ускорителе, а также улучшить разделение сигнала и фона, было предложено перед каждой из 8 станций системы поставить детектор на основе тройного ГЭУ с двух-координатным съемом. Детекторы позволяют измерять координату в плоскости орбиты с разрешением 0.1мм. В направлении перпендикулярном плоскости орбиты пространственное разрешение составит 0.25 мм в области ± 1 см от орбиты и 1мм на большем расстоянии от плоскости орбиты. Для получения требуемых параметров была разработана специальная конструкция считывающей плоскости с переменным углом стерео-полосок. Размеры детекторов составляют от 125*100 мм до 250*100 мм в зависимости от типа станции.

В 2006 году были смонтированы и проверены все 8 детекторов для двух плечей и установлено 3 детектора на кольце ВЭПП4М.

3) В 2006 году продолжалось участие сотрудников группы микроструктурных детекторов в разработке ТРС для Международного Линейного Коллайдера (ILC). В настоящее время каскадный ГЭУ рассматривается в качестве наиболее вероятного кандидата в качестве торцевого регистрирующего детектора ТРС.

В работе участвовали сотрудники :

В. М. Аульченко, Н.С.Баштовой, А. Е. Бондарь, А. Ф. Бузулуцков, А. А. Гребенюк, В. В. Жуланов, Д. В. Павлюченко, Р. Г. Снопков, Ю. А. Тихонов, Л. И. Шехтман.

Проделанная работа отражена в следующих публикациях и докладах:

[83], [84], [85], [86], [87], [88], [308], [309].

1.8 Участие в коллаборации BELLE

В настоящее время одной из наиболее актуальных задач в физике элементарных частиц является исследование нарушения CP-симметрии в распадах В-мезонов. Для этой цели в национальной лаборатории по физике высоких энергий КЕК (Япония) был построен e^+e^- коллайдер (так называемая В-фабрика) КЕКВ. С 1999 года на этом коллайдере идут эксперименты с детектором BELLE, созданным коллективом физиков более 50 институтов из 10 стран. В этом году на установке КЕКВ была достигнута светимость $1.7 \times 10^{34} \text{см}^{-2} \text{сек}^{-1}$, которая на сегодняшний день на установках такого типа является самой большой в мире.

Начиная с 1994 года Институт является членом коллаборации BELLE. Команда физиков ИЯФ внесла существенный вклад в разработку и создание электромагнитного калориметра. Калориметр в детекторе BELLE состоит из 8736 сцинтилляционных счетчиков CsI(Tl) длиной $16 X_0$ и позволяет регистрировать с высоким разрешением фотоны в диапазоне энергий от нескольких десятков МэВ до 10 ГэВ.

В настоящее время команда нашего Института участвует в эксплуатации кало-

риметра. Основными задачами нашей команды являются калибровка калориметра и измерение светимости по скорости счета событий упругого e^+e^- рассеяния и двух-фотонной аннигиляции $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$, зарегистрированной торцевыми калориметрами. Кроме того, в рамках планируемой модернизации детектора для работы на светимости $10^{35}\text{см}^{-2}\text{с}^{-1}$ и выше силами группы ИЯФ разработана новая схема регистрации с использованием кристаллов чистого CsI. Для этой задачи была изготовлена и запущена в серию принципиально новая электроника, были проведены исследования радиационной стойкости кристаллов и многочисленные стендовые испытания стабильности работы как всего регистрирующего тракта в целом, так и отдельных его компонент. В текущем году будут завершены все работы связанные с модернизацией первой очереди (торцевых частей) электромагнитного калориметра детектора.

На конец 2006 г. года был записан интеграл светимости около 700 фбн^{-1} . Вместе с другими участниками коллаборации команда нашего Института участвует в анализе экспериментальных данных.

Одной из основных задач эксперимента является измерение параметров CP-нарушения, к которым относятся углы треугольника унитарности (ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3) . Наиболее простым как с экспериментальной так и с теоретической точки зрения является измерение угла ϕ_1 , который в стандартной модели выражается через элементы матрицы Кобаяши-Маскава [1] $\phi_1 = \text{Arg}\left(\frac{V_{cd}V_{cb}^*}{V_{td}V_{tb}^*}\right)$. Угол измеряется по временной асимметрии распадов $B\bar{B}$ -мезонов, возникающей благодаря их интерференции при распаде в конечное состояние, имеющее определенную CP четность:

$$\mathcal{A}(t) = \frac{N_{\bar{B}}(t) - N_B(t)}{N_{\bar{B}}(t) + N_B(t)} = S \sin(\Delta m_d t) + A \cos(\Delta m_d t),$$

где коэффициенты A и S зависят от углов ϕ_i . Для распада B в чармоний $(J/\psi, \psi', \eta_c)$ и нейтральный каон K_S, K_L величина S выражается через угол ϕ_1 и четность конечного состояния f_{CP} : $S = \sin(2\phi_1)f_{CP}$.

По интегралу светимости около 360 фбн^{-1} в анализе распада $B^0 \rightarrow J/\psi K^0$ было получено значение величины $\sin 2\phi_1$: $\sin 2\phi_1 = +0.652 \pm 0.039(stat.) \pm 0.020(syst.)$.

Другой метод, основанный на анализе распадов нейтральных B -мезонов в $D^0\pi^0$ дает результат: $\sin 2\phi_1 = 0.78 \pm 0.44(stat.) \pm 0.22(syst.)$ [2].

Для определения угла ϕ_2 проводился анализ данных распада $B^0 \rightarrow \rho^+\rho^-$. В этом случае параметры асимметрии S и A зависят не только от слабой фазы ϕ_2 , но и от соотношения амплитуд и сильных фаз “древесной” и “пингвинных” амплитуд. Полученные значения $S_L = 0.08 \pm 0.41 \pm 0.09$, $A_L = 0.00 \pm 0.30 \pm 0.09$, что соответствует значению угла ϕ_2 : $59^\circ < \phi_2 < 115^\circ$ (90% C.L.) [3].

Продолжался анализ данных по предложенному физиками команды ИЯФ методу определения угла ϕ_3 в распадах $B^+ \rightarrow D(\bar{D})K^+$. Идея метода состоит в следующем. При регистрации D -мезона в моде, являющейся общей для D и \bar{D} в распаде B^+ мезона наблюдается рождение комбинации $D + ae^{i\phi}\bar{D}$, фаза смешивания ϕ зависит от угла ϕ_3 . Эта фаза извлекается из анализа Далиц-распределения трехчастичных мод распада D . Измеренное таким методом значение угла ϕ_3 на сегодня лежит в пределах: $8^\circ < \phi_3 < 111^\circ$ (90% C.L.) [4].

Кроме задач непосредственно связанных с измерением нарушения CP четности, команда нашего института активно участвует в анализе трех- и четырехчастичных распадов B -мезонов, а так же процессов с рождением очарованных частиц.

Высокая светимость установки позволяет изучать радиационное рождение адронов и распады τ . Команда нашего института активно участвует и в этих работах.

Одним из наиболее важных результатов 2006 года является первое наблюдение лептонного распада $B^- \rightarrow \tau^- \bar{\nu}_\tau$ [5].

По данным перечисленных работ сделаны доклады на конференциях и опубликованы статьи.

В настоящее время эксперимент BELLE вышел на стадию получения очень интересных и важных физических результатов. В течение последующих лет этот эксперимент будет обеспечивать новые и более точные данные, которые позволят более глубоко понять физику В-мезонов и природу нарушения CP-четности.

В работе принимают участие:

К.Э.Аринштэйн, В.М. Аульченко, И.В. Бедный, А.Е. Бондарь, А.Н. Винокурова, Н.И. Габышев, А.Ю. Гармаш, Д.А.Епифанов, В.Н. Жилич, П.П. Кроковный, А.С. Кузьмин, Н.И. Роот, А.О. Полуэктов, В.А. Сидоров, Ю.В. Усов, Б.А. Шварц, С.И. Эйдельман.

Литература:

- [1.] М. Kobayashi and Т. Maskawa, Prog. Theor. Phys. **49**, 652 (1973); N. Cabibbo, Phys. Rev. Lett. **10**, 531 (1963).
- [2.] Р. Krokovny *et al.*, Measurement of the CKM parameter $\cos(2\phi_1)$ using time-dependent Dalitz analysis of $\bar{B}^0 \rightarrow D[K_S \pi^+ \pi^-] h^0$. Phys. Rev. Lett. **97** (2006) 081801.
- [3.] А. Somov, А.Ј. Schwartz *et al.*, Measurements of the branching fraction, polarization, and CP-asymmetry for $B^0 \rightarrow \rho^+ \rho^-$ decays, and determination of the CKM phase ϕ_2 . Phys. Rev. Lett. **96** (2006) 171801.
- [4.] А. Poluektov *et al.*, Measurement of ϕ_3 with Dalitz plot analysis of $B^+ \rightarrow D(^*)K(^*)$ decay. Phys. Rev. **D73** (2006) 112009.
- [5.] К. Ikado *et al.*, Evidence of the Purely Leptonic Decay $B^- \rightarrow \tau^- \bar{\nu}_\tau$. Phys. Rev. Lett. **97** (2006) 251802.

1.9 Фотонный коллайдер

В конце 2004 года было принято решение о разработке единого проекта линейного коллайдера ILC на энергию $2E=0.5-1$ ТэВ, основанного на сверхпроводящей технологии. Кроме e^+e^- столкновений на ILC планируются встречные $\gamma\gamma$ и γe пучки основанные на лазерной конверсии электронов в высокоэнергичные фотоны. Прошедший 2006 год был посвящен выбору базового варианта ILC. Фотонный коллайдер является второй очередью ILC, однако все необходимое должно быть заложено в проект с самого начала. Наше участие в разработке и продвижении проекта фотонного коллайдера в 2006 году отражено в списке статей и докладов на международных конференциях:

История фотонного коллайдера: первые 25 лет [80].

Фотонный коллайдер на ILC, статус, параметры и технические проблемы [81].

Предельные параметры фотонного коллайдера на ILC [303].

Размещение фотонного коллайдера на ILC [304].

Проект испытательного стенда для линейного коллайдера ATF2 [Препринт 109].

Фотонный коллайдер на ILC: статус и проблемы [306].

Фотонный коллайдер на ILC: технические проблемы (закл. доклад) [307].

Глава 2

Электро- и фотоядерная физика

2.1 Эксперименты с внутренними мишенями

I. В текущем году был закончен анализ эксперимента по измерению тензорных анализирующих способностей T20, T21 и T22 реакции фотодезинтеграции поляризованного дейтрона (набор статистики 2002-2003 г., ВЭПП-3). Был издан электронный препринт, написана и отправлена на публикацию статья.

Результат эксперимента: по сравнению с предыдущими измерениями значительно снижены ошибки измерений анализирующих способностей, расширен кинематический диапазон измерений, угловые зависимости получены впервые. На Рис. 1 приведено сравнение результатов предыдущего эксперимента (1993 г., ВЭПП-3) с новыми данными. Видно, что в пределах ошибок результаты двух измерений совпадают.

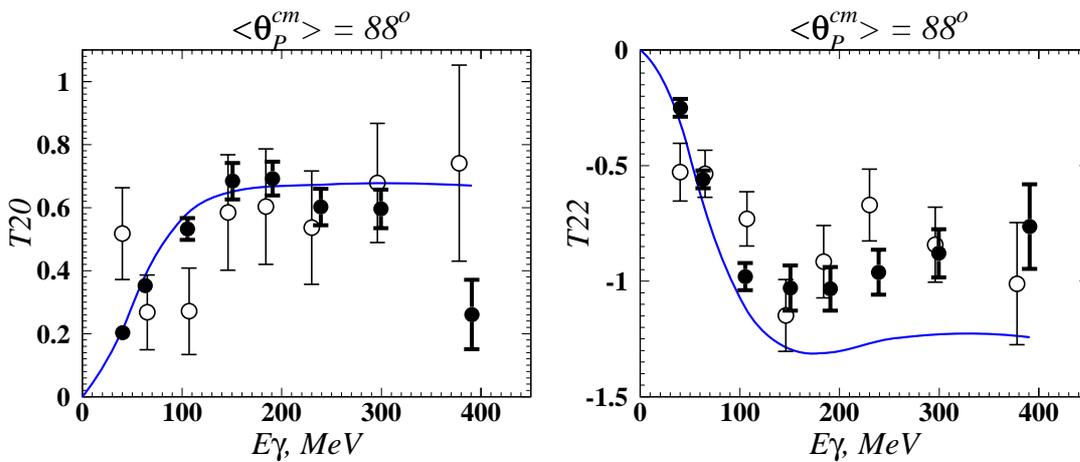


Рис. 1: Сравнение данных предыдущего эксперимента (полые кружки) с результатами новых измерений (заполненные кружки). Здесь приведена только часть новых данных, соответствующих кинематической области предыдущего эксперимента. Теоретические кривые – полный расчет Arenhövel.

Тензорные анализирующие способности есть функции двух переменных, обычно это E_γ^{lab} - энергия фотона и ϑ_p^{cm} - угол вылета протона в системе центра масс. На Рис. 2 показаны результаты данного эксперимента а также некоторые теоретические предсказания. Приведены зависимости тензорных анализирующих способностей от энергии фотонов при усреднении по двум интервалам углов ϑ_p^{cm} .

Как видно из рисунка, при малых энергиях фотона теории хорошо описывают результаты эксперимента. При $E_\gamma \approx 300$ МэВ, в ряде случаев важную роль играют изобарные конфигурации (IC). Включение релятивистских поправок (RC) также необходимо при больших E_γ , это особенно ярко демонстрируют расчеты Schwamb, в которых RC включены наиболее последовательно (учтено запаздывание виртуальных π мезонов). Поскольку некоторые различия между данными и расчетами сохраняются, очевидно, что тензорные анализирующие способности являются жестким тестом для теории и требуется ее дальнейшее совершенствование. Отметим, кстати, что существующие обширные данные по дифференциальному сечению фотодезинтеграции дейтрона описываются этими же теориями до энергий фотона ~ 500 МэВ гораздо успешнее.

Дополнительную информация по этому эксперименту можно найти на сайте ИЯФ: <http://www.inp.nsk.su/~rachek/photodisintegration.html>

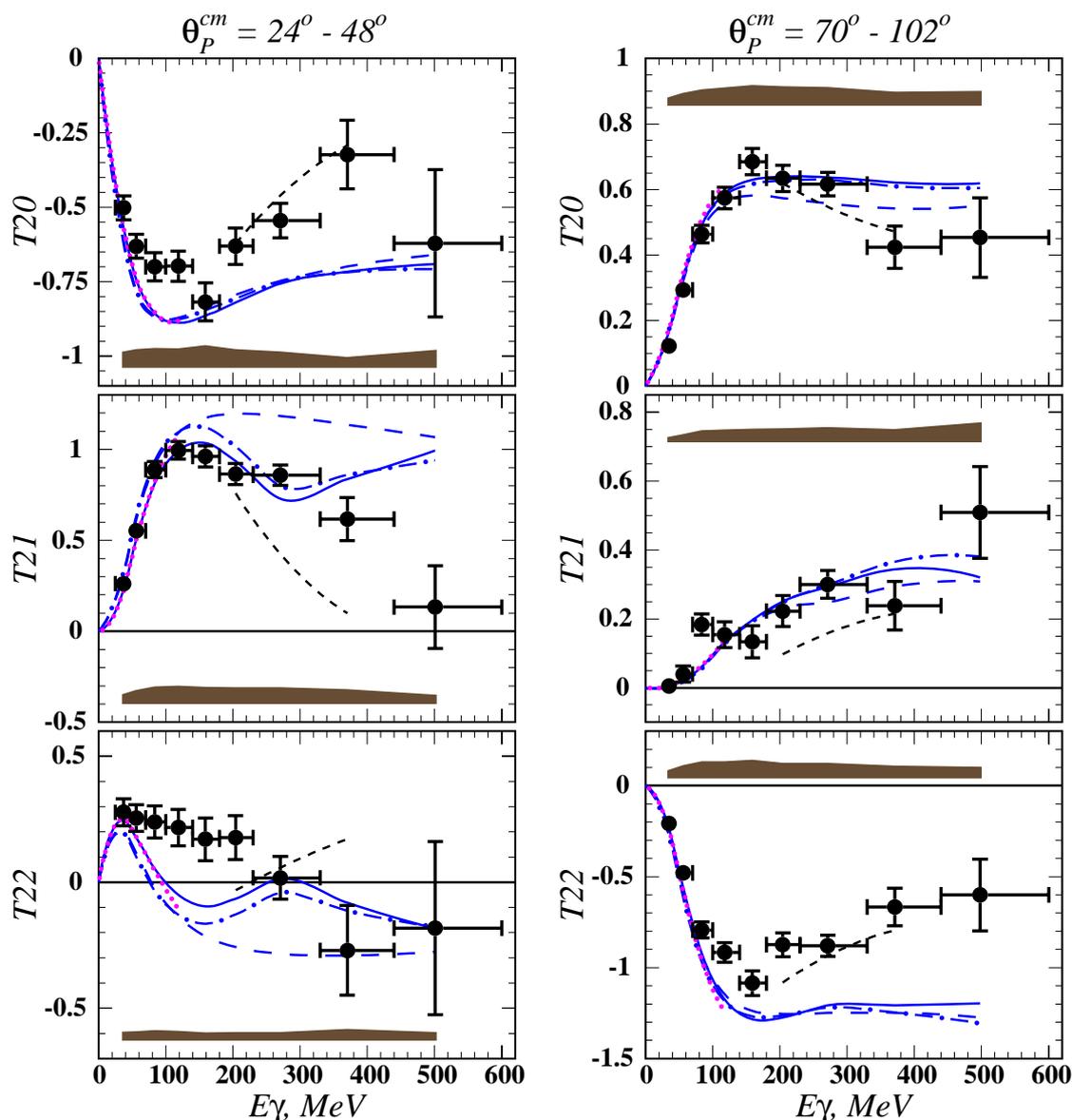


Рис. 2: Тензорные анализирующие способности фотодезинтеграции дейтрона в зависимости от энергии фотона. Показаны статистические ошибки, горизонтальные отрезки - интервалы усреднения по E_γ , затененные области - систематические ошибки. Три кривые расчетов Arenhövel: длинный пунктир – N+MEC, штрих-пунктир – N+MEC+IC, сплошная кривая – N+MEC+IC+RC (полный расчет). Точечные кривые – предсказания Levchuk (ограничены $E_\gamma \leq 140$ МэВ) – почти везде сливаются со сплошными кривыми. Расчеты Schwamb показаны коротким пунктиром.

II. В предыдущих отчетах описывалась подготовка к следующему эксперименту с использованием тензорно поляризованной дейтериевой мишени – измерению T20 в когерентном рождении π^0 мезона на дейтроне. К настоящему времени, однако, из-за загруженности ВЭПП-3 сроки проведения эксперимента не определены. Поэтому было решено внести некоторые изменения в детекторы для расширения телесного угла регистрации основного процесса и для улучшения параметров поляриметра мишени. Эти работы будут закончены в течение первой половины 2007 г.

Продолжаются работы по совершенствованию поляризованной мишени. Создан стенд для поиска эффектов, снижающих поляризацию мишени и поиска путей их подавления.

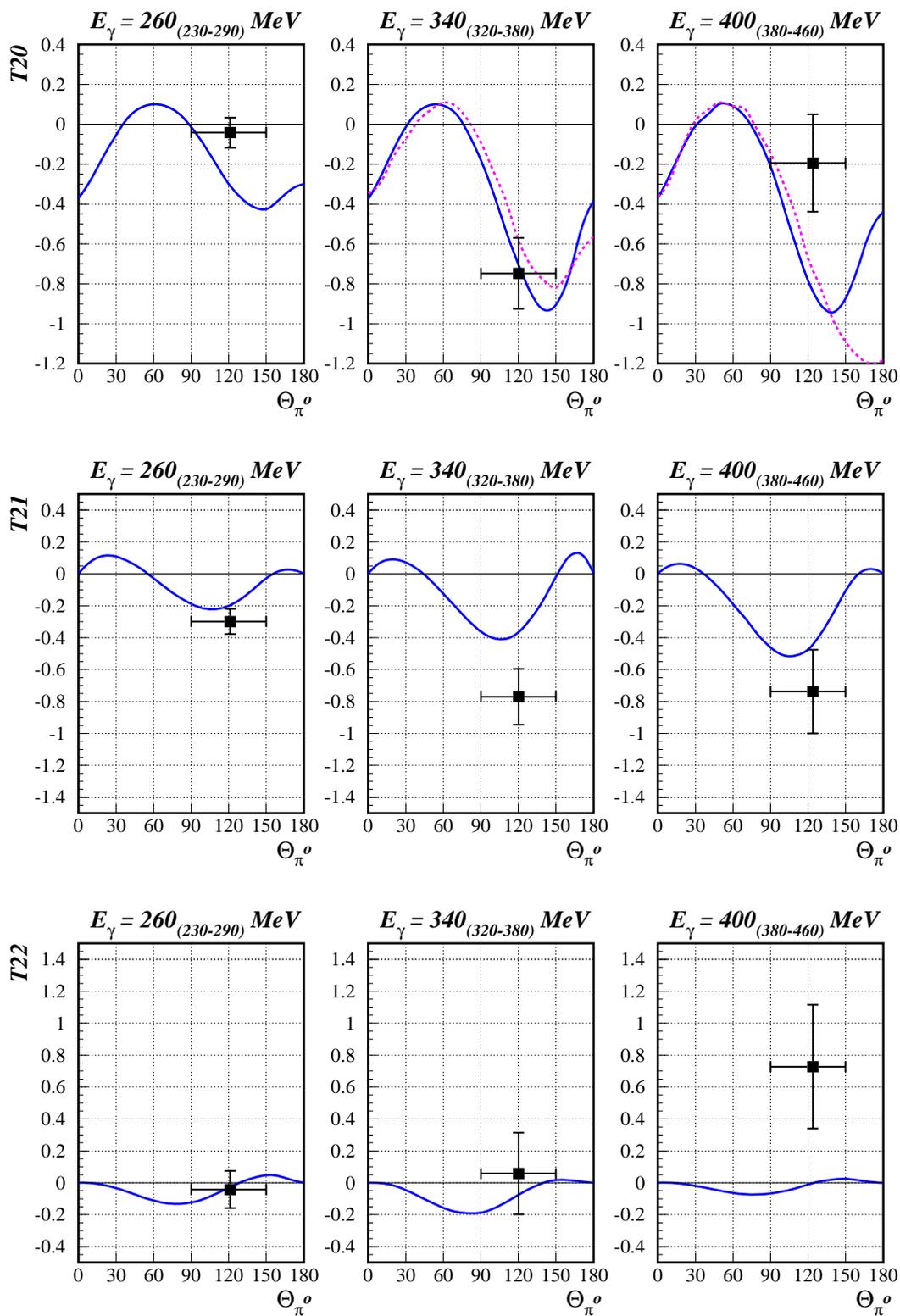


Рис. 3: Тензорные анализирующие способности реакции когерентного рождения π^0 мезона на дейтроне. Точки - предварительные результаты эксперимента. Приведены только статистические ошибки. Горизонтальные отрезки - интервалы усреднения по Θ_{π^0} . Сплошные кривые - расчет Kamalov et al, точечные кривые – предсказания Arenhövel et al.

Среди событий эксперимента по фотодезинтеграции дейтрона (см. предыдущий пункт) были выделены события $(d\gamma)$ -совпадений, которые, по ряду соображений, можно отнести к событиям когерентного рождения π^0 мезона на дейтроне. На Рис. 3 приведены предварительные результаты по тензорным анализирующим способностям, полученным на основе этой статистики, и некоторые теоретические предсказания. Как видно из рисунка наши данные согласуются с расчетами и подтверждают предсказание о больших T20 и T21 в области Δ -изобары и при больших Θ_{π^0} (угол вылета пиона в системе центра масс). Приведенный результат есть первое наблюдение тензорных анализирующих способностей в обсуждаемой реакции.

В предстоящем эксперименте ожидаются подробные измерения в широкой кинематической области и с высокой точностью, т.к. π^0 мезон будет регистрироваться специальным калориметром из кристаллов CsI, плечо регистрации дейтронов будет также более адекватно задаче.

III. Эксперимент по измерению $R = \sigma_{e^+p}/\sigma_{e^-p}$ (отношение сечений упругого рассеяния позитронов/электронов на протоне) также перенесен. Начать его планируется после летней остановки ВЭПП-3 2007 года, определен порядок работ на период эксперимента в режиме деления времени с группами СИ.

Отметим, что интерес к таким измерениям по-прежнему высок. До сих пор не ясна причина противоречия в данных по форм фактору протона при ГэВ-ных переданных импульсах, полученных со старой и с новой, поляризационной методикой. Вероятной причиной этого противоречия может быть неправомерность применения однофотонного приближения при трактовке результатов экспериментальных данных старой методики. Вклад же двух фотонных поправок пока слабо изучен. Измерение R является одним из методов определения вклада двухфотонных поправок.

К настоящему времени основные подготовительные работы проведены. Несколько оставшихся задач будут решены до летней остановки.

Согласно первоначальному плану предполагалось измерение R в трех интервалах переданного импульса: $Q^2 = 0.08 - 0.11 \quad 0.26 - 0.47 \quad 1.40 - 1.76 \text{ GeV}^2/C^2$. При этом информацию при самых низких передачах планировалось использовать для определения отношения интегралов светимостей с позитронными/электронными пучками, в предположении пренебрежимой малости здесь двухфотонных поправок. Однако, позже была найдена возможность построить монитор светимости на основе процессов Меллер/Баба, сечения рассеяния которых хорошо известны. Такой монитор обладает и другими преимуществами: скорость счета его будет высокой, что обеспечит высокую статистическую точность; при выбранной конфигурации счет монитора слабо зависит от положения и энергии пучков, что позволяет надеяться на малость систематических ошибок. В настоящее время уже изготовлены детали монитора и идет его сборка.

IV. Продолжалось сотрудничество с лабораторией имени Джефферсона, США (TJNAF). В 2006 году была завершена подготовка и успешно проведен эксперимент по измерению электрического формфактора нейтрона при больших переданных импульсах – до $3.5 \text{ GeV}^2/C^2$. Новые данные существенно расширяют экспериментальный диапазон и измеренную точность этого важнейшего для физики нуклонов параметра. Сотрудники ИЯФ внесли существенный вклад в подготовку и запуск двух детекторов для этого эксперимента: широкоапертурного спектрометра электронов BigBite и большого нейтронного детектора BigHAND. В настоящее время ведется обработка полученных данных.

Была закончена обработка проведенного ранее эксперимента в JLAB с участием физиков из ИЯФ – поиск партнеров Θ^+ с высоким разрешением по массе. Резонанс $\Theta^+(1540)$ – это экзотическое 5-кварковое состояние со странностью $S = +1$, предсказанное в киральной кварковой солитонной модели и обнаруженное (хотя и с невысокой степенью достоверности) в ряде экспериментов. Существование такого состояния объясняется и в рамках других кварковых моделей. Если Θ^+ – пентакварк действительно существует, то должны существовать и другие, более массивные члены этой группы симметрии или других мультиплетов, содержащих экзотические состояния. В проведенном эксперименте сделана попытка обнаружить такие 5-кварковые состояния: Θ^{++} , Σ_5^0 , N_5^0 в диапазоне масс 1500-2000 MeV, в предположении узкой ширины этих резонансов. По результатам обработки данных не найдено ни одной статистически-значимой резонансной структуры в просканированной области масс. Получена верхняя оценка сечения фоторождения таких состояний: менее 5% от сечения фоторождения Λ -резонанса, если ожидаемая ширина $\Gamma < 10$ MeV. Результаты направлены в печать и будут опубликованы в 2007 году.

V. В 2006 г. в рамках совместного гранта РФФИ - ГФЕН Китая была продолжена работа с Институтом Современной Физики (Ланьджоу, Китай), где накопитель тяжелых ионов для экспериментов с внутренней мишенью (Heavy Ion Research Facility Lanzhou - Cooler Storage Ring, HIRFL-CSR) находится в стадии запуска. Были исследованы режимы кластерной мишени при работе с различными газами, в том числе с аргоном (см. Рис. 4) и водородом.

Pressure in the chambers vs P nozzle (Ar gas)

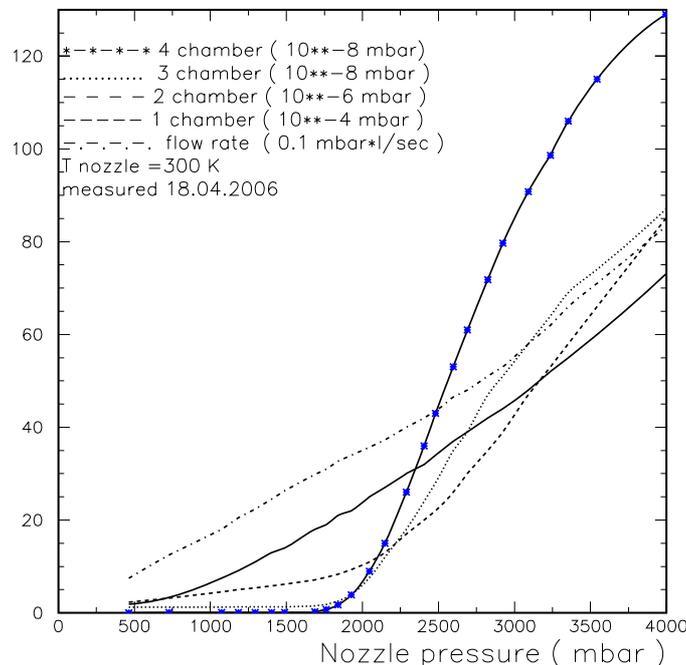


Рис. 4: Распределение давления по ступеням мишени и расход газа через сопло в зависимости от давления аргона перед соплом. Температура сопла комнатная.

Плотность газа в струе аргона и водорода порядка $1.0 \cdot 10^{13}$ ат/см³ и $1.75 \cdot 10^{13}$ ат/см³ соответственно. Предельное давление, полученное в экспериментальном промежутке, имеет величину $9.0 \cdot 10^{-12}$ мбар, и повышается до величины не бо-

лее чем $1.5 \cdot 10^{-11}$ мбар при прохождении через него струи, что существенно меньше давления, ожидаемого при проектировании. Длительные, порядка 24 часов, прогоны мишени, в течение которых параметры струй изменялись в пределах нескольких процентов, оказали высокую надежность ее работы.

Эксперименты с внутренними мишенями проводятся в сотрудничестве с группами из Томска, С.-Петербурга, NIKHEF (Нидерланды), ANL (США), IKF JGU (Майнц, Германия).

Участники работы от ИЯФ:

Л.М. Барков, В.Ф. Дмитриев, М.В. Дюг, С.А. Зеваков, Б.А. Лазаренко, Е.Б. Левичев, С.И. Мишнев, Д.М. Николенко, И.А. Рачек, Р.Ш. Садыков, Д.К. Топорков, Ю.В. Шестаков.

Глава 3

Теоретическая физика

3.1 Сильное взаимодействие

Реджезация глюона в теории возмущений КХД в СГП

В. С. Фадин

Towards High Energy Scattering, Eds. M. Haguenaer, B. Nicolescu, J. Tran Thanh Van, pp.321-328

Совместимость реджезованной формы многочастичных амплитуд КХД с s -канальной унитарностью требует выполнения бесконечного числа соотношений “бутстрапа”. Оказывается, что выполнение всех этих условий обеспечивает реджевскую форму зависящих от энергии радиационных поправок порядок за порядком в теории возмущений. Замечательно, что все эти соотношения выполняются, если реджевские вершины и траектория удовлетворяют нескольким условиям. Полный набор этих условий в следующем за главным порядком был выведен в последний год, и выполнение последнего из условий недавно было продемонстрировано. Это значит, что гипотеза реджезации глюона доказана в следующем за главным приближении.

Доказательство реджевской формы амплитуд с кварковыми обменами

А. В. Богдан, В. С. Фадин

Nucl. Phys. B **740** (2006) 36-57, [arXiv:hep-ph/0601117].

Дано полное доказательство гипотезы реджезации кварка в главном логарифмическом приближении для любых кварк-глюонных процессов в мультиреджевской кинематике, во всех порядках по α_s . Сначала доказано, что мульти-реджевская форма амплитуд КХД следует из выполнения ряда условий на реджеонные вершины и траектории. Затем исследуются эти условия и демонстрируется их выполнение.

Доказательство мульти-реджевской формы амплитуд КХД с глюонными обменами в СГП

В. С. Фадин, Р. Фиоре, М. Г. Козлов, А. В. Резниченко

Phys. Lett. B **639** (2006) 74-81 [arXiv:hep-ph/0602006].

Мульти-реджевская форма амплитуд КХД с глюонными обменами доказана в следующем за главным приближении. Доказательство основано на соотношениях бутстрапа, вытекающих из условия совместимости этой формы с s -канальной унитарностью. Доказано, что выполнение всех этих соотношений обеспечивает реджевскую форму зависящих от энергии радиационных поправок порядок за порядком в теории возмущений. С другой стороны, доказано, что все эти соотношения выполняются, если реджевские вершины и траектория удовлетворяют нескольким условиям. Все эти условия проверены и их выполнение продемонстрировано.

Ядро уравнения БФКЛ для рассеяния на фиксированный угол в СГП

В. С. Фадин

Acta Phys. Polon. B **37** (2006) 829-834

Представлено ядро уравнения БФКЛ в следующем за главным порядком в общем случае ненулевой передачи импульса t и любого возможного цветового состояния в t -канале. Обсуждаются пути его использования. Наряду с применением к феноменологии крайне интересными представляются вопросы конформной инвариантности и соответствия дипольной картине рассеяния при высоких энергиях.

БФКЛ для рассеяния в СГЛП

В. С. Фадин

PoS - Proceedings of Science.

Обсуждается структура ядра уравнения БФКЛ в следующем за главным порядке. Рассматривается двухглюонный вклад в ядро при передачах импульса отличных от нуля. Предложены разные формы этого вклада. Анализируются их свойства. Кварковый вклад в ядро преобразуется из импульсного представления в координатное.

Процессы с малыми x в теории возмущений КХД

В. С. Фадин

New Trends in High-Energy Physics, Eds. P.N. Bogolyubov, L.L. Jenkovszky, V.K. Magas, Z.I. Vakhnenko, Kiev, 2000, pp. 213-222

В рамках теории возмущений КХД подход БФКЛ, основанный на реджезации глюона, дает наиболее общий базис для теоретического описания процессов с малыми x . Другой подход к рассеянию при высоких энергиях, широко используемый в настоящее время, основан на модели цветowych диполей. Здесь кратко обсуждается сегодняшнее состояние подхода БФКЛ и анализируется соотношение между ним и моделью цветowych диполей.

О координатном представлении БФКЛ в СГЛП

В. С. Фадин, Р. Фиоре и А. Папа

arXiv:hep-ph/0612284.

“Неабелева” часть кваркового вклада в ядро уравнения БФКЛ для бесцветного канала найдена в координатном представлении в следующем за главным порядке (СГП) прямым преобразованием из импульсного представления, где этот вклад был вычислен ранее. Полученные результаты используются для анализа конформных свойств ядра уравнения БФКЛ в СГП и соотношении между подходом БФКЛ и моделью цветowych диполей.

Дипольная форма кварковой части ядра БФКЛ

В. С. Фадин, Р. Фиоре и А. Папа

arXiv:hep-ph/0701075.

Дипольная форма “абелевой” части вклада безмассовых кварков в ядро уравнения БФКЛ получена в координатном представлении прямым преобразованием из импульсного представления, в котором этот вклад был вычислен ранее. Она совпадает с соответствующей частью найденного недавно Балицким кваркового вклада в дипольное ядро, и конформно инвариантна.

Расчет сечений $\gamma\gamma \rightarrow \pi\pi, KK$: ведущие члены КХД против “handbag”-модели

В.Л. Черняк

Phys. Lett. **В 640** (2006) 246-251, hep-ph/0605072

Модель “handbag” была предложена в качестве альтернативы (при достижимых в настоящее время энергиях экспериментов) предсказаниям, основанным на расчетах

ведущих членов КХД для целого ряда жестких эксклюзивных процессов. Появившиеся новые экспериментальные данные коллаборации BELLE по измерению сечений рассеяния $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-, K^+K^-, \bar{K}^0K^0$ на большие углы позволяют провести сравнение предсказаний этих двух подходов. Показано, что предсказания для ведущих членов КХД находятся в хорошем согласии с новыми данными, тогда как предсказания "handbag" - модели противоречат этим экспериментальным результатам.

Избранные вопросы в e^+e^- -столкновениях

В.Л. Черняк

Nucl. Phys (Proc. Suppl.) **В 162** (2006) 161-171, hep-ph/0605327

Дан краткий обзор проверки предсказаний КХД для жестких эксклюзивных процессов и свойств волновых функций пионов и каонов в экспериментах по e^+e^- -столкновениям. Представлены также некоторые новые результаты автора по этой тематике:

1) Волновые функции ведущего твиста пиона и каона; 2) Критика "улучшенных" правил сумм КХД с нелокальными конденсатами; 3) Формфакторы пиона и каона и распады чармония: сравнение теории с экспериментом; 4) Расчет формфактора $\gamma^*\gamma\pi^0$; 5) Критика "новой нелокальной аксиальной аномалии"; 6) Сечения рассеяния $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-, K^+K^-, K_S K_S$ на большие углы: сравнение теории с новыми экспериментальными данными.

Отцепление тяжёлых кварков в HQET

А.Г. Грозин, А.В. Смирнов, В.А. Смирнов

J. High Energy Phys. **11** (2006) 022

Рассмотрено отцепление c -кварковых петель в b -кварковой HQET. С трёхпетлевой точностью вычислены коэффициенты отцепления для поля тяжёлого кварка в HQET и для тяжёло-лёгкого тока. Последний результат может быть использован для улучшения точности извлечения f_B из моделирования HQET на решётке (без c -кварковых петель). Также получен трёхпетлевой коэффициент отцепления для несинглетного по аромату тока с n антисимметризованными γ -матрицами в КХД; результат для тензорного тока ($n = 2$) является новым.

Лекции по КЭД и КХД

А.Г. Грозин

Лекции для молодых учёных **63**, Дубна, ОИЯИ E2-2006-33

Это практическое введение в вычисления по теории возмущений в КЭД и КХД. Я обсуждаю методы вычисления одно- и двух-петлевых диаграмм в размерной регуляризации, схемы перенормировки \overline{MS} и на массовой поверхности, отцепление петель тяжёлых частиц.

3.2 Физика ядра и несохранение чётности

Локальная спиновая спираль в неелевской фазе $La_{2-x}Sr_xCuO_4$

A. Lucher, А.И. Мильштейн, G. Misguich, О.П. Сушков

Phys. Rev. B **73** (2006) 085122

Экспериментальное изучение $La_{2-x}Sr_xCuO_4$ с малым количеством примесей, < 0.02 , демонстрирует замечательные магнитные свойства, такие как неколлинеарную упорядоченность (в добавлении к Неелевской упорядоченности) и сильную зависимость от плотности примесей продольной восприимчивости. Мы показали, что спиральное решение в $t-t'-t''$ -J модели, полученное с учетом кулоновского захвата дырок ионами Sr, прекрасно описывает эти загадочные свойства. Наше решение объясняет положение и форму пиков в нейтронном рассеянии. Мы вычислили зависимость щели в спектре спиновых волн от плотности примесей. Мы также изучили продольную магнитную восприимчивость и показали, что ее зависимость от плотности примесей связана с непараллельностью спиновых спиралей.

Коррелированный электронный ток и температурная зависимость кондактанса в квантовом точечном контакте

C. Sloggett, А.И. Мильштейн, О.П. Сушков

ArXiv:cond-mat/0606649

Мы исследуем при конечной температуре поправки к формуле Ландауэра, связанные с электрон-электронным взаимодействием вблизи квантового точечного контакта. Когда энергия Ферми близка к высоте барьера, взаимодействие заметно усилено благодаря квазиклассическому замедлению электронов. Для описания переноса электронов, мы формулируем и решаем нелокальное кинетическое уравнение на матрицу плотности электронов. Поправка к кондактансу отрицательная и заметно усилена в области $0.5 * 2e^2/h < G < 1 * 2e^2/h$. Наш результат для кондактанса согласуется с так называемой “0.7 аномалией” наблюдаемой в эксперименте.

Разрушение Неелевского порядка и локальные спиновые спирали в непроводящей фазе $La_{2-x}Sr_xCuO_4$

A. Luscher, А.И. Мильштейн, О.П. Сушков

ArXiv:cond-mat/0606679

Исходя из t -J модели, мы строим эффективную теорию поля описывающую спиновую динамику в непроводящей фазе $La_{2-x}Sr_xCuO_4$, $x < 0.055$ при низких температурах. Используя симуляцию Монте-Карло, мы показали, что разрушение Неелевского порядка определяется длиной локализации дырки κ . Фазовый переход при плотности примесей 0.02 согласуется со значением κ известным из дырочной проводимости. Полученный в наших вычислениях фактор, связанный со статической спиновой структурой, находится в прекрасном согласии с данными по нейтронному рассеянию для любых плотностей примесей. Мы также показали, что наличие топологических дефектов понижает энергию основного состояния в спиновом стекле.

Квазиклассическое описание излучения при альфа распаде

А.И. Мильштейн, И.С. Терехов, et al.

ArXiv:nucl-th/0606005

Мы развили теорию излучения при α распаде и применили ее для случая ^{210}Po . Нашей целью было получить единое квазиклассическое описание этого процесса которое одновременно учитывало бы вклад в матричный элемент от классически запрещенной области и конечность энергии фотона E_γ вплоть до $E_\gamma \sim Q_\alpha/\sqrt{\eta}$, где Q_α - энергетическое выделение в α -распаде, η - параметр Зоммерфельда. Поправки к результатам, полученным ранее другими авторами, оказались весьма значительными, и было достигнуто отличное согласие с точным квантовомеханическим расчетом. Далее, мы нашли, что диполь-квадрупольное интерференция существенно меняет α - γ угловую корреляцию. Таким образом, использование предположения о дипольном характере углового распределения при анализе экспериментальных данных, полученных при существенном ограничении детектором телесного угла вылета фотона, является неадекватным.

Шиффовский момент ядер с мягкими октупольными и квадрупольными колебаниями

Н. Ауэрбах, В.Ф. Дмитриев, В.В. Фламбаум, А. Лисецкий, Р.А. Сеньков, В.Г. Зелевинский

Phys.Rev.C74(2006) 025502

Ядерные силы, нарушающие инвариантность относительно отражения координат и времени (\mathcal{P}, \mathcal{T} -нечётные) порождают \mathcal{P}, \mathcal{T} -нечётные моменты ядер, например, ядерный момент Шиффа. Этот момент в свою очередь может индуцировать электрический дипольный момент в атоме. В ядрах со статической квадрупольной и октупольной деформациями предсказано усиление шиффовского момента. Аналогичное предположение об усилении вкладов в шиффовский момент со стороны коллективных квадрупольных и октупольных колебаний в сферических ядрах проверяется в данной работе в рамках квазичастичного приближения хаотических фаз с сепарабельными квадрупольными и октупольными силами, в приложении к нечётным изотопам $^{217-221}\text{Ra}$ и $^{217-221}\text{Rn}$. Мы подтвердили наличие эффекта усиления из-за влияния мягких мод. Однако в стандартном приближении усиление заметно подавлено из-за малого веса компонент “частица + фонон” в сложной волновой функции мягкого ядра. Обсуждаются возможности лучшего описания структуры мягких тяжёлых ядер.

Эффекты взаимодействия в конечном состоянии в $N\bar{N}$ рождении near вблизи порога

В.Ф. Дмитриев и А.И. Мильштейн

Nuclear Physics B (Proc. Suppl.) 162 (2006) 53- 56

Парижский нуклон-антинуклонный оптический потенциал используется для объяснения экспериментальных данных в процессе $e^+e^- \rightarrow p\bar{p}$ вблизи порога. Продемонстрирована высокая чувствительность сечения и электромагнитных формфакторов к параметрам потенциала. Учёт взаимодействия в конечном состоянии с несколько изменённой мнимой частью потенциала позволяет воспроизвести имеющиеся экспериментальные данные.

3.3 Квантовая электродинамика

Поправки к уровням энергии частицы со спином ноль, связанной в сильном поле

Р.Н.Лу, А.И.Мильштейн, S.G.Karshenboim

Phys.Rev. A **73** (2006) 012505

Получены формулы для поправок к уровням энергии и волновой функции частицы со спином ноль, связанной в сильном поле. Рассмотрен общий случай суперпозиции потенциала, являющегося Лоренц-скаляром, и потенциала, являющегося нулевой компонентой Лоренц-вектора. Форма поправки существенно отличается от случая частицы со спином $1/2$. В качестве приложения наших результатов, мы вычислили электрическую поляризуемость основного состояния частицы в сильном кулоновом поле.

Использование поляризационного оператора для вычисления вероятности рождения электрон-позитронных пар в поле, являющимся суперпозицией лазерного и кулоновского полей

А.И.Мильштейн, С. MBeuller, К.Hatsagortsyan, U. Jentschura, С.Н. Keitel

Phys.Rev. A **73** (2006) 062106

Вычисление вероятности рождения электрон-позитронных пар в поле, являющимся суперпозицией лазерного и кулоновского полей, проводится с помощью оптической теоремы. Ответ для полной вероятности получен в виде двухкратного интеграла, как для случая циркулярной поляризации, так и для общего случая эллиптической поляризации. Наш подход позволил получить простые аналитические выражения для всех интересных асимптотик. В частности, мы вычислили вероятность рождения пар при одновременном поглощении двух фотонов.

Рождение электрон-позитронных пар в столкновениях тяжелых ионов при промежуточных прицельных параметрах

Р.Н.Лу, А.И.Мильштейн

ArXiv:nucl-th/0610008

Используя квазиклассическую функцию Грина в кулоновском поле, мы анализируем вероятности рождения одной и нескольких пар при фиксированном прицельном параметре b между сталкивающимися ядрами. Мы проводим вычисления в борновском приближении по $Z_B\alpha$, но точно по $Z_A\alpha$, где Z_A и Z_B – заряды ядер. Мы также получаем приближенные формулы для вероятностей, справедливые при $Z_A\alpha, Z_B\alpha \leq 1$.

Дифференциальные уравнения и разложение при высокой энергии двухпетлевых диаграмм в D измерениях

А.В. Богдан, Р.Н. Лу

Nucl. Phys. B **732** (2006) 169

Разработан новый метод вычисления базисных интегралов, использующий дифференциальные уравнения и асимптотическое разложение. Этот метод приводит к

результатам, точным по размерности пространства-времени D , имеющим вид сходящихся степенных рядов. В качестве приложения метода мы вычисляем двухпетлевой базисный интеграл для “crossed-triangle” топологии, который до сих пор был известен только с точностью $O(\epsilon)$. Рассмотрен также случай когда топология имеет несколько базисных интегралов. Представлен алгоритм, позволяющий последовательно вычислять члены асимптотического разложения в этом случае. Детально проанализирована “crossed-box” топология с тремя базисными интегралами.

Поляризованное излучение электронов при вне-осевой ориентации кристалла

В.М. Страховенко

Advanced Radiation Sources and Applications, H.Wiedemann(ed)
Springer, 2006, с. 55-62

Дано полное описание спектральных и поляризационных характеристик излучения, испускаемого произвольно поляризованными электронами высокой энергии, пересекающими кристалл под углами по отношению к главным осям кристалла, значительно превосходящими угол осевого каналирования. Возможность использования ориентированных кристаллов в качестве источника жестких поляризованных фотонов оценивается на основе выработанной качественной картины явления и численных расчетов.

Рождение электрон-позитронных пар и тормозное излучение в поле тяжелых атомов при промежуточных энергиях

Р.Н. Ли, А.И. Мильштейн, В.М. Страховенко, О.Я. Шварц
Radiation Physics and Chemistry **75** (2006) 868-873

Изучены кулоновские поправки (КП) в процессах тормозного излучения (ТИ) и рождения пар (РП). Вычислен, следующий по отношению к главному, член высокоэнергетической асимптотики, оказавшийся весьма существенным в области промежуточных энергий. Влияние экранирования на КП оказалось в случае РП малым как для полностью дифференциального сечения, так и для спектра, в отличие от ТИ, где влияние на дифференциальное сечение бывает очень большим. Проведено сравнение наших результатов по полному сечению РП с экспериментальными данными, подтвердившее эти результаты и позволившее сделать заключение о виде следующего члена асимптотики.

Излучение электронов при пролете через спиральный ондулятор или при столкновении с лазерной волной круговой поляризации

В.М. Страховенко

<http://posipol2006.web.cern.ch>

Доклад на Posipol 2006, CERN, 26-28, April 2006

Спиральный ондулятор и лазерная волна являются единственными объектами, способными обеспечить при взаимодействии с ними релятивистских не поляризованных электронов, генерацию фотонов круговой поляризации, необходимых для создания источника продольно поляризованных позитронов. В докладе проведено сравнение спектрально-угловых распределений и поляризации излучения для обеих

схем, выяснена роль коллимации излучения и угловой расходимости электронного пучка, сделана оценка полного выхода при однократном прохождении электронного пучка через ондулятор или лазерный пучок.

Генерация поляризованных позитронов в мишени

В. Страховенко

<http://posipol2006.web.cern.ch>

Доклад на Posipol 2006, CERN, 26-28, April 2006

Хорошо известно, что позитроны, рожденные фотоном круговой поляризации, обладают на краю спектра заметной продольной поляризацией. В докладе обсуждается зависимость различных аспектов процесса фоторождения от энергии начального фотона. В частности, показано, что для релятивистских позитронов можно пренебречь их деполяризацией при многократном рассеянии. Намечена схема описания развития электромагнитного ливня с учетом поляризации всех участвующих частиц.

Поляризационные эффекты в электромагнитных процессах в ориентированных кристаллах при высокой энергии

В.Н.Байер, В.М.Катков

Advanced Radiation Sources and Applications, H.Wiedemann(ed)

Springer, 2006, pp 97-108

В рамках квазиклассического операторного метода получено общее выражение для вероятности излучения циркулярно-поляризованного фотона продольно-поляризованным электроном и вероятности рождения продольно-поляризованной пары циркулярно-поляризованным фотоном. В единой форме исследованы как предел малых углов падения, где применимо приближение постоянного поля (с поправками вследствие неоднородности поля кристалла), так и предел больших углов падения (модифицированная теория когерентного тормозного излучения и рождения пар). При высокой энергии излучение продольно-поляризованных дает циркулярно-поляризованные фотоны причем степень поляризации стремится к 1 в конце спектра. Это утверждение справедливо как для малых углов падения, так и для больших. Аналогичная ситуация имеет место и при рождении электрон-позитронной пары продольно-поляризованным фотоном. Итак кристалл является весьма эффективным приспособлением для передачи спиральности от электрона к фотону и от фотона к электрону или позитрону.

Поляризационные эффекты при образовании пары фотоном в ориентированных кристаллах при высокой энергии

В.Н.Байер, В.М.Катков

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 243, 282-292, 2006

В рамках квазиклассического операторного метода получено общее выражение для вероятности рождения поляризованной электрон-позитронной пары продольно-поляризованным фотоном в ориентированном кристалле. Конкретный механизм рождения пары зависит от соотношения между углом влета фотона в кристалл (угол между импульсом фотона и выбранной осью) и характерным углом V_0/m (V_0 есть специфическая величина потенциала оси, относительно которой определен угол влета). В случае, когда угол влета много меньше чем характерный угол имеет место

рождение пары во внешнем магнитном поле (с поправками учитывающими неоднородность поля в кристалле). В осе-симметричном случае вероятность рождения пары удалось представить в явном и сравнительно простом виде. Вычислены асимптотики вероятности рождения пары, как в области сравнительно низких энергий, так и в области высоких энергий. Учитывался как когерентный, так и некогерентный механизм рождения пары, который также кардинально отличается от процесса в аморфном веществе. В конце спектра степень поляризации позитрона (электрона) близка к 1. Показано, что интегральная поляризация позитронов имеет максимум в области средних энергий, в кристалл вольфрама, ось $\langle 111 \rangle$, температура $T=100$ К максимум достигается при энергии фотона около 20 ГэВ. В случае, когда угол влета много больше чем характерный угол Vo/m применима теория когерентного рождения пары. Получены асимптотические формулы для вероятности рождения поляризованной пары как для когерентного, так и некогерентного механизмов в области высоких энергий.

Когерентное и некогерентное излучение электронов высокой энергии и ЛПМ эффект в ориентированных монокристаллах при высокой энергии

В.Н.Байер, В.М.Катков

Physics Letters, A353, 91-97, 2006,

Развит новый подход к исследованию излучения электронов и позитронов в ориентированном кристалле, впервые позволивший одновременное и нераздельное рассмотрение как когерентного, так и некогерентного механизмов излучения с учетом как действия поля оси (или плоскости) так и многократного рассеяния излучающих частиц (эффект Ландау-Померанчука-Мигдала (ЛПМ)). Найденная интенсивность излучения (обратная радиационная длина) позволила объяснить результат недавнего эксперимента выполненного в ЦЕРНе по излучению электронов с энергией от 40 до 250 ГэВ в монокристаллах вольфрама толщиной в 200 микрон (ось $\langle 111 \rangle$). Уже на этой малой толщине оказалось необходимым учитывать потери энергий электроном по мере прохождения через кристалл, развита схема учета этого эффекта. Показано что многократное рассеяние излучающих электронов (ЛПМ-эффект) может проявляться только при относительно малых энергиях электронов. Например в W, ось $\langle 111 \rangle$ относительный вклад ЛПМ-эффекта достигает максимума порядка 0.9 процента при энергии 0.3 ГэВ при температуре 100 К и соответственно 0.8 процента при энергии 0.7 ГэВ при температуре 293 К.

Когерентные и некогерентные процессы и ЛПМ эффект в ориентированных монокристаллах при высокой энергии

В.Н.Байер, В.М.Катков

Препринт ИЯФ 2006-33

Развит новый подход к исследованию излучения электронов и рождения электрон-позитронной пары фотоном в ориентированном кристалле, впервые позволивший одновременное и нераздельное рассмотрение как когерентного, так и некогерентного механизмов излучения и рождения пары с учетом как действия поля оси (или плоскости) так и многократного рассеяния излучающих частиц (эффект Ландау - Померанчука-Мигдала (ЛПМ)). Найденная интенсивность излучения (обратная радиационная длина) и полная вероятность рождения пары позволила объяснить результат недавних экспериментов, выполненных в ЦЕРНе по рождению электрон-позитронной пары в монокристаллах вольфрама фотонами с энергией от 5 до 55 ГэВ

и по излучению электронов с энергией от 40 до 250 ГэВ в монокристаллах вольфрама толщиной в 200 микрон (ось $\langle 111 \rangle$). Уже на этой малой толщине оказалось необходимым учитывать потери энергий электроном по мере прохождения через кристалл, развита схема учета этого эффекта. Показано что многократное рассеяние как излучающих электронов, так и частиц рожденной пары может проявляться только при относительно малых энергиях частиц. Например для излучения в W, ось $\langle 111 \rangle$ относительный вклад ЛПМ-эффекта достигает максимума порядка 0.9 процента при энергии 0.3 ГэВ при температуре 100 К и соответственно 0.8 процента при энергии 0.7 ГэВ при температуре 293 К. Для рождения пары относительный вклад ЛПМ-эффекта несколько больше и достигает максимума порядка 4.3 процента при энергии фотона 12 ГэВ при температуре 100 К и соответственно 5.5 процента при энергии 7 ГэВ при температуре 293 К.

Работа докладывалась на Международной конференции, Каналирование 2006, Фраскати, июль 2006 г.

Эффекты взаимодействия в конечном состоянии в процессе

$$e^+e^- \rightarrow N\bar{N} \text{ вблизи порога}$$

В.Ф.Дмитриев, А.И.Мильштейн
nucl-th/0607003

Парижский нуклон-антинуклонный оптический потенциал используется для объяснения экспериментальных данных в процессе $e^+e^- \rightarrow p\bar{p}$ вблизи порога. Продемонстрирована высокая чувствительность сечения и электромагнитных формфакторов к параметрам потенциала. Учёт взаимодействия в конечном состоянии с несколько изменённой мнимой частью потенциала позволяет воспроизвести имеющиеся экспериментальные данные. Показано также, что сечение в $n\bar{n}$ канале больше, чем в $p\bar{p}$ канале, и их отношение почти не зависит от энергии до 2.2 ГэВ.

3.4 Гравитация

Верхний предел на плотность темной материи в Солнечной системе

И.Б.Хриплович, (соавтор Е.В. Питьева)
Int. J. Mod. Phys.D **15** (2006) 615.

Анализ наблюдательных данных по секулярной прецессии перигелия Меркурия, Земли и Марса, основанный на эфемеридах ЕРМ2004, приводит к новым ограничениям на плотность темной материи в Солнечной системе.

Работа докладывались на Международной конференции Марсель Гроссман 11, Берлин, июль 2006.

Квазинормальные моды для произвольных спинов в поле Шварцшильда

И.Б.Хриплович, (соавтор Г.Ю. Рубан)
Int. J. Mod. Phys. D **15** (2006) 879.

Ведущий член асимптотики квазинормальных мод в поле Шварцшильда получен двумя прямыми аналитическими способами для произвольных спинов. Один из этих способов почти не требует вычислений. Столь же просто показано, что для любого

целого нечетного спина, описываемого уравнением Тюкольского, первая поправка к ведущему члену равна нулю. Затем эта поправка для полужелтых спинов получена чуть более сложным способом. И наконец, мы выводим аналитически общее выражение для первой поправки для произвольного спина, описываемого уравнением Тюкольского.

Работа докладывалась на Международной конференции Марсель Гроссман 11, Берлин, июль 2006.

Наблюдаемо ли излучение квантованных черных дыр?

И.Б.Хрилькович, (соавтор Н. Продюи)

Int. J. Mod. Phys. **D**, в печати; astro-ph/0604003.

Если первичные черные дыры насыщают современный верхний предел на плотность темной материи в Солнечной системе и если их спектр излучения дискретный, чувствительность современных детекторов достаточна для обнаружения этого излучения. Этот вывод не противоречит верхним пределам на скорость испарения черных дыр.

Работа докладывалась на Международной конференции Марсель Гроссман 11, Берлин, июль 2006.

Работа составила также содержание лекции, прочитанной на Международной Школе ИТЭФ, Москва, февраль 2006, и приглашенного доклада на Семинаре памяти М.П. Бронштейна, Санкт-Петербург, декабрь 2006.

Вакуумные средние площадей в исчислении Редже с независимыми тензорами площадей в лоренцевом случае

В.М.Хацимовский

Phys. Lett. **B** 633 (2006) 653

Обсуждается поворот Вика в исчислении Редже с независимыми тензорами площадей. Подтверждено эвристическое предположение, что лоренцева квантовая мера на пространственноподобной площади должно совпадать с евклидовой мерой при том же аргументе. Следствие - справедливость вероятностной интерпретации также и лоренцевой меры (на вещественных, т.е. пространственноподобных площадях).

Интеграл по путям в исчислении Редже с независимыми тензорами площадей и комплексные связности

В.М.Хацимовский

Phys. Lett. **B** 637 (2006) 350.

Рассматривается евклидова квантовая мера в исчислении Редже с независимыми тензорами площадей с использованием в качестве примера многообразия Редже простой структуры. Мы переходим к интегрированию по определённым контурам в гиперплоскости комплексных переменных связностей. Дискретные связности и кривизна на классических решениях уравнений движения являются, строго говоря, не настоящими связностями и кривизной, но более общими величинами, и поэтому не являются в качестве аргументов функции, которую надо усреднять, а представляют собой переменные интегрирования (немые). Мы показываем, что после интегрирования по последним получающаяся мера может быть хорошо определена на физической гиперповерхности (когда тензоры площадей соответствуют определённым векторам сторон, т.е. определённой метрике) как положительная мера с экспоненциальным убыванием на больших площадях при условии, что мы ограничиваемся конфигурациями с отсутствием переходов через вырожденные метрики.

О возможности конечного квантового исчисления Редже

В.М.Хацимовский

E-print archive gr/qc/0612143.

В ряде наших статей приводятся аргументы в пользу того, что дискретная квантовая гравитация, основанная на исчислении Редже, обладает ненулевыми вакуумными средними длин триангуляции, порядка планковского масштаба 10^{-33} см . Мы обсуждаем эти результаты, обращая особое внимание на возможность получить конечную теорию в рамках данного подхода.

Полная интегрируемость уравнений Эйнштейна для многомерного пространства-времени с дополнительной симметрией и вращающиеся чёрные дыры

А.А.Померанский

Phys.Rev. D73, 044004 (2006)

Дан новый вывод метрики пятимерной черной дыры Майерса-Перри в качестве двухсолитонного решения на неплоском фоне. Нашей целью было проиллюстрировать, как хорошо известный метод Белинского-Захарова может быть использован для поиска решений уравнений Эйнштейна в D -мерном пространстве-времени с $D-2$ коммутирующими векторами Киллинга, используя полную интегрируемость этой системы. Данный метод представляется также перспективным для исследования вопросов, касающихся единственности решений для многомерных черных дыр.

Замечание о параметре Иммирзи, кручении и дискретных симметриях

И.Б. Хриплович, А.А.Померанский

Phys.Rev. D73, 107502 (2006)

Показывается, что новое взаимодействие вращающихся частиц с тензором кручения, недавно обсуждавшееся в литературе, является нечетным по отношению к зарядовому сопряжению и обращению времени. Этот факт объясняет неожиданные на первый взгляд свойства симметрии индуцированного эффективного 4-фермионного взаимодействия.

Черные кольца с двумя угловыми моментами

А.А.Померанский, Р.А. Сеньков

e-print: hep-th/0612005

Представлено общее решение для черного кольца с двумя угловыми моментами, найденное методом обратной задачи рассеяния. Масса, угловые моменты и объем горизонта событий найдены в явном виде как функции параметров метрики.

Квантовые поправки к метрике и репараметризационные преобразования

Г.Г. Кирилин,

принята к печати в Physical Review, eprint: gr-qc/0601020

В работах Бьерума-Бора, Донохью, Холстейна (БДХ) [Phys. Rev. **D68**, 084005 (2003)] и Хрипловича, Кирилина (КК) [J. Exp. Theor. Phys. **98**, 1063 (2004)] рассмотрены квантовые поправки к метрике Шварцшильда, генерируемые петлевыми

поправками. Хотя в этих работах используются одни и те же полевые переменные в ковариантной калибровке, полученные результаты для квантовых поправок к метрике Шварцшильда различны. В работе КК рассматривается полный набор диаграмм, вклад которых сводится к эффективному оператору, отвечающему обмену эффективным гравитоном. В работе БДХ рассматриваются только одночастично-неприводимые диаграммы. В данной работе показано, что ведущие квантовые поправки к метрике Шварцшильда не должны зависеть от параметризации полевых переменных, т. е. должны быть репараметризационно инвариантны. На примере простого репараметризационного преобразования показано, что вклад диаграмм, рассмотренных в работе БДХ, не является репараметризационно инвариантным.

3.5 Нелинейная динамика и хаос

Квантовая дефазировка и распад классических корреляционных функций в хаотических системах

В.В. Соколов, Giuliano Benenti, Giulio Casati

e-print: quant-ph/0504141 v3 23 May 2006; to appear in Phys. Rev E **75**, 093702,(2007)

Мы исследуем роль, которую играет классический динамический хаос в падении со временем так называемого эха Лошмидта или, иначе, “фиделити” в отсутствие каких-либо нерегулярных внешних влияний. Мы показываем аналитически и затем демонстрируем численно, что если в классическом пределе движение системы является хаотическим, а ее начальное квантовое состояние является некогерентной смесью, то и в дальнейшем это состояние остается благодаря влиянию классической стохастической неустойчивости некогерентным, так что квантовая интерференция оказывается подавленной. В результате, распад квантовой величины - фиделити оказывается связанным с некоторой классической корреляционной функцией. Таким образом, хаос, внутренне присущий классической динамике, может, разрушать квантовую когерентность подобно тому, как это делает взаимодействие с неупорядоченной внешней средой.

Классический динамический хаос и квантовая интерференция

В.В. Соколов, Giuliano Benenti, Giulio Casati

e-print: quant-ph/0611191 v1 18 Nov 2006; Submitted in Phys. Rev. Lett.

Обсуждается подавление, в отсутствие каких-либо нерегулярных внешних возмущений, квантовой когерентности (“dephasing”) за счет влияния стохастической неустойчивости классической динамики. Для демонстрации механизма такого влияния мы вводим новую величину, названную нами “allegiance”, которая, в отличие от ранее рассматривавшегося эха Лошмидта, непосредственным образом чувствительна к квантовой интерференции. С другой стороны, эта величина может быть напрямую измерена в интерференционном эксперименте. Показывается, что в квазиклассической области введенная величина в точности совпадает с некоторой классической корреляционной функцией. Это объясняет полученное в предыдущей нашей работе соотношение между распадами фиделити с одной стороны и некоторого классического коррелятора - с другой. Сделанные утверждения доказаны аналитически на примере движения возбуждаемого периодическими толчками нелинейного квантового осциллятора и проверены численно в случае стандартной модели квантового ротатора.

Квантовая синхронизация

О.В.Жиров, Д.Л. Шепелянский

Eur. Phys. J. **D38**, 375-379 (2006)

Исследована эволюция диссипативной квантовой системы (нелинейного осциллятора) под воздействием периодических толчков и постоянной внешней силы. С помощью численного метода квантовых траекторий изучена роль квантовых флуктуаций и исследованы режимы, в которых синхронизация остается и в квантовом случае (квантовая синхронизация). Из наших результатов следует, что при малых значениях постоянной Планка \hbar фрактальная структура (“дьявольская лестница”) областей (плато) синхронизации устойчива к квантовым флуктуациям, однако при больших \hbar плато синхронизации разрушаются. В режиме синхронизации обнаружено новое интересное явление – сильная локализация волнового пакета частицы и в пространственном и в импульсном представлении одновременно, до минимально возможных размеров $\Delta x \cdot \Delta p \approx \hbar$. Квантовая синхронизация в нашей модели имеет прямую связь со “ступеньками Шапиро” в джозефсоновских сверхпроводящих контактах, а также может быть реализована с экспериментах с холодными атомами.

Влияние диссипации на разрушение когерентности в алгоритме Гровера

О.В.Жиров, Д.Л. Шепелянский

Eur. Phys. J **D38**, 405-408 (2006)

Используя метод квантовых траекторий, мы исследовали влияние на точность алгоритма Гровера (квантового алгоритма поиска в неструктурированной базе данных) эффектов диссипативного воздействия окружающей среды. Численно изучена зависимость точности от числа кубитов и от параметра связи с внешней средой для системы размером вплоть до 16 кубитов. В результате численного и аналитического анализа нами получена универсальная зависимость для затухания как фиделити, так и вероятности искомого состояния, обусловленного разрушением когерентности под воздействием внешней среды. Эта зависимость находится в согласии с результатами, полученными ранее для других квантовых алгоритмов.

Модель Френкеля-Конторовой для ультрахолодных ионов

I. Garcia-Mata, О.В.Жиров, Д.Л. Шепелянский

e-print: cond-mat/0606135 (2006), Eur. Phys. J **D41**, 325-330(2007)

Аналитически и численно изучены свойства одномерной цепочки ионов, помещенных в периодический потенциал оптической решетки и глобальный осцилляторный потенциал ловушки. В тесной аналогии с моделью Френкеля-Конторовой, нами обнаружен переход от фазы скольжения к фазе захвата, происходящий при увеличении потенциала оптической решетки - в случае, когда межионное расстояние несоизмеримо с периодом решетки. Показано, что при нулевой температуре, но при больших значениях эффективной постоянной Планка квантовые флуктуации ведут к квантовому фазовому переходу и “плавлению” фазы захвата - “инстантонного стекла”. Вследствии такого “плавления” у цепочки ионов перестраивается спектр фононных возбуждений и возникает возможность скольжения вдоль оптической решетки.

Полученные результаты имеют также непосредственное отношение к динамике Вигнеровского кристалла во внешнем периодическом потенциале.

Глава 4

Физика плазмы и управляемый термоядерный синтез

4.1 Влияние радиального профиля электрического потенциала на удержание двухкомпонентной плазмы с высоким бета в газодинамической ловушке

Одной из важнейших задач программы исследований на установке ГДЛ (рис.1) является изучение МГД-устойчивости и поперечного переноса в плазме с высоким относительным давлением. В экспериментах последних лет, посвященных изучению влияния на МГД-устойчивость вращения плазмы в скрещенных полях: магнитном, направленном вдоль оси пробкотрона, и радиальном электрическом, возникающем из-за естественного радиального градиента электронной температуры, - было обнаружено, что при подаче оптимального потенциала на специальные радиальные электроды - лимитеры - режим удержания плазмы становится близким к устойчивому при максимально достижимом значении параметра β , даже в условиях, когда МГД-стабилизирующие элементы были отключены (Bagryansky P.A., et al. Fusion Science and Technology 43 (2003) pp. 152-156.).

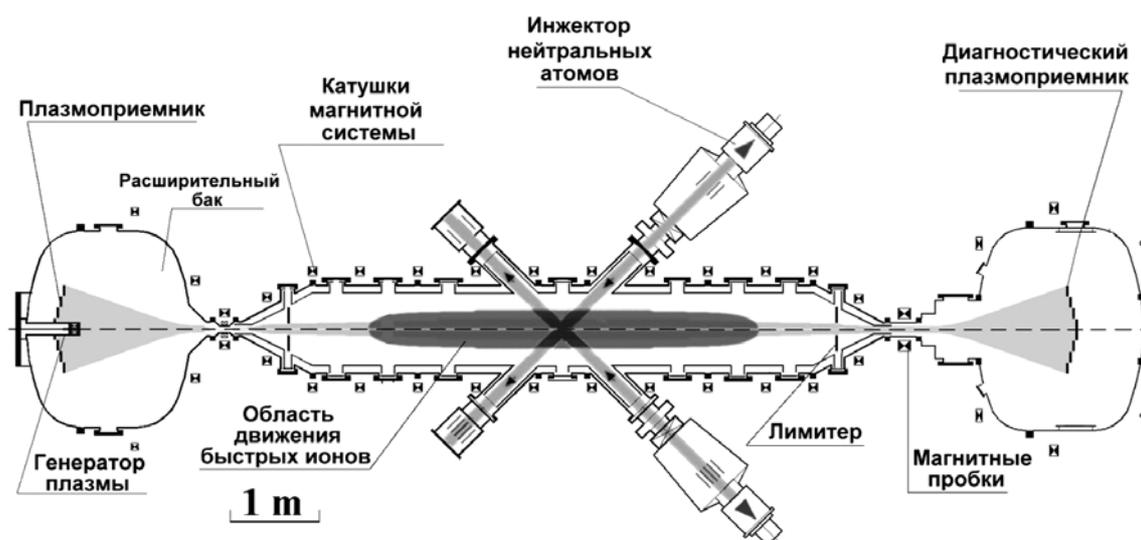


Рис. 1: Схема установки ГДЛ.

Целью данной работы стало изучение возможных механизмов подавления МГД-неустойчивости и улучшения удержания. Изучалось влияние контакта плазмы с торцевыми плазموприемниками и влияние профиля радиального электрического поля на МГД-устойчивость и поперечные потери частиц и энергии.

Для управления радиальным распределением потенциала в плазме в области расширителей с каждой из сторон были установлены секционированные плазموприемники, состоящие из заземленного центрального диска и трех изолированных концентрических колец, на которые можно было независимо подавать потенциал в диапазоне от 0 до +300 В при помощи регулируемых источников напряжения. Внутри пробкотрона вблизи пробок симметрично относительно центральной плоскости были установлены охватывающие плазму кольца из нержавеющей стали (лимитеры), изолированные от вакуумной камеры и присоединенные к общему источнику напряжения с диапазоном регулирования от 0 до +300 В (рис. 1 и 2).

Перед началом экспериментов были созданы специализированные диагностики, ориентированные на проведение указанных выше исследований. Эти диагностики базировались на зондовых методах исследования плазмы. На плазмодриемник, расположенный в противоположном от источника плазмы торцевом баке, было установлено 32 плоских зонда диаметром 15 мм для регистрации пространственного распределения плотности потока ионов на торце. Они располагались эквидистантно по азимуту по 8 зондов на каждой из 4 секций плазмодриемника. Такая диагностика позволила мониторировать во времени распределение плотности потока ионов в плоскости плазмодриемников, наблюдать форму импульса и вычислять характерное время спада полного продольного тока ионов после выключения генератора плазмы, получать данные о характерном радиусе плазменной струи в расширителе и степени её асимметрии. Также в экспериментах использовался ленгмюровский зонд, способный работать в режиме измерения плавающего потенциала и в режиме тройного зонда для измерения плотности и температуры периферийной плазмы. Для измерения флуктуаций азимутального электрического поля и плотности плазмы использовался комбинированный зонд, состоящий из двух пар электродов.

Одним из возможных механизмов стабилизации МГД-неустойчивости в ГДЛ является контакт плазмы с лимитерами и торцевыми плазмодриемниками. В работе (Багрянский П.А., Солдаткина Е.И. // Материалы XXXIII Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и УТС. 2006. С.80) изучалось влияние контакта с лимитерами. Путем измерения сопротивления дебаевского слоя плазмы вблизи лимитера, оценок характерного времени разрядки емкости плазменного столба через сопротивление лимитера и сравнения его с характерным временем развития МГД-неустойчивости было показано, что контакт с лимитером не может оказывать существенного влияния на процесс развития МГД неустойчивости. В дальнейшем был выполнен эксперимент по изучению влияния контакта плазмы с плазмодриемниками. Схема эксперимента приведена на рис. 2.

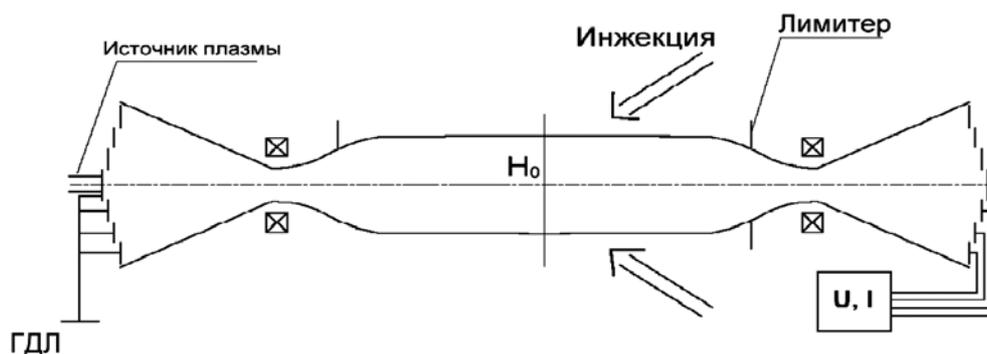


Рис. 2: Схема эксперимента по изучению влияния контакта плазмы с торцевым плазмодриемником.

Один из плазмодриемников был полностью заземлен, а на кольца второго подавалось различное напряжение, регистрировался текущий на них ток. Таким образом строилась вольт-амперная характеристика и находилось значение сопротивления, величина которого составила $R \approx 0.26 \Omega$, что соответствует оценкам, полученным с использованием теории плоского зонда.

Для оценки влияния сопротивления такой величины на процесс развития моды жесткого смещения желобковой неустойчивости представим поляризованный столб плазмы как плоский конденсатор, разряжающийся на торец через сопротивление

дебаевского слоя вблизи последнего. Оценив емкость плазменного столба как $C \approx \frac{\varepsilon S}{4\pi d}$, где $\varepsilon \approx \frac{\omega_{pi}^2}{\omega_{ci}^2} = \frac{4\pi n m_i c^2}{B^2}$, получим $C \approx 6 \mu F$ при плотности плазмы $2 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$, магнитном поле в центре ловушки 2 кГс и длине пробкотрона 7 м. Тогда характерное время разрядки плазменного столба через торцевые электроды оказывается равным $\tau_{rel} = RC \approx 1.6 \mu s$.

Как известно, характерный инкремент желобковой неустойчивости для однокомпонентной плазмы легко оценивается как $\gamma \sim \frac{V_{Ti}}{L}$, где L - длина установки, V_{Ti} - тепловая скорость ионов. При этом инкремент корневым образом зависит от давления: $\gamma \propto \sqrt{p}$ [Чащин М.С., Беклемишев А.Д. // Препринт ИЯФ 2006-19, Новосибирск 2006]. При температуре плазмы ~ 80 эВ и $W_{target} = 80$ Дж, $W_{fast} = 500$ Дж время развития МГД неустойчивости оказывается порядка $10 \mu s$. Такой результат говорит о возможном существенном влиянии контакта плазмы с торцами на инкремент развития желобковой неустойчивости. Следует заметить при этом, что в экспериментах без использования МГД-стабилизаторов при одинаковых значениях потенциала на электродах лимитеров и плазмодириемниках время удержания плазмы было много меньше характерного времени, определяемого продольными потерями за счет газодинамического истечения. Это означает, что, несмотря на относительно малое электрическое сопротивление между плазмой в пробкотроне и торцевыми электродами, МГД-устойчивое удержание за счет контакта плазмы с торцевыми приемниками не достигается.

Для управления радиальным электрическим полем в плазме на электродах плазмодириемников и лимитеров при помощи регулируемых источников напряжения создавались различные распределения потенциала. Эксперименты проводились в режиме с отключенными катушками обратного тока в расширителе, при этом силовые линии магнитного поля в запробочной области представляли собой прямые, и расширитель не выполнял роль МГД-стабилизатора. В ходе экспериментов было замечено, что время удержания плазмы в пробкотроне существенно увеличивалось по сравнению с типичным временем в выбранном МГД-неустойчивом режиме, если между одной или несколькими парами электродов реализовывался перепад потенциала $90 \text{ В} < \delta\varphi < 300 \text{ В}$. При этом время удержания частиц мишенной плазмы соответствовало характерному времени ее газодинамического истечения через пробки ловушки, а время жизни быстрых частиц соответствовало времени их торможения за счет кулоновских столкновений с электронами мишенной плазмы.

Изучались различные варианты режимов с перепадами потенциалов между электродами. Создавались перепады потенциала по радиусу, а также был реализован устойчивый режим удержания с несколькими перепадами потенциала (так называемый "ступенчатый" потенциал). Во всех перечисленных режимах время удержания плазмы и ее параметры были близки по значениям. Для определения времени распада мишенной плазмы использовались диагностические торцевые плазмодириемники, позволяющие измерять полный ток на торец, а также данные дисперсионного интерферометра, расположенного в области с пробочным отношением $R=3$. Для наблюдения за быстрыми частицами использовалась диамагнитная петля, установленная в точке их остановки ($R=2$).

На рис.3 показан радиальный профиль плавающего потенциала, полученный при помощи ленгмюровского зонда при подаче на лимитер и внешнее кольцо плазмодириемника напряжения $+150 \text{ В}$, внутренние электроды при этом были заземлены. Видно, что на периферии создается электрическое поле, величина которого составляет $\sim 25 \text{ В/см}$.

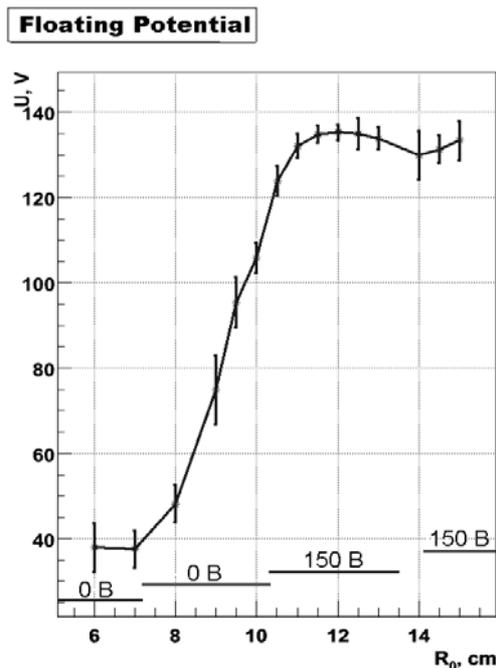


Рис. 3: Радиальный профиль плавающего потенциала в центральной плоскости ГДЛ в устойчивом режиме.

На рис. 4 приведена временная зависимость линейной плотности плазмы после отключения плазменного генератора и системы атомарной инжекции, фаза распада мишенной плазмы длится ~ 1.63 мс (рис.4).

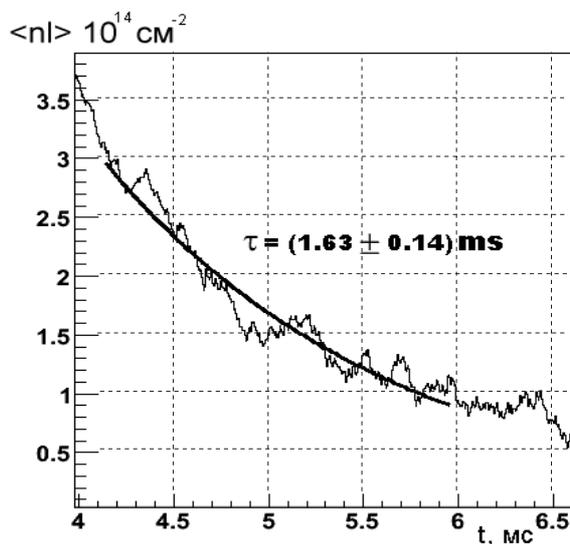


Рис. 4: Распад линейной плотности плазмы в устойчивом режиме удержания.

По данным торцевых плазмоприемников это время оказывается близким по значению. Время распада мишенной плазмы соответствует оценкам времени газодинамического истечения плазмы через пробки установки (то есть максимально возможного) $\tau_{GDT} = 1.3$ мс. Время жизни быстрых ионов составило в этом режиме ~ 0.8 мс (оценка времени торможения быстрых ионов на электронах мишенной плазмы дает значение $\tau_{ei} \sim 0.75$ мс).

Исходя из полученных результатов можно заключить, что при наличии перепада радиального потенциала в плазме реализуется механизм дифференциального вращения в образовавшихся скрещенных полях - аксиальном магнитном и радиальном электрическом. Можно оценить время половины оборота внешнего слоя плазмы относительно внутреннего при таком вращении. Разница скоростей дрейфа между $R_0 \approx 7$ см и $R_0 \approx 9$ см составляет $\delta V_{dr} \approx 10^6$ см/с. Внешний слой плазмы ($R_0 \approx 9$ см) совершает половину оборота относительно внутреннего слоя ($R_0 \approx 7$ см) за время порядка $\tau_{shear} \approx 30$ мкс. Время развития МГД неустойчивости в ГДЛ оценивается как $\tau_{MHD} \approx 10$ мкс. Из таких оценок следует вывод о том, что дифференциальное вращение может подавлять развитие МГД неустойчивости или существенно уменьшать инкремент ее развития, изменяя распределение зарядов, приводящее к развитию неустойчивости.

Для сравнения была проведена серия экспериментов, в которых все электроды были заземлены. Режим удержания был выражено неустойчивым. В этом случае плавающий потенциал зонда выглядел, как показано на рис.5 и не имел перепадов по радиусу. По данным дисперсионного интерферометра (рис.6) время удержания тепловой плазмы составляло в этом режиме ~ 650 мкс (по сравнению с 1.6 мс в устойчивом режиме). Время жизни быстрых частиц оказалось равным ~ 230 мкс, что более чем в 3 раза меньше соответствующего значения в режиме с дифференциальным вращением.

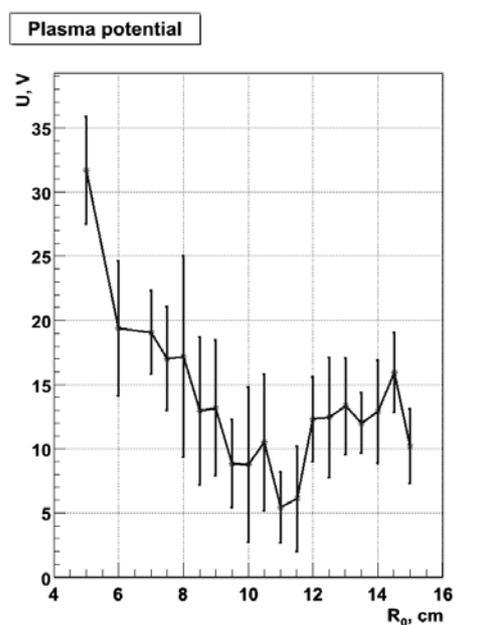


Рис. 5: Радиальный профиль плавающего потенциала в неустойчивом режиме удержания.

Из проведенных экспериментов следует, что дифференциальное вращение на периферии плазмы способно улучшать её удержание. Также необходимо отметить, что контакт плазмы с проводящими торцами установки не может полностью обеспечить ее стабилизацию, что подтверждают приведенные выше эксперименты с заземлением радиальных электродов.

Теоретическое обоснование механизмов стабилизации плазмы ГДЛ находится в стадии разработки (Чащин М.С., Беклемишев А.Д. // Препринт ИЯФ 2006-19, Новосибирск 2006.), (Цидулко Ю.А. // Материалы XXXIII Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и УТС - 2006 - С. 85.).

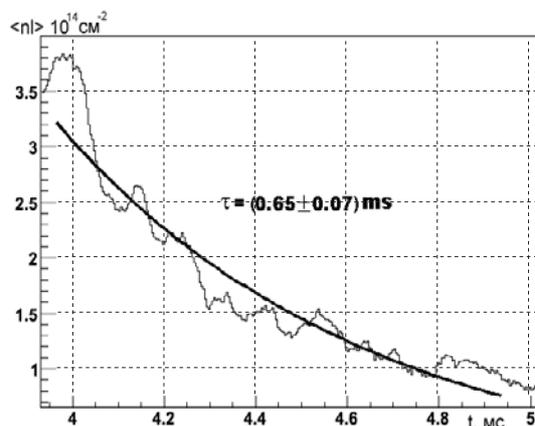


Рис. 6: Распад линейной плотности плазмы в неустойчивом режиме удержания.

Известно, что дифференциальное вращение может приводить к развитию неустойчивостей и быть причиной больших поперечных переносов частиц и энергии. При помощи комбинированного зонда были проведены измерения поперечного потока частиц, величина которого составила $2.7 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1} \text{ см}^{-2}$ на радиусе 9 см (все радиусы приведены в проекции по силовым линиям в центральную плоскость). Такому значению потока соответствует характерное время удержания $\sim 130 \text{ мс}$, что много больше времени как удержания плазмы в ГДЛ, так и времени развития МГД неустойчивости. Поэтому, основываясь на результатах измерений, можно заключить, что перенос частиц поперек магнитного поля очень мал, следовательно дифференциальное вращение не приводит к дополнительным поперечным потерям.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

Проведены измерения, позволившие оценить электрическое сопротивление между центральной ячейкой и торцевым приёмником плазмы. Полученные значения сопротивления находятся в соответствии с теорией плоского зонда и говорят о возможности существенного влияния контакта плазмы с торцевыми приёмниками на скорость развития желобковой неустойчивости. Обнаружено, что наличие перепада электрического потенциала на периферии плазмы позволяет существенно улучшить время удержания плазмы по сравнению с неустойчивыми режимами. Показано, что напряженности радиального электрического поля в плазме в области перепада потенциала $\approx 40 \text{ В/см}$ приводят к МГД-стабилизации даже в условиях неблагоприятной относительно МГД устойчивости конфигурации магнитного поля при высоких значениях β . Измерены потери плазмы поперек магнитного поля, полученные значения потока позволяют заключить, что поперечный перенос мал и не играет роли в режимах с дифференциальным вращением.

4.2 Запуск модернизированной системы питания инжекторов атомарных пучков на мощность до 10 МВт и длительность 5 мс для нагрева плазмы в газодинамической ловушке

В настоящее время в Институте ядерной физики им. Г.И.Будкера реализуется план модернизации установки ГДЛ с целью увеличения температуры электронов до $200 \div 300$ эВ. Для этого планируется создание новой системы атомарной инжекции энергией 25 кэВ, суммарной мощностью до 10 МВт и длительностью импульса 5 мс. Эти инжекторы обладают фокусирующей ионно-оптической системой, что позволяет существенно увеличить плотность тока в пучках.

В рамках первого этапа модернизации были проведены разработка, изготовление и запуск новой модернизированной системы питания для таких инжекторов на установке ГДЛ. Новая система питания установлена вместо устаревшей системы питания инжекторами СТАРТ-3, которая уже не удовлетворяла потребностям эксперимента из-за малой мощности и короткой длительности (4 МВт, 15 кВ, 1 мс).

Система питания состоит из 8-и независимых одинаковых модулей (см. рис. 7 и 8), каждый модуль рассчитан на питание одного инжектора нового типа и имеет следующие параметры:

1) Питание ИОС

а) Плазменная сетка: +25 кВ регулируемое, стабильность 1%, ток до 100 А, длительность 5 мс.

б) Вытягивающая сетка: +22 кВ регулируемое (± 7), стабильность 1%, 20 А, 5 мс.

в) Запорная сетка: -600 В регулируемое, 1%, 10 А, 5 мс.

2) Дуговой разряд: 120 В, ток до 1200 А, регулируемый, стабильность 1%, 5 мс.

3) Минимальный период следования импульсов: - 1 раз в 30 сек.

4) Управление и контроль - от ЭВМ по оптоволоконным линиям.

5) Возможность ручного управления.

6) Размещение - 2 стойки Вишня (высоковольтная стойка управления рис. 7, низковольтная стойка питания рис. 8), стойка высоковольтного модулятора 1x1x2 м. Стеллаж линии высоковольтного модулятора 1x2x3 м.

Для формирования импульса высокого напряжения используется разряд искусственной линии на первичную обмотку повышающего трансформатора. Выходное напряжение стабилизируется с помощью набора варисторов. Напряжение на вытягивающую сетку ИОС подается от омического делителя, подключенного к высоковольтному выходу. Использование в системе защиты специальных мер направленных на снижение энергии выделяемой в ИОС во время высоковольтного пробоя, позволило заметно увеличить надёжность работы системы. Энергия, выделяемая в ИОС при пробое, не превышает 1 Дж.

Питание дугового источника плазмы выполнено по блочной схеме. Блоки питания дугового разряда установлены на изолированной платформе, находящейся в момент импульса под выходным напряжением высоковольтного модулятора. Блоки работают параллельно. Каждый позволяет получать стабилизированный ток до 80 А. Для обеспечения надежного поджига разряда используется система предварительного разгона тока на индуктивность с последующим переключением тока на разрядный промежуток.



Рис. 7: Общий вид высоковольтной части новой системы питания установки ГДЛ. (показано 6 из 8-ми модулей)

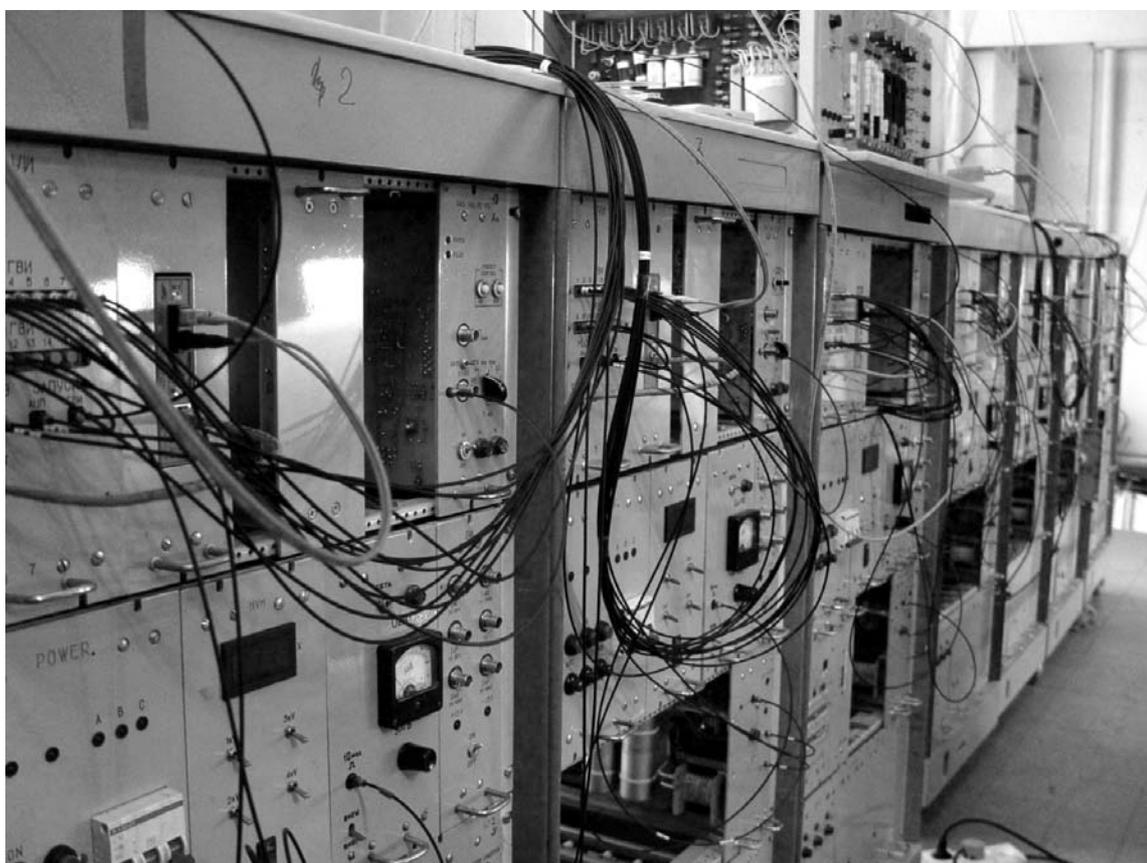


Рис. 8: Низковольтные модули системы питания установки ГДЛ.

Управление системой питания осуществляется от ЭВМ с помощью специально разработанного в ИЯФ программируемого логического контроллера “ПИКОН”. Связь между контроллером и системой управления осуществляется по оптоволоконной линии, что позволяет обойтись без развязывающих устройств и защищает систему управления от наводок при эксплуатации.

К осени 2006 года полностью закончены все пуско-наладочные работы по всем стойкам питания и начаты первые эксперименты с новой системой питания на установке ГДЛ.

4.3 Исследование накопления быстрой ионной компоненты при увеличенной мощности и длительности атомарной инжекции

В 2006 году на установке Газодинамическая Ловушка (ГДЛ) завершен монтаж и пусконаладочные работы систем питания атомарных инжекторов нового поколения. Новые системы питания позволяют увеличить мощность атомарной инжекции до 10 МВт при длительности работы 5 мс и энергии инжектируемых атомов до 25 кВ.

К концу года удалось достичь мощности инжекции свыше 3 МВт при длительности 5 мс и энергии частиц 18 кВ. На рисунке 9 приведены временные зависимости тока и напряжения для всех 6 нагревных инжекторов. Продолжаются работы по увеличению суммарной мощности атомарных пучков.

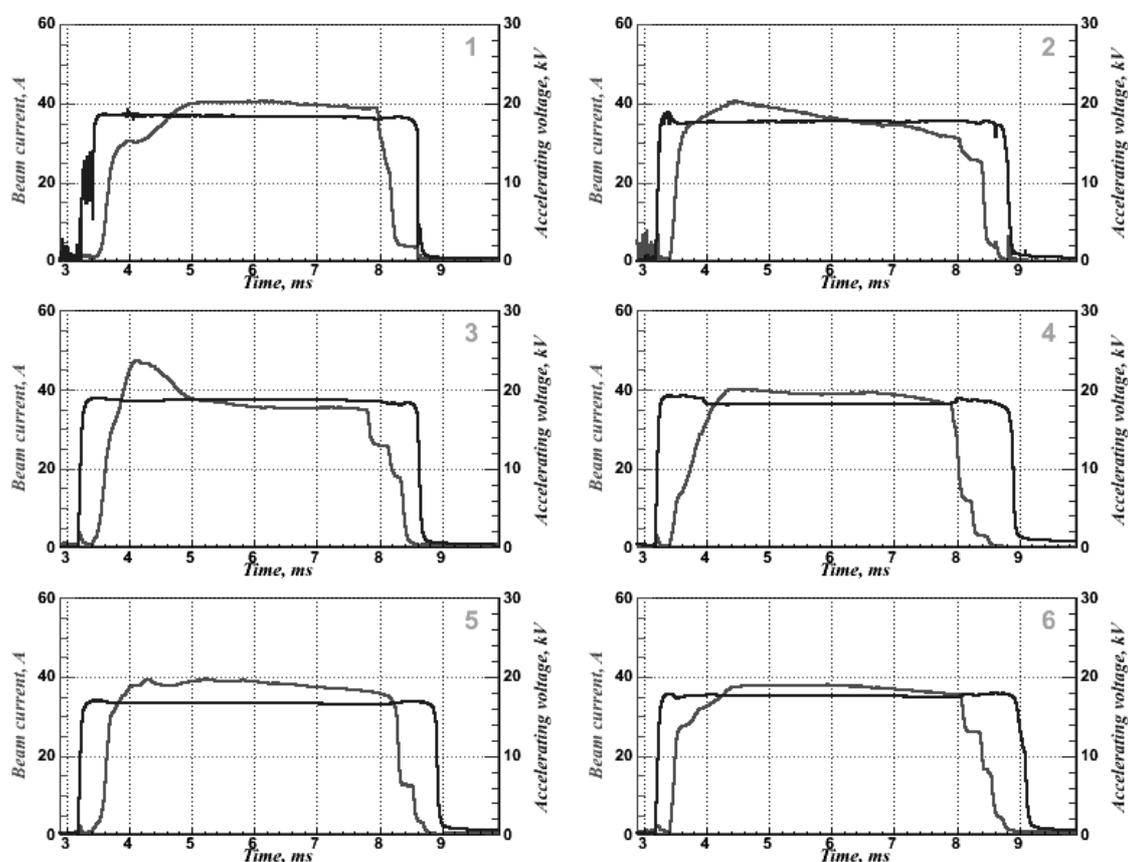


Рис. 9: Ток пучка и ускоряющее напряжение инжекторов СТАРТ-3.

Успешно проведены первые эксперименты по накоплению быстрой ионной компо-

ненты в ГДЛ при увеличенной длительности атомарной инжекции. Согласно оценкам и результатам моделирования, функция распределения быстрых ионов в таких условиях становится близкой к равновесной, поскольку характерное энергетическое время жизни относительно торможения на электронах $\tau_E \approx 700 \mu\text{s}$, что значительно меньше длительности инжекции. В ходе этих экспериментов было исследовано два сценария работы установки ГДЛ: “распадный” сценарий и эксперименты с дополнительной инжекцией газа на ось ловушки для поддержания материального баланса плазмы.

Временная последовательность работы систем установки при “распадном” сценарии этом была следующей:

- включалась магнитная система;
- в ловушку инжектировалась теплая плазма при помощи специального генератора, расположенного в одном из торцевых баков;
- после выключения генератора плазмы включалась система атомарной инжекции.

Таким образом, инжекция производилась в плазму на стадии экспоненциального уменьшения плотности за счет истечения через пробки. Это прекрасно иллюстрирует график захваченной в плазму мощности (который пропорционален линейной плотности мишенной плазмы) в сравнении с полной мощностью нейтральных пучков на рисунке 10. На рисунке 11 показан результат измерения диамагнетизма плазмы в описываемом режиме.

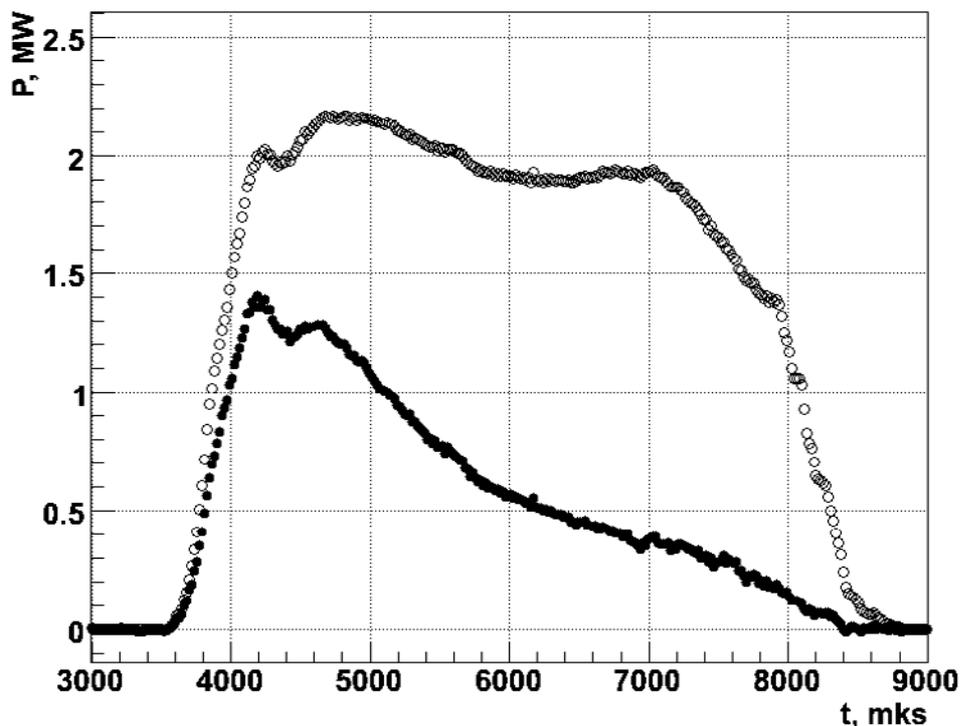


Рис. 10: Инжектированная (о) и захваченная мощности в “распадном” сценарии эксперимента с увеличенной длительностью атомарной инжекции в ГДЛ.

На начальном этапе инжекции виден рост диамагнитного сигнала, который пропорционален энергии, запасенной в быстрых ионах. Затем наблюдается спад диамагнетизма с характерным временем около 3 мс. Важно отметить, что характерное время развития МГД- неустойчивости при наших параметрах плазмы и магнитного

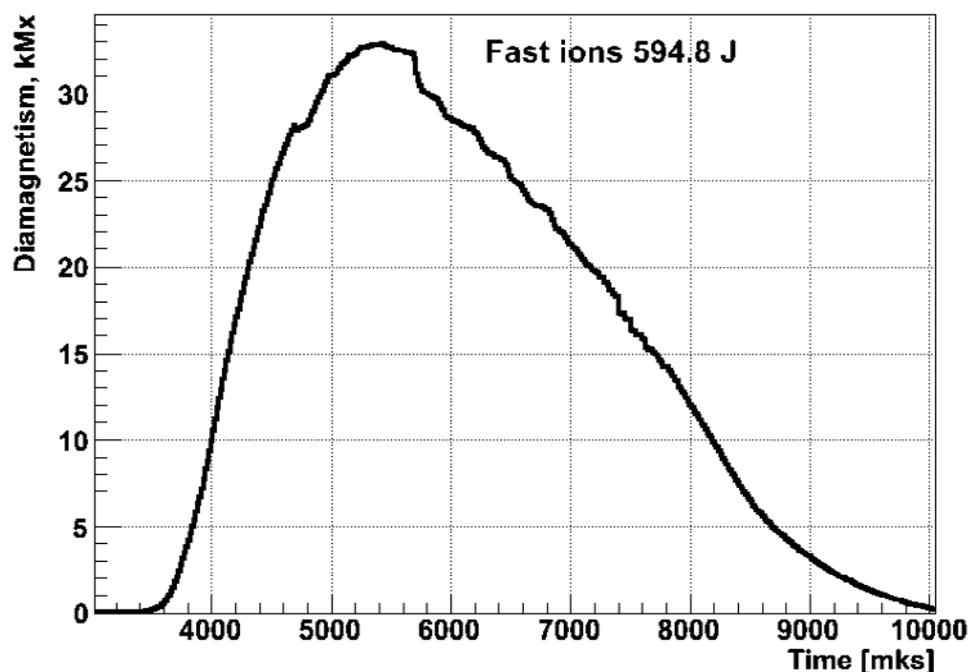


Рис. 11: Временная зависимость диамагнетизма быстрых ионов в “распадном” сценарии.

поля может быть оценено в несколько десятков микросекунд. Таким образом, основываясь на результатах первого эксперимента с увеличенной длительностью атомарной инъекцией, можно сделать вывод, что плазма устойчива относительно развития МГД-мод при временах инъекции до 5 мс. Средняя по серии температура электронов в этом режиме по данным томсоновского рассеяния составляла 120 эВ. Температура измерялась в момент времени 2 мс после начала инъекции (5500 мкс на шкале рис. 10 и 11).

Для лучшего накопления быстрых частиц, поддержания материального баланса плазмы в ходе длинной инъекции и с целью получения и исследования анизотропной плазмы с максимальным энергосодержанием и давлением был реализован сценарий эксперимента с инъекцией газа на ось установки. Инъекция газа осуществлялась с помощью специального капилляра (см. рис. 12) установленного на торце установки после выключения генератора плазмы. В результате образовывалась достаточно плотная мишенная плазма с максимальной плотностью до $2 \times 10^{14} \text{ см}^{-3}$ и радиусом 4-5 см.

На рисунке 13 представлены временные зависимости инжектированной и захваченной мощности, а на рисунке 14 энергосодержание в мишенной плазме и в быстрых ионах, измеренное с помощью диамагнитных петель. Как видно из рисунков, накопление быстрых ионов продолжается в течении всей длительности нейтральной инъекции. Максимальное значение энергосодержания в быстрых ионах достигает ~ 900 Дж. Температура электронов в этом режиме была ~ 100 эВ (рис. 15).

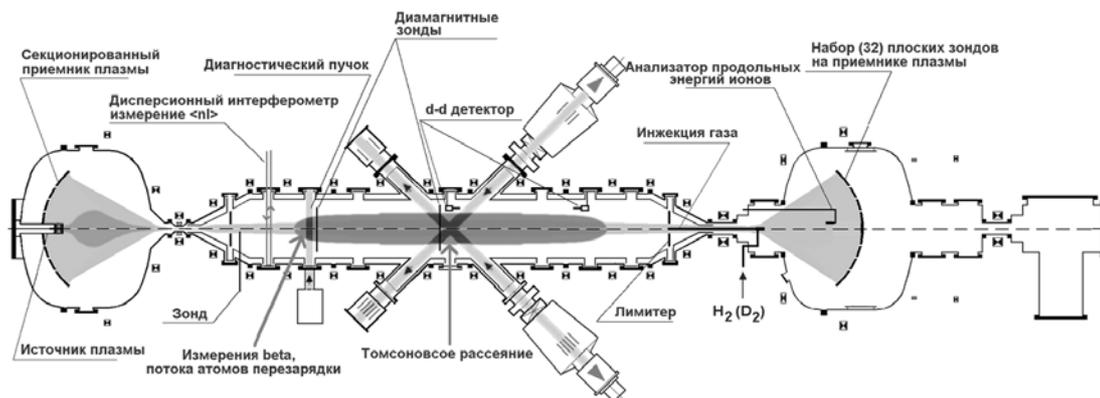


Рис. 12: Установка ГДЛ и расположение основных диагностик.

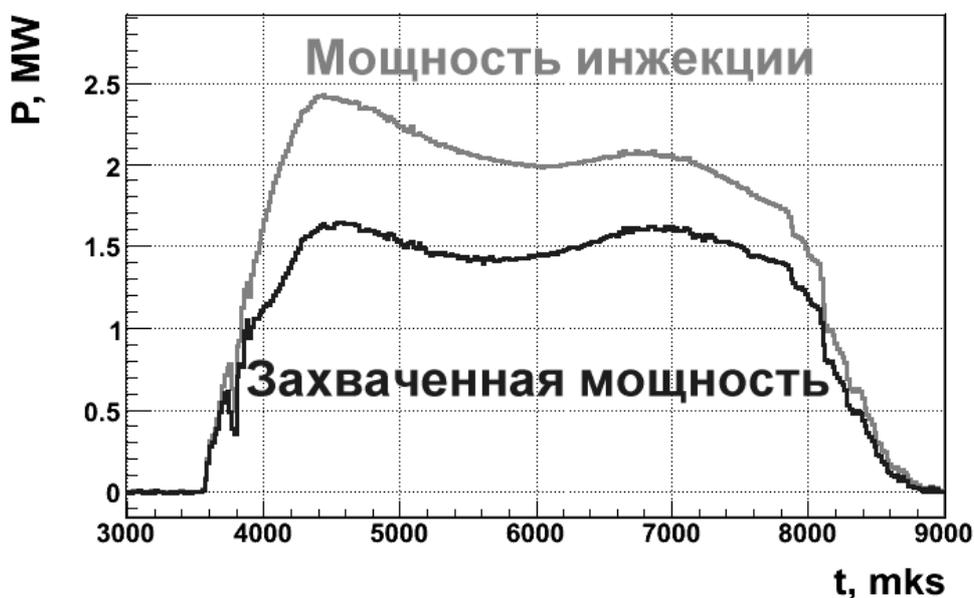


Рис. 13: Инжектированная и захваченная мощности в эксперименте с дополнительной инжекцией газа и с увеличенной длительностью атомарной инжекции в ГДЛ.

В экспериментах по изучению динамики анизотропной плазмы в ГДЛ при помощи модернизированной MSE-диагностики были измерены радиальные профили β . На Рис. 16. показаны результаты измерений в моменты времени 5 мс и 6.5 мс в течение импульса инжекции (3.5 мс ÷ 8.5 мс). Формирование компактного распределения быстрых ионов происходит на начальной фазе инжекции длительностью порядка 1 мс. Зависимость параметра β от времени в течение инжекции показана на Рис. 17, при этом характерный радиус профиля ≈ 8.5 см менялся незначительно. Рис. 18 демонстрирует динамику поперечного профиля потока атомов перезарядки, измеренного в точке остановки. Локальность данных измерений обеспечивалась регистрацией потока атомов, образовавшихся в результате перезарядки быстрых дейтонов на диагностическом водородном пучке, игравшем роль искусственной мишени. Для атомов с энергией 17 кэВ (см. Рис. 18), близкой к энергии инжекции, профили для $t=4\div 6$ мс остаются компактными с характерным радиусом ≈ 8 см. Результаты измерений таких профилей для атомов с энергиями 10 ÷ 17 кэВ в некоторый

момент времени, также подтверждают заключение о наблюдаемом в эксперименте на ГДЛ формировании устойчивой стационарной популяции ионно-горячей анизотропной плазмы с максимальным β , достигающем 0.4. Таким образом, реализован и исследован стационарный режим удержания двухкомпонентной плазмы с β более 40%, температурой электронов выше 100 эВ, плотностью теплых ионов $2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$ и плотностью быстрых ионов $2 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$.

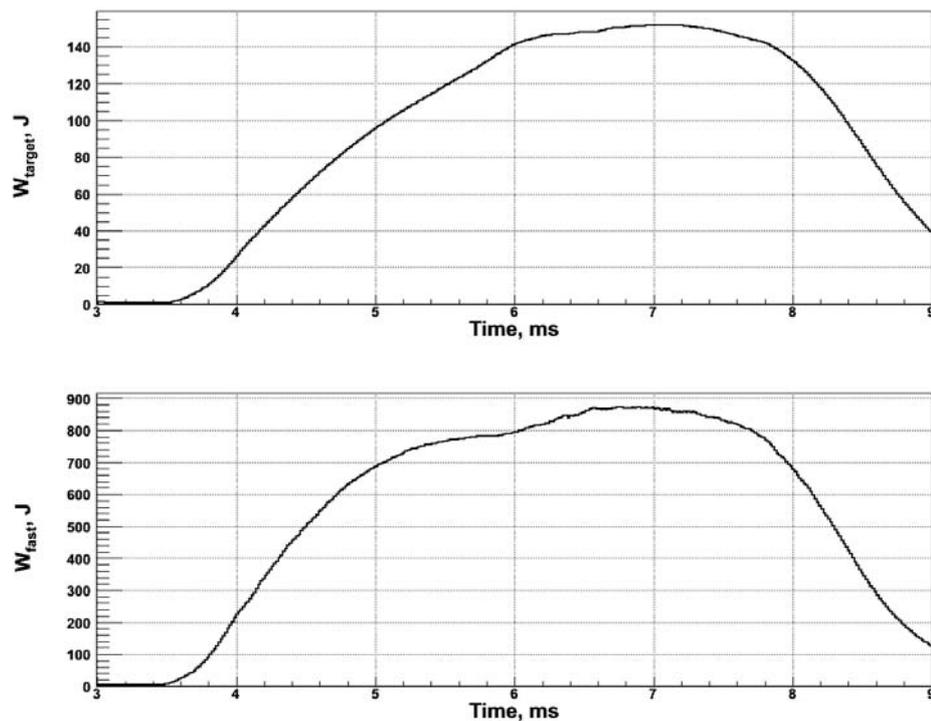


Рис. 14: Энергосодержание мишенной плазмы (вверху) и быстрых ионов (внизу) в эксперименте с дополнительной инъекцией газа и с увеличенной длительностью атомарной инъекции в ГДЛ.

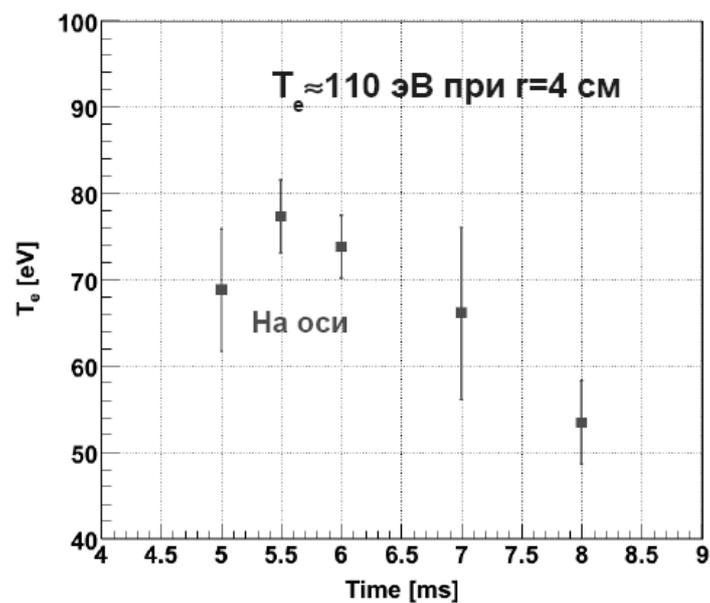


Рис. 15: Температура электронов по данным томсоновского рассеяния.

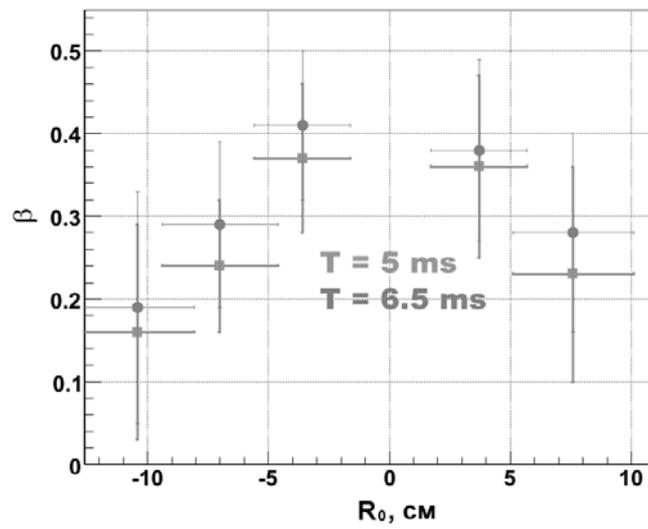


Рис. 16: Радиальные профили β в точке остановки быстрых ионов, измеренные в моменты времени $t=5$ мс (■) и $t=6.5$ мс (●)

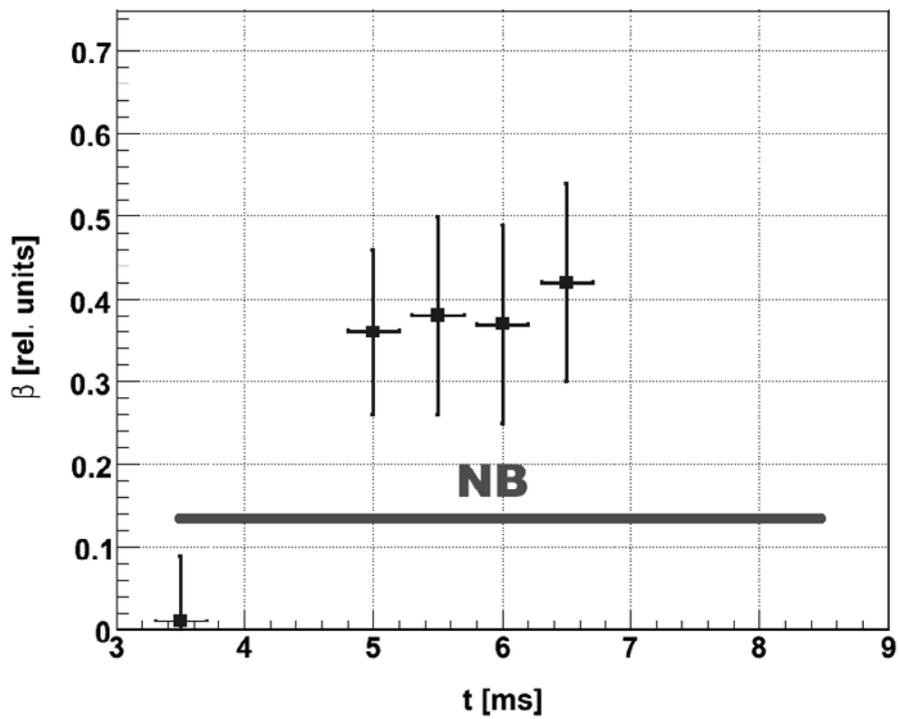


Рис. 17: Зависимость β в точке остановки от времени в течение импульса атомарной инжекции ($r = 3.6$ см)

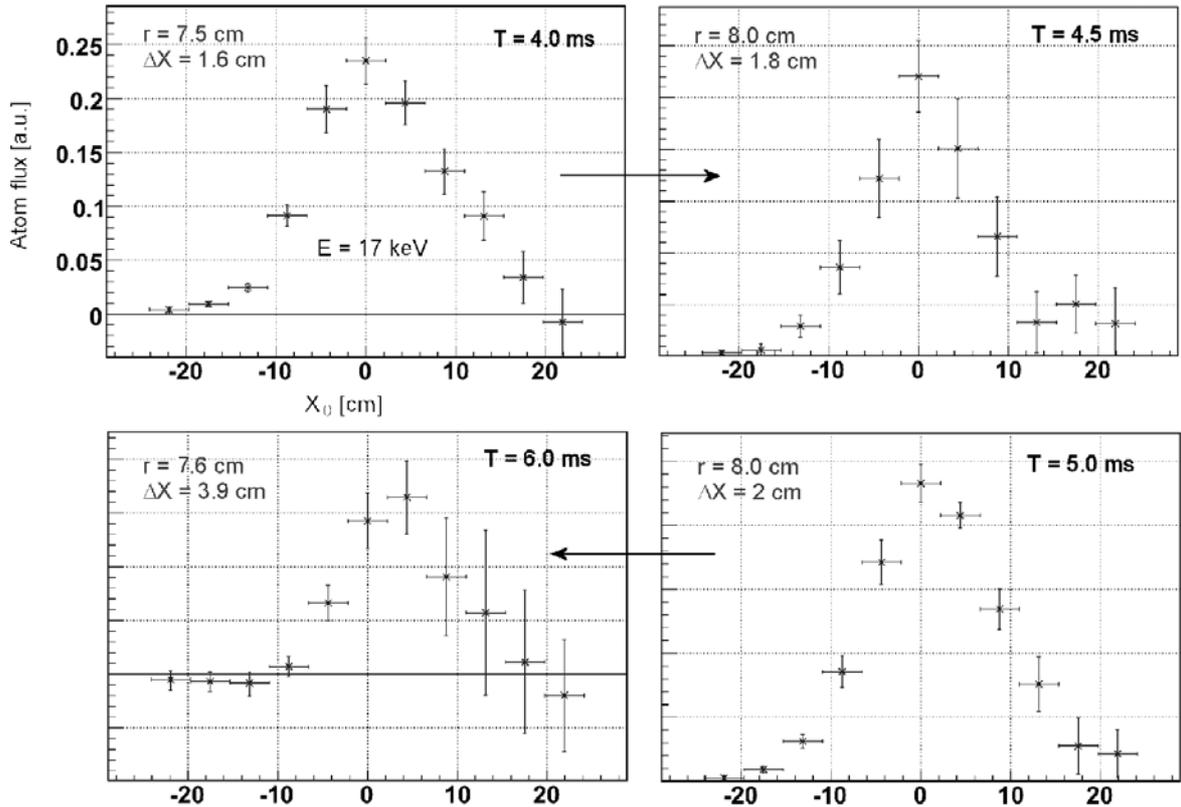


Рис. 18: Динамика поперечного профиля потока атомов перезарядки в точке остановки. Измерения проделаны для энергии 17 кэВ, близкой к энергии инжекции.

4.4 Установка ГОЛ-3

Введение

В 2006 году на установке ГОЛ-3 велись работы по основной программе исследований удержания плотной плазмы в многоробочной ловушке. Схема установки представлена на рис 1.

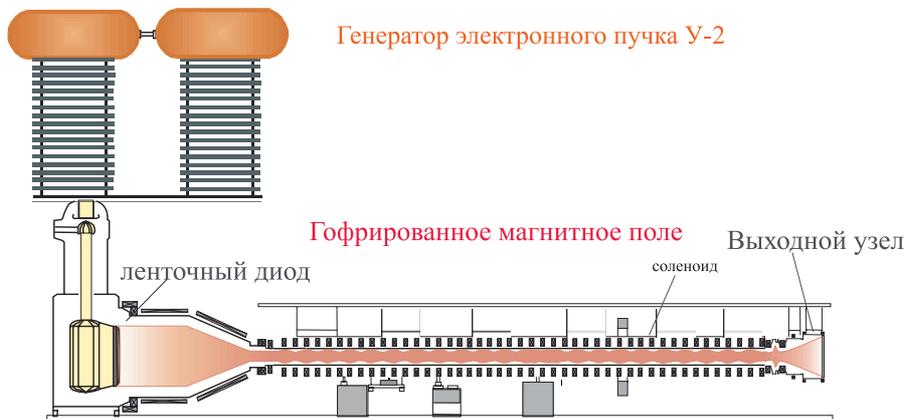


Рис. 1: Схема установки ГОЛ-3.

Соленоид установки состоит из 110 катушек с независимым питанием и имеет общую длину около 12 м. В стандартной многопробочной конфигурации магнитное поле имеет 55 периодов гофрировки (ячеек многопробочной системы) с полем в максимуме 4.8 Тл, в минимуме 3.2 Тл и шагом 22 см. Пробочное отношение гофрированной ловушки составляет 1.5, то есть режим работы установки соответствует режиму “слабой гофрировки”. Соленоид оканчивается одиночными магнитными пробками с полем 8-9 Тл.

При помощи нескольких импульсных клапанов в металлической вакуумной камере $\varnothing 10$ см, расположенной внутри соленоида, создаётся требуемое распределение плотности водорода или дейтерия по длине. Далее с помощью специального продольного разряда создается исходная плазма со средней по длине плотностью $\sim 10^{15}$ см $^{-3}$ и температурой ~ 2 эВ. Затем в эту плазму инжектируется релятивистский электронный пучок со следующими параметрами: энергия электронов ~ 0.9 МэВ, ток ~ 25 кА, длительность по основанию ~ 8 мкс, энергосодержание ~ 120 кДж, диаметр пучка ~ 5 см. В результате коллективного нагрева плазма приобретает ионную температуру масштаба 1-2 кэВ (в наиболее горячей части плазменного столба). Использование многопробочной схемы удержания (гофрированного магнитного поля) позволяет удерживать горячую плазму гораздо дольше, чем в простой соленоидальной ловушке.

Как было показано ранее, быстрое время нагрева ионов плазмы не может быть объяснено передачей энергии от электронов к ионам через парные столкновения, поэтому был предложен новый, коллективный механизм передачи энергии от греющего электронного пучка к ионам, существенно зависящий от наличия в установке периодически-неоднородного (гофрированного) магнитного поля. В 2006 году продолжалась работа по выявлению физики процессов, определяющих поведение плазмы в установке.

4.4.1 Измерение динамики электронной температуры

Уточнение физических процессов, приводящих к аномально быстрому нагреву ионов плазмы, удерживаемых в гофрированном магнитном поле, являлось целью серии экспериментов по измерению температуры электронов плазмы методом томсоновского рассеяния света. В этой методике плазма зондируется мощным лазерным импульсом. Малая часть света рассеивается на электронах плазмы на 90° , по интенсивности и спектру рассеянного излучения можно вычислить температуру и плотность электронов плазмы.

Существовавшая ранее система томсоновского рассеяния с неодимовым лазером была существенно модернизирована. Лазер был переведён на работу на основной гармонике с длиной волны 1.06 мкм. Создана новая система регистрации, состоящая из полихроматора, имеющего оптоволоконный ввод и вывод излучения, и нескольких детекторов с инфракрасными лавинными фотодиодами. Перевод диагностики на работу на первой гармонике излучения позволил существенно поднять энергию лазерного импульса и, одновременно, улучшить условия регистрации рассеянного света, поскольку в ближнем инфракрасном диапазоне гораздо меньше ярких спектральных линий в собственном излучении плазмы. Регистрировалось “синее” крыло рассеянного света до длин волн, соответствующих кинетической энергии электронов 5 кэВ - см. рис.2.

Основной задачей данной серии экспериментов было измерение динамики элек-

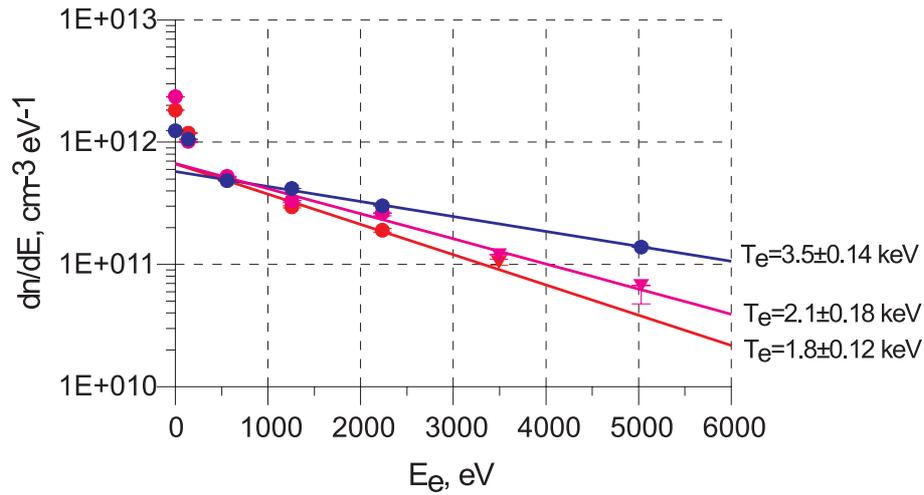


Рис. 2: Примеры спектров рассеянного излучения.

электронной температуры во время инжекции электронного пучка и сразу после его окончания. Как и ожидалось, во время инжекции пучка максимальная электронная температура достигает величины около 4 кэВ в точке наблюдения (~ 4 м от входной пробки). Напомним, что, по данным других диагностик, плазма должна обладать более высокой температурой ближе к точке инжекции электронного пучка, на координатах 0.5-2 м. На рис.3 представлены результаты измерения электронной температуры в разные моменты времени относительно начала инжекции электронного пучка.

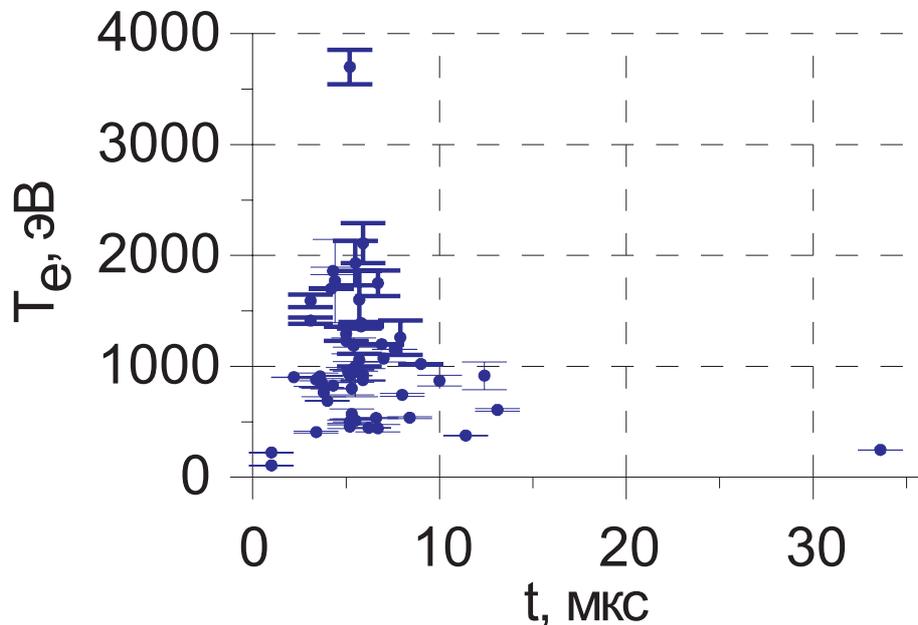


Рис. 3: Динамика электронной температуры по данным томсоновской диагностики.

Следует отметить два важных обстоятельства. Первое: высокая электронная температура, на уровне масштаба 1 кэВ, наблюдается практически в течение всего времени инжекции электронного пучка. Это положительный факт, поскольку высокая электронная температура в установке ГОЛ-3 может существовать только при сильном уровне турбулентного подавления продольной электронной теплопроводности.

Измерения показывают, что такое турбулентное подавление теплопроводности держится вплоть до сильного падения мощности электронного пучка. Второе обстоятельство связано с тем, что наблюдается сильный (в несколько раз) разброс результатов измерений от импульса к импульсу, который намного превышает уровень точности измерений. Измерения имеют хорошую локальность (свет наблюдается из объёма около 1 мм^3). При этом другие диагностики, не обладающие подобным разрешением, показывают незначительные колебания параметров. Природа сильных локальных отличий температуры требует отдельного изучения.

4.4.2 Эксперимент с усиленной степенью гофрировки

Классическая теория удержания плазмы в многопробочной ловушке предсказывает, что время удержания плазмы в ловушке должно быть пропорциональным квадрату пробочного отношения при прочих равных условиях. Реально же в эксперименте изменение конфигурации магнитного поля приводит к связанному изменению ряда других важных параметров, определяющих нагрев и удержание плазмы в ловушке. Для проверки степени влияния магнитной конфигурации на плазменные процессы на установке ГОЛ-3 была проведена предварительная серия экспериментов с секцией усиленной гофрировки. Поскольку до начала таких экспериментов не было данных о степени устойчивости плазмы в новой системе, то опыты проводились при пониженном энергосодержании электронного пучка.

Секция с усиленной гофрировкой была создана на начальном участке соленоида. Для этого первые 20 катушек были перекоммутированы с использованием существующей системы силового питания так, что были созданы 5 секций гофрировки с пробочным отношением около 3 и длиной 44 см каждая (см. рис.4). Для того, чтобы исключить попадание электронного пучка на стенки вакуумной камеры и на лимитеры в областях ослабленного поля, высота катода генератора пучка У-2 была уменьшена со 140 до 90 см, что привело к уменьшению диаметра электронного пучка до 4.2 см в магнитном поле 5 Тл.

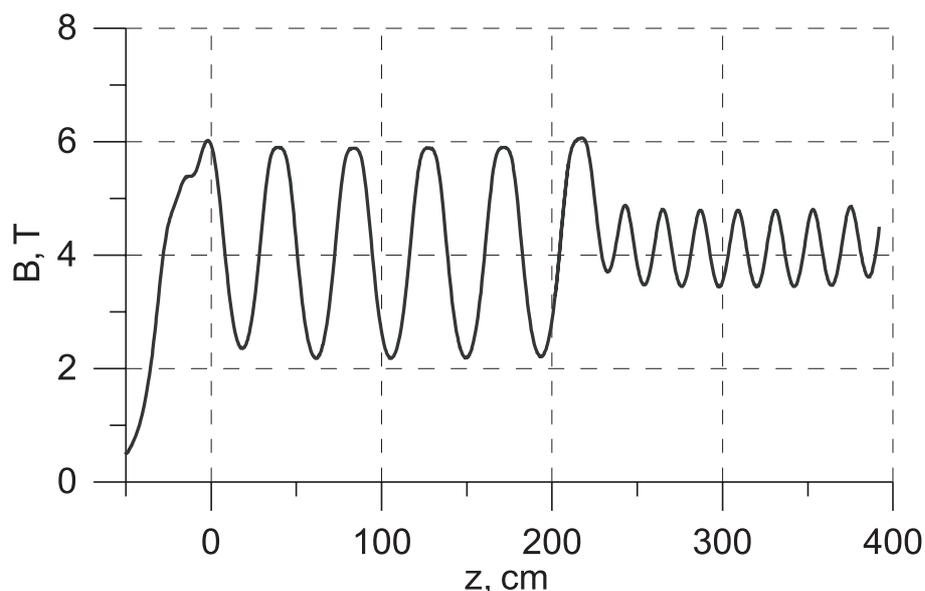


Рис. 4: Конфигурация магнитного поля в эксперименте с участком сильной гофрировки (показана начальная часть соленоида).

Эксперименты показали, что транспортировка электронного пучка по плазме является стабильной, наблюдается коллективный нагрев плазмы до субтермоядерных температур и эмиссия нейтронов от D-D реакции. В то же время абсолютные значения энергосодержания и времени жизни плазмы были меньше, чем в оптимальных режимах при традиционной гофрировке магнитного поля. Такое уменьшение параметров может быть отнесено на счёт как неоптимальности режима работы (в частности, в режиме сильной гофрировки преобладали поперечные потери энергии из плазмы), так и на счёт менее благоприятных параметров эксперимента (запаса энергии в электронном пучке, объёма плазмы и соотношения между площадями горячей плазмы и холодной периферии). Дальнейшие эксперименты с усиленной гофрировкой целесообразно продолжать при более высоких параметрах электронного пучка.

Важным физическим результатом, полученным в ходе экспериментов с сильной гофрировкой поля, является изменение периода между вспышками нейтронной эмиссии в начальной части соленоида ГОЛ-3. Такие вспышки были обнаружены экспериментально. Теория идентифицирует их как следствие развития в плазме неустойчивости баунс-колебаний ионов, вектор скорости которых лежит вблизи конуса потерь в фазовом пространстве. В полном соответствии с имеющимися представлениями частота баунс-колебаний уменьшилась при переходе к сильной гофрировке - см. рис.5. Неустойчивость частиц такого рода является положительным эффектом, поскольку способствует обмену между группами пролётных и запертых ионов вблизи торцов ловушки, и, в целом, улучшает удержание плазмы в установке.

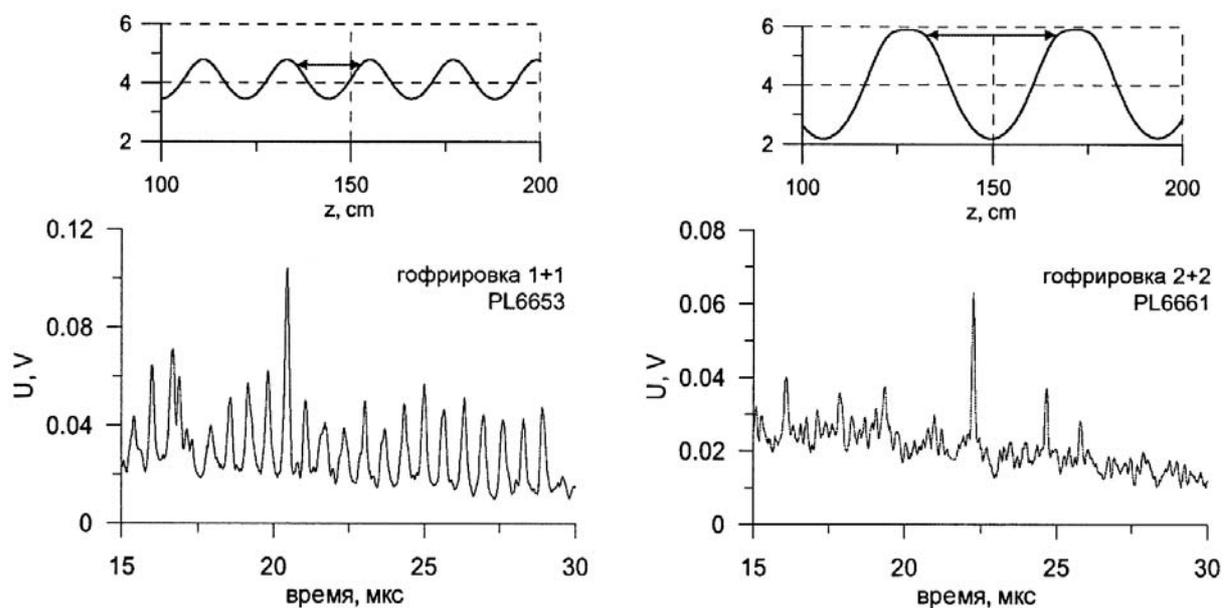


Рис. 5: Сравнение периода между вспышками нейтронной эмиссии при стандартной гофрировке поля в ГОЛ-3 (слева) и в секции сильной гофрировки (справа). Вверху показано увеличение длины пролёта ионов между отражениями в околопробочных областях для соответствующих конфигураций.

4.4.3 Моделирование магнитной структуры в плазме

Заметные усилия в экспериментах на установке ГОЛ-3 были направлены на получение режимов, устойчивых по отношению к внешним винтовым модам. В результате были найдены условия, в которых плазма и пучок являются стабильными. Более того, как следует из эксперимента, искусственное формирование радиальной токовой структуры и создание винтового магнитного поля с широм благоприятно сказывается как на процессе нагрева плазмы, так и на её последующее удержание в ловушке.

Одними из наиболее опасных неустойчивостей являются гидродинамические неустойчивости, связанные с токами, протекающими по плазме, помещенной в магнитную ловушку. В частности, тиринг-неустойчивость играет определяющую роль в процессах переноса в токамаках. В линейных ловушках тиринг-неустойчивость (и даже возможность её существования) ранее практически не изучалась ни теоретически, ни экспериментально.

Численное исследование подобного рода неустойчивостей предполагает решение многомерных уравнений двухжидкостной магнитной гидродинамики. Такая работа проводилась в сотрудничестве с Институтом вычислительных технологий СО РАН, где были разработаны численные схемы, подходящие для решения такого рода задач. Численное моделирование процессов происходящих на установке ГОЛ-3 проведено в рамках одномерной и двумерной двухжидкостной МГД модели и трехмерной редуцированной МГД модели, которые релизовывались с помощью численных (конечно-разностных) методов. Электронный пучок в этих моделях учитывался с помощью дополнительных членов в уравнениях для магнитного поля. Гофрировкой магнитного поля в этой модели пренебрегалось.

Развитие этой неустойчивости происходит в условиях, принципиально отличных от условий токамака. Заключается это в том, что проводимость плазмы определяется уровнем турбулентности, возбуждаемой электронным пучком. Таким образом, развитие неустойчивости происходит на фоне большого градиента проводимости, который находится в непосредственной окрестности самого токового слоя. Токовый слой, при этом является нестационарным. Развитие тиринг-неустойчивости происходит уже на стадии его формирования.

Решение двумерной задачи позволяет сделать следующие выводы.

1. Неустойчивость начинает развиваться уже на стадии существования пучка, но своего завершения она достигает после его выключения. Время развития неустойчивости составляет порядка 7 мкс, что близко к наблюдаемому в эксперименте.

2. Наличие большого градиента проводимости в непосредственной близости от нейтральной поверхности приводит к меньшей ширине токового слоя, по сравнению со случаем постоянной проводимости.

3. Распределение магнитного потока таково, что внутренний магнитный поток оказывается больше, чем внешний. Это приводит к выбросу горячей плазмы на периферию. Однако дисбаланс потоков не настолько большой, чтобы привести к полной потере горячей плазмы. Тем не менее, возникает необходимость оптимизации параметров пучка таким образом, чтобы неустойчивость являлась внутренней.

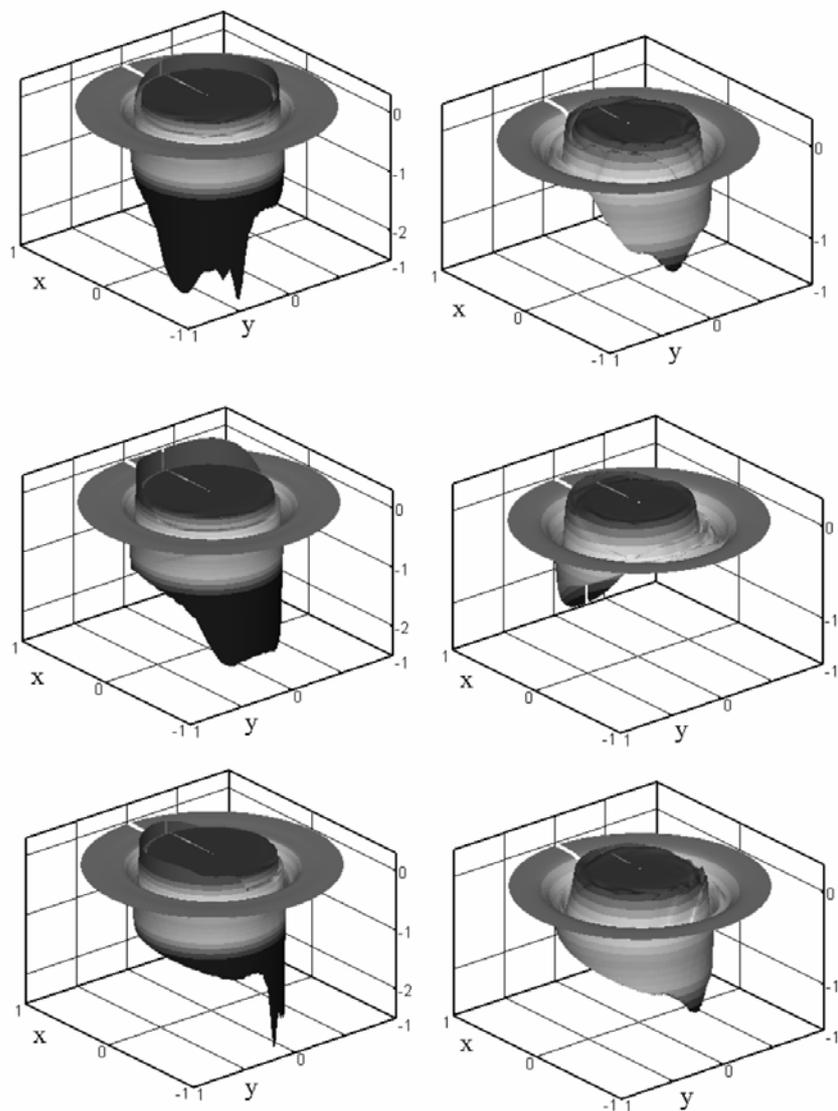


Рис. 6: Распределение плотности тока в сечениях $Z=Z_0/4$ (вверху), $Z=Z_0/2$ (в середине), $Z=3Z_0/4$ (внизу) в моменты времени $t=200$ (слева) и $t=700$ (справа), где Z_0 — длина ловушки, а время измеряется в альфвеновских временах.

Наличие торцов у установки ГОЛ-3 означает, что в плазме будут возбуждаться определённые моды, динамика которых может быть прослежена только при решении трехмерной задачи. В силу сложности трехмерной задачи была использована модель редуцированной (несжимаемой) магнитной гидродинамики, которая применима в случае большого продольного поля. Типичное распределение плотности тока в различных сечениях по длине в различные моменты времени показаны на рис.6. Расчеты показали, что для установки ГОЛ-3 доминирующей является мода $m=n=1$. Так, на рис. 7 показана эволюция амплитуды различных мод в случае начального возмущения, соответствующего одной моде $m=1, n=0$. С течением времени возникают другие моды ($t=200$). В дальнейшем мода $m=n=1$ становится доминирующей ($t=670$). Расчеты трехмерной задачи продемонстрировали качественное и неплохое количественное согласие с двумерными расчетами.

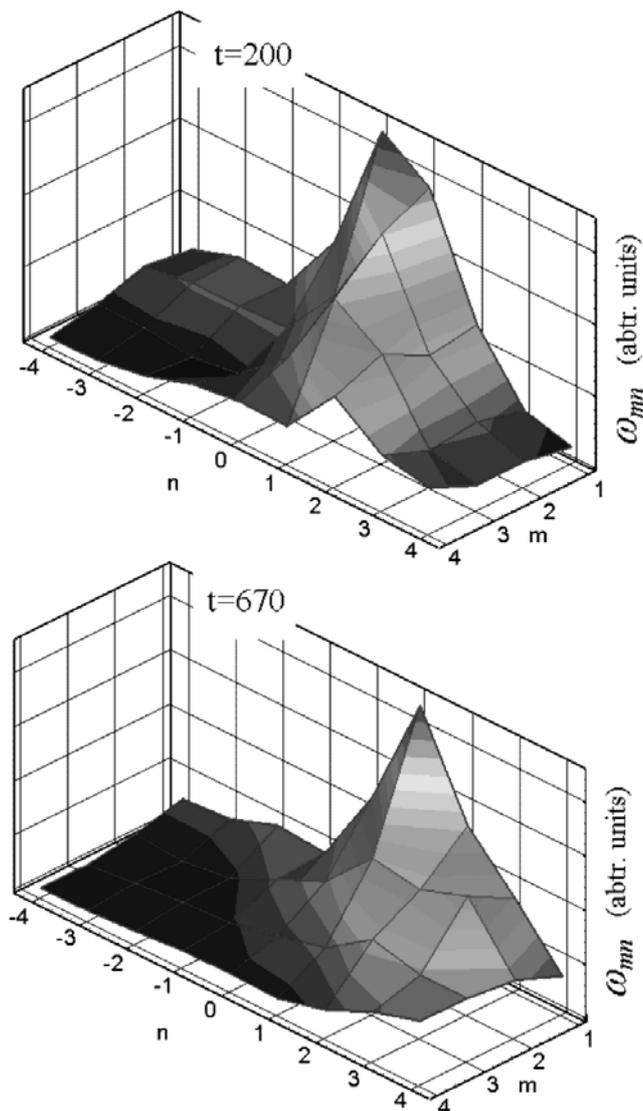


Рис. 7: Распределение амплитуды винтовых мод в моменты времени $t=200$ и $t=670$ альфвеновских времён в случае начального распределения с $m=1, n=0$.

4.4.4 Развитие технологии генерации электронных пучков

Одним из параллельных путей развития концепции термоядерного реактора на основе многопробочной ловушки является создание принципиально новых технических средств и технологий, предназначенных для нагрева и поддержания устойчивости плазмы в ловушке. Существующая сегодня техника генерации высокоэнергетических релятивистских электронных пучков позволяет получать электронные пучки требуемой мощности, но обладает рядом существенных ограничений. В первую очередь это короткая длительность генерации пучка, которая в нынешних системах составляет величину порядка десяти микросекунд. Существенно увеличить длительность генерации пучка при сохранении достаточной его яркости в принципе возможно, если перейти от накаливаемых или взрывоэмиссионных катодов к плазменным эмиттерам. Соответственно, требуется провести отработку технологии получения электронных пучков в генераторах с плазменным катодом.

В 2006 г. был создан специальный технологический стенд для изучения новой технологии генерации электронных пучков. Была проведена первая очередь экспериментов по получению электронного пучка 100-микросекундного диапазона длительности в источнике с плазменным эмиттером на основе дугового генератора плазмы. Целью первых экспериментов являлась проверка работоспособности выбранной схемы плазменного эмиттера, получение пучка с максимально возможной плотностью тока при длительности не менее 100 мкс, а также исследование электрической прочности электронно-оптической системы (ЭОС) в источнике с плазменным эмиттером.

Схематическое устройство источника показано на Рис. 8. Основные элементы источника крепятся на высоковольтном керамическом изоляторе. Дуга поджигается между холодным катодом из дюралюминия и медным анодом. Разрядный канал формируется набором изолированных металлических шайб. Водород напускается через отверстие в катоде с помощью импульсного электромагнитного клапана. Дуговой разряд поддерживается системой питания на основе формирующей LC-линии, максимально возможный ток разряда достигает 630 А. Длительность дугового разряда составляет 0.25 мс. Плотность плазмы регулируется током разряда и напуском рабочего газа. Для увеличения выхода плазмы из генератора, с помощью специальной катушки в области анода и разрядного канала создается продольное магнитное поле величиной ~ 0.1 Т (магнитная изоляция дуги).

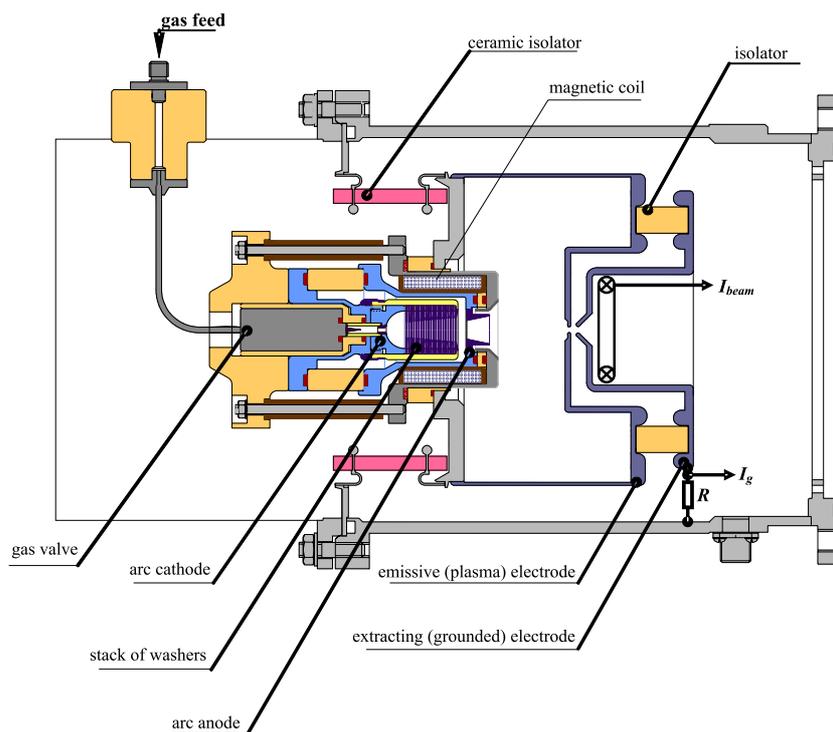


Рис. 8: Схематическое устройство стендового источника.

В экспериментах в качестве первого шага, который должен был быть проведён за минимальное время, применялась диодная одноапертурная ЭОС с электродами из нержавеющей стали. Формирование пучка с плазменным эмиттером для реально использовавшейся в экспериментах геометрии ЭОС было численно промоделировано при помощи квазистационарного кода PBGUNS (ver. 5.04). Код PBGUNS позволяет находить равновесное положение эмиссионной плазменной границы для заданного потока плазменных электронов, исходя из условия обращения на ней в нуль электрического поля.

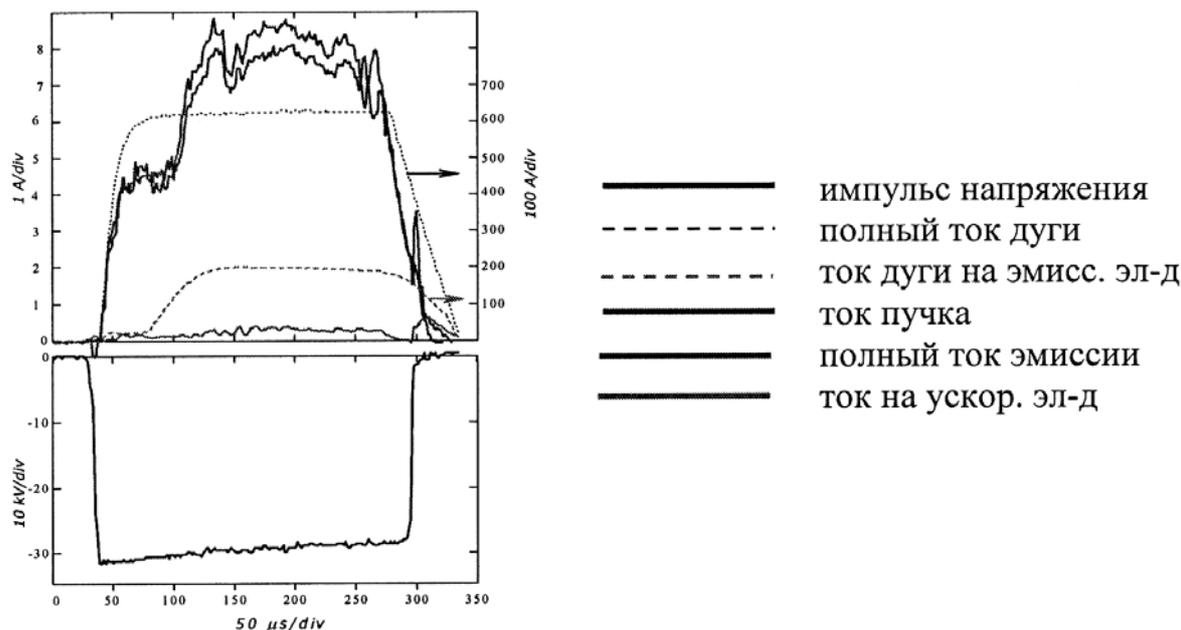


Рис. 9: Типичные осциллограммы пучка (положительное смещение на эмиссионном электроде).

В результате экспериментов был получен электронный пучок с плотностью тока более 100 А/см^2 при напряжении на ускоряющем зазоре до 30 кВ. Длительность пучка ограничивалась системами электропитания источника и составила 250 мкс. Более высокий ток пучка удалось получить в том случае, когда производилось принудительное переключение тока дуги с анода генератора плазмы на эмиссионный электрод. Для этого на эмиссионный электрод подавалось положительное относительно анода дуги смещение. Полный ток пучка был около 7.5 А при диаметре эмиссионного отверстия 3 мм (см. рис. 9). Зарегистрированный ток пучка превышает максимальный расчетный вакуумный ток, который может быть пропущен сквозь данную ЭОС (примерно 6.7 А при напряжении 30 кВ), что связано, по-видимому, с влиянием плазмы, образующейся под действием пучка в заанодном пространстве. Полученные результаты свидетельствуют в пользу выбранной концепции плазменного эмиттера и открывают перспективу для разработки многоапертурного источника с большими током пучка и энергией электронов.

4.4.5 Изучение блистеринга при облучении протонами

В 2006 году сотрудниками лабораторий 10 и 9 было завершено исследование динамики модификации поверхности металлов под воздействием мощного протонного пучка. В радиационной физике известно явление блистеринга, т.е. образование неглубоко под поверхностью металла пузырьков газа, состоящего из молекул вещества облучающего пучка (в данном случае водорода), см. рис. 10. При росте флюенса давление газа в пузырьках приводит к тому, что они вскрываются. Опасность явления заключается в том, что поверхность металла теряет свои физические и тепловые свойства. Заказчиком работы была поставлена задача выработать рекомендации по созданию долгоживущей мишени и проверить эти рекомендации на реальном пучке с достаточно большой мощностью.

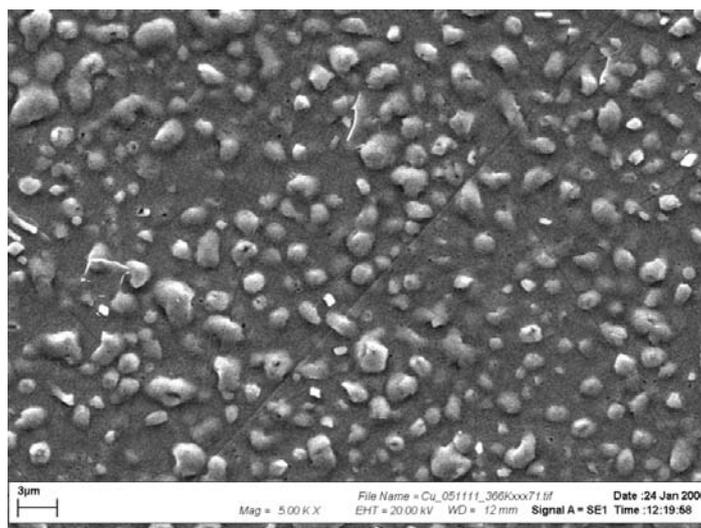


Рис. 10: Изображение поверхности медной мишени, сделанное с помощью сканирующего электронного микроскопа. Флюенс $2.5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-2}$ при энергии протонов 100 кэВ и температуре мишени 370 К. Масштабный отрезок 3 мкм.

Для исследования поведения материалов при облучении высокоэнергетичными протонами в ИЯФ был создан специальный стенд. Протонный пучок имеет следующие параметры: энергия протонов до 200 кэВ, плотность тока $0.1 \div 1.4 \text{ мА/см}^2$, полный ток до 2 мА. В процессе облучения температура мишени может варьироваться в пределах $300 \div 370 \text{ К}$. Стенд состоит из ЭЦР источника ионов с системой вытягивающих электродов, 90° магнитного масс-сепаратора, секционированной ускорительной трубки и высоковольтной станцией с облучаемыми мишенями и диагностиками. Особенностью конструкции стенда, который был создан в короткие сроки, является то, что мишенный узел находится под высоким потенциалом.

Для наблюдения за поверхностью мишени непосредственно во время эксперимента в режиме реального времени был создан комплекс оптических диагностик, представленных на рис.11. Методика основывается на эффекте возрастания интенсивности диффузно рассеянного света от изучаемой поверхности и уменьшении зеркально отраженного света из-за увеличения шероховатости поверхности, связанной с появлением блистеров. Поверхность освещалась как монохроматическим светом с длиной волны 632.8 нм, так и светом более широкополосных источников, измерялось зеркально отражённое и рассеянное под несколько фиксированных углов излучение.

В ходе работ по программе изучения блистеринга было проведено облучение образцов из меди (в качестве эталонного материала, обладающего низким порогом начала образования блистеров) и других конструкционных материалов. Изучены зависимости порога от температуры мишени и от энергии падающих протонов. Заказчику было продемонстрировано, что на предложенном кандидатном материале образования блистеров не происходит вплоть до предельных значений дозы, специфицированных в задании.

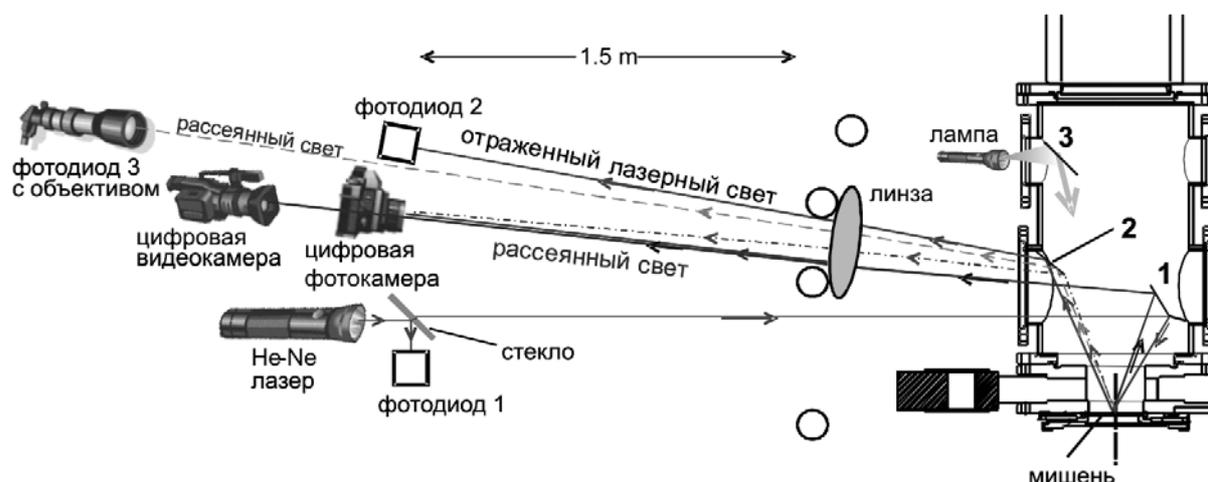


Рис. 11: Оптическая схема диагностики вместе с испытательным объемом и мишенью. 1, 2, 3 - поворотные зеркала. Протонный пучок падает на мишень сверху. Окружностями схематически показан эквипотенциальный каркас высоковольтной станции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На установке ГОЛ-3 продолжаются эксперименты, направленные на создание физической базы знаний, необходимой для сооружения термоядерного реактора на базе многопробочной ловушки. Производится улучшение качества получаемой информации как за счёт ввода в строй новых диагностических методик, так и за счет проведения специализированных экспериментов. Развиваются новые технологии нагрева плазмы, которые позволят увеличить её параметры. Продолжается работа над аналитическими и численными моделями, описывающими поведение плазмы в ловушке. Проводились также прикладные исследования по заказам сторонних организаций.

Участники работы:

А.В.Аржанников, В.Т.Астрелин, В.И.Баткин, А.Д.Беклемишев, А.В.Бурдаков, В.С.Бурмасов, Л.Н.Вячеславов, Г.Е.Деревянкин, Э.Р.Зубаиров, В.Г.Иваненко, И.А.Иванов, М.В.Иванцовский, И.В.Кандауров, В.В.Конюхов, И.А.Котельников, С.А.Кузнецов, А.Г.Макаров, К.И.Меклер, В.С.Николаев, С.С.Попов, В.В.Поступаев, А.Ф.Ровенских, С.В.Полосаткин, А.Л.Санин, С.Л.Синицкий, В.Д.Степанов, Ю.С.Суляев, Ю.А.Трунев, А.А.Шошин.

4.5 Установка ЭЛМИ

Основной задачей совместных исследований по генерации мощных импульсов 4-мм излучения, осуществляемых в ИЯФ СО РАН совместно с ИПФ РАН, является достижение высокой пространственной и временной когерентности излучения. Эти исследования ведутся на установке ЭЛМИ, которая представляет собой мазер на свободных электронах с ленточным РЭП. Для селекции и синхронизации волн, генерируемых различными частями ленточного пучка, нами был предложен планарный брэгговский резонатор с двумерной распределенной обратной связью (РОС), который в различных модификациях постоянно используется в экспериментах на установке ЭЛМИ. В описанной серии экспериментов применялся гибридный вариант такого

резонатора, в котором входной отражатель, составленный из пары брэгговских решеток с двумерной нарезкой боковой поверхности, соединялся регулярным волноводом с выходным одномерным отражателем.

В таком резонаторе двумерная РОС реализуется путем взаимного рассеяния на гофрированной поверхности входного двумерного отражателя встречной по отношению к электронному пучку волны в волну, распространяющуюся поперек пучка, которая в свою очередь рассеивается на той же гофрировке в попутную к пучку волну. Кольцо обратной связи замыкается в выходном одномерном отражателе, в котором попутная волна отражается во встречную. Такой двухзеркальный резонатор обладает набором собственных мод, которые отличаются по продольному индексу и различаются по частотам на величину $\delta f = 250$ МГц. Эти моды, называемые “решеточными”, выбраны нами в качестве рабочих мод лазера. Однако в текущих экспериментах, проводимых при ширине резонатора около 10 см, помимо указанных мод из-за отражения поперечно распространяющихся волн от боковых торцов двумерного брэгговского отражателя могли легко накапливаться паразитные “запертые” моды. Для подавления “запертых мод в боковые торцы двумерного отражателя помещались поглотители СВЧ-излучения различной геометрии, либо специальные металлические гребенки для рассеивания поперечно распространяющихся волн. Ниже представлены результаты численного моделирования, а также “холодных” и “горячих” экспериментов, в которых было изучено влияние свойств боковых торцов входного отражателя на модовый состав и спектр излучения лазера. В заключительном разделе дано описание возможности получения терагерцового излучения по двухстадийной схеме генерации с использованием существующей структуры установки ЭЛМИ.

4.5.1 Результаты моделирования и “холодного” тестирования резонатора

Схема экспериментов по генерации миллиметрового излучения на установке ЭЛМИ приведена на рис.1. Ленточный электронный пучок с сечением 0.4x7 см током до 3 кА и энергией электронов около 1 МэВ распространялся внутри планарного резонатора в условиях сильного ведущего магнитного поля. Ондюляторная компонента магнитного поля имела пространственный период 4 см и амплитуду до 0.2 Тл, а продольная составляющая могла изменяться от 0 до 1.4 Тл.

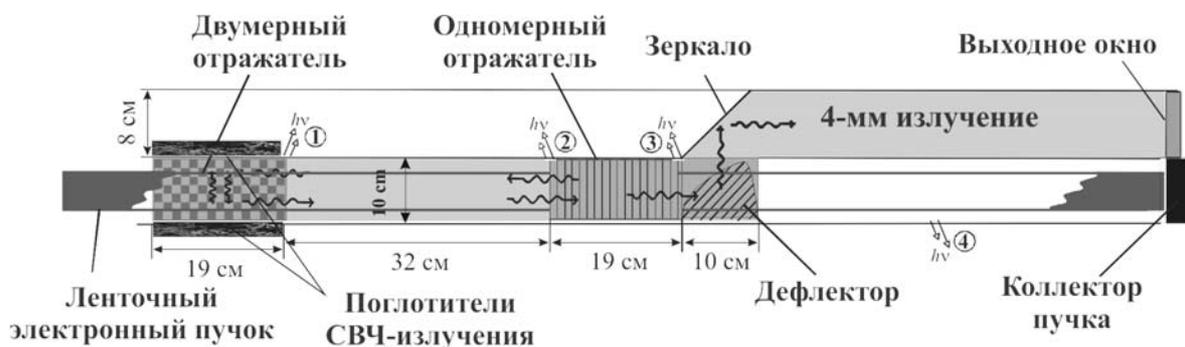


Рис. 1: Схема экспериментов на установке ЭЛМИ.

Гибридный резонатор, используемый в экспериментах, состоял из входного двумерного и выходного одномерного брэгговских отражателей, соединенных отрезком

регулярного волновода с поперечным сечением 0.95×10 см и длиной 32 см. Входной отражатель, состоящий из двух проводящих пластин с двумерной “шахматной” нарезкой (глубина впадин 0.2 мм), имел длину 19 см. Период нарезки в обоих направлениях был 4 мм. На боковые торцы этого двумерного отражателя помещались либо поглотители, либо рассеиватели для волн, распространяющихся поперек движения пучка. Выходной отражатель имел так же длину 19 см и состоял из двух пластин с нарезкой в одном направлении с глубиной канавок 0.07 мм и периодом 2 мм.

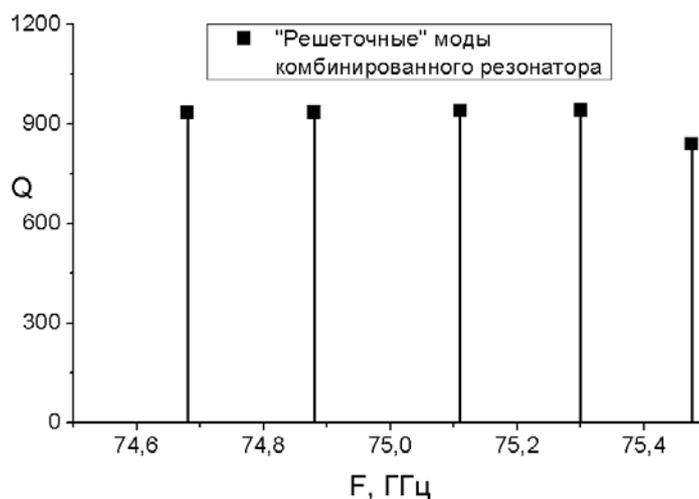


Рис. 2: Добротности решёточных мод гибридного резонатора с СВЧ-поглотителями в боковых торцах двумерного отражателя.

Частотные свойства такого гибридного резонатора были исследованы в ходе компьютерного моделирования, а также тестированием в “холодных” измерениях на специальном стенде. В случае “закрытого” двумерного отражателя, когда его боковые торцы отражают падающие волны с высокой эффективностью, в спектре собственных частот резонатора наряду с основной полосой частот в окрестности 75 ГГц имеются две дополнительные полосы возбуждения в районе 73 и 77 ГГц, которые связаны с “запертыми” модами, захваченными между закрытыми торцами отражателя. Благодаря рассеянию на двумерной нарезке эти моды оказываются связанными с обратной и попутной по отношению к электронному пучку волнами. При этом энергия попутной волны накачивается электронами пучка. Добротности “решеточных” и “запертых” мод составляют в отсутствие поглощения торцами, соответственно, 500 и 2000. Оба этих типа мод зарегистрированы в “холодных” измерениях. Для подавления возбуждения “запертых” мод вначале были помещены в торцы двумерного рефлектора тонкие СВЧ-поглотители (уровень поглощения около 50%). В этом случае удалось лишь понизить добротность “запертых” мод до уровня “решеточных”. В следующей серии опытов были использованы толстые поглотители (уровень поглощения более 90%), изготовленных в виде клина, с острой кромкой обращенной внутрь резонатора. В этих условиях паразитные моды в боковых полосах оказались полностью подавлены, и в “холодных” экспериментах совсем не проявились при регистрации. Положение на оси частот и добротности “решеточных” мод, полученные для последнего случая, демонстрирует рис.2.

Близкие частотные свойства резонатора наблюдались в случае замены толстых поглотителей в торцах входного отражателя на волновые рассеиватели, которые

представляли собой гребенчатую поверхность со случайными наклонами отрезков поверхности и периодом 2 см. В дальнейшем такой резонатор либо с толстыми поглотителями, либо с рассеивателями использовался в “горячих” экспериментах.

4.5.2 Результаты “горячих” экспериментов в 4-х мм диапазоне

Для измерения спектрального состава излучения, генерируемого лазером с ленточным РЭП, использовался созданный ранее диагностический комплекс, включающий в себя четырехканальную квазиоптическую диагностику с интерференционными фильтрами “Фабри-Перо”, предназначенную для обзорных спектральных измерений, и одноканальную диагностику, используемую для измерения деталей спектра излучения.

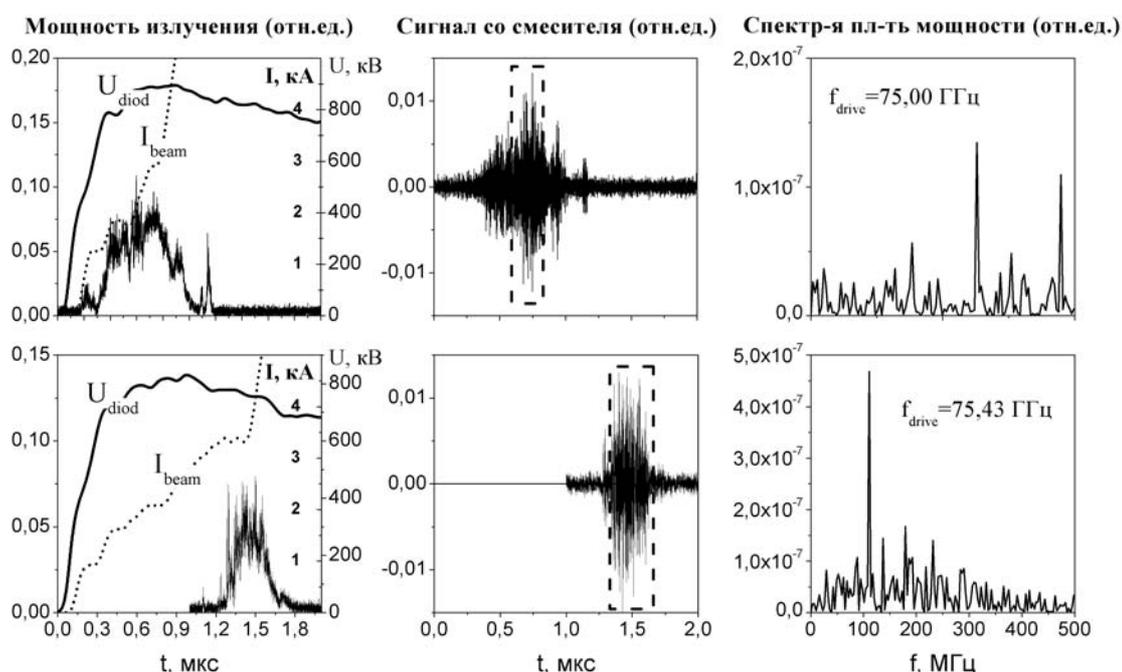


Рис. 3: Осциллограммы напряжения на диоде, а также сигналы, зарегистрированные гетеродинной диагностикой в двух случаях: верхний ряд - подавление “запертых” мод осуществлялось с помощью СВЧ-поглотителей, а нижний ряд - с помощью рассеивателей.

На рис.3 (верхний ряд) показаны результаты спектральных измерений, полученные в типичном выстреле в серии экспериментов с комбинированным резонатором, при использовании поглотителей СВЧ-излучения для подавления генерации паразитных мод излучения. Анализ Фурье-образа гетеродинного сигнала позволяет выявить требуемый режим генерации. Так применение поглотителей в двумерном отражателе позволяет получить в “горячих” экспериментах генерацию на “решеточных” модах в течение нескольких сотен наносекунд. В качестве примера, представлен выстрел, демонстрирующий работу лазера одновременно на двух частотах 75.3 и 75.48 ГГц,

которые совпадают с положением мод, измеренным при “холодном” тестировании (см. рис.2).

Использование специальных рассеивателей для подавления генерации “запертых” мод позволяет получить одночастотную генерацию в диапазоне 75-76 ГГц в течение практически всей длительности генерируемого импульса (см. рис.3, нижний ряд). Что касается генерации излучения в полосе паразитных “запертых” мод, то в “горячих” экспериментах и с поглотителями и с рассеивателями она остаётся всё ещё заметной. Объяснением этому может служить, влияние пристеночной плазмы, возникающей при пробоях в условиях большой амплитуды электрического поля в электромагнитной волне при накачке ее сильноточным РЭП.

4.5.3 О перспективе генерации терагерцового излучения на установке ЭЛМИ

В последние годы обозначена широкая область возможных применений субмиллиметрового и терагерцового излучения с длиной волны от 0.3 мм до 30 мкм, и в связи с этим развиваются различные методы генерации излучения данного диапазона. Примером одного из возможных методов может служить предложенная нами двухстадийная схема получения субмиллиметрового излучения за счет рассеяния на сильноточном пучке релятивистских электронов ($E \sim 1 \text{ МэВ}$) миллиметрового излучения, предварительно генерируемого также на сильноточном пучке (см. рис.4).

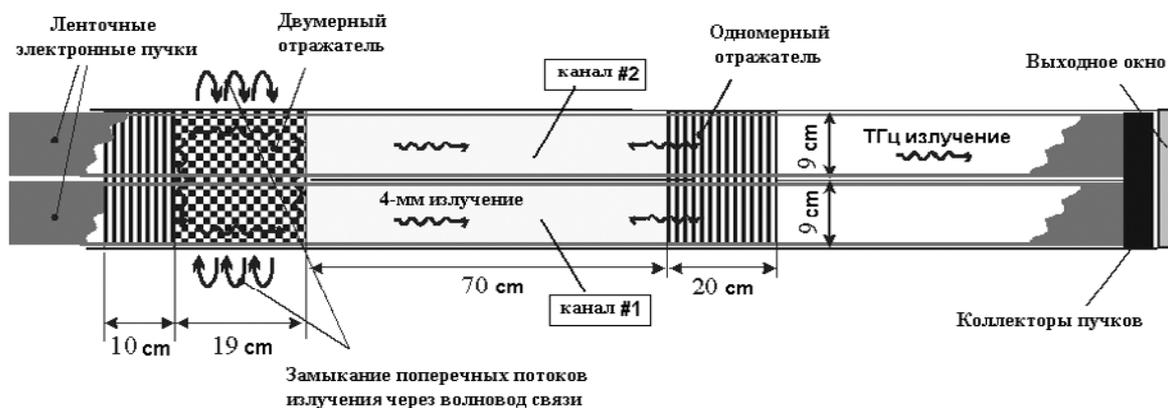


Рис. 4: Вариант двухстадийной схемы для генерации ТГц-излучения за счёт обратного рассеяния исходной волны.

Эта схема позволяет использовать мощное 4-мм излучение, накопленное в резонаторе планарного мазера при накачке ленточным РЭП в условиях стационарного ондуляторного магнитного поля, в качестве электромагнитного ондулятора для лазера на свободных электронах во втором генераторе с планарной геометрией. Кратко рассмотрим схему такого двухстадийного генератора с параметрами приемлемыми для технической реализации на установке ЭЛМИ.

Для начала, обратим внимание на область длин волн, которая оказывается доступной в условиях такого эксперимента. На первой стадии мы планируем использовать мазер на свободных электронах в тех режимах, которые реализованы на установке ЭЛМИ при длине волны генерируемого излучения $\lambda_0 = 4 \text{ мм}$. Считая, что это

излучение будет рассеиваться на электронах с $E_e \sim 1$ Мэв можно указать длину волны излучения, которое будет получено на второй стадии: $\lambda = \lambda_0/\mu_0$, где $\mu_0 \approx 4\gamma^2$ для случая падения исходной волны навстречу пучку и рассеяния ее по направлению движения пучка, и $\mu_0 \approx 2\gamma^2$ для падения исходной волны под углом 90° к направлению движения пучка и регистрации рассеянного излучения по ходу его движения. Здесь γ - релятивистский гамма фактор электронов пучка. На рис.5 представлена зависимость ожидаемой длины волны на выходе двухстадийной схемы генерации. Из рисунка видно, что для сильноточных пучков мэвного диапазона энергий электронов в случае, когда 4-мм волна распространяется навстречу пучку, область длин волн генерируемого излучения лежит в пределах 0.1-0.3 мм в зависимости от величины релятивистского гамма фактора. В свою очередь, для случая, когда 4-мм излучение падает перпендикулярно движению пучка, область генерируемых длин волн смещается соответственно в район 0.2-0.6 мм.

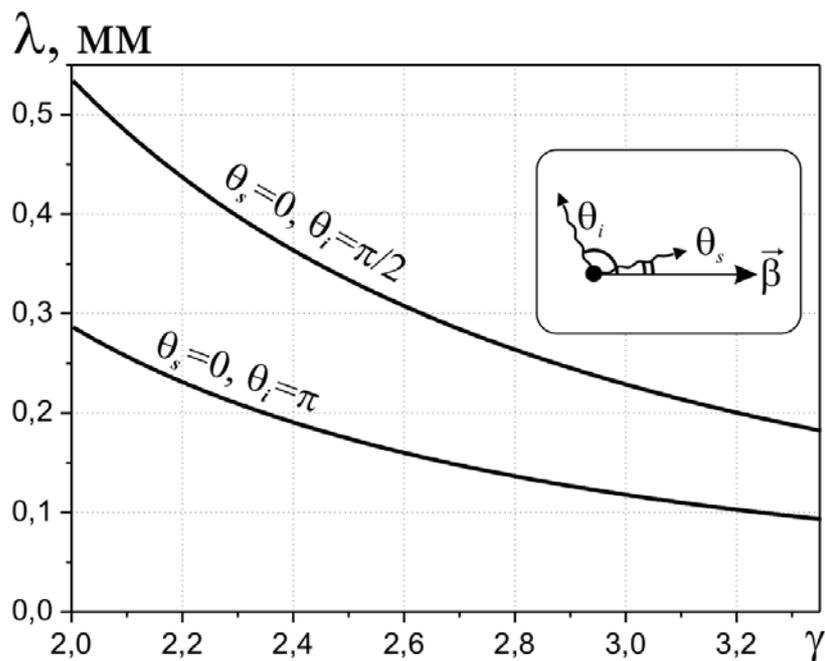


Рис. 5: Длина волны рассеянного на электронном пучке излучения от гамма фактора пучка (нижняя кривая - излучение падает навстречу пучку, верхняя - под углом 90°).

На обеих стадиях планируется использовать ленточный пучок с толщиной 3-4 мм, шириной 10 см и плотностью тока более чем $1\text{кА}/\text{см}^2$. Электронные пучки проходят в узких щелевых каналах с продольным ведущим магнитным полем с индукцией масштаба 1Тл. В канале 1 присутствует поперечное ондуляторное магнитное поле, которое позволяет генерировать 4-мм излучение с эффективностью 10-15%. В этом случае плотность энергии 4-мм излучения в резонаторе МСЭ будет соответствовать напряженности электрического поля на уровне $10^6\text{В}/\text{см}$, и именно такое же значение напряженности электрического поля будет в канале 2, предназначенном для рассеяния 4-мм излучения на релятивистском пучке. В первых опытах будет реализован вариант, представленный на рис.4, но без каких-либо зеркал для накопления в резонаторе субмиллиметрового излучения. В компьютерном моделировании и в экспе-

риментах было показано, что стационарная генерация 4-мм излучения с неизменной частотой может осуществляться на установке ЭЛМИ в пределах нескольких сотен наносекунд даже тогда, когда энергия пучка заметно изменяется. Это значит, что можно реализовать двухстадийный процесс генерации терагерцового излучения на протяжении нескольких сотен наносекунд, поскольку на таких временах параметры электронного пучка практически неизменны. Как показывают эксперименты, для импульса длительностью масштаба 0.3 мкс плотность потока энергии 4-мм излучения, генерируемого в МСЭ (канал 1), может достигать уровня $I_0 = 0.5 \text{ ГВт/см}^2$, и близкий к этому значению уровень плотности энергии 4-мм излучения будет в канале 2 ЛСЭ, где это излучение будет рассеиваться на пучке. При указанной плотности потока энергии 4-мм излучения пространственный коэффициент усиления на второй стадии получения терагерцового излучения при плотности тока пучка $j = 3 \text{ кА/см}^2$ оценивается на уровне $\Gamma \sim (3-5) \text{ м}^{-1}$, что вполне приемлемо для проведения опытов. На этом основании мы планируем наблюдать сигнал сверхизлучения в области частот 1-2 ТГц. Что касается требования к разбросу по продольным скоростям в электронном пучке, то оно может быть выражено в следующей форме: $\frac{\delta V_z}{c} \ll \frac{\lambda_0 \cdot \Gamma}{4 \cdot \gamma^2} = 2 \cdot 10^{-5}$.

Указанный уровень разброса может быть достигнут тщательным подбором геометрии ускорительного диода и обеспечением приемлемой величины ведущего магнитного поля при подходящем ходе силовых линий этого поля. Анализ экспериментальных условий установки ЭЛМИ показал, что они позволяют достигнуть значения продольного ведущего магнитного поля до 3 Тл при соответствующем увеличении ондуляторной поперечной компоненты, что должно обеспечить приемлемые условия для начала экспериментальных исследований.

Заключение

Итак, численное моделирование и “холодные” эксперименты продемонстрировали существование высокодобротных “решеточных” и “запертых” мод в комбинированном брэгговском резонаторе.

В “горячих” экспериментах на установке ЭЛМИ достигнут режим одночастотной генерации с высоким уровнем спектральной плотности излучения вблизи частот “решеточных” мод с длительностью до 300 нс.

Теоретический анализ показал перспективность использования двухстадийной схемы получения мощного терагерцового излучения на базе планарного МСЭ миллиметрового диапазона.

4.6 Теоретические работы

4.6.1 Исследование плазменного кильватерного ускорения

К.В. Лотов

Проведен численный анализ возможности ускорения позитронов в кильватерной волне электронного пучка в сильнонелинейном режиме [412]. Показано, что такая возможность есть, но только при умеренном энергозапасе кильватерной волны. Это контрастирует с ускорением электронов, для которых наилучший режим достигается при максимально возможном энергозапасе волны. Единственным возможным местом для размещения позитронного сгустка является короткий промежуток повышенной плотности плазмы между первой и второй кавернами. Эффективность энергообмена

между пучками в электронно-позитронной схеме может достигать нескольких десятков процентов. Высокие эффективности требуют точного позиционирования ускоряемого сгустка и сложной формы последнего. В отличие от электронов, ускоряемые позитроны всегда приобретают энергетический разброс масштаба нескольких процентов, вызванный поперечной неоднородностью ускоряющего поля.

Один из возможных способов продемонстрировать одновременно высокую эффективность и хорошее качество пучка в плазменном кильватерном ускорителе состоит в приготовлении согласованных ускоряющего и ускоряемого сгустков вырезанием центральной части из одиночного высококачественного электронного пучка (исходного пучка). При заданных параметрах исходного пучка возникает вопрос, как максимизировать количество и энергию ускоряемых частиц и минимизировать их энергетический разброс и эмиттанс. Этот вопрос исследован при помощи численного моделирования [156, 410, 411]. Оптимальная форма пучков, требуемая длина плазмы, достижимые набор энергии и энергоразброс найдены как функции плотности плазмы и параметров исходного пучка. Определена требуемая точность соблюдения оптимальных значений.

4.6.2 Исследование релаксации релятивистского электронного пучка в режиме захвата

К.В. Лотов, И.В. Тимофеев

Предложена модель релаксации релятивистского электронного пучка, описывающая взаимодействие пучка с плазмой в режиме, при котором энергия неустойчивых колебаний оказывается достаточной для захвата электронов пучка. Особенность этого режима состоит в том, что мощность, которую теряет пучок при взаимодействии с возбуждаемыми волновыми пакетами, слабо зависит от энергии этих пакетов. Это делает предложенную модель нечувствительной к тому, какие нелинейные процессы в плазме ответственны за стабилизацию неустойчивости, а значит, достаточно универсальной и удобной для количественного сравнения с экспериментом. Предсказания модели относительно профилей энерговыделения пучка в плазме по длине установки действительно обнаруживают хорошее количественное согласие с экспериментальными данными, полученными на разных установках с различными параметрами.

Глава 5

Установки со встречными электрон - позитронными пучками

5.1 Запуск комплекса ВЭПП-2000

Введение

Проведен физический пуск накопителя ВЭПП-2000. В ходе работ закончена сборка вакуумной камеры накопителя и в ней получен проектный вакуум (до $1 \cdot 10^{-11}$ Торр), проведена отладка ВЧ систем и прецизионных систем питания импульсных и постоянных магнитов (с точностью 10^{-4}). Собраны и установлены на накопитель 4 сверхпроводящих соленоида; проведены их криогенные испытания.

Восстановлена конверсионная система для генерации позитронов на базе литиевых линз.

Задействована автоматизированная система управления комплексом и диагностики пучков в каналах инжекции и во всех ускорителях комплекса. В качестве измерителей координат пучка (с точностью 0.2 мм) и тока пучка (с точностью 0.2 мА) применены вторично эмиссионные датчики и пикап-электроды на полосковых линиях. Информация с этих датчиков обрабатывается компьютером в режиме "on line". В результате проделанной работы получен циркулирующий ток электронов в накопителе ВЭПП-2000; отработана оптическая диагностика пучка в накопителе на основе ПЗС матриц.

5.1.1 Запуск инжекционной части комплекса ВЭПП-2000

Старт запуска комплекса ВЭПП-2000 был дан еще в октябре 2005 года с восстановлением работоспособности его инжекционной части: линейного ускорителя ИЛУ – синхротрона Б-3М – бустерного накопителя БЭП. Физически эти установки не претерпели никаких изменений, однако, 5-летний перерыв в их работе потребовал значительных усилий по реабилитации вакуумной системы и мощных систем импульсного питания. Запуск инжекционной части комплекса проходил на фоне общей модернизации всей системы автоматизированного управления комплексом. Это, конечно, создавало дополнительные трудности, но, с другой стороны, послужило стендом для отладки всех элементов автоматизированного управления, включая и программное обеспечение.

По мере готовности оборудования ускоренный пучок электронов был получен в Б-3М 15.10.2005, а в БЭПе в июне 2006 года.

5.1.2 Накопитель ВЭПП-2000

Электрон-позитронный накопитель ВЭПП-2000 предназначен для проведения экспериментов на встречных электрон-позитронных пучках. Он создан на месте старого коллайдера ВЭПП-2М с энергией пучков в 1.5 раза большей (до 2×1 ГэВ) и светимостью до $1 \times 10^{32} \text{см}^{-2} \text{сек}^{-1}$. Два детектора СНД и КМД-3, находятся в стадии окончательной сборки и будут готовы к постановке на накопитель в 2007 году.

Общий вид накопителя ВЭПП-2000 с каналами инжекции представлен на Рис. 1.

В конце августа 2006 года ВЭПП-2000 был готов к приему пучка на энергии 140 МэВ. Причины работы на столь низкой энергии будут объяснены позднее. Одной из них являлось отсутствие системы генераторов ифлекторных импульсов (20 нсек; 70 кВ). К этому времени был доступен только один временный генератор с напряжением не более 12 кВ.

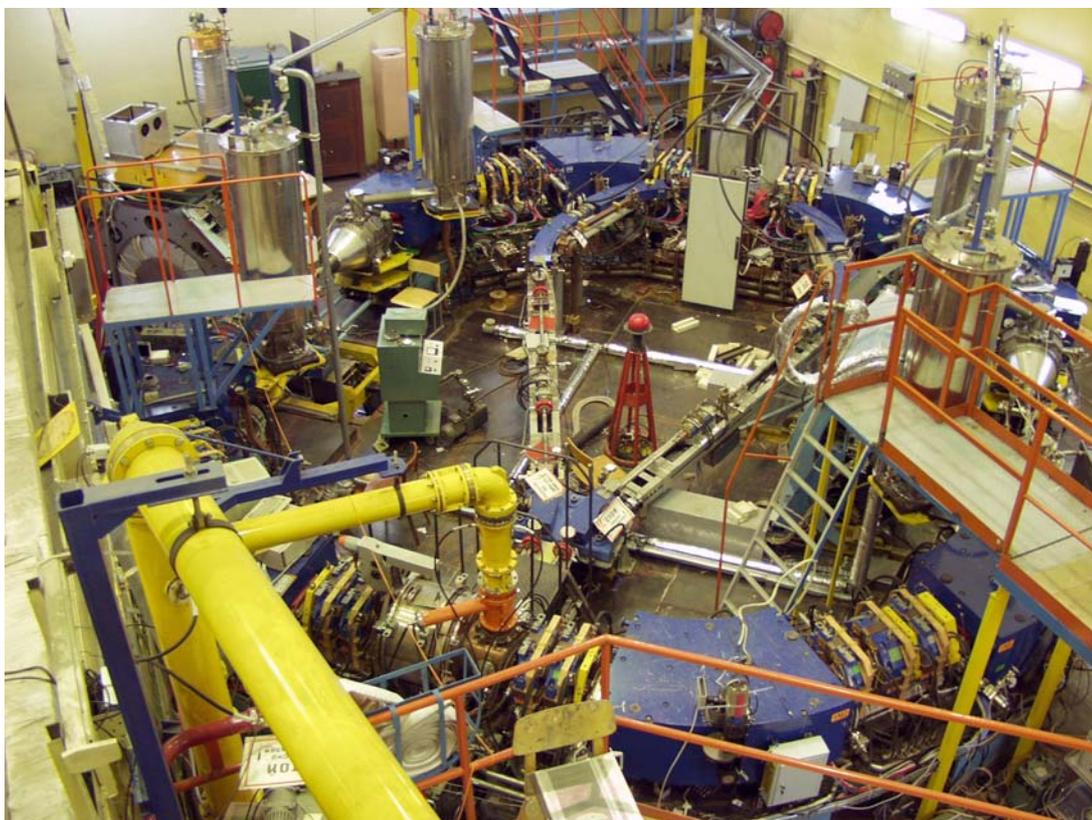


Рис. 1: Накопитель ВЭПП-2000

5.1.3 Получение проектного вакуума

Система высоковакуумной откачки состоит из 16 портов с ионно-геттерными насосами ПВИГ-100, расположенных по краям вакуумных камер поворотных магнитов; ионно-геттерного насоса ПВИГ-250, соединенного с резонатором накопителя; 4 крионасосов, образованных холодной поверхностью вакуумной камеры в соленоидах при температуре 4.2 К. Для предотвращения попадания СИ на криоповерхность предполагается использовать перфорированный лайнер, охлаждаемый жидким азотом. Отверстия в лайнере должны обеспечить погонную скорость откачки на уровне 5 л/сек/см по азоту.

Все элементы вакуумной камеры ВЭПП-2000 прошли процедуру механической и химической очистки, а также, с целью предварительного обезгаживания, прогреты в вакууме на стенде при температуре 350° в течении 24 часов. После сборки вакуумная камера была дополнительно прогрета до 250° в течение нескольких суток (Рисунок 2). Для откачки во время прогрева вакуумной камеры ВЭПП-2000 использовались два откачных порта РТ-151, с азотными ловушками для предотвращения попадания паров масел в камеру ВЭПП-2000.

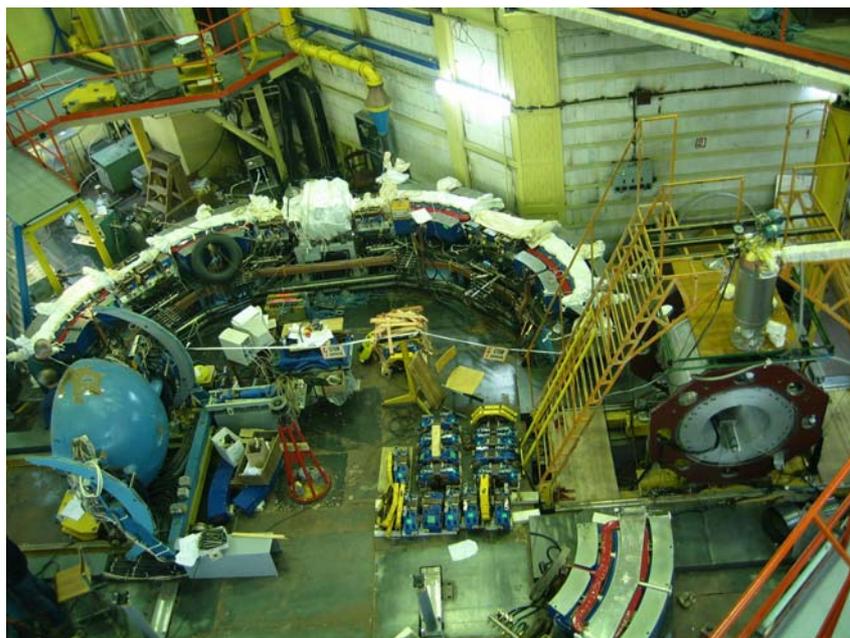


Рис. 2: Прогрев вакуумной камеры

В результате данной технологии вакуум в среднем по кольцу составляет лучше 10^{-9} Торр, а в резонаторе, который прогревался при 120° , около 10^{-9} Торр.

Система автоматического контроля вакуума (Рисунок 3) контролирует измерение давления в камере ВЭПП-2000 вакуумными датчиками инверсно-магнетронного типа и измерение тока ионных насосов, и соответствующее программное обеспечение. Кроме того, установлены два анализатора остаточных газов "Prisma" проведена проверка их работоспособности и калибровки по основным остаточным газам.

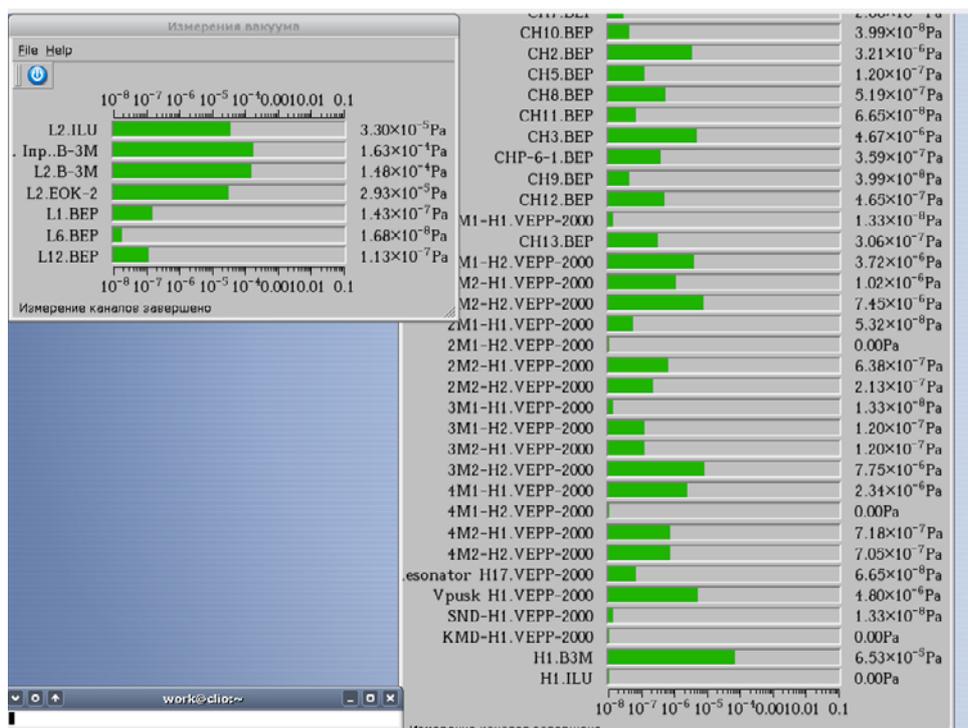


Рис. 3: Измерение вакуума

5.1.4 Система автоматизации управления комплексом

С точки зрения задачи автоматизации комплекс ВЭПП-2000 представляет собой более чем 500 каналов управления и более чем 1000 каналов контроля. Совместное использование такого количества каналов накладывает жесткие требования на систему управления комплексом. Система управления ускорительным комплексом ВЭПП-2000 базируется на нескольких PC-платформах под управлением операционной системы Linux, соединенных в общую локальную сеть. Схема автоматизации комплекса ВЭПП-2000 представлена на Рисунке 4.

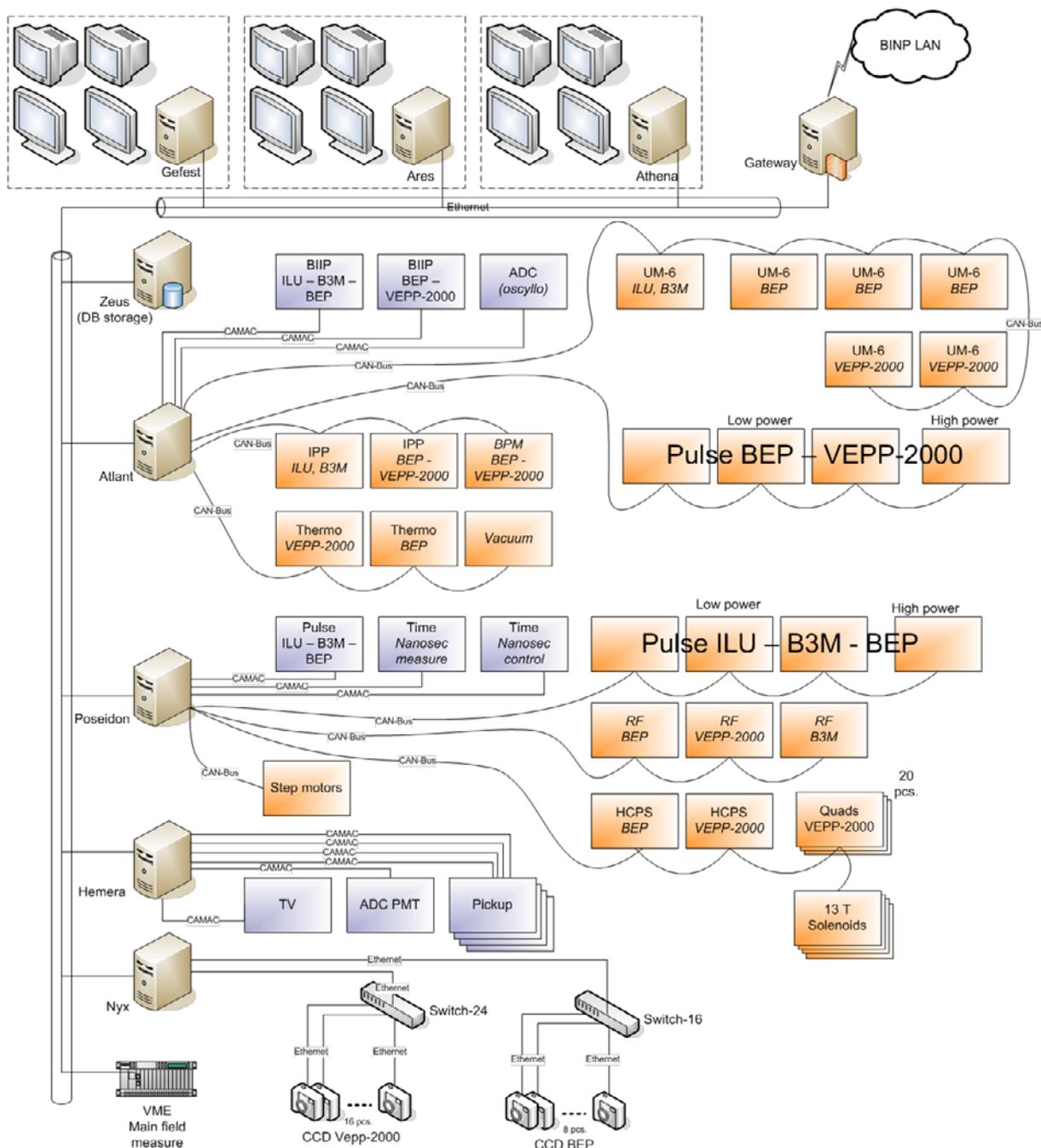


Рис. 4: Аппаратное обеспечение системы управления комплексом ВЭПП-2000

При выборе протокола общения аппаратного обеспечения с управляющими компьютерами следует руководствоваться стандартами, распространенностью, поддержкой, пропускной способностью, и другими важными критериями. Для автоматизации ускорительного комплекса ВЭПП-2000 были выбраны два основных протокола: широко известный и хорошо зарекомендовавший себя в задачах автоматизации научных исследований стандарт КАМАК и относительно новый протокол промышленной связи CAN-bus.

Стандарт КАМАК на комплексе ВЭПП-2000 используется в тех местах, где требуется большая пропускная способность, например в каналах наблюдения за пучком, а также в подсистемах, где замена на более новые стандарты была признана нецелесообразной. Протокол CAN-bus является базовым в системе автоматизации ВЭПП-2000. Он очень удобен для пространственно разнесенных систем управления и позволяет значительно уменьшить количество проводных коммуникаций.

Принципы построения программного обеспечения комплекса ВЭПП-2000 основываются на архитектуре аппаратного обеспечения. Специализированные серверы контролируют одну или несколько шин CAN-bus или КАМАК и позволяют клиентским приложениям иметь доступ к каналам управления и контроля, соответствующим этим шинам. Отличительная особенность такого подхода состоит в том, что несколько клиентских приложений могут одновременно выполнять управление и осуществлять мониторинг и контроль работы аппаратного обеспечения. Приложения могут обмениваться общесистемными событиями и командами (например, смена режима, или изменение рабочей энергии и т.д.) через специальный сервер сообщений. Вторая особенность подобной архитектуры программного обеспечения - сокрытие от конечного пользователя (оператора) подробностей работы с каждым конкретным блоком аппаратного обеспечения и деталей реализации каждого специализированного сервера. Вся информация о конфигурации аппаратного обеспечения хранится в специально разработанных для этих задач базах данных, своих для каждой подсистемы. Все вышесказанное может проиллюстрировать Рисунок 5.

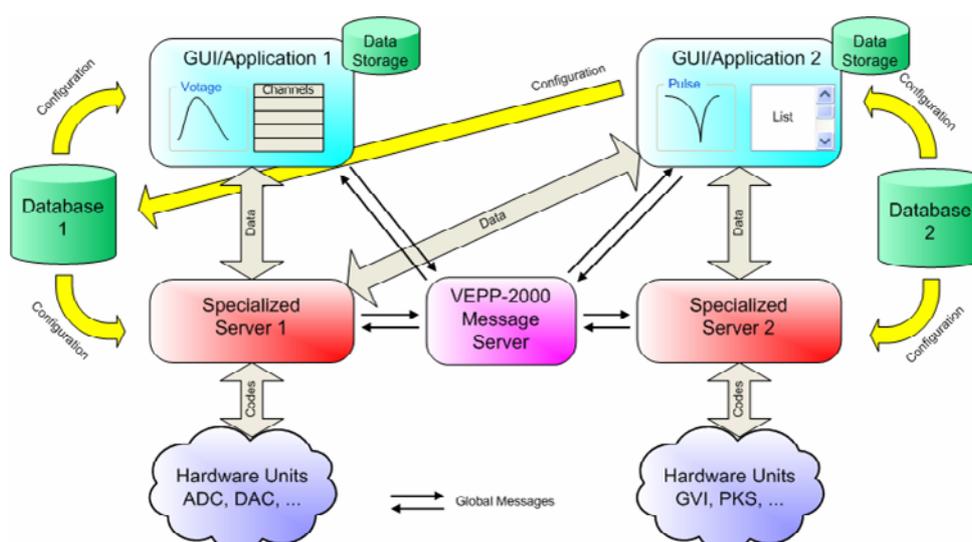


Рис. 5: Принципы организации архитектуры программного обеспечения ускорительного комплекса ВЭПП-2000

5.1.5 Электронно-оптические каналы инжекции электронов и позитронов и их источники питания

Инжекция в кольцо ВЭПП-2000 происходит в горизонтальной плоскости в прямой промежутке (далее впускной промежуток) напротив ВЧ-резонатора. Система инжекции предполагает однооборотную инжекцию с предударом накопленного пучка. Два кикера бегущей волны размещены внутри вакуумной камеры в двух поворотных магнитах по обеим сторонам впускного промежутка. Прохождение пучка в нелинейном поле кикера моделировалось комбинацией мультиполей, и затем, инжектируемый пучок проверялся на стабильность с помощью процедуры трекинга в магнитной структуре кольца ВЭПП-2000. Общий вид каналов инжекции и расположение элементов вдоль каналов показаны на Рисунке 6.

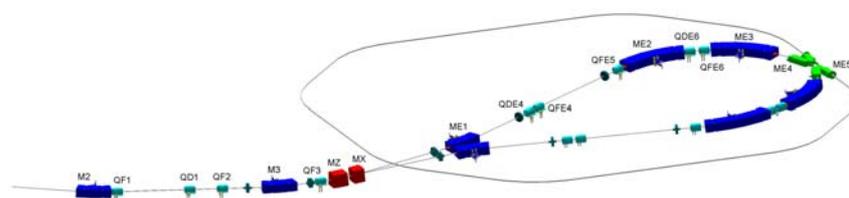


Рис. 6: Схема каналов инжекции в коллайдер ВЭПП-2000

Из-за малого количества места впускной промежуток разделен на два магнита — низкополевой впускной (20 кГс) и высокополевой доворачивающий (30 кГс) магниты. Оба магнита разработаны по так называемой “коаксиальной” схеме с шихтованным ярмом. Общий вид впускного промежутка показан на Рисунке 7.

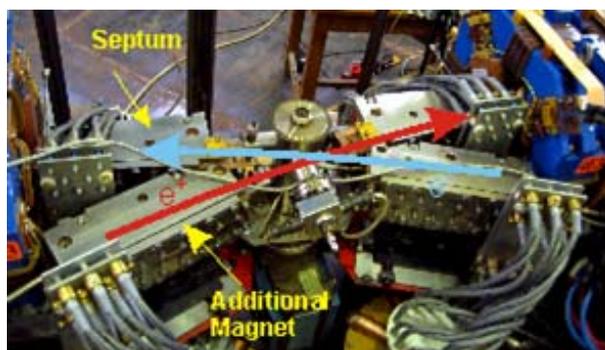


Рис. 7: Впускной промежуток ВЭПП-2000 (вид сверху)

К сожалению, впускные магниты были изготовлены в экспериментальном производстве по ошибке с другим радиусом кривизны, что приводит к неполному повороту пучка. В ожидании правильных впускных магнитов было решено временно использовать постоянный магнит для поворота частиц на недостающие 1.5 градуса на энергии 140 МэВ (энергия инжекции в БЭП).

Жесткие требования по инжекции пучков в коллайдер ВЭПП-2000 требуют точного согласования оптических функций каналов транспортировки и самого кольца ВЭПП-2000. Для фокусировки пучков в этих каналах используются импульсные квадрупольные линзы с максимальным градиентом 7 кГс/см. Общий вид линзы и измерения градиента магнитного поля приведены на Рисунке 8.

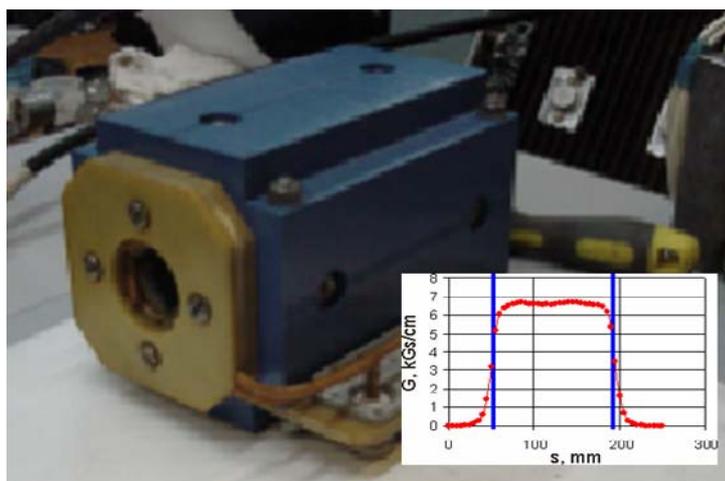


Рис. 8: Импульсный квадруполь

Источники питания импульсных элементов канала разработаны в ИЯФ и представляют собой конденсатор, заряд которого управляется от ПКС и разряжается через тиристорный ключ на нагрузку.

5.1.6 Настройка каналов инжекции электронного и позитронного пучков в кольцо ВЭПП-2000

В каналах инжекции электронов и позитронов используются два типа датчиков положения пучка: вторично-эмиссионные датчики и датчики тока изображения (Рисунок 9). Вторично-эмиссионный датчик позволяет определить центр тяжести и размер пучка, а также оценить пролетевший ток. Датчик тока изображения не дает представления о размере пучка, однако позволяет достаточно точно измерить положение центра тяжести и пролетевший заряд.

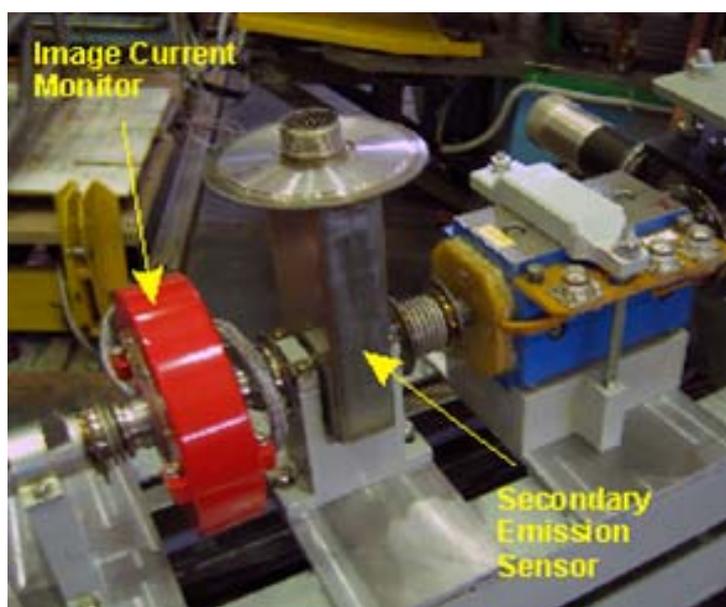


Рис. 9: Датчики положения пучка, установленные в канале инжекции

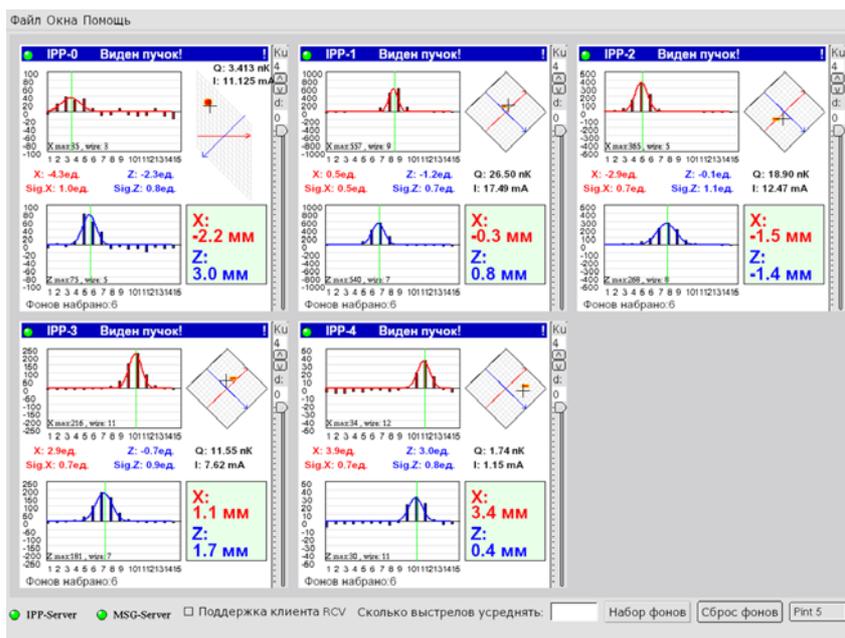


Рис. 10: Распределение плотности пучка, измеренное вторично-эмиссионными датчиками электронного канала

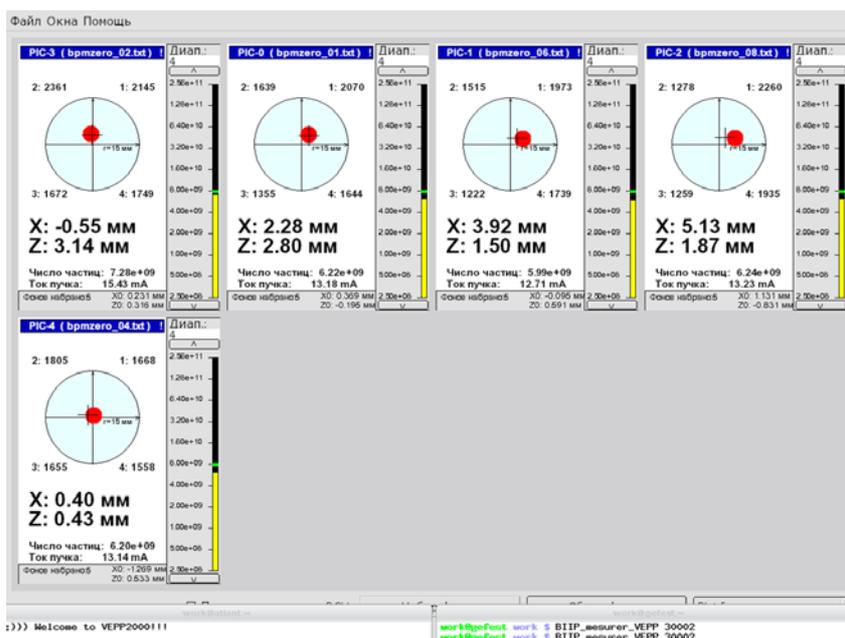


Рис. 11: Данные с датчиков тока изображения

Для работы с этими датчиками был написан пакет программ, графический интерфейс которых представлен на Рисунке 10 и Рисунке 11.

К сожалению, ошибки, сделанные в процессе конструирования и изготовления вторично-эмиссионных датчиков, привели к значительной потере и рассеянию частиц. Вместе с вынужденными ограничениями апертуры в поворотных магнитах канала эффективность передачи пучка из БЭПа в ВЭПП-2000 на энергии 140 МэВ не превышала 10 процентов. Это, конечно, значительно осложнило проводку пучка по каналу транспортировки, но 15 сентября 2006 года пучок электронов был успешно инжектирован в ВЭПП-2000. На Рисунке 12 представлена осциллограмма сигнала с

ФЭУ, установленного в одном из магнитов кольца.

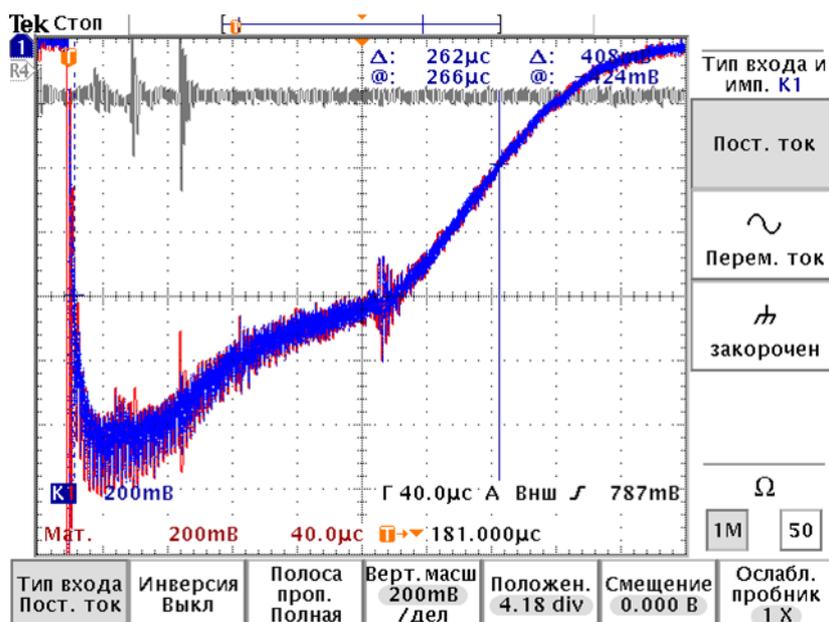


Рис. 12: Сигнал от пучка в ВЭПП-2000 на ФЭУ. Время жизни в бетатронном режиме ≈ 400 мкс

5.1.7 Захват пучков в синхротронный режим ускорения

Основной режим оптики накопителя из-за близости рабочей точки к целым резонансам $Q_x = 4.1$, $Q_z = 2.1$ характеризуется высокой чувствительностью к положению оптических осей соленоидов. Требуется выставить положение осей симметрии поля с точностью около 0.2 мм, при этом амплитуда искажения замкнутой орбиты составит около 3.4 мм. Правка вносимых смещениями соленоидов искажений орбиты осложняется непривычным кручением орбиты. Освоение такой нестандартной оптики представляется сложной задачей.

Для первоначальной инжекции пучков в кольцо ВЭПП-2000 было предложено использовать вспомогательную фокусирующую структуру с полностью выключенными соленоидами. Такой подход позволяет облегчить ввод в строй основных систем ускорителя (оптические ПЗС-матрицы, пикап-наблюдения, измерения частот колебаний, ВЧ-системы и т.д.), а также провести проверку работоспособности всех инжекционных элементов (септум-магниты, кикеры). С другой стороны промежуточная стартовая оптика позволяет делать пробные включения всех соленоидов по отдельности, в частности, убеждаться в правильности их влияния на кручение искаженной орбиты, а также произвести весьма грубую предварительную механическую юстировку, используя пучок как датчик, чувствующий положение оси соленоида. После правки искажений орбиты имеющимися в распоряжении дипольными корректорами, а при необходимости и путем механической передвижки соленоидных модулей, осуществляется плавный переход к номинальной оптической структуре с рабочей точкой вблизи целого резонанса и малой β -функции в центре экспериментальных промежутков.

Такой подход к первоначальной настройке накопителя на практике оказался очень удобным способом получения циркулирующего тока пучка. По измерению несколь-

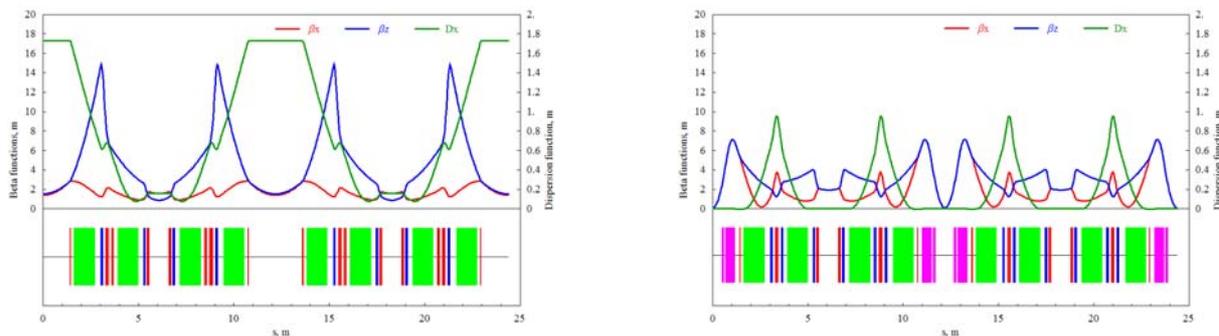


Рис. 13: Оптические функции кольца ВЭПП-2000 в режиме настройки (слева) и в режиме работы с круглыми пучками

ких сотен первых оборотов пучка в режиме с выключенным ВЧ резонатором была измерена частота обращения частиц в магнитном поле накопителя $f = 12292$ кГц, которая с точностью лучше 1 кГц совпала с расчетным значением. В связи с этим не потребовалось дополнительных усилий для захвата частиц при включении ВЧ напряжения на резонаторе. При первом же включении резонатора пучок без потерь интенсивности захватывается в синхротронный режим ускорения.

5.1.8 Измерение параметров захваченного пучка и настройка оптики ВЭПП-2000

После получения устойчивого захвата пучка стало возможным проведение измерений параметров оптической структуры кольца ВЭПП-2000.

Одним из рутинных пунктов изучения оптики кольца стало измерение хроматизма бетатронных частот. Была снята зависимость бетатронных частот от частоты обращения, при выключенных штатных секступольных линзах (Рис. 14), которая демонстрирует значительное расхождение с расчётным значением натурального хроматизма. Вероятно, это расхождение объясняется тем, что магнитная проницаемость массивной вакуумной камеры в дипольных магнитах отличается от единицы и, как показывают прецизионные измерения, составляет $\mu = 1.005$. Конфигурация же вакуумной камеры создаёт слабые нелинейные составляющие магнитного поля, в том числе секступольную. Из-за большой протяжённости магнитов вклад этого неучтённого секступоля в хроматизм частот оказывается заметным. Тем не менее, эта нелинейность, вследствие её малости и распределённости по кольцу, не должна влиять на размер динамической апертуры, а значение хроматизма легко компенсируется штатными секступольными линзами как в режиме настройки оптики, так и в рабочем режиме с круглыми пучками (Рис. 13).

Измерение орбиты в коллайдере ВЭПП-2000 осуществляется с помощью двух систем: пикап-станций (по одной на квадрант) и ПЗС-матриц (16 штук, по 8 на электронное/позитронное направление). На Рис. 15 представлен результат on-line обработки изображений, получаемых с ПЗС-матриц, в виде координат и размеров пучка вдоль структуры коллайдера. Программное обеспечение, созданное для системы ПЗС-матриц, позволяет легко корректировать орбиту с помощью предварительно снятых матриц отклика. Из рисунка видно, что среднее отклонение вдоль орбиты составляет 0.2 мм, а размер хорошо согласуется с расчетными данными.



Рис. 14: Измерение хроматизма

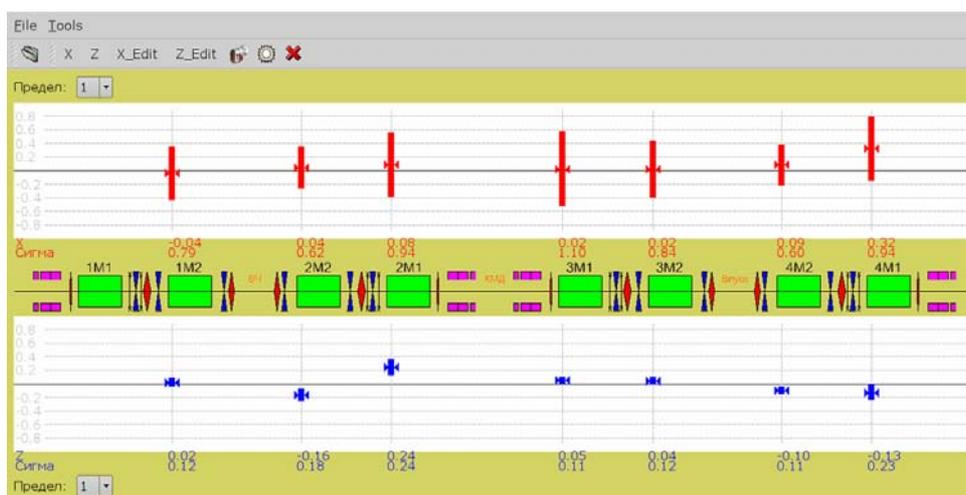


Рис. 15: Измерение орбиты и размеров пучка

Заклучение

Проведенные в течение 2006 года работы по запуску систем комплекса ВЭПП-2000 позволили проверить работоспособность всех систем комплекса и выявить их недостатки. Все системы инжекционного комплекса продемонстрировали хорошую надежность, и вышли на близкие к расчетным параметры.

В накопителе ВЭПП-2000 получен циркулирующий пучок электронов. Система автоматизированного управления комплексом успешно прошла первые испытания. Освоена оптическая диагностика пучка с помощью ПЗС матриц, которая показала высокую разрешающую способность и удобство в измерении координат и размеров пучка.

5.2 ВЭПП-4М

Введение

Как и в предыдущие годы, основным направлением работы ускорительного комплекса ВЭПП-4М было обеспечение экспериментов по физике элементарных частиц совместно с детектором КЕДР. На рис.1 показано время (в сравнении с предыдущими годами), затраченное непосредственно на эти цели, т.е., время, в течение которого КЕДР набирал статистику в режиме встречных пучков. Напомним, что в 2003 г. проводилась модернизация и ремонт систем детектора, и экспериментов по ФВЭ не велось. Всего в 2006 г. на ФВЭ было затрачено 3540 часов, почти на тысячу часов больше, чем в 2005 г.

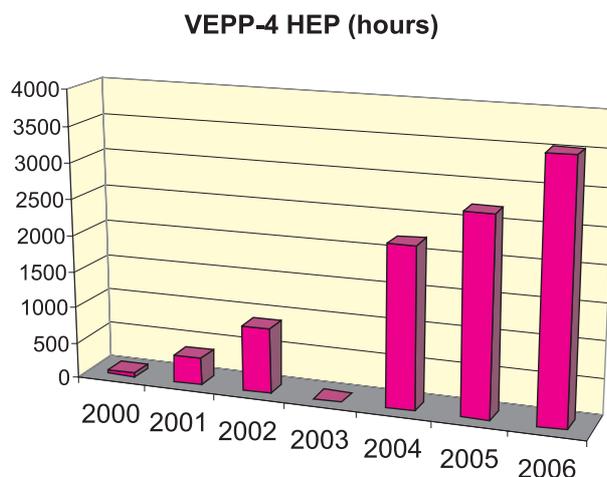


Рис. 1: Экспериментальное время ВЭПП-4М (физика высоких энергий).

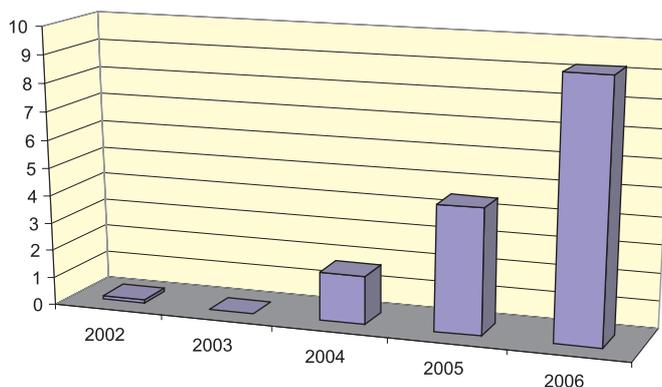


Рис. 2: Набор интеграла светимости (пб-1).

Набор интеграла светимости по годам показан на рис.2. Видно, что в 2006 г. удалось существенно увеличить статистику набора светимости, в основном, за счет увеличения эффективности работы комплекса и автоматизации процедуры настройки максимальной светимости.

Другие направления деятельности ускорительного комплекса включали эксперименты с синхротронным излучением на накопителе ВЭПП-3 (2232 часа, рис.3), изучение поведения пучков заряженных частиц в накопителе ВЭПП-4, модернизацию и повышение эффективности работы установок комплекса, отработку методик прецизионной калибровки энергии пучка и пр.

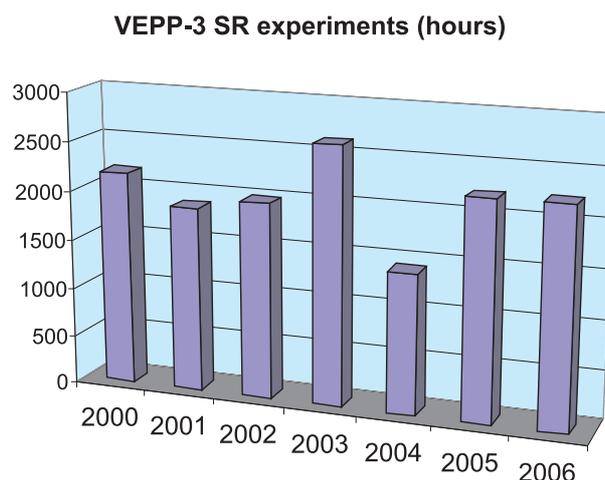


Рис. 3: Экспериментальное время ВЭПП-3 (синхротронное излучение).

Время, затраченное на ремонт систем ускорительного комплекса (822 часа), хотя и увеличилось по сравнению с 2005 г., тем не менее, осталось на уровне существенно меньшем, чем в предыдущие годы (рис.4).

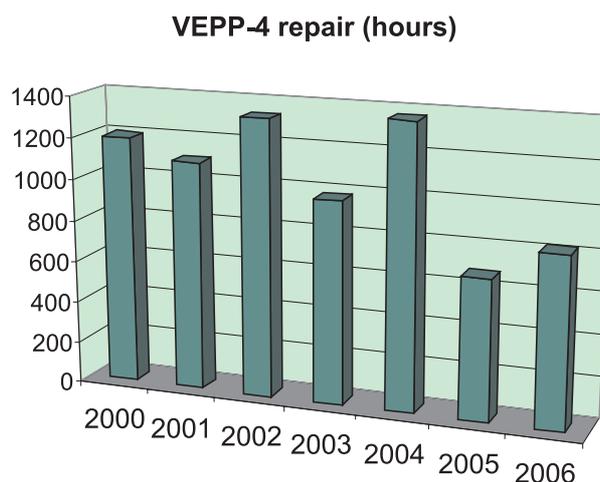


Рис. 4: Ремонт установок комплекса в 2006 г.

5.2.1 Эксперименты по ФВЭ

В 2006 году в основном производился набор статистики вблизи порога рождения τ -лептона, а также, в области резонансов Ψ' и Ψ'' . Распределение интеграла светимости по видам эксперимента приведено в табл. 1. Некоторые параметры ВЭПП-4М при проведении экспериментов по ФВЭ показаны в табл. 2. Из таблицы виден существенный рост всех показателей по сравнению с предыдущим годом. Так, средний темп набора интеграла светимости в неделю вырос в два раза. График светимости, усредненной за неделю (учитывалось только время набора статистики, то есть, когда встречные пучки сведены), показан на рис.5.

Таблица 5.1: Эксперименты по ФВЭ на ВЭПП-4М в 2006 г.

Область	$\int L dt, \text{пб}^{-1}$	Цель
$\psi' + \psi''$	2.8	$m, \Gamma_{ee}(\psi'), M, \Gamma_{ee}(\psi'')$
ψ' (пик/подл)	1.6	$B(\psi' \rightarrow \tau\tau, \dots) + M_\tau$
порог τ	6.2(+2)	M_τ
фон τ	1.2	M_τ
Итого:		6262 нбн ⁻¹

Таблица 5.2: Некоторые параметры ВЭПП-4М при работе в 2006 г.

	2005	2600
Средняя светимость, $\text{см}^{-2}\text{с}^{-1}$	0.63×10^{30}	0.99×10^{30}
Средний темп набора, нб ⁻¹ /нед	153	315
Рекорд недельный, нб ⁻¹ /нед	370	545
Рекорд месячный, нб ⁻¹ /мес	1300	1640
Время набора статистики, мес.	7.5	7.5

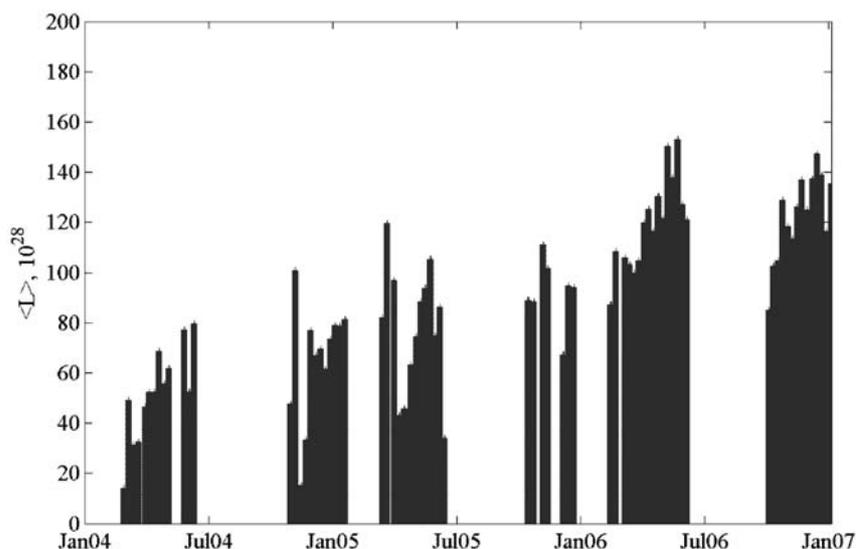


Рис. 5: Средняя за неделю светимость ВЭПП-4М.

5.2.2 Калибровка энергии пучков

Одной из основных составляющих экспериментов по уточнению масс частиц является прецизионная калибровка энергии пучка. В настоящее время на ВЭПП-4М работают две методики измерения энергии пучка: с помощью резонансной деполяризации пучка и с помощью обратного комптоновского рассеяния. Первый метод обладает рекордной точностью ($\sim 10^{-6}$), однако требует существенных затрат времени и деполяризует электроны, делая невозможным периодическую калибровку с

одним и тем же пучком. И хотя точность второго метода хуже ($\sim 3 \times 10^{-5}$), но он более оперативен, не требует поляризации пучка и может применяться непосредственно в процессе набора интеграла светимости. Использование двух подходов повышает надежность получаемых результатов и обеспечивает необходимую точность. При этом энергия измеряется точным методом резонансной деполяризации в начале и в конце набора интеграла, а мониторинг, осуществляемый с помощью ОКР в процессе набора, позволяет контролировать и исправлять возможные изменения энергии пучка.

Обе методики подробно описаны в предыдущих отчетах ИЯФ, а также, в статьях и докладах на конференциях.

Основные результаты за 2006 г. могут быть коротко сформулированы следующим образом:

- Проведено 458 калибровок энергии методом РД в экспериментах на τ -пороге и в области резонансов Ψ -семейства.
- Получена точность мониторинга энергии пучка методом обратного комптоновского рассеяния (ОКР) 60 кэВ.
- Исследованы источники систематической ошибки при измерении энергии методом ОКР в сравнении с данными метода РД и восстановления энергии по ЯМР и температуре.

На рис.6 показаны результаты измерения и интерполяции энергии пучка ВЭПП-4М за пять дней апреля 2006 года.

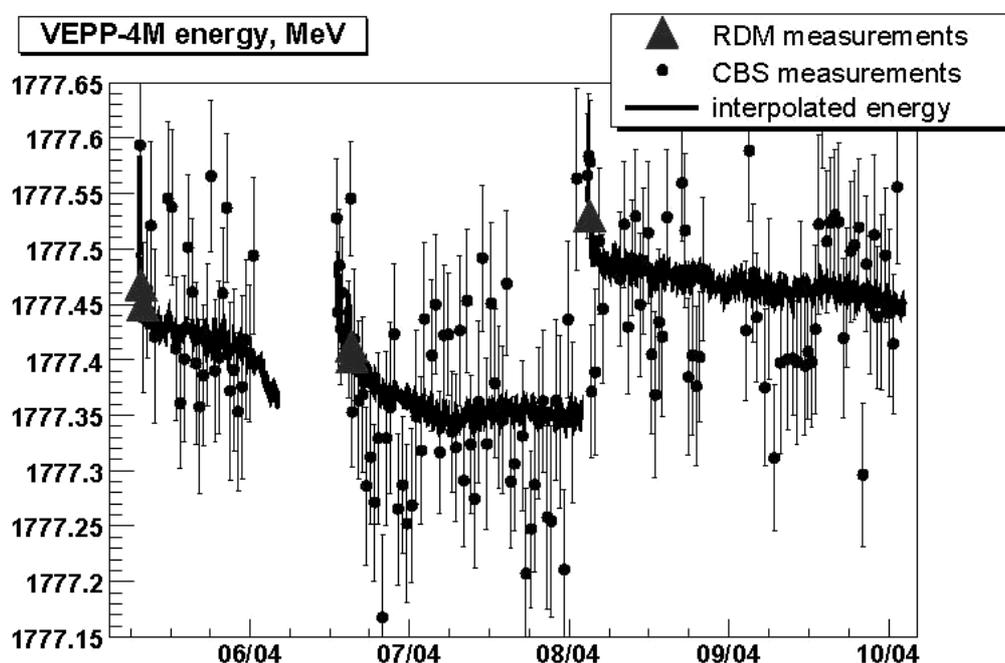


Рис. 6: Измерение энергии ВЭПП-4М методом РД (треугольники), ОКР (точки) и интерполяция (черная линия).

Сравнение измерений энергии методом резонансной деполяризации и методом комптоновского рассеяния показывает достаточно хорошее совпадение. На рис.7 приведена гистограмма сравнения одновременного измерения энергии двумя методиками за три месяца. Среднеквадратичное отличие находится на уровне 42 кэВ.

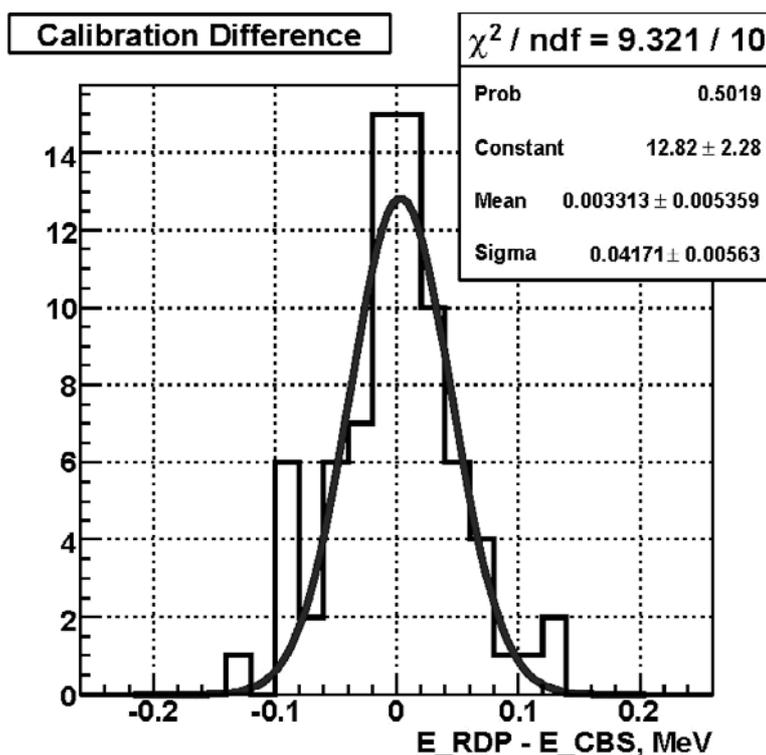


Рис. 7: Сравнение измерений энергии двумя методами.

5.2.3 Модернизация и улучшение работы комплекса

Повышение эффективности и надежности работы комплекса является приоритетным направлением деятельности коллектива лаб.1-3. В 2006 году было создан пакет программ, автоматически настраивающий параметры ВЭПП-4М на получение максимальной светимости, что во многом определило увеличение статистики по сравнению с предыдущими годами.

Все высокочастотные резонаторы были укомплектованы системами стабилизации температуры охлаждающей воды, что позволило существенно уменьшить частоту возникновения фазовых колебаний пучка, приводивших к уменьшению светимости и увеличению фона.

Система состоит из объема с нагревательным элементом мощностью 20 кВт, набора термодатчиков и микропроцессорной электроники ADAM, и способна стабилизировать температуру воды, охлаждающей резонатор, на уровне $\pm 0.5^\circ\text{C}$ (рис.8).

Для повышения интенсивности пучков ВЭПП-4М разрабатываются системы быстрой обратной связи, поперечной (для повышения порога ТМС-неустойчивости в режиме работы 2x2 сгустка в диапазоне энергий от 1.8 ГэВ до 5 ГэВ) и продольной (для подавления продольных колебаний сгустков).

Поперечная система обратной связи находится в стадии запуска: один из четырех ее каналов полностью собран и укомплектован, и ведутся наладочные работы с пучком электронов. Рис.9 показывает оборудование системы поперечной обратной связи в помещении комплекса ВЭПП-4М. На рис.10 изображен этап сборки широкополосного резонатора-кикера в цехе.

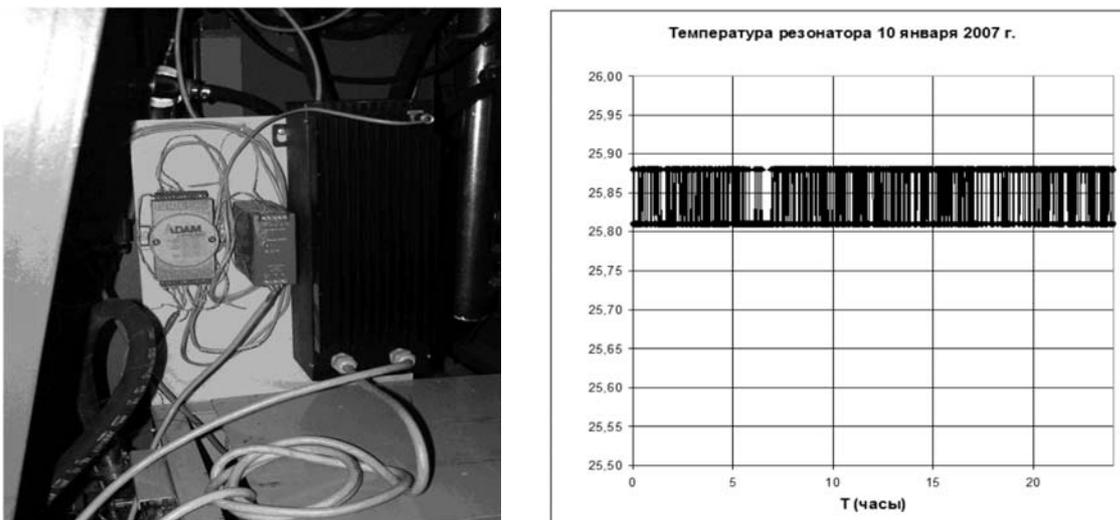


Рис.8 Система термостабилизации (слева) и график температуры охлаждающей воды на входе в ВЧ резонатор ВЭПП-4М (справа).

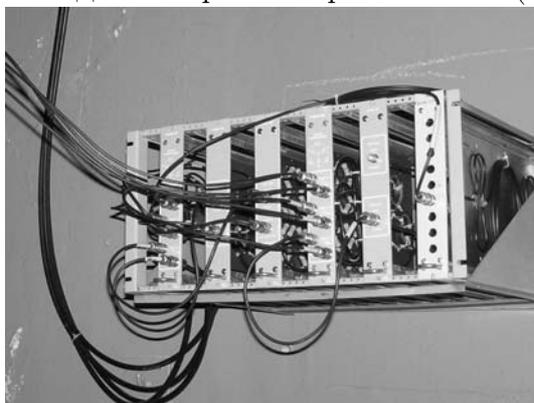


Рис. 9: Электроника системы поперечной обратной связи.



Рис. 10: Детали резонатора продольной обратной связи.

Из других работ по повышению надежности ускорительного комплекса следует отметить замену интерполирующих ЦАП, управляющих источниками питания, на новые, совместимые со старыми, но изготовленные на новой элементной базе, разработку современной, повышенной точности, системы термоконтроля, новое оборудование оптической диагностики и т.д.

5.2.4 Международное сотрудничество и контрактные работы

В 2006 г. контрактная деятельность сотрудников комплекса ВЭПП-4 включала следующие пункты:

- Завершено сотрудничество с CERN по производству “теплых” дипольных магнитов прямолинейных промежутков коллайдера LHC.
- Продолжается работа по производству алюминиевых катушек квадрупольных магнитов источника СИ PETRA III (DESY).
- Для протонного синхротрона PS CERN изготовлены 6-метровые алюминиевые катушки поворотных магнитов. Установка этих катушек в поворотные магниты осуществляется сотрудниками л.1-3 и ЭП.
- Продолжается производство секступольных магнитов для источника СИ ALBA (Испания, Барселона).
- Производство подставок для вигглеров-затухателей для источника СИ PETRA III (DESY).
- Начаты работы (совместно с л.6) по производству трансформаторов и индуктивностей для источника СИ PETRA III (DESY).

5.3 Инжекционный комплекс ВЭПП–5

Инжекционный комплекс ВЭПП–5 является мощным современным источником интенсивных пучков электронов и позитронов на энергии 500 МэВ, который обеспечит потребности всех установок на встречных электрон-позитронных пучках в ИЯФ СО РАН на следующие 10 лет.



Рис. 1: Фотография накопителя-охладителя.

Комплекс состоит из линейного ускорителя электронов на энергию 300 МэВ, линейного ускорителя позитронов на энергию 500 МэВ и накопителя-охладителя. Наиболее сложные и определяющие части этого комплекса уже испытаны на проектных

параметрах, так, например, система производства позитронов показала рекордную эффективность.

В 2006 году был завершён монтаж и наладка системы диагностики пучка накопителя-охладителя. Введены в опытную эксплуатацию все системы накопителя-охладителя, включая систему управления. На рис. 1 представлена фотография накопителя-охладителя, кольцо подготовлено к приёму пучка.

В текущем году была произведена четвертая (последняя) ускоряющая структура третьего ускоряющего модуля форинжектора ВЭПП-5. Мощные СВЧ нагрузки находятся в производстве. Изготовленные части третьего модуля уже смонтированы в зале форинжектора.

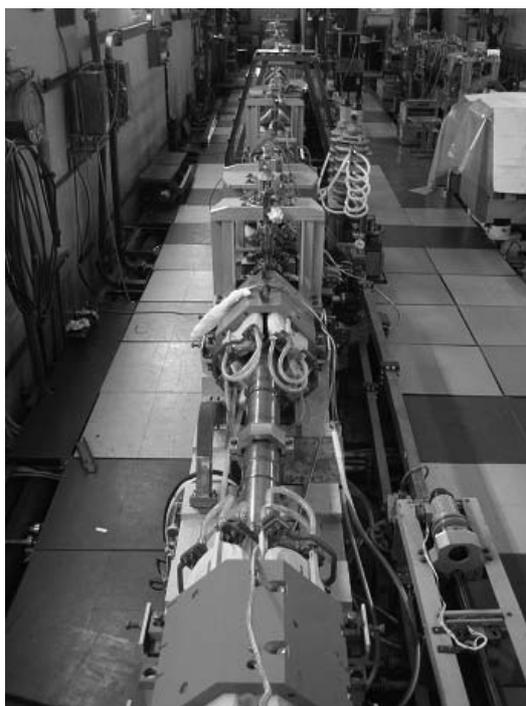


Рис. 2: Фотография линейного ускорителя позитронов.

Проведены испытания системы умножения СВЧ мощности 3-го ускоряющего модуля. Завершен монтаж и наладка магнитной и вакуумной систем линейного ускорителя позитронов. По завершению изготовления СВЧ нагрузок будет возможно ускорение электронов в третьем ускоряющем модуле и их последующая инжекция в накопитель-охладитель на проектной энергии величиной 500 МэВ.

Разработана система управления системы впуска-выпуска, установлена и испытана система зарядки формирующих линий. Предложен новый вариант делительной части высоковольтных нагрузок, установленных на кикерах. Проведены долгосрочные испытания на номинальном напряжении 42 кВ, частоте повторения 25 Гц. За время испытания коэффициенты деления остались на начальном уровне. В ближайшее время планируется подсоединиться к общей системе управления комплекса.

На ВЭПП-2000 установлен первый генератор, собранный в лаборатории 5. Произведена инжекция в кольцо ВЭПП-2000 на энергии 140 МэВ, а затем и на 500 МэВ. В самое ближайшее время будут установлены коммутаторы, позволяющие работать как с электронами, так и с позитронами, и остальные генераторы. Дальнейшая работа будет связана с активным взаимодействием с командой ВЭПП-2000.

5.3.1 Контрактная деятельность

- В мае 2006 года был заключен контракт на производство 7 квадрупольных магнитов Q13 (рис. 3) для лаборатории Резерфорда (Англия) ISIS Second Target Station (TS-2) Extracted Proton Beamline (EPB).

Aperture Diameter	310 mm
Effective Length	500 mm
Peak Field Gradient	8.2 T m ⁻¹
Field Quality	±0.5%
Turner of Turns per Pole	80
Maximum Current	1070 Amps
Maximum Voltage Drop	118 Volts
Maximum Power Dissipation	126 kW

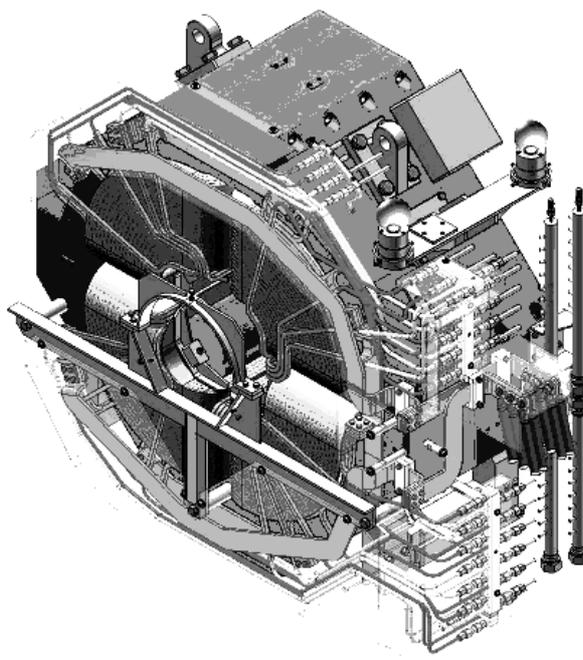


Рис. 3: Квадруполь Q13.

- В 2004 году был заключен контракт с ЦЕРН на производство 11 квадрупольных и 26 секступольных магнитов. В конце 2006 года магниты были отправлены.

5.4 Электронное охлаждение

Важным событием 2006 года было исследование электронного охлаждения ионов свинца в накопителе LEIR. Накопитель формирует сгустки ионов свинца для крупнейшего в мире коллайдера со встречными адронными пучками LHC. Электронный охладитель был разработан, построен и испытан в Институте ядерной физики СОРАН. Затем он был демонтирован и 17 декабря 2004 года доставлен в Женеву. Летом 2005 удалось завершить его монтаж и проверку с электронным пучком. На

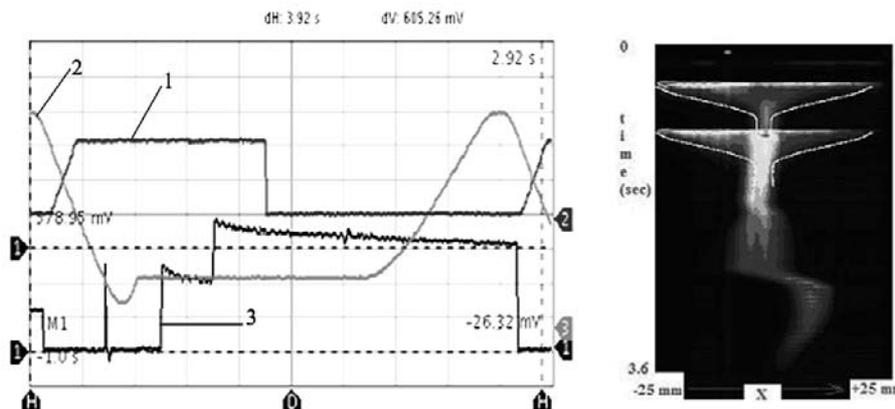


Рис. 4: Слева изображен типичный цикл работы накопителя LEIR: 1 - включение и выключение электронного пучка, 2 - цикл магнитного поля, 3 - интенсивность ионного пучка. Справа показаны изменения профиля ионного пучка при двух последовательных инжекциях, охлаждении и последующем ускорении до 70 МэВ/н.

рис. 4 показаны осциллограммы режима работы LEIR с накоплением и ускорением необходимой интенсивности ионов.

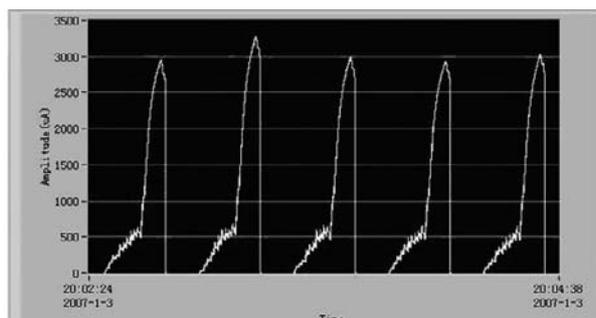


Рис. 5: Накопление 10 импульсов инжекции на энергии 7 МэВ/н и затем ускорение до 1 ГэВ/н в накопителе с электронным охлаждением CSRm (IMP, Lanjow, China).

На ускорительном комплексе CSRm в 2006 начал успешно использоваться созданный в 2003 г. электронный охладитель с управляемым профилем электронного пучка. Небольшая команда из ИЯФ летом 2005 года сумела добиться первых экспериментов с накоплением ионного пучка.

Это позволило существенно продвинуться в диагностике и управлении. К концу 2006 года в CSRm был накоплен и ускорен пучок ионов углерода с достаточно большой интенсивностью (до 3 мА ускоренного до 1 ГэВ/н). При этом, оптимальным для накопления максимального ионного тока оказалась форма электронного пучка с сильным провалом в центре (отношение плотности в центре к краевой около 1/6). Данный эксперимент демонстрирует правильность заложенной в конструкцию электронного охлаждения идеи подавления "электронного нагрева" полым электронным пучком.

Продолжилась работа по разработке высоковольтного охлаждения для накопителя COSY. Был разработан и создан прототип электрогенератора с пневматической турбиной для обеспечения питания секций электронного охладителя. Этот генератор оказался необходим для Ускорительного Масс Спектрометра, что позволило провести

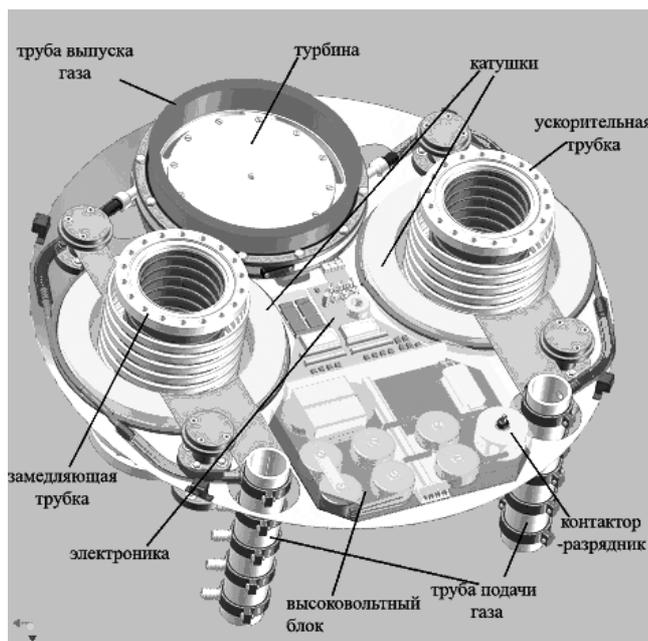


Рис. 6: Проект секции электронного охладителя для COSY.

его испытания в реальных условиях. В соответствии с заказом разработана секция для электронного охладителя COSY, началось её изготовление.

5.5 Ускорительный масс-спектрометрический комплекс AMS

В рамках интеграционного проекта СОРАН в 2006 г. проводились работы по калибровке и оптимизации режимов работы ускорительного масс-спектрометрического комплекса (AMS) при измерении космогенных ядер ^{14}C и ^{10}Be в натуральных объектах.

Важнейшим результатом работ в 2006 г. является создание всей структуры AMS и запуск AMS на территории ИЯФ.

В 2006 г. проводилось тестирование и наладка основных систем AMS. В июле 2006 г. был зарегистрирован первый пучок ионов углерода на выходе комплекса, пучок был проведен без ускорения и без обдирки в перезарядной паро-магниевого мишени. Впоследствии пучок отрицательных ионов из ионного источника был проведен через весь тракт AMS с ускорением и перезарядкой при ускоряющем напряжении до 400 кВ. Пучок был зарегистрирован на выходе AMS полупроводниковым и сцинтилляционным детекторами (кристаллы BGO и CsI). Это подтвердило работоспособность основных систем и всего комплекса в целом.

Проведены эксперименты с газовым и распылительным источниками отрицательных ионов углерода. Распылительный ионный источник продемонстрировал длительную стабильную работу и использовался для первых тестовых измерений изотопных соотношений в образцах. Магниевого мишень продемонстрировала устойчивую работу при температуре около 450°C в течение ~ 800 часов без замены магния. Подтверждена пригодность паро-магниевого мишени для работы в комплексе AMS (см. рис. 7).

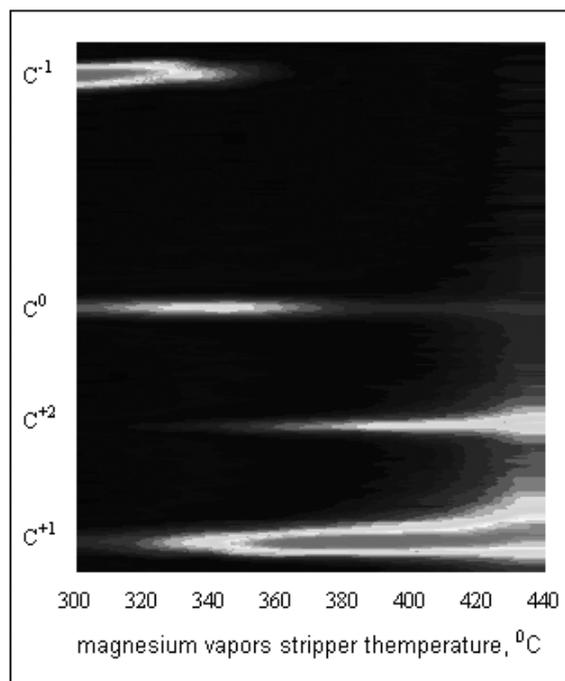


Рис. 7: Зарядовый состав ионного пучка с энергией 400 кэВ как функция температуры перезарядной мишени.

В 2006 г. проведены тестовые измерения следующих образцов:

- Чистый графит
- Металлургический кремний (для обнаружения малых примесей в веществе на фоне основного вещества), рис. 8

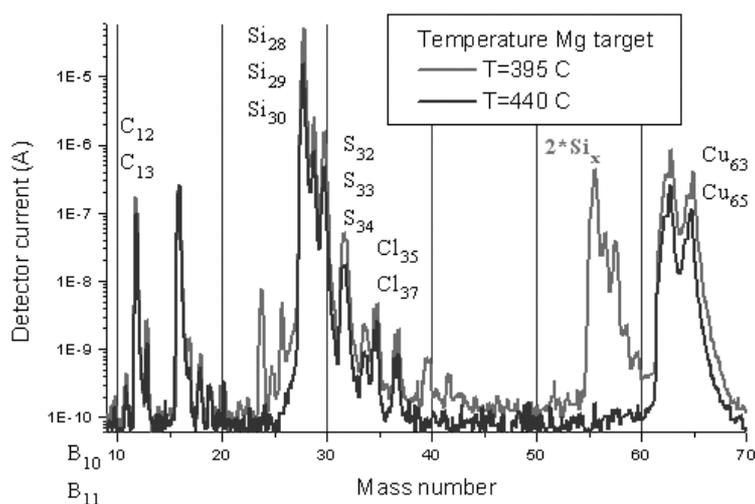


Рис. 8: Спектр металлургического кремния. Наблюдается очистка пучка от молекулярных кластеров более плотной обдирочной мишенью (при более высокой температуре).

- Активированный уголь для проверки возможности работы с прессованными образцами

- Обогащенный ^{13}C графит для проверки концентрации изотопов

Полученные для образцов основные изотопные соотношения близки к табличным (см. таблицу 5.1).

Хим. элемент	Относительный сигнал	Измеренное % содержание изотопов/табличное значение
^{16}O	0.022	99.77/99.76
^{18}O	$5 \cdot 10^{-5}$	0.227/0.204
^{20}F	10^{-5}	100/100
^{28}Si	1	92.16/92.18
^{29}Si	0.05	4.6/4.71
^{30}Si	0.035	3.22/3.12
^{32}S	0.0019	95.72/95
^{34}S	0.000085	4.282/4.22
$^{35}\text{Cl}_{35}$	0.00022	75.86/75.53
^{37}Cl	0.00007	24.14/24.47
$^{63}\text{Cu}_{63}$ (из держателя) образца в распылительном ионном источнике)	0.015	63.83/69.1
$^{65}\text{Cu}_{65}$ (из держателя) образца в распылительном ионном источнике)	0.0085	36.17/30.9

Таблица 5.1: Измеренные изотопные соотношения в образце металлургического кремния.

Основные экспериментальные работы по ускорению и детектированию ионов проводились при ускоряющем напряжении 100-250 кВ из-за увеличения радиационного фона при повышении напряжения. Для высокоточных измерений ^{14}C необходимо работать с ускоряющими напряжениями 1 МВ и выше, что требует размещения установки в защищенном зале бункере. В связи с этим подготовлена документация для проектно-строительных организаций, осуществляющих реконструкцию здания для размещения в нем AMS к маю 2007 г., строительные работы курируются сотрудниками лаборатории 5-2.

5.6 Работы группы электронных пушек

- На установке электронно-лучевой сварки продолжались работы по изучению ее возможностей. Производилась сварка материалов в широком диапазоне толщин. Изучались возможности фокусирующих, отклоняющих, регулирующих систем, центровка электронно-оптической системы, скорость сварки и т.д. Проводились ресурсные исследования катодного узла при номинальной нагрузке. Результаты проверки всех параметров оказались близки к расчетным значениям.

- Пучковый датчик:
 - Выбрана электроно-оптическая система
 - Проведены расчеты
 - Изготовлены и испытаны катодные узлы.

- Были изготовлены, испытаны и поставлены потребителям в стране и за рубежом катодные узлы для различных установок, среди которых:
 - Ускорители ЭЛВ
 - Ускорители ИЛУ
 - Линейные ускорители
 - Микротрон
 - Пучковые датчики
 - Электронно-лучевая сварка
 - Установка высокозарядных ионов
- Проводились расчеты электронно-оптических систем для возможных источников ионов радиоактивных изотопов.

5.7 Вакуумные исследования

5.7.1 Сорбционные исследования

Экспериментальные исследования активационных и газопоглощающих свойств нераспыляемого геттера системы Zr-V

Настоящая работа посвящена исследованию возможности реактивации геттера St'182 SAES Getters (Zr-V).

С этой целью в ИЯФ была изготовлена специальная экспериментальная установка. Для достижения большей удельной сорбционной емкости геттерный насос выполняется в виде картриджа. Константановая лента с нанесенным Zr-V уложена в виде полосок. Общая площадь картриджа 350см^2 . При реактивации картриджа непрерывно напускался водород. Контроль эффективности реактивации картриджа с геттером осуществлялся посредством измерения эффективного коэффициента прилипания H_2 .

Результаты измерений позволили определить, как ведет себя скорость откачки геттера от интенсивности потока водорода и температуры. При температуре более $120...150\text{C}$ и потоках водорода до $3 \cdot 10^{-2}(\text{литр} \cdot \text{торр})/(\text{сек} \cdot \text{см}^2)$ коэффициент прилипания практически не изменяется, что указывает на высокое значение коэффициента диффузии газа в геттере. Измеренные значения коэффициента прилипания находятся в диапазоне $1.5...3\%$.

Криосорбционные исследования

Для вакуумных камер с криогенной температурой стенок решением проблемы роста плотности газа в камере пучка является применение специальных криосорбирующих материалов (криосорберов), которые необходимо размещать на внешней (защищенной от СИ, электронов и ионов) поверхности специальной перфорированной трубки (экрана), устанавливаемой внутри вакуумной камеры. В результате криосорбированные молекулы будут накапливаться на поверхности, защищенной от потока фотонов, эмитированных электронов и ионов остаточного газа.

Наиболее трудноадсорбируемыми остаточными газами при температурах от 5 до 20 K являются водород, гелий и неон, в то время как давление паров остальных

остаточных газов при таких температурах уже достаточно низкое для работы современного коллайдера, такого как, например, LHC (CERN, Женева, Швейцария). Как правило, гелий и неон в отличие от водорода не относятся к числу основных остаточных газов. Ранее проведенные исследования по адсорбции водорода на прототипе вакуумной камеры LHC позволили определить удобный с конструктивной точки зрения эффективный криосорбционный материал для водорода - углеволоконную ткань УВИС-АК-Т, предложенную для LHC.

Отдельный интерес представляет адсорбция He, который может попадать в вакуумную систему ускорителя из криогенной системы машины вследствие небольшой утечки. С этой целью был проведен эксперимент с УВИС-АК-Т по определению возможностей адсорбции криосорбером He. Результаты показывают, что удельная сорбционная емкость криосорбера составляет не менее 1 монослоя гелия на единицу геометрической площади криосорбера при температуре T 16 К.

В работе приняли участие:

В.В. Анашин, А.А. Краснов, Р.В. Достовалов, Н.А. Пимонов, А.М. Семенов.

5.7.2 Участие в проекте по созданию источника MLS

По заказу Федерального Физико-технического Ведомства (РТВ) Германии в Берлине начато строительство накопительного кольца на низкие энергии, которое будет использоваться в качестве эталонного источника излучения фотонов света в спектре энергий ультрафиолета. Давление в вакуумной системе этого накопителя, Metrology Light Source (MLS), будет достигать величины в пределах до 10^{-11} mbar. Все элементы конструкции, имеющие выход в вакуум, должны соответствовать правилам изготовления высоковакуумных систем так, чтобы требуемое давление достигалось надежно. По предварительно сделанному проекту, система должна откачиваться турбомолекулярными насосами, и ионными насосами до базового давления. Для достижения вышеуказанного давления все цельнометаллические вакуумные компоненты, включая насосы с магнитами, должны прогреваться при температуре до 250° С.

ИЯФ принял активное участие в изготовлении отдельных узлов вакуумной и магнитной системы накопительного кольца MLS и в разработке проекта и изготовлении электронно-оптического канала для транспортировки частиц в основное кольцо. Наличие большого количества керамических узлов (в том числе нестандартных) в изготавливаемых ИЯФ компонентах вакуумной системы потребовало профессионального применения как известных технологий изготовления подобных вакуумных систем в соответствии с проектом, так и поиска оригинальных альтернативных технических решений. В результате был получен уникальный научный, конструкторский и производственный опыт, расширяющий возможности ИЯФ по созданию новых прогревных вакуумных систем с керамическими узлами для ускорителей заряженных частиц. В настоящее время все компоненты изготовлены и проводится сборка источника MLS в Берлине.

Цикл работ для MLS проведен совместными усилиями лабораторий 1-4, 8-0 и НКО ИЯФ на экспериментальном производстве ЭП-1.

Публикации:

[281], [282], [283].

Глава 6

Синхротронное излучение и лазеры на свободных электронах

Введение

На базе установок и лабораторий ИЯФ в настоящее время функционируют два центра коллективного пользования - Сибирский центр синхротронного излучения и Сибирский центр фотохимических исследований. Программа работ Сибирского центра синхротронного излучения в 2006 году включала в себя следующие направления:

- проведение исследований и разработка новых технологий с использованием синхротронного излучения (СИ) накопителя ВЭПП-3, подготовка к проведению работ на ВЭПП-4М;

- создание экспериментального оборудования для работы с СИ (каналы, экспериментальные станции, рентгеновская оптика, монохроматоры, детекторы);

- разработка и создание ускорителей - специализированных источников СИ;

- разработка и создание специальных магнитных систем для генерации СИ - вигглеров, ондуляторов, superbends;

- обучение и профессиональная подготовка студентов и аспирантов.

Для проведения работ на пучках СИ на накопителе ВЭПП-3 в 2006 году было выделено 2229 часов рабочего времени в режиме "Синхротронное излучение" (в 2004 году - 1245 час., в 2005 году - 2159 час.). В экспериментах были задействованы 10 станций на 7 каналах вывода СИ.

Программа работ Сибирского центра фотохимических исследований в 2006 году включала в себя следующие направления:

- создание экспериментальных станций и проведение исследований на действующем мощном лазере терагерцового диапазона;

- продолжение работы по созданию многооборотного ускорителя-рекуператора и, на его базе, более мощного лазера на свободных электронах (ЛСЭ) ИК-диапазона;

- участие в зарубежных проектах по разработке и созданию мощных ЛСЭ;

- обучение и профессиональная подготовка студентов и аспирантов.

Для выполнения исследований на пучках терагерцового излучения из Новосибирского лазера на свободных электронах было выделено 730 часов рабочего времени (в 2005 г. - 180 часов). Работа с пучками терагерцового излучения проводилась на 4 экспериментальных станциях.

6.1 Работы на пучках СИ из ВЭПП-3

6.1.1 Экстремальные состояния вещества

Станция "Взрыв" (Экстремальные состояния вещества) предназначена для регистрации проходящего излучения и малоуглового рентгеновского рассеяния при исследовании детонационных и ударно-волновых процессов. Она является единственной в мире. На станции можно проводить эксперименты с использованием до 30 г взрывчатого вещества (ВВ). Станция состоит из:

- взрывной камеры на 30 г. ВВ в тротиловом эквиваленте;

- блока детекторов;

- блока формирования пучка СИ.

Особенностью станции является использование взрывной камеры с тонкими бериллиевыми окнами для прохода пучка СИ и системы высокоточного дистанционного перемещения экспериментальной сборки и блока детектора. В 2006 г. улучшено

временное разрешение метода малоуглового рентгеновского рассеяния до 125 нс (было 500 нс) при времени экспозиции 1 нс. Улучшение имеет принципиальное значение для измерений кинетических зависимостей быстропротекающих химических реакций с характерным временем 500 - 1000 нс. Это детонационный синтез наноалмазов, синтез металлических наночастиц и неравновесных сплавов (совместные разработки ИГиЛ, ИЯФ и ИХТТМ).

Полученные кинетические кривые свидетельствуют о необычном поведении исследуемых материалов и их химическом превращении в экстремальных условиях высоких температур (5000-10000° С) и давлений (0.3-1 Мбар). Экспериментально обнаружено, что синтез наноалмазов чрезвычайно чувствителен к гидродинамическим условиям (сбросу давления), а не к изменению давления и температуры. Важно лишь преодоление пороговых значений давления и температуры реакции. Этот результат позволил разработать метод удержания реагентов в условиях экстремально больших температур и давлений с возможностью диагностического зондирования объекта исследования пучком синхротронного излучения. Метод позволил увеличить время нахождения реагентов в экстремальных условиях на порядок. При исследовании процесса детонационного синтеза наноалмазов, обнаружено, что при увеличении времени нахождения реагента в экстремальных условиях скорость образования зародышей алмаза замедляется, несмотря на то, что при этих физических условиях углероду выгоднее формировать алмазную структуру. Меняя условия эксперимента, удалось научиться регулировать скорость зародышеобразования алмазов в широких пределах. Показано, что теоретически можно полностью остановить процесс зарождения наноалмазов.

Для объяснения обнаруженных явлений использована диаграмма Бачмана (С-Н-О диаграмма для алмаза), в соответствии с которой алмаз может образовываться только в узкой области концентраций. Удерживая реагенты в экстремальных условиях длительное время, фиксируется и состояние системы на диаграмме Бачмана, в области, где алмаз образовываться не может. Для создания химических условий образования алмаза необходимо осуществить перемещение системы в область, где алмаз может образовываться. Регулируя это перемещение по диаграмме Бачмана и осуществляется управление скоростью образования алмазов.

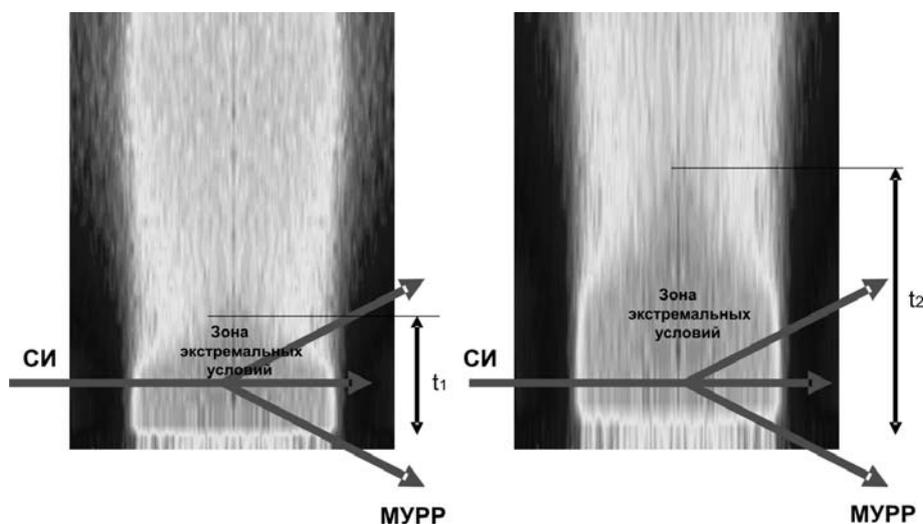


Рис. 1: Увеличение времени экстремальных состояний детонации от t_1 до t_2 при синтезе наноалмазов за счёт изменения гидродинамических условий разлёта.

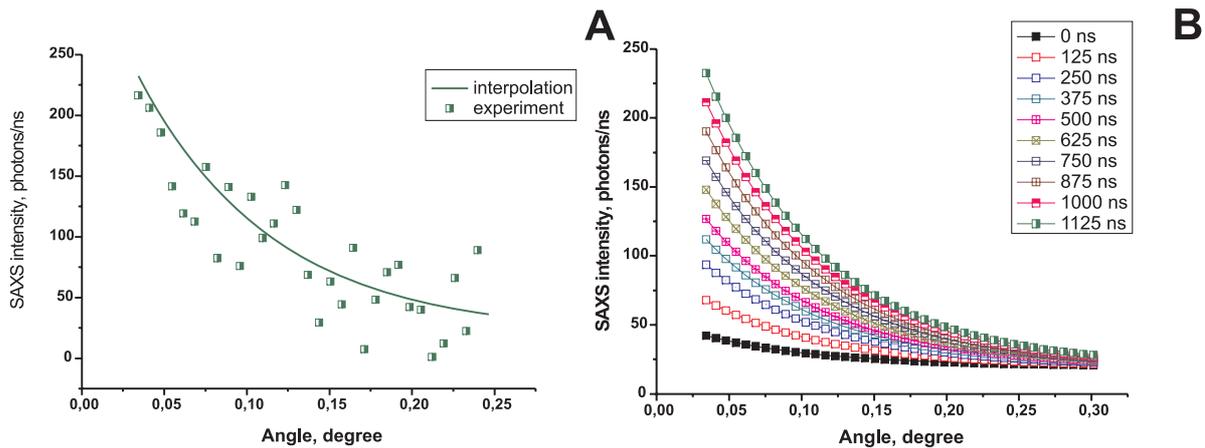


Рис. 2. Экспериментальные кривые малоуглового рентгеновского рассеяния во время детонации системы TNT/RDX (50/50) во время взрыва. “А”. Типичная кривая МУРР (и интерполяционная кривая) в момент времени $t = 1125$ нс после прохождения детонационного фронта. “В”. Та же интерполяционная кривая вместе с набором других, полученных в разное время после детонации. Экспозиция каждой кривой 1 нс, интервал между кривыми 125 нс.

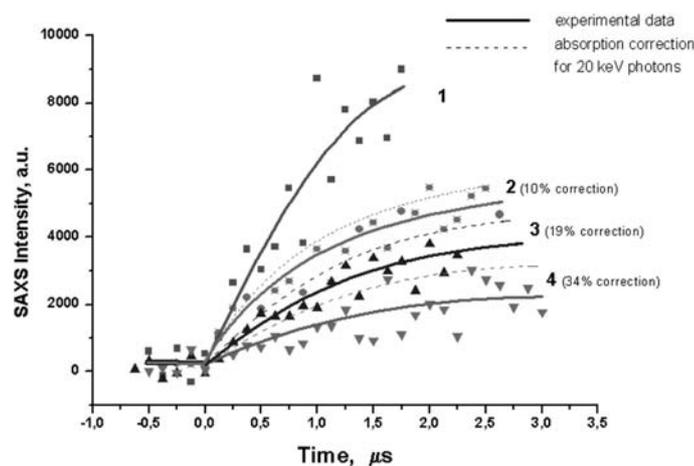


Рис. 3: Кривые интегральной зависимости МУРР (интегрирование осуществлялось в угловом диапазоне 0.034-0.3 град) для системы TNT/RDX (50/50) при разных условиях разгрузки, определяемых толщиной муфты ПММА: - (1), 1,5 мм - (2), 3 мм - (3), 6 мм - (4).

6.1.2 LIGA-технология и рентгеновская литография

Проводимые работы нацелены на разработку метода создания рентгеновских шаблонов для LIGA-технологии и изготовление микроструктур для прикладных приложений. Участвующие организации:

- Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН;
- Институт цитологии и генетики СО РАН;

- Институт автоматики и электрометрии СО РАН.

Затраченное в 2006 году пучковое время: 180 часов.

Работа проводилась в рамках:

- молодежный проект СО РАН - 2006: “Разработка квазиоптических селективных элементов на основе металлических сеточных структур для частотной и пространственной селекции терагерцового излучения”;

- междисциплинарный проект СО РАН № 15: “Лучевые технологии синтеза микроструктурированных компонентов для офтальмологии, микрооптики и микрофотоэлектроники с применением новых оптических гибридных материалов”;

- грант РФФИ № 06-02-17415-а: “Изучение радиационно-индуцированных тепловых процессов в толстых слоях ПММА в процессе облучения СИ”.

Разрабатывается одноэтапный метод изготовления LIGA-шаблонов для рентгенолитографического формирования глубоких (до сотен мкм) полимерных структур с минимальными линейными размерами 10 мкм. С этой целью проводилась отработка основных технологических процессов создания LIGA-шаблонов: подготовка подложек шаблонов (стеклоуглерод, стеклоуглерод с подслоем никеля), нанесение толстых (15-30 мкм) слоев рентгенорезиста SU-8, формирование микроструктур микропучком СИ, травление облученных образцов, гальванопластика рентгенопоглощающих материалов на подложку рентгеношаблона (медь, вольфрам, золото).

Рисунок структуры формируется в “толстом” слое резиста прямым экспонированием микропучком СИ (4-30 кэВ), это исключает необходимость создания промежуточного шаблона для экспонирования “мягким” (1-4кэВ) СИ, что сильно упрощает процесс изготовления, снижает трудоемкость и стоимость создаваемых LIGA-шаблонов. Описанным способом изготовлены тестовые рентгеношаблоны, и с их использованием на станции LIGA, совместно с ИЦиГ СО РАН, созданы и протестированы микросистемы для генетического экспресс-анализа. Полимерные микрофлюидные аналитические системы (МФАС) актуальны для таких биологических приложений как: определение динамических параметров биологических систем и процессов с высоким временным разрешением; изучение геномов, генных сетей, биологических макромолекул (ДНК, РНК и белков) в фемто- и нанобъемах окружающих жидкостей; проведение высокопроизводительных экспериментов с одной или несколькими клетками; изучение межклеточных взаимодействий между отдельными клетками; фиксация отдельных клеток, движущихся в микрофлюидном потоке; создание нового поколения биологических и химических сенсоров для тестирования окружающей среды.

МФАС представляет собой выполненную в ПММА систему каналов шириной и глубиной 30-40 мкм и реакционные камеры. Микрофлюидная система позволяет реализовать три основных преимущества миниатюризации экспериментальной установки: наблюдение отдельной клетки, экономию реактивов, экономию времени.

В ИЦиГ СО РАН полученные на МФАС результаты подтверждают применимость предложенного подхода. Зарегистрирована флуоресценция зафиксированных в микроканале клеток, содержащих геносенсорную конструкцию с использованием промотора гена YfiA. Зафиксирован эффект влияния 1мМ перекиси водорода на флуоресценцию клеток линии MC4100 *E. Coli*, трансформированных плазмидой pRS-prYfi-GFP_{va}.

Итоги работ 2006 года: продемонстрирована возможность реализации полного цикла (от шаблона до изделия) изготовления микроструктур с линейными размерами от десятка микрон при глубине несколько десятков микрон. Кроме того, для обеспечения проведения исследований в 2006 году продолжались работы по монтажу

и оснащению “Чистой комнаты”: монтаж системы вентиляции и вытяжных шкафов.

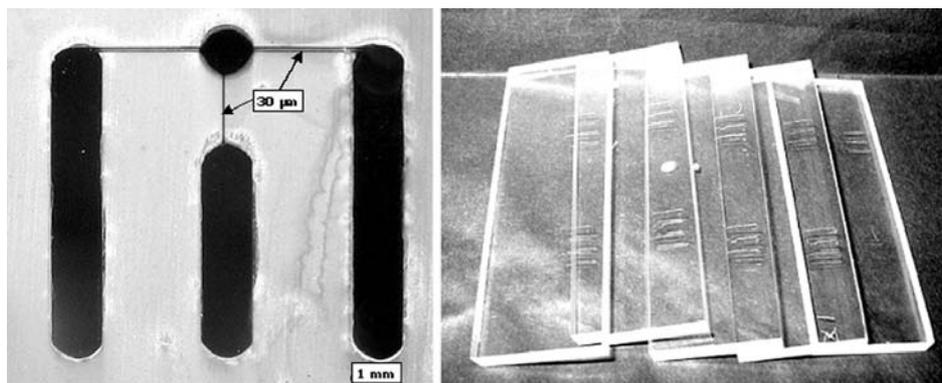


Рис. 4: Золоченный LIGA-шаблон МФАС и около 30 образцов МФАС из ПММА (с каналами глубиной 30-40 мкм, шириной 40 мкм) для экспресс-анализа, успешно испытанных в ИЦиГ СО РАН.

6.1.3 Аномальное рассеяние и прецизионная дифрактометрия

Назначение станции:

Станция “Аномальное рассеяние” предназначена для прецизионных исследований структуры поликристаллических материалов методами рентгеновской дифрактометрии. Приведем темы наиболее интересных работ 2006 года.

Тема работы: Исследование процессов формирования и свойств мезоструктурированных силикатных материалов.

Участвующие организации:

- Институт катализа им. Г.К.Борескова СО РАН, г. Новосибирск;
- Институт химии и химической технологии СО РАН, г. Красноярск.

Затраченное пучковое время: 70 часов.

Мезоструктурированные материалы демонстрируют упорядочение элементов структуры - мезопор нанометрового диапазона - в силикатной матрице при возможном отсутствии дальнего порядка в структуре силиката. Такие материалы обладают чрезвычайно высокой удельной поверхностью и большим удельным объемом мезопор. Они являются перспективными материалами для использования в различных областях науки и технологии - химии, катализе, микроэлектронике, оптике, медицине и т.д.

Проведено исследование влияния соотношения “поверхностно-активное вещество (ПАВ): силикат” в исходной смеси на состав и структуру конечного продукта в системе SBA-15 (синтез с использованием неионогенного ПАВ Pluronic P123, материал с диаметром мезопор ~ 10 нм и толщиной силикатной стенки ~ 3 нм). Показано, что в условиях избытка силиката мезофаза не образуется, в продукте преобладает неструктурированный силикагель. С ростом содержания ПАВ в реакционной смеси увеличивается количество упорядоченного мезоструктурированного силиката и растет параметр элементарной ячейки мезофазы. Оптимальным соотношением количества реагентов является состав ПАВ: силикат = 70-80. В условиях избытка ПАВ образуются бипористые системы с уменьшенной степенью упорядоченности мезопор (Рис. 5).

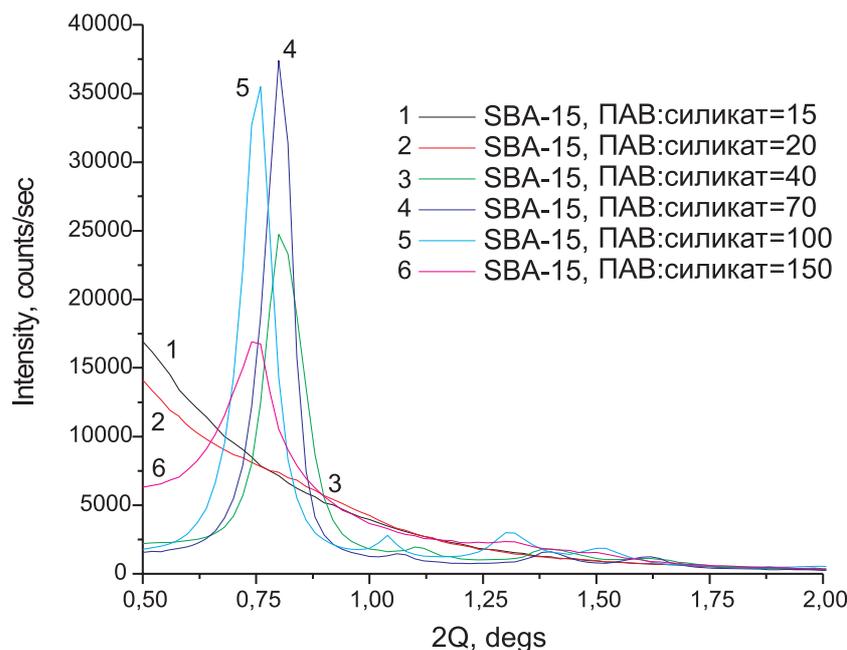


Рис. 5: Рентгенограммы силикатного мезоструктурированного материала SBA-15, синтезированного с различными соотношениями “ПАВ: силикат” в исходной смеси.

Тема работы: Исследование структуры и субструктурных характеристик катализаторов глубокого окисления углеводов.

Участвующие организации:

- Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск;
- Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, г. Москва.

Затраченное пучковое время: 48 часов.

Соединения на основе оксидов церия и циркония являются перспективными катализаторами в различных процессах, в том числе, в процессах нефтепереработки, а также катализаторами очистки выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания. В данной работе были исследованы образцы нанесенного оксида церия.

Проведено исследование фазового состава и субструктурных характеристик образцов CeO_2 , полученных методом самораспространяющегося поверхностного термосинтеза из церийаммонийнитрата $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, нанесенного на стеклоткань. Процесс приготовления катализатора включает пропитку стеклоткани раствором соединения-предшественника, сушку и затем собственно поверхностный термосинтез. Окончательный продукт получается после прохождения фронта горения по исходному образцу. В результате исследования было показано, что в приготовленном таким способом образце в частицах CeO_2 практически отсутствуют микронапряжения и дефекты упаковки. Уширения дифракционных линий оксида церия вызваны размерами области когерентного рассеяния частиц CeO_2 , которые согласно проведенным по дифракционным данным оценкам не превышают 5 нм.

Тема работы: Исследование фазового состава катализаторов синтеза углеродных нановолокон.

Участвующие организации: Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН.

Затраченное пучковое время: 300 часов.

Работа выполнялась в рамках программы “Водородная Энергетика”, Институт катализа СО РАН.

Углеродные нановолокна используются в качестве носителей металлических катализаторов, применяемых в топливных элементах. За отчетный период проведено

исследование серии из 5 образцов Ni-Cu-Al катализаторов синтеза каталитического волокнистого углерода (КВУ): исходный катализатор, катализатор после 15, 30, 60 и 1200 мин реакции разложения углеводородов и роста углеродных волокон. Состав исходного катализатора по условиям синтеза: Ni - 65%, Cu - 25%, Al₂O₃ - 10%.

Тема работы: Исследование фазового состава поверхностных слоев сталей до и после нанесения покрытий.

Участвующие организации: Новосибирский государственный технический университет.

Затраченное пучковое время: 70 часов.

Работа выполнялась в рамках программы НИР НГТУ.

Для модификации поверхности материалов с целью повышения износостойкости, прочности и т.д. служат различные покрытия, наносимые на изделие методами ионно-плазменного, газодинамического напыления, химического осаждения и другими.

Были выполнены съемки 20 образцов, представляющих собой покрытия, спеченные на стальной основе. В качестве материала покрытия использовались порошковые твердосплавные смеси ВК6 (94% WC, 6% Co по массе) и Т15К6 (79% WC, 15% TiC, 6% Co по массе).

В качестве стальной основы использовались образцы стали 45 без предварительной химико-термической обработки и подвергнутые предварительному борированию или цементации. Также проведены съемки 4 образцов стали У8, микролегированной Ti и Nb, после вневакуумной электронно-лучевой обработки. Исследования дифракционных картин, снятых с поверхности образцов, проводились с целью анализа изменений фазового состава материала.

Обработка полученных данных привела к следующим основным результатам:

- На основе рентгеноструктурного анализа было подтверждено образование хрупкой фазы M₆C при спекании WC-Co порошковой смеси на поверхности стальной основы.

- Установлено, что при определенных режимах борирования происходит образование боридов железа в поверхностном слое стальной основы и снижение объемной доли хрупкой фазы в материале покрытия.

- Установлено и подтверждено металлографическим методом, что с увеличением времени цементации основного металла происходит снижение объемной доли хрупкой фазы.

6.1.4 Рентгенофлуоресцентный элементный анализ

Станция "Рентгенофлуоресцентный элементный анализ" предназначена для определения элементного состава образцов различного происхождения: геологических пород, биологических тканей, аэрозолей и др. - методом рентгенофлуоресцентного элементного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА-СИ). Использование синхротронного излучения (СИ) как источника рентгеновских квантов, позволяет существенно улучшить параметры традиционного метода рентгенофлуоресцентного анализа:

- высокая интенсивность СИ позволяет снизить время проведения анализа или сильно уменьшить требования к размерам и массе образцов, сократить размер анализируемой области и обеспечивает возможность осуществления сканирующего анализа;

- естественная поляризация СИ в горизонтальной плоскости позволяет уменьшить фон, вызванный рассеянным образцом излучением, и улучшить предел обнаружения;

- широкий спектр СИ позволяет выбирать энергию возбуждающих квантов для наиболее оптимального анализа интересующих элементов.

Элементный анализ может быть осуществлен как в локальном, так и сканирующем режиме.

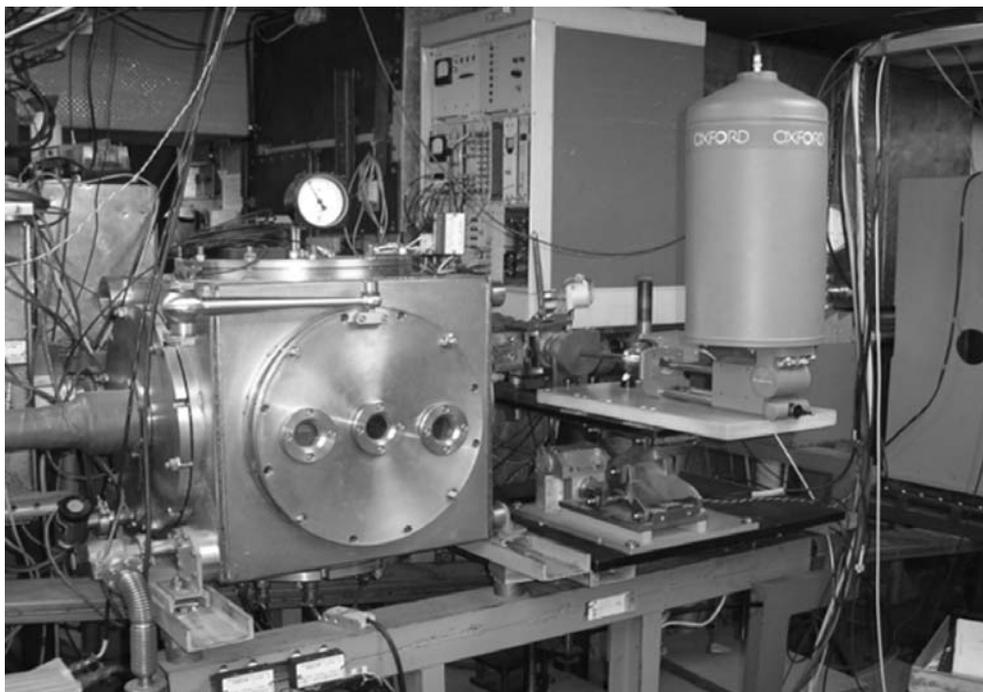


Рис. 6: Общий вид станции рентгенофлуоресцентного элементного анализа.

В 2006 году на станции отработано 2000 часов.

Список организаций, участвовавших в работах в 2006 году:

- Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск;
- Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск;
- Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирск;
- Новосибирский государственный университет, Новосибирск
- Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, Иркутск
- Институт леса СО РАН, Красноярск
- Лимнологический институт СО РАН, Новосибирск;
- Институт микробиологии и биофизики СО РАМН, Новосибирск;
- Институт химической кинетики и горения СО РАН, г. Новосибирск;
- Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск;
- Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск;
- Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург;
- Новосибирский научно-исследовательский институт патологии кровообращения им. Е.Н. Мешалкина

Модернизация: В 2006 была проведена частичная модернизация станции: установлен монитор интенсивности первичного пучка СИ, разработан новый пакет программ для автоматизации станции.

Эксперименты и результаты:

В 2006 году на станции рентгенофлуоресцентного элементного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА-СИ) накопителя ВЭПП-3 проведено большое количество исследований по следующим направлениям:

– Аттестация методик определения элементного состава в геологических объектах и биологических тканях (ОИГГиМ СО РАН, ИНХ СО РАН).

– Изучение элементного состава донных осадков континентальных озер методом сканирующего РФА для палеоклиматических исследований. (ЛИН СО РАН, г.Иркутск, ОИГГиМ СО РАН, ИГХ СО РАН, г.Иркутск).

– Изучение элементного состава атмосферных аэрозолей (ИХКиГ СО РАН).

– Изучение элементного состава биологических тканей (ИХКиГ СО РАН, ИНХ СО РАН).

– Изучение элементного состава археологических и антропологических образцов (ЛИН СО РАН, г.Иркутск).

– Геохимические исследования геологических образцов (ОИГГиМ СО РАН).

Разработана методика измерений при определении элементного состава образцов магматических, метаморфических, осадочно-метаморфических и осадочных горных пород методом РФА-СИ. “Методика выполнения измерений при определении элементного состава образцов горных пород методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения” и была аттестована Сибирским научно-исследовательским институтом метрологии - Свидетельство №3-06 от 13.06.2006 г.

Так же в этом году была аттестована методика определения концентрации химических элементов в биотканях. “Методика выполнения измерений массовой доли химических элементов в пробах биотканей методом рентгено-флуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения” была аттестована ФГУП “Уральский научно-исследовательский институт метрологии”. Получено Свидетельство № 253.11.09.343/2006 об аттестации методики выполнения измерений.

К наиболее интересным работам можно отнести анализ донных отложений озер Байкал (керна BDP99-19-1B), Тельмен (керна: Telmen St2 SGC, Telmen St2 BGC и Telmen St2 BC), Шира и торфяника “Очковое” в панорамной и сканирующей моде. Целью работ являлось получение высокоразрешающих записей геохимических сигналов изменения палеоклимата в донных отложениях озер Центральной Азии. Получены профили концентраций: K, Ca, Ti, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Th и U. В настоящее время работы продолжаются.

Проведена оценка влияния генетической изменчивости сосны на содержание различных макро и микроэлементов в поверхностном гумусово-аккумулятивном горизонте почвы. Измерялся многоэлементный состав в разных частях пятилистника кустарникового, растения, являющегося индикатором загрязнения среды металлами, произрастающего на фоновых и техногенных территориях Среднего Урала (результаты приведены на рис. 7).

Установлено, что в растениях из загрязненного участка содержание Ti, V, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Zr и Ba повышается, а Mn, Ag, Sn, I, и Cd снижается по сравнению с таковыми из фонового места произрастания. Выявлены значительные изменения в соотношениях между элементами Fe/Mn, Cu/Zn, Ba/Ca, K/Rb, которые свидетельствуют о неблагоприятных условиях произрастания пятилистника кустарникового, что позволяет использовать данные растения в качестве фитоиндикатора радиоактивного загрязнения.

Одним из наиболее интересных результатов, полученных с помощью РФА-СИ, было определение элементов-примесей в самородной сере с фумарольных полей вул-

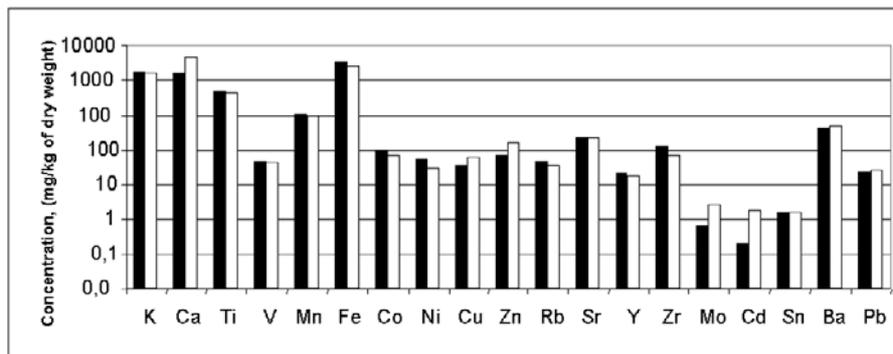


Рис. 7: Содержание элементов в почве из загрязненного техногенными радионуклидами (ВУРС) (■) и контрольного (□) участка.

кана Эбеко (Курильские острова). Информация о примесных элементах в самородной сере очень ограничена в литературе вследствие сложностей ее химического разложения и анализа. Немногочисленные данные о составе серы основываются на спектральных полуколичественных определениях. Методом РФА-СИ проанализирована коллекция проб самородной серы, собранная на fumarольных полях действующего вулкана Эбеко. Впервые в самородной сере определен широкий круг элементов, часть из которых переносится в виде аэрозоля: основные, примесные породообразующие элементы и некоторые металлы (Ca, K, Mn, Fe, Y, Ga, Rb, Sr, Ni, V, Zn), а часть - в газовой фазе (As, Sb, Se, Te, Br, I, Hg, Ag, Cu, Cr, Ni, Sn, Mo).

Проанализирован состав 60-ти медно-бронзовых археологических находок из стоянок древнего человека Прибайкалья. Целью работы являлось изучить и систематизировать химический состав медно-бронзовых сплавов, из которых они были изготовлены, для реконструкции последовательности развития древнего металлургического производства Восточной Сибири. В сплавах количественно идентифицированы следующие макрокомпоненты, в разных соотношениях: Cu, Zn, As, Sb, Sn, Ag, Pb, а также ряд микроэлементов. Полученные данные позволили археологам из Иркутского технического университета установить, что все предметы, по классификации, являются бронзовыми, различной технологии приготовления; чисто медных предметов среди них нет.

Для выяснения природных и антропогенных источников и оценки техногенной нагрузки на окружающую среду определялась сезонная изменчивость многоэлементного состава атмосферных аэрозолей (АА) в Сибирском регионе (г. Новосибирске, пос. Ключи и пос. Карасук). Определены шлейфы техногенного загрязнения в окрестностях г. Нерюнгри и г. Новосибирске, определены основные элементы - трассеры техногенного загрязнения.

6.1.5 Дифрактометрия при высоких давлениях

Назначение станции - исследование структуры поликристаллических материалов при высоких давлениях до 6.5 кбар (в аппарате "цилиндр-поршень") и до 100 кбар (в алмазных наковальнях), или при высоких (до 1200°C), либо низких (от -190°C) температурах методами рентгенодифракционного анализа. На станции установлена детектирующая система mar-345 фирмы Marresearch на базе image plate с системой считывания и стирания дифрактограмм на месте. Использование данной системы

позволяет резко увеличить количество экспериментов выполняемых на станции.

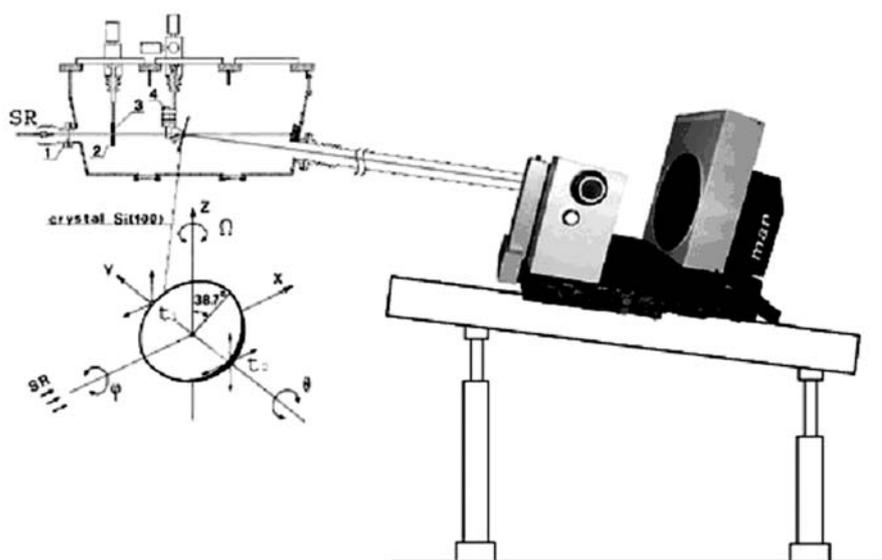


Рис. 8: Схема станции при работе с детектором mar-345.

Ряд тем работ 2006 года:

– **Структурный механизм аномального расширения микропористых алюмосиликатов при высоком давлении H_2O .**

Участвующие организации: Институт минералогии и петрографии ОИГГиМ СО РАН.

Затраченное пучковое время: 84 часа.

Сжатие некоторых микропористых алюмосиликатов в водной среде до 1-2 ГПа приводит к необычайно интересному эффекту сверхгидратации - внедрению дополнительных молекул воды в структурные полости. Сверхгидратация сопровождается увеличением объема внутренних пор и радикальным перераспределением связей внутри водно-катионных комплексов, заполняющих полости, что может вести к резкому изменению физико-химических свойств соединения: увеличению диффузионной подвижности молекул воды, ионной проводимости и др.

С использованием синхротронного излучения получена серия из 53 дифрактограмм для синтетического цеолита NaA при сжатии его в водной среде до 2 ГПа в связи с обнаруженной аномалией ионной проводимости в области 0.5-1 ГПа. При 0.5 ГПа начинается разупорядочение структуры, выражающееся в заметном уширении дифракционных пиков и связанное с негидростатичными условиями сжатия в малом количестве воды. При этом идет дополнительная гидратация структурных полостей NaA, о чем свидетельствует малая сжимаемость цеолита в области 0-1 ГПа.

– **Рентгенодифракционное изучение кислородпроницаемых перовскитов.**

Участвующие организации: Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН.

Затраченное пучковое время: 24 часа.

Работа выполнялась в рамках комплексного интеграционного проекта СО РАН № 4.8 “Разработка мембранных катализаторов и сенсоров на основе кислородпроницаемых перовскитов для реакций парциального окисления метана и окислительного дегидрирования углеводородов C_3-C_5 ”.

Для создания высокоэффективных твердотельных топливных элементов необходимо, в частности, решить проблему снижения рабочих температур топливного элемента до 400 - 600°C путем использования твердых электролитов с более высокой кислородной или протонной проводимостью. Используемые в настоящее время твердые электролиты на основе стабилизированного оксида циркония обладают низкой проводимостью при температурах ниже 800°C. За отчетный период проведены первые эксперименты с перовскитами разных составов и имеющих различную нестехиометрию по кислороду. Всего было исследовано 25 образцов, снято 96 дифрактограмм. Проведенные эксперименты показали, что использование синхротронного излучения совместно с двухмерным рентгеновским детектором позволяет получать дифракционные данные с лучшей чувствительностью и угловым разрешением нежели данные, получаемые на стандартных дифрактометрах. Кроме того, на нескольких образцах было обнаружено парное расположение рефлексов, соответствующих различным фазам. Такая связанность рефлексов может быть, вероятно, объяснена наследованием ориентации зерен одной фазы относительно другой. Начата обработка полученных данных.

– Изучение фазообразования при химическом взаимодействии твердых механокомпозитов с жидкими металлами.

Участвующие организации: Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН.

Затраченное пучковое время: 84 часа.

Работа выполнялась в рамках междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 98 “Механокомпозиты - прекурсоры для создания материалов с новыми свойствами”.

– Рентгенодифракционное изучение минерального состава почечных камней.

Участвующие организации:

- Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН;
- Новосибирская областная клиническая больница.

Затраченное пучковое время: 12 часов.

Работа выполнялась в рамках гранта РФФИ № 06-02-17277-а: “Разработка приборов и методов исследования почечных камней с использованием синхротронного излучения *in vivo*”.

– Рентгенодифракционное изучение структуры фторида скандия в условиях высокого давления.

Участвующие организации: Институт физики СО РАН, г. Красноярск.

Затраченное пучковое время: 53 часа.

Работа выполнялась в рамках комплексного интеграционного проекта СО РАН № 3.7 “Оптические, магнитометрические и калорические эффекты в диэлектриках, магнетиках и релаксорах”.

Структура кристалла фторида скандия при нормальных условиях относится к типу ReO_3 - система, в которой кристаллизуются многие трифториды, и которая является модельным объектом при исследовании фазовых переходов в диэлектриках. С другой стороны, в структуре этого кристалла имеются полости, позволяющие внедрять в нее примеси редкоземельных ионов. В сочетании с широкой полосой оптической прозрачности и высокой химической стойкостью это делает данный материал перспективной средой для нелинейной оптики и квантовой электроники.

В ряде других трифторидов при изменении температуры наблюдаются последовательности переходов из кубической в низкосимметричные фазы; во фториде

скандия поиск таких переходов результатов не дал. Теоретически было предсказано, что искажение кубической структуры этого кристалла может возникать при высоких гидростатических давлениях, и признаки такого перехода наблюдались методом комбинационного рассеяния. В связи с этим возникла задача - провести проверку существования фаз высокого давления в этом кристалле независимым экспериментальным методом и установить их структуру.

За отчетный период исследовались фазовые переходы в синтетическом ScF_3 при 3 и 5 ГПа в камере высокого давления с алмазными наковальнями. Получены дифрактограммы фаз высокого давления. Подтверждено, что первая фаза высокого давления является тригональной; это согласуется с теоретическим расчетом и не противоречит спектральным данным. Начат расчет параметров структуры этой фазы. Установлено также, что при 5 ГПа в кристалле возникает еще одна фаза высокого давления, и переход становится необратимым.

– **Рентгенодифракционное изучение структуры оксидных расплавов.**

Участвующие организации: Институт минералогии и петрографии ОИГГиМ СО РАН.

Затраченное пучковое время: 36 часов.

Расплавные среды сложного оксидного состава, в подавляющем большинстве - силикатные, являются основой магматогенного минералообразования (петрогенезиса). Именно они являются средами кристаллизации многих замечательных соединений, чрезвычайно востребованных наукой и практикой сегодняшнего и завтрашнего дня.

Исполнителям проекта, в рамках которого выполняется работа, представляется, что ключевым фактором, недооценённым и, соответственно - должным образом не проработанным в экспериментальных и теоретических исследованиях по проблеме строения поликомпонентных расплавов, является особая роль структурообразующих катионов. Спецификой выполняемых дифракционных и спектроскопических исследований является их *in situ* характер, позволяющий получать прямую информацию об исследуемом объекте (процессе).

С целью проверки новых теоретических представлений об особой роли структурообразующих катионов в процессах кристаллизации силикатных расплавов сложного состава за отчетный период были проведены рентгенодифракционные исследования четырех образцов. Для каждого образца съемки проводились при трех температурах: при перегреве на 10° над температурой плавления, при перегреве на 100° , при переохлаждении на 10° ниже температуры плавления.

– **Структурные исследования клатратных гидратов высокого давления.**

Участвующие организации: Институт неорганической химии СО РАН.

Затраченное пучковое время: 48 часов.

Работа выполнялась в рамках междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 43 “Порошковые дифракционные исследования фазовых превращений при высоких давлениях с использованием синхротронного излучения”.

Данная тема представляет интерес с точки зрения кристаллографии и физики высоких давлений, а обнаруженные типы структур могут представлять интерес как топологические модели для каркасных структур на основе кремния, германия, SiO_2 и других.

Клатратные гидраты - это соединения включения, в которых каркас хозяина построен из водородносвязанных молекул воды, а полиэдрические полости этого каркаса способны включать широкий ряд молекул гостя от водорода и гелия до больших органических молекул. В случае, если в качестве гостя выступают газообразные при нормальных условиях вещества, соединения часто называют газовыми гидратами.

В последние годы выполнены многочисленные структурные и физико-химические исследования гидратов, образующихся в системах вода-метан и некоторых других. Летом прошлого года на Кукуйском каньоне со дна оз. Байкала подняли несколько кернов с гидратом, в котором сильно различался состав газа из слоев керна (газ метан+этан, различается по количеству этана), отстоящих всего на 20-30 см (под дном озера около метра). Были высказаны предположения, что газовые гидраты, входящие в эти слои, могут иметь разные структуры. Первые рентгенодифракционные исследования, выполненные на станции в прошлом году, показали наличие кубической структуры I в образце, где мало этана - такая структура и ожидалась. Второй образец оказался полностью разложившимся. Сразу после этого японские исследователи обнаружили кубическую структуру II в другом куске (большую часть керна они увезли себе), но методом ЯМР.

За отчетный период были проведены съемки вновь полученного образца. Было выполнено исследование в 9 точках образца, и в нескольких местах была уверенно обнаружена кубическая структура II. Это первый пример обнаружения гидратов двух разных структур в одном керне.

6.1.6 Рентгеновская микроскопия и томография

Тема работы: Визуализация трехмерной структуры уникальных объектов методами рентгеновской компьютерной томографии.

Участвующие организации:

- Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН;
- Институт геологии ОИГГиМ СО РАН.

Затраченное пучковое время: 360 часов.

Работа выполнялась в рамках:

– междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 7 “Природа микрогетерогенности литосферной мантии”;

– программа фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, проект № 4814.

Метод рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) позволяет получать трехмерные данные о внутренней структуре образца без его разрушения. Суть метода заключается в просвечивании образца рентгеновскими лучами, которые по-разному поглощаются в его различных областях. Ослабление рентгеновского излучения вдоль луча, является интегральной характеристикой плотности исследуемого объекта. Ослабление рентгеновского излучения описывается по известному закону

$$I = I_0 \exp\left(-\int_L \mu(s) ds\right)$$

, где I_0 - интенсивность рентгеновского источника, I - интенсивность рентгеновского пучка, прошедшего в объекте путь L , и μ - линейный коэффициент ослабления рентгеновского излучения. Таким образом, степень различия компонент внутри образца зависит от их линейных коэффициентов поглощения. Набор проекций поглощения, полученный в процессе вращения образца, с помощью преобразования Радона, позволяет восстановить распределение его рентгеновской плотности как функцию от трех координат.

Такие исследования представляет большой интерес в работах, проводимых с уникальными археологическими находками. В области материаловедения представляют интерес неразрушающие исследования внутренних микрповреждений материала на

стадии предразрушения. Изучение внутренней структуры алмазонасных минералов позволяют выявить соотношений между силикатными, карбонатными, сульфидными компонентами (как самыми распространенными первичными включениями и спутниками алмаза) и самим алмазом имеет ключевое значение в раскрытии физико-химических условий генезиса алмаза и алмазонасных пород.

Источник синхротронного излучения (СИ) обладает наибольшей яркостью в рентгеновском диапазоне и дает поток жестких рентгеновских фотонов, который по интенсивности на 4 и больше порядков превышает поток от традиционного рентгеновского аппарата. Это позволяет получать качественные изображения проекций внутренней структуры объекта с более высоким пространственным разрешением и за меньшее время.

В данной работе был реализован метод рентгеновской компьютерной томографии с использованием синхротронного излучения накопителя ВЭПП-3 на станции “Микроскопия и томографии”. Предварительные исследования для отработки методики проводились на цифровой рентгеновской установке “Сибирь”. Используемая схема съемки рентгеновских томограмм показана на Рис. 9.

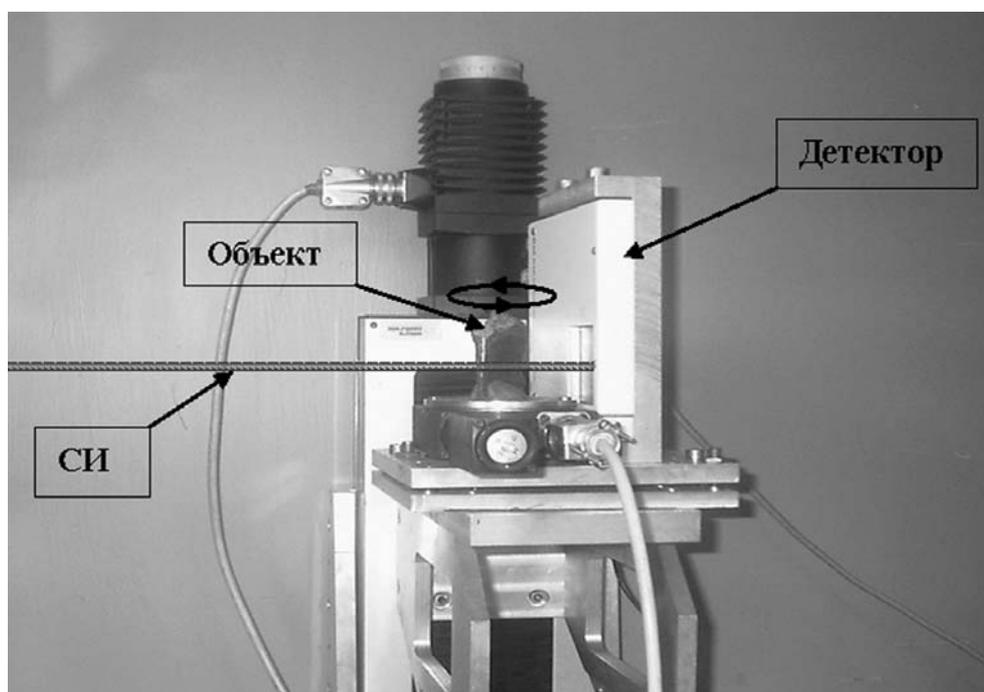


Рис. 9: Схема съемки рентгеновских томограмм на станции “Рентгеновская микроскопия и томография”.

С помощью метода РКТ были исследованы 10 алмазонасных ксенолитов эклогитов из кимберлитовой трубки Удачная (Якутия). Полученные данные позволили восстановить внутреннюю структуру образца с пространственным разрешением 100 мкм, что дало возможность получить распределение породообразующих (гранат, клинопироксен) и аксессуарных (алмаз, рутил, сульфиды) минералов, отличающихся по величине плотности рентгеновского поглощения. Проведенные измерения позволяют определить генетические взаимоотношения и последовательность кристаллизации алмазов и сопутствующих минералов. Пример восстановленного трехмерного изображения образца и некоторых его двумерных сечений в разных плоскостях показан на Рис. 10.

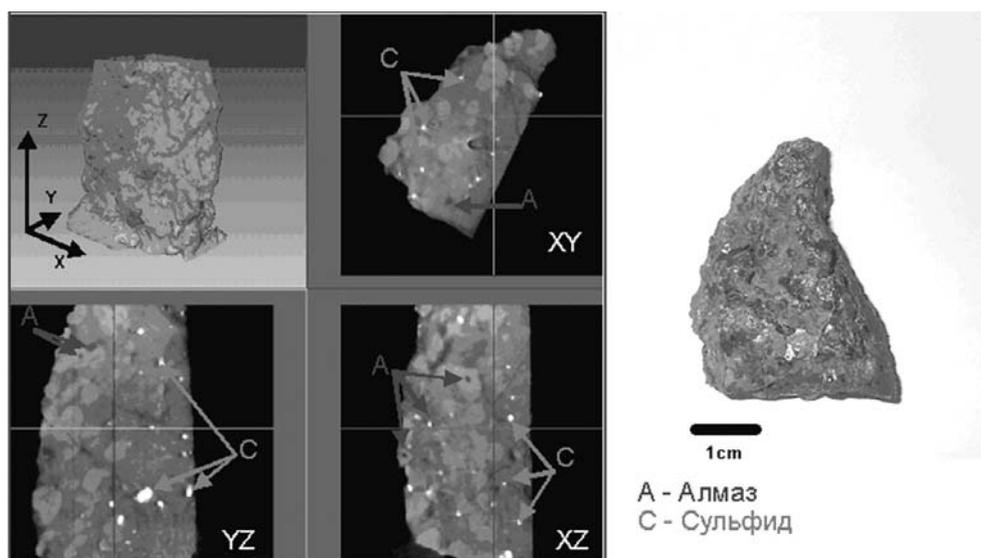


Рис. 10: Распределение породообразующих минералов в образце УД-107, полученное на станции “Рентгеновская микроскопия и томография”.

6.1.7 EXAFS-спектроскопия

Исследуемые объекты – рентгеноаморфные образцы в жидкофазном и твердом состояниях, т.е. образцы, для которых неприемлемы рентгенографические структурные методы. Преимущественная специализация на исследовании высокодисперсных объектов – катализаторов, наноматериалов. Исследуется структура локального окружения атомов избранного химического элемента (координационное число, межатомные расстояния). В зависимости от применяемой методики анализируются: объём, поверхность либо приповерхностные слои. Реализованы методики: “на пропускание”, рентгеновской флуоресценции, полного фототока, рентгеностимулированной оптической люминесценции. Разработаны методики подготовки образцов для съёмки реакционно-активных соединений и катализаторов в инертных условиях. Возможно исследование образцов при температурах от 77 до 900 К в условиях заданной атмосферы.

Решаемые задачи, получаемая информация – исследуется структура локального окружения атомов избранного химического элемента (координационное число, межатомные расстояния). В зависимости от применяемой методики анализируются: объём, поверхность либо приповерхностные слои.

Технические характеристики станции:

Исследуемые химические элементы	начиная с Ti
Концентрации изучаемого элемента	0.1-100 масс.%
Область измеряемых межатомных расстояний	1.5-8 Å ($\pm 2\%$)
Погрешность определения координационных чисел	$\pm 10-20\%$
Погрешность определения фактора Дебая	$\pm 40\%$.

Ряд примеров работ 2006 года:

Исследование локальной атомной и электронной структуры кобальтитов методом рентгеновской спектроскопии поглощения.

Участвующие организации:

– Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна;

- Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск;
- Институт физики твердого тела Латвийского университета, г. Рига, Латвия;
- Институт Хана и Майтнер, г. Берлин, Германия;
- Институт спектроскопии РАН, г. Троицк, Россия;
- Институт физики твердого тела и полупроводников, г. Минск, Белорусия.

Затраченное пучковое время: 96 часов.

Работа выполнялась в рамках проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 2006 год.

Интерес к кобальтитам в последнее время резко возрос в связи с обнаружением в этих соединениях эффекта гигантского магнитосопротивления и синтезом новых соединений, показывающих необычные магнитные и электрические свойства. В 2006 году выполнен цикл измерений рентгеновских спектров поглощения кобальтитов (EXAFS и XANES) на К-крае поглощения Co ($E_K = 7710$ эВ). Измерения EXAFS- и XANES-спектров дополнялись также исследованиями образцов методами рентгеновской дифракции высокого разрешения на станции “Прецизионная дифрактометрия и аномальное рассеяние”.

Разработка методов синтеза и исследование структурных свойств наночастиц 3d-, 4d- металлов заданной морфологии. Нанесенные системы, стабилизированные на оксидных матрицах.

Участвующие организации:

- Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск;
- Институт нефтехимического синтеза РАН, г. Москва;
- Институт общей и неорганической химии РАН, г. Москва;
- Институт химической физики РАН, г. Москва;
- Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, (Spain);
- Centro Mixto CSIC-Universidad de Sevilla, (Spain).

Затраченное пучковое время: 48 часов.

Работа выполнялась в рамках Программы Президиума РАН, Фундаментальные исследования РАН: “Направленный синтез веществ с заданными свойствами и создание функциональных материалов на их основе”.

Целью работы являлась разработка методов синтеза металлических наночастиц Pd и Co с нерегулярной кристаллической структурой, стабилизированной на оксидной матрице (TiO_2), и исследование ее локальной структуры методом EXAFS. В качестве исходных комплексов в синтезе нанокластеров были использованы полиядерные пивалатные комплексы данных металлов. Было исследовано влияние методов приготовления и влияния восстанавливающего агента на локальную структуру частиц, определена морфология получаемых веществ в зависимости от их состава, способа стабилизации на оксидной матрице и компактирования.

Изучение локальной структуры нанокompозитной системы на основе CeO_2 и LaMnO_3 методами EXAFS и XANES спектроскопии.

Участвующие организации:

- Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск;
- Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск;
- Institute of High Temperature Processes & Chemical Engineering, Patras, Greece;
- Institute of Chemistry, Humboldt University, Berlin, Germany;
- Ohldeburg University, Ohldeburg, Germany.

Затраченное пучковое время: 72 часа.

В последнее время большое внимание уделяется разработке мембран, позволяющих производить конверсию метана в синтез-газ, причем транспорт кислорода

(с внешней стороны мембраны) происходит благодаря смешанной O^{2-} /электронной проводимости. Разработка таких мембран в настоящее время является важнейшей задачей материаловедения. Материалы, обладающие смешанной ион/электронной проводимостью, вызывают также огромный интерес как пригодные в качестве анодов или катодов в твердооксидных топливных элементах.

Для изучения свойств таких мембран были сняты EXAFS и XANES спектры Mn-K, Pt-L₃, Gd-L₃, La-L₃, Ce-L₃ краев поглощения приготовленных образцов нанокompозитов. Всего было исследовано 12 образцов, снято 60 спектров. Из анализа полученных XAFS данных было установлено, что метод Пекини (Pechini) обеспечивает гомогенное смешивание компонентов для всех приготовленных образцов. Показано, что локальное окружение атомов Ce во всех случаях близко к таковому для реперного образца CeO₂ (кубическая структура типа флюорита). Анализ XAFS спектров La L₃-края поглощения также не выявил существенных отличий в локальном окружении лантана для образцов LaMnO₃ и нанокompозитов, что свидетельствует о минимальном внедрении La в структуру оксида церия. С другой стороны, анализ данных, полученных из EXAFS-спектров Mn-K края поглощения нанокompозитов, прокаленных при высокой температуре (1300°C), выявил некоторые отличия с таковыми для низкотемпературных образцов - при этом наблюдалось падение амплитуды первого пика Mn-O, а также сдвиг и расщепление и дальних пиков Mn-Me. По всей видимости, это связано с искажениями псевдокубической структуры наноразмерных доменов LaMnO₃ в нанокompозитах, при этом степень их допирования катионами Gd или Pt остается неопределенной.

Исследование микроструктуры и окружения атомов переходных металлов - Co, Ni в углеродных нанотрубках.

Участвующие организации: Институт неорганической химии СО РАН, г. Новосибирск.

Работа выполнялась в рамках программы научных исследований ИНХ СО РАН по изучению химических, физических свойств и структуры новых углеродсодержащих наноматериалов.

Поисковая работа по выяснению возможности применения EXAFS-метода для исследования микроструктуры и окружения атомов переходных металлов - Co, Ni в углеродных нанотрубках. Сняты и проанализированы EXAFS-спектры ряда специально приготовленных образцов на K-крае поглощения Co и Ni.

6.2 Работа с пучками терагерцового излучения

6.2.1 Источники терагерцового излучения на основе релятивистских электронных пучков и параметры Новосибирского ЛСЭ

В последнее десятилетие наблюдается резкий рост числа фундаментальных и прикладных работ в области генерации и применения излучения в интервале длин волн от 30 мкм до 0,3 мм, что соответствует частотному диапазону 10 - 1 ТГц.

Интерес к терагерцовому излучению обусловлен следующими его свойствами:
- это неионизирующее излучение (энергия фотонов 0,04 - 0,004 эВ);

- это излучение хорошо проходит через мутные среды и мелкодисперсные материалы из-за резкого подавления рэлеевского рассеяния ($1/\lambda^4$);
- это область вращательных спектров молекул, колебаний биологически важных коллективных мод ДНК и белков, колебаний твёрдотельной плазмы;
- это область водородных связей и вандерваальсовских сил межмолекулярного взаимодействия;
- энергия фотонов терагерцового излучения лежит в области энергетической щели сверхпроводников.

До недавнего времени микромощные источники терагерцового излучения в небольших количествах были в физических лабораториях и почти полностью отсутствовали в химических, биологических и медицинских лабораториях. Создание лазеров на свободных электронах, как мощных источников терагерцового излучения, позволило создать на их базе центры коллективного пользования в США, Голландии и Японии, которые используются учёными разных специальностей. Созданы национальные программы использования терагерцового излучения в США, Японии и Европе.

Можно выделить два перспективных типа генераторов излучения, использующих излучение релятивистских электронов. Прежде всего, это - синхротроны, излучение которых используется в прикладных целях в течение уже нескольких десятилетий. За прошедшее время применение синхротронного излучения позволило получить уникальные результаты в самых различных областях науки, что, в частности, подтверждает многолетний опыт функционирования Центра синхротронного излучения в Институте ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН. Источники синхротронного излучения генерируют широкополосное излучение при движении в магнитном поле. Однако интенсивность их излучения в терагерцовом диапазоне длин волн до недавних пор была относительно невелика (см. рис. 11). По этой причине исследований в терагерцовом диапазоне с их помощью не проводилось.

В последние несколько лет ситуация существенно изменилась после предложения использовать для генерации излучения сверхкороткие электронные сгустки высокой плотности. Если длина сгустка значительно короче длины волны излучения, то последнее является полностью когерентным. На этом принципе основан источник излучения, недавно запущенный в Джефферсоновской лаборатории (JLab THz), который генерирует широкополосное терагерцовое излучение (спектр см. на рис. 11) со средней мощностью около 100 Вт. Имеются планы создания мощного источника такого типа в Брукхевенской национальной лаборатории (США) и на источнике четвёртого поколения в Дарсбери (Великобритания).

Наиболее мощными источниками, способными генерировать излучение терагерцового диапазона, являются лазеры на свободных электронах (ЛСЭ). Их излучение можно плавно перестраивать по частоте в достаточно широком спектральном диапазоне. Из терагерцовых лазеров, работающих в течение достаточно длительного времени, следует выделить лазеры в Стэнфордском университете, Калифорнийском университете в Санта Барбара, FELIX, и INEA (Фраскати). Эти устройства реально являются пользовательскими машинами, на которых специалисты из многих научных лабораторий выполнили множество работ в самых разных областях - от материаловедения до биологии и медицины. Эффективность генерации лазеров на свободных электронах не очень велика, поэтому следующее поколение ЛСЭ, рассчитанное на генерацию излучения с высокой средней мощностью, с необходимостью должно использовать электронные ускорители с рекуперацией энергии электронов.

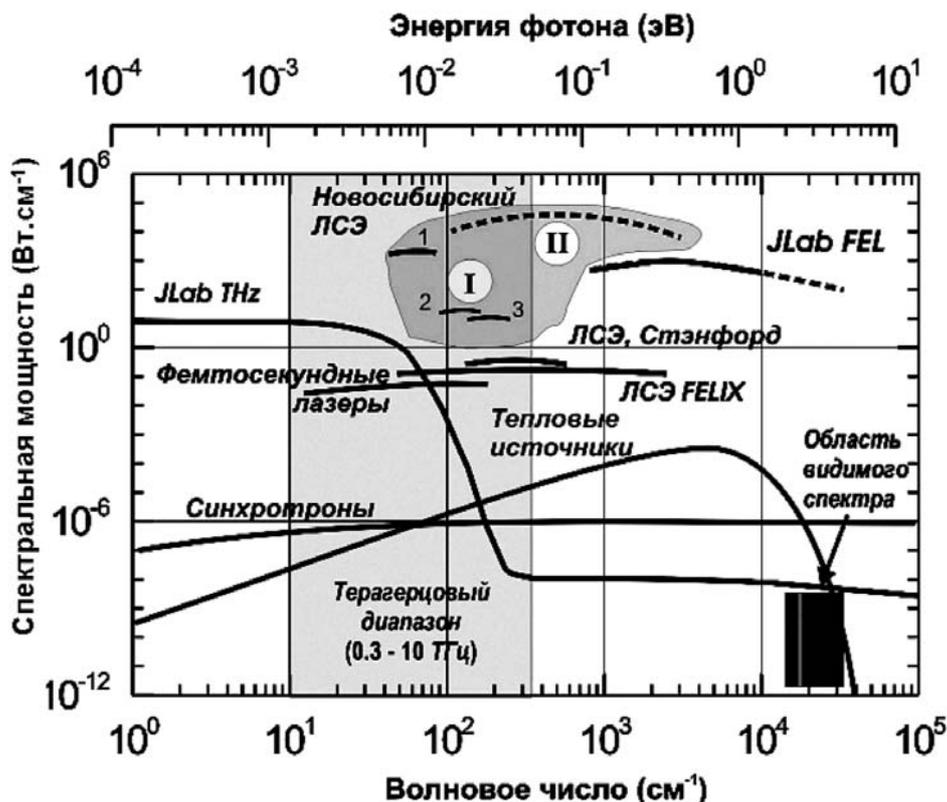


Рис. 11: Сравнение усредненной по времени спектральной мощности различных источников излучения.

Новосибирский ЛСЭ - Новосибирский лазер на свободных электронах, Россия (I - действующий терагерцовый, где 1,2,3 - номер гармоники, и II - создаваемый инфракрасный,); JLab THz - источник когерентного синхротронного излучения из поворотных магнитов и Lab FEL - лазер на свободных электронах Джефферсоновской лаборатории, США; FELIX - инфракрасный лазер на свободных электронах Института физики плазмы, Нидерланды.

Самым мощным из существующих ЛСЭ сегодня является лазер Джефферсоновской лаборатории со средней мощностью генерации до 10 кВт. Его спектр, однако, лежит вне терагерцового диапазона, где самым мощным источником сейчас является первая очередь Новосибирского ЛСЭ со средней мощностью излучения до 400 Вт.

Использование Новосибирского лазера на свободных электронах в качестве терагерцового источника излучения позволяет:

- плавно перестраивать длину волны излучения в диапазоне 120-235 микрон с монохроматичностью лучше 0,3%;
- иметь большую среднюю мощность (до 400 Вт);
- иметь короткие импульсы излучения (меньше 100 пс);
- иметь большую пиковую мощность (0,5 - 1 МВт);
- иметь полностью пространственно когерентный источник с длиной продольной когерентности ~ 2 см. В настоящее время при достаточно высокой монохроматичности излучения оно является полностью пространственно когерентным по волновому фронту и имеет временную когерентность в диапазоне 40 - 100 пс, ограниченную, видимо, длительностью импульса электронов.

Для эффективного использования лазера на свободных электронах требовалось

Таблица 6.1: Характеристики излучения Новосибирского ЛСЭ.

Длина волны основной гармоники	(120 ... 235) мкм
Область спектра 2-й и 3-й гармоник, с мощностью 1 - 3% от основной гармоники	(40 ... 117) мкм
Относительная спектральная ширина	(0.3 ... 1) %
Диаметр гауссова пучка на выходе каналов	80 мм
Степень поляризации излучения	>99.6%
Поперечная когерентность	Полная
Временная когерентность	(40 ... 100) пс
Максимальная средняя мощность	0.4 кВт (при 11.2 МГц)
Длительность импульса	(40 ... 100) пс
Частота повторения	(2.8 ... 11.2) МГц

решить нескольких проблем. Во-первых, это вывод излучения из лазера и транспортировка до рабочих станций пользователей. Во-вторых, это создание нескольких экспериментальных станций различного назначения с подводом излучения к каждой станции, детекторами (одно- и двухкоординатными), монохроматорами, оптическими элементами (выходные окна, поляризаторы, фокусирующие зеркала, линзы). Сравнительно мало оборудования можно купить по каталогам в российских и зарубежных фирмах, в основном его необходимо разрабатывать и изготавливать самим экспериментаторам. В-третьих, важным моментом является исследование и улучшение параметров самого излучения ЛСЭ.

Решению этих задач, а также обеспечению работ пользователей на рабочих станциях было уделено основное внимание в 2006 году. В то же время значительные усилия были направлены на создание второй очереди лазера на свободных электронах, которая позволит расширить спектр генерации до 3 - 250 мкм.

6.2.2 Экспериментальные станции

В 2006 году началась регулярная работа пользователей (биологов, химиков и физиков) на терагерцовом излучении Новосибирского лазера на свободных электронах (ЛСЭ). Работы ведутся сотрудниками Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, Института химической кинетики и горения СО РАН, Института цитологии и генетики СО РАН и Института физики полупроводников СО РАН. В течение года освоены четыре из шести экспериментальных станций первой очереди (Рис. 12).

1. Биологическая станция (ИХКиГ СО РАН, ИЦиГ СО РАН).

Назначение:

Станция предназначена для исследования дисперсного состава, морфологии и биологической активности продуктов абляции/десорбции биологических структур и неорганических материалов при воздействии терагерцового излучения на вещества.

Оснащение станции:

- диффузионный спектрометр аэрозоля для определения дисперсного состава частиц в диапазоне 3-200 нанометров;

- фотоэлектрический счётчик аэрозольных частиц для определения дисперсного состава частиц в диапазоне 0.3-10 микрон; - оборудование для отбора проб для химико-биологического и электронно-микроскопического анализа.

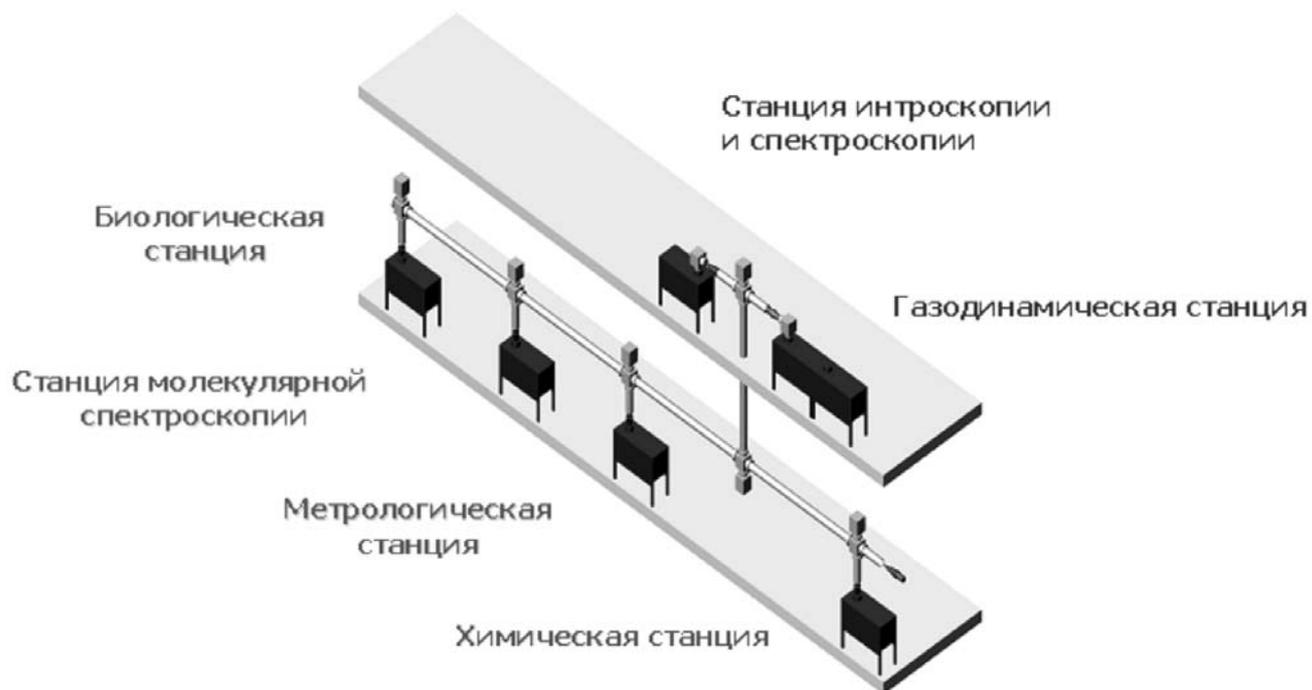


Рис. 12: Экспериментальные станции на пучках терагерцового излучения (слева - 4 действующих, справа - 2 создаваемых).



Рис. 13: Канал вывода терагерцового излучения в нижнюю галерею и экспериментальные станции первой очереди.

2. Метрологическая станция (ИЯФ СО РАН).

Назначение:

Станция для диагностики и контроля параметров терагерцового излучения из лазера на свободных электронах; в будущем - метрологии в ТГц диапазоне.

Оснащение станции:

- спектральный комплекс на основе монохроматора МДР-23 для измерения длины волны излучения и ширины линии излучения;
- фурье-спектрометр фирмы Bruker для измерения длины волны излучения и ширины линии излучения;
- двухмерный сканирующий датчик терагерцового излучения для измерения профиля светового пучка;
- визуализатор терагерцового излучения на основе теплового экрана и тепловизора, разработанного в ИФП СО РАН;
- визуализатор терагерцового излучения на основе термочувствительного люминесцентного экрана фирмы Micken Instruments;
- измеритель добротности оптического резонатора лазера на свободных электронах с помощью диода Шоттки.

3. Станция молекулярной спектроскопии (ИХКиГ СО РАН, ИОА СО РАН).

Назначение:

Станция предназначена для исследования спектров поглощения газов в терагерцовом диапазоне методом оптико-акустической спектроскопии.

Оснащение станции:

оптико-акустическая ячейка для измерения слабого поглощения в газах со схемой синхронного детектирования. Минимальное измеряемое поглощение 10^{-5} см^{-1} .

4. Химическая станция (ИНХ СО РАН).

Назначение:

Станция предназначена для масс-спектрометрического изучения процессов распада металло-органики при поглощении молекулами под действием излучения ЛСЭ в молекулярном пучке и на поверхности.

Оснащение станции:

- время-пролётный масс-спектрометр МСХ-6;
- система формирования молекулярного пучка на основе ячейки Кнудсена;
- быстрый АЦП с памятью 32 Мб типа NI 5112.

6.2.3 Развитие Центра фотохимических исследований на базе ускорителя-рекуператора и ЛСЭ второй очереди

Вторая очередь ускорителя-рекуператора и ЛСЭ.

Ускоритель-рекуператор (УР) второй очереди использует ту же ускоряющую ВЧ-структуру, что и УР первой очереди, но расположен, в отличие от последнего, в горизонтальной плоскости. Таким образом, не требуется демонтаж одного для постройки другого. Выбор режима работы осуществляется простым переключением поворотных магнитов.

Ускоритель-рекуператор второй очереди (Рис. 14) построен по схеме разрезного микротрона, причем рекуперация энергии электронного пучка происходит по той же

схеме, что и ускорение, но фазы пролёта ускоряющей структуры отображаются зеркально.

Основные проектные параметры полномасштабного УР следующие:

Энергия инъекции полная, МэВ	2;
Максимальная энергия пучка, МэВ	40;
Максимальная частота повторения, МГц	90;
Максимальный средний ток пучка, мА	150.

Планируется установить на последнюю (40 МэВ) дорожку УР мощный ЛСЭ ближнего ИК диапазона в области длин волн 5 - 12 мкм, а на вторую дорожку (байпас) еще один ЛСЭ с диапазоном 40 - 100 мкм. Ожидаемая средняя мощность каждого ЛСЭ 10 кВт.

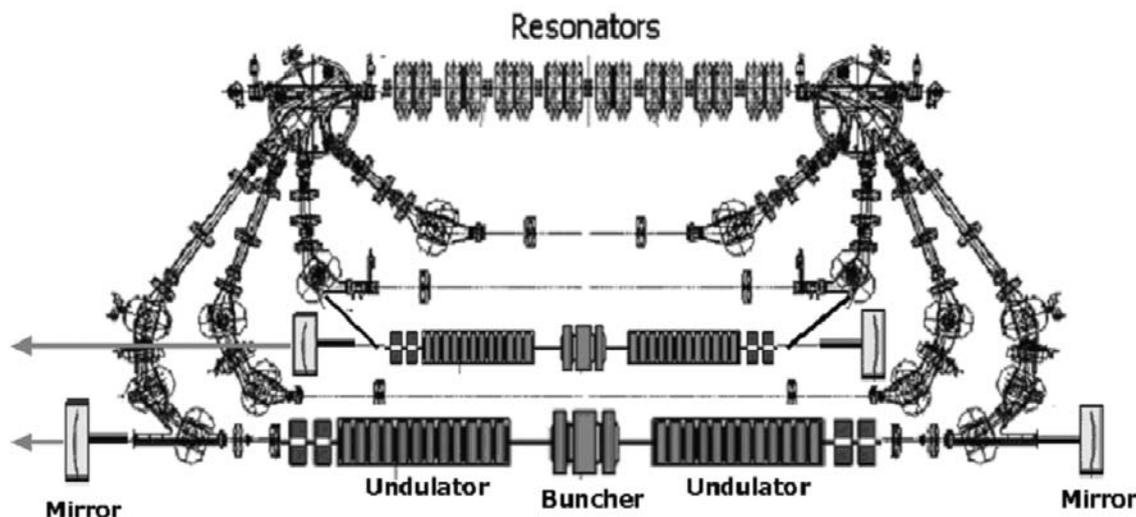


Рис. 14: Схема ускорителя-рекуператора второй очереди.

ЛСЭ второй дорожки установлен на байпасе. Если магниты байпаса выключены, то пучок проходит вдоль оси второй дорожки и продолжает ускоряться. Если же магниты включены, то пучок проходит через ЛСЭ второй дорожки. Длина траектории в этом случае на 66 см больше, поэтому “отработанный” пучок приходит в высокочастотные резонаторы УР позже и замедляется. Для ЛСЭ второй дорожки была выбрана схема близкая к ЛСЭ первой очереди. Период ондулятора $d = 120$ мм выбран с учетом энергии электронов (15 - 20 МэВ) и диапазона перестройки длины волны излучения (40 - 100 микрон). Полная длина ондулятора - около 4 м. Она ограничена из-за механических проблем (жесткости и трудности изготовления длинного магнитопровода с требуемой точностью).

На основании численного решения уравнений для усиления слабого сигнала проведен расчёт усиления в таком ЛСЭ при разных параметрах основной моды оптического резонатора. Усиление должно превышать потери в оптическом резонаторе, которые зависят от коэффициента отражения зеркал. Многослойные диэлектрические зеркала имеют высокие значения коэффициента отражения, но узкополосны и могут не выдержать большой (десятки кВт) средней мощности в оптическом резонаторе, поэтому в настоящее время предполагается использовать медные зеркала с золотым покрытием.

Проведена оптимизация оптической системы для второй очереди ЛСЭ. Расчётная средняя мощность излучения превышает 10 кВт при относительной ширине линии менее 1% и пиковой мощности несколько МВт. При длине ондулятора $L_u = 4$ м, получим минимальную апертуру вакуумной камеры ондулятора $2\sqrt{\lambda L_u}$. Для максимальной длины волны 100 микрон это составит 40 мм. С учетом увеличенной длины Рэлея, а также для снижения требований к точности геодезической выставки элементов вакуумной камеры, была выбрана апертура 60 мм, а зазор между полюсами ондулятора - 70 мм.

6.2.4 Основные результаты работ в 2006 году и планы на 2007 год

В 2006 году началась регулярная работа пользователей (биологов, химиков и физиков) на терагерцовом излучении. Построена экспериментальная станция Института неорганической химии СО РАН. Подготовлено помещение и изготовлено оборудование для экспериментальной станции Института теоретической и прикладной механики СО РАН. Разработана и запущена система осушения азота в канале вывода излучения. Это позволило выводить без потерь излучение из ускорительного зала в помещения для пользователей. Ведется изготовление магнито-вакуумной системы второй очереди ЛСЭ и соответствующей электроники. Изготовлено около 50% оборудования. Начаты магнитные измерения элементов магнитной системы (поворотных магнитов и квадрупольных линз). Изготовлены и установлены в ускорительном зале все элементы подвески магнито-вакуумной системы.

Планы на 2007 год:

- закончить проектирование каналов вывода излучения и 4 дорожки второй очереди ЛСЭ;
 - изготовить и установить магнитовакуумную систему второй очереди (без 4-й дорожки);
 - запустить ускоритель-рекуператор с двумя дорожками;
 - повысить мощность выведенного излучения действующего терагерцового ЛСЭ;
- В 2006 году активно продолжались контрактные работы по разработке и изготовлению различных сверхпроводящих криогенно-магнитных систем для генерации

6.3 Разработка и создание специализированных генераторов СИ

1. К началу 2006 года была завершена сборка в собственном криостате 49-полюсного сверхпроводящего вигглера для накопителя Diamond Light Source (DLS, с периодом 60 мм, магнитным полем 3.7 Тл и межполюсным зазором 16 мм. В течение 2006 года вигглер был доставлен на территорию накопителя DLS, собран и запущен на накопительном кольце.

2. В декабре 2006 был испытан 21-полюсный сверхпроводящий вигглер с максимальным магнитным полем 7.7 Тл и периодом 164 мм, изготовленный по контракту с РНЦ "Курчатовский институт" для источника синхротронного излучения "Сибирь-2". Данный вигглер будет являться самым мощным в мире среди устройств такого рода. Общая мощность пучка излучения из вигглера превышает 100 кВт. Расход жидкого гелия близок к нулевому и заправка криостата жидким гелием требуется не чаще, чем один раз в год. В начале 2007 планируется установить вигглер на накопитель "Сибирь-2".

6.3.2 Синхротрон-инжектор для Duke University

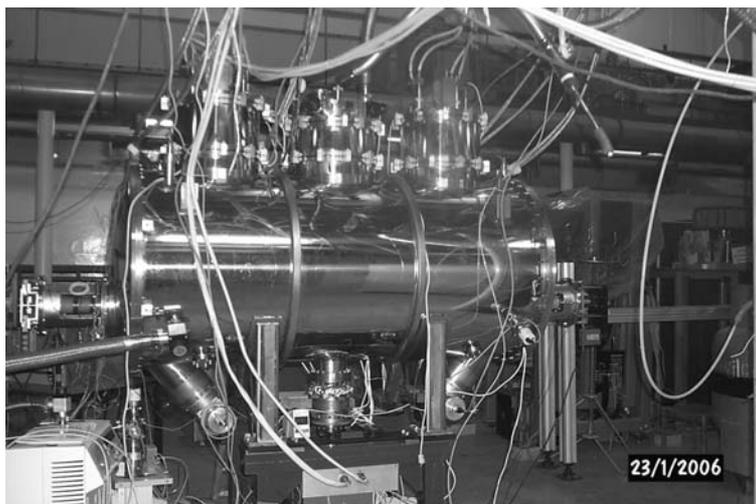


Рис. 15: Испытания 49-полюсного вигглера с полем 3.7 Тл для накопителя Diamond.

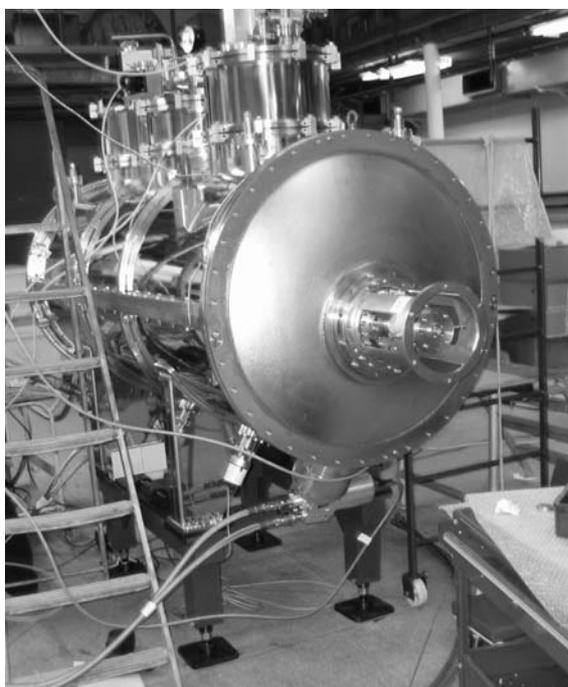


Рис. 16: 21-полюсный сверхпроводящий вигглер с полем 7.7 Т для источника СИ “Сибирь-2”.

В 2006 году завершено сооружение 1.2 ГэВ синхротрона-инжектора для Duke University (USA, 2002-2006). В ИЯФ спроектированы и изготовлены все системы синхротрона: магнитная система, вакуумная камера, системы впуска-выпуска, ВЧ-система.

6.3.3 Магнитная система для метрологического источника света (MLS)

В 2006 году были завершены контрактные работы по созданию магнитной системы накопительного кольца для метрологического источника света (MLS), строяще-

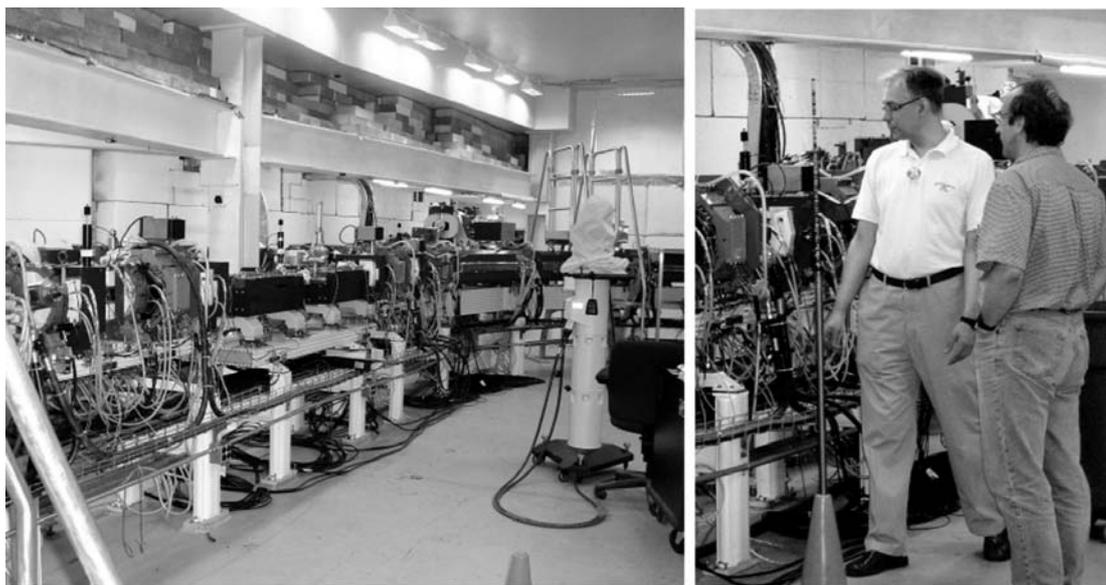


Рис. 17: Процесс монтажа синхротрона-инжектора для Duke University.

гося в Берлине на базе института метрологии (Германия). Комплекс MLS состоит из накопительного кольца периметром 48 м и энергией электронов до 600 МэВ, и микротрона на энергию 100 МэВ. Для магнитной системы накопительного кольца было изготовлено 8 дипольных магнитов с параллельными краями (угол поворота 45°), 24 квадрупольа, 24 секступольа, 4 октупольа. Сердечники магнитов шихтованные (толщина листа 0.5 мм), клееные для мультипольных магнитов и комбинированные клеено-сварные для дипольных магнитов. Высокая точность изготовления (± 20 мкм для полюсной области) обеспечивалась высокоточной штамповкой пластин сердечников и сборкой сердечников в специальных стапелях. Магнитные измерения, проводившиеся системой датчиков Холла для дипольных магнитов и радиальной вращающейся катушкой для мультипольных магнитов, подтвердили высокое качество магнитных полей. Магнитные элементы были доставлены заказчику и установлены на накопительном кольце (Рис.18). Была выполнена установка вакуумной камеры и юстировка магнитной системы накопительного кольца.

Кроме этого, был сконструирован, изготовлен и смонтирован на MLS электронно-оптический канал между микротроном и кольцом накопителя. Магнитная система канала состоит из 10 квадрупольных магнитов, 8 корректоров и дипольного магнита.

Первые эксперименты с пучком на комплексе MLS запланированы на первую половину 2007 года.

6.3.4 Вигглеры-затухатели на постоянных магнитах для Petra-III (Гамбург)

Проведены магнитные расчёты и изготовлены чертежи вигглера-затухателя на постоянных магнитах для ускорителя-источника СИ PETRA-3 (DESY, Германия). Период $\lambda = 200$ мм, зазор $h = 24$ мм, длина $L = 4000$ мм, максимальное поле $B = 1.6$ Тл. Начато изготовление 21 вигглера. Период выполнения контракта - 2006-2007 г.г.



Рис. 18: Монтаж накопительного кольца MLS.



Рис. 19: Первые изготовленные вигглеры-затухатели на постоянных магнитах для Petra-III на стенде магнитных измерений.

6.3.5 Технологический накопительный комплекс (ТНК)

В 2006 году продолжались работы на накопителе-источнике СИ ТНК для научно-производственного центра микроэлектроники и микромеханики (г. Зеленоград). ТНК был спроектирован и изготовлен в ИЯФ в период 1990 - 1996 г.г. Его основное назначение - производство изделий микромеханики методами рентгеновской литографии и LIGA-технологии. Проектная энергия ТНК - 1.6 ГэВ, возможно ее увеличение в будущем до 2.5 ГэВ путем установки второго ускоряющего резонатора и увеличения мощности ВЧ-системы. В период 1997-2001 годы финансирование проекта было приостановлено, и только в 2002 году начата поэтапная сборка и запуск всех систем ТНК. К началу 2006 года уже был получен захват и ускорение электронного пучка в бустерном кольце (малом накопителе). В течение отчетного года проводились работы по выведению линака и малого накопителя (МН) комплекса на проектные

параметры, а также сборка электронно-оптического канала ЭОК-2 и выставка его элементов магнитной системы в проектное положение. Для этого была проведена тренировка ускоряющей структуры линака с целью повышения энергии ускоряемых частиц до 70 МэВ.

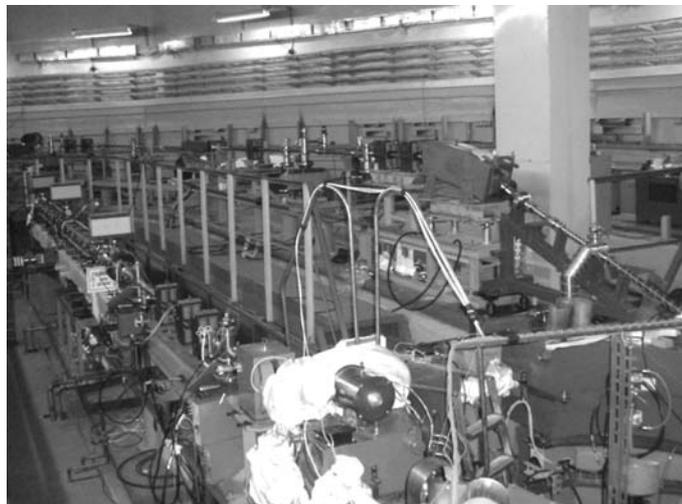


Рис. 20: Общий вид смонтированной части комплекса ТНК. На снимке видны: линак (слева внизу), кольцо бустерного накопителя на переднем плане и электронно-оптический канал ЭОК-2 (справа вверху).

Для накопления частиц в малом накопителе необходимо было повысить время жизни электронов путем прогрева вакуумной камеры накопителя и улучшения вакуума. Прогрев был произведен и в малом накопителе получен вакуум $P \sim 5 \cdot 10^{-11}$ па. Была произведена сборка вакуумной камеры ЭОК-2 и юстировка магнитной системы. В настоящее время вакуумные камеры линака, МН и ЭОК-2 постоянно откачиваются.

В ИЯФ производится ревизия всех элементов ТНК, не отосланных в 90-е годы, модернизация системы питания постоянных магнитов, ВЧ-системы большого накопителя, диагностики пучков, автоматической системы управления комплексом.

К началу 2008 года планируется ускоренный до 450 МэВ в бустерном накопителе электронный пучок довести до впускного промежутка и начать монтаж элементов основного накопителя.

6.3.6 Проект компактного накопителя-источника СИ для Сибирского центра синхротронного излучения

Одной из главных проблем Сибирского центра синхротронного излучения является отсутствие специализированного источника СИ. В настоящее время основная работа ведется на каналах СИ из накопителя ВЭПП-3, но из-за сильной конкуренции между различными исследовательскими программами на накопительном комплексе ВЭПП-3/ВЭПП-4 на работы с использованием СИ выделяется малая часть рабочего времени, что сильно затрудняет планирование и реализацию долгосрочных исследовательских проектов. Следует также отметить, что, так как ВЭПП-3 не является специализированным источником СИ, качество источника по ряду важных параметров существенно уступает современным представлениям и требованиям, что

тоже сильно ограничивает исследовательские возможности реализуемых рентгеновских методов.

До недавнего времени Сибирский центр СИ был единственным подобным центром в России, в нем сформировалось уникальное пользовательское сообщество, включающее большое количество членов, как из институтов Сибирского отделения РАН, так и из других научных центров России. В центре сформирована вся необходимая инфраструктура для организации эффективной работы большого числа сторонних пользователей. Можно сделать однозначный вывод, что создание специализированного источника СИ для Сибирского центра является актуальной и важной задачей.

В 2002-2004 г. в ИЯФ был разработан и изготовлен прототип сверхпроводящего поворотного магнита для накопителя BESSY-II (Берлин, Германия) с полем до 9 Тл. Использование таких магнитов позволяет реализовать компактную схему накопителя с достаточно невысокой энергией электронов (около 1 ГэВ). При этом высокое значение магнитного поля в поворотных магнитах делает возможным генерацию пучков СИ с достаточно жёстким спектром, что необходимо для реализации большинства популярных рентгеновских методов с использованием СИ. С экономической точки зрения повышенная стоимость магнитной системы такого накопителя компенсируется уменьшением стоимости системы инжекции и ВЧ системы и резким уменьшением затрат на строительство инфраструктуры комплекса.

Одним из самых важных параметров такой системы является жёсткость спектра СИ. Мировой опыт использования синхротронного излучения в различных центрах СИ показывает, что большинство востребованных исследовательских методов используют рентгеновское излучение с энергией фотонов до 40 - 50 кэВ. Необходимо также отметить, что, несмотря на постоянно возрастающий интерес пользователей к жёсткому рентгеновскому диапазону, продолжается развитие исследовательских и технологических методов в мягком рентгеновском диапазоне. Например, относительно новый метод массового производства микроизделий (LIGA-технология) основан на использовании синхротронного излучения с характерной энергией около 2 кэВ. Поэтому правильная стратегия в выборе схемы для компактного накопителя должна предусматривать возможность организации каналов вывода СИ как с жёстким, так и с мягким спектром.

Для реализации таких требований наиболее адекватно подходит комбинированная структура магнитной системы, включающая в себя как сверхпроводящие, так и обычные "тёплые магниты". Преимуществом схемы является возможность избавиться от излишней "компактизации" накопителя, и, следовательно, обеспечить достаточную конструкторскую свободу для организации каналов вывода СИ.

Следует отметить, что в существующей конструкции сверхпроводящего магнита, ярмо и криостат имеют О-образную форму, поэтому если размещать эти магниты один за другим, то каналы вывода СИ должны пересекаться с криостатами следующих магнитов. Для успешного вывода пучков СИ из сверхпроводящих магнитов необходимо между ними поместить С-образные нормально-проводящие поворотные диполи.

Из общих соображений можно также определить оптимальное количество сверхпроводящих магнитов в структуре. Большое количество таких магнитов приведёт к существенному увеличению стоимости всего комплекса, а малое - ухудшит симметрию кольца и создаст проблемы неустойчивости пучка из-за возникновения опасных резонансов. Кроме того, так как основной целью данного проекта является организация большого количества каналов вывода СИ с жестким спектром, то малое количество сверхпроводящих магнитов сильно увеличивает удельную стоимость каждого

такого канала. Учитывая данные доводы, было принято решение в данном проекте использовать 6 сверхпроводящих и 12 обычных магнитов с углом поворота по 20° в каждом.

Энергия электронов в накопителе может быть в пределах от 1 до 1.5 ГэВ, что тоже является близким к оптимуму по организации системы инъекции и биозащиты. При этом в сверхпроводящих магнитах с полем 8.5 Тл критическая энергия квантов СИ будет около 10 кэВ, что обеспечивает достаточный поток фотонов для реализации вышеотмеченных методик в области спектра до 40 кэВ. Кроме того, используя “тёплые” магниты для генерации СИ в мягком рентгеновском диапазоне, можно вполне успешно покрыть нужды пользователей и в этой спектральной области. В данном проекте рабочая энергия была выбрана равной 1.2 ГэВ.

Если энергия электронов равна 1.2 ГэВ и эффективная магнитная длина сверхпроводящего магнита с полем 8.5 Тл равна 20 см, угол поворота пучка в магните будет около 20° . Это означает, что из магнита можно вывести без больших конструкторских проблем 3-4 канала для транспортировки пучка СИ. Таким образом, эффективность использования ресурсов накопителя может быть весьма высока. Современные принципы организации магнитной структуры накопителей-источников СИ позволяют обеспечить достаточно малое значение равновесного горизонтального эмиттанса. Учитывая относительно низкую рабочую энергию электронов, эмиттанс на уровне 10 нм рад является вполне реализуемым (обычно эта величина считается границей между машинами второго и третьего поколения источников СИ). Периметр данного накопителя должен быть в пределах 50 м. Тем самым размер помещения для организации центра может составлять 20 на 20 м, хотя для размещения пользовательских станций необходимо дополнительное место.

Структура и параметры накопителя.

В данном проекте предлагается использовать структуру ТМЕ (Theoretical Minimum Emittance), позволяющую получать предельно низкий эмиттанс для заданного угла поворота пучка в одном магните. Данная схема также позволяет соединить в себе два типа магнитов, сверхпроводящие и обычные. Предполагается использовать инъекцию на полной энергии. В качестве бустерного синхротрона (бустера) возможно использование специального синхротрона, подобного разработанному и изготовленному в ИЯФ СО РАН для лазера на свободных электронах университета Дьюка, США. Инжектор состоит из двух систем: линака и бустера. Линак разгоняет электроны до энергии 150 МэВ. Бустер, разработанный для университета Дьюк, позволяет ускорять пучки электронов до энергии 1.2 ГэВ с частотой 1 Гц. Использование промежуточного бустера для ускорения электронов позволит осуществлять инъекцию в основное кольцо на полной энергии. Это, в свою очередь, позволит получить предельно высокий ток (до 1 А) и неограниченное время жизни пучка в кольце. В проекте предполагается использовать серийно производимый одномодовый резонатор с рабочей частотой 180 МГц. Существующая модель позволяет получать ВЧ напряжение до 600 кВ, что вполне достаточно для работы накопителя (энергетические потери в данной схеме составляют 120 кэВ на оборот, без учета дополнительных устройств генерации СИ). Рабочая мощность резонатора обеспечивает работу накопителя для тока пучка до 1 А. Основные параметры накопителя представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Основные параметры компактного накопителя - источника СИ.

Энергия электронов	1.2 ГэВ
Поле в поворотных магнитах	8.5 Тл в сверхпроводящих магнитах 1.65 Тл в обычных (тёплых) магнитах
Критическая энергия квантов СИ	8.6 кэВ для СИ из сверхпроводящих магнитов 1.9 кэВ для пучков из обычных магнитов
Количество поворотных магнитов	6 сверхпроводящих магнитов 12 обычных (тёплых) магнитов
Угол поворота в магнитах	20° во всех магнитах
Фазовый объем пучка не хуже	10 нм·рад
Ток пучка	до 1 А
Время жизни пучка	8 - 10 часов
Периметр орбиты	57 м

По сравнению с накопителем ВЭПП-3 поток фотонов увеличится в 10 раз, яркость в 1000 раз.

Магнитная структура

Предполагается использовать 6 сверхпроводящих и 12 теплых магнитов. Кольцо накопителя включает в себя 2 суперпериода. Каждый суперпериод состоит из четырех ТМЕ-ячеек на теплых магнитах и двух “дисперсионных суспенсоров”, роль которых выполняют сверхпроводящие магниты. Схема такой конфигурации представлена на рис. 21.

В данной схеме предусмотрены два пятиметровых прямолинейных промежутка. Один из них предполагается использовать для размещения резонатора и системы впуска, другой может быть использован для размещения дополнительных устройств для генерации СИ (типа многополюсных вигглеров или ондуляторов). Одним из вариантов использования данного прямолинейного промежутка является установка в нем ондулятора для генерации излучения в EUV диапазоне (Extreme Ultra Violet, $\lambda \sim 13.6$ нм) для экспериментов по рентгеновской литографии.

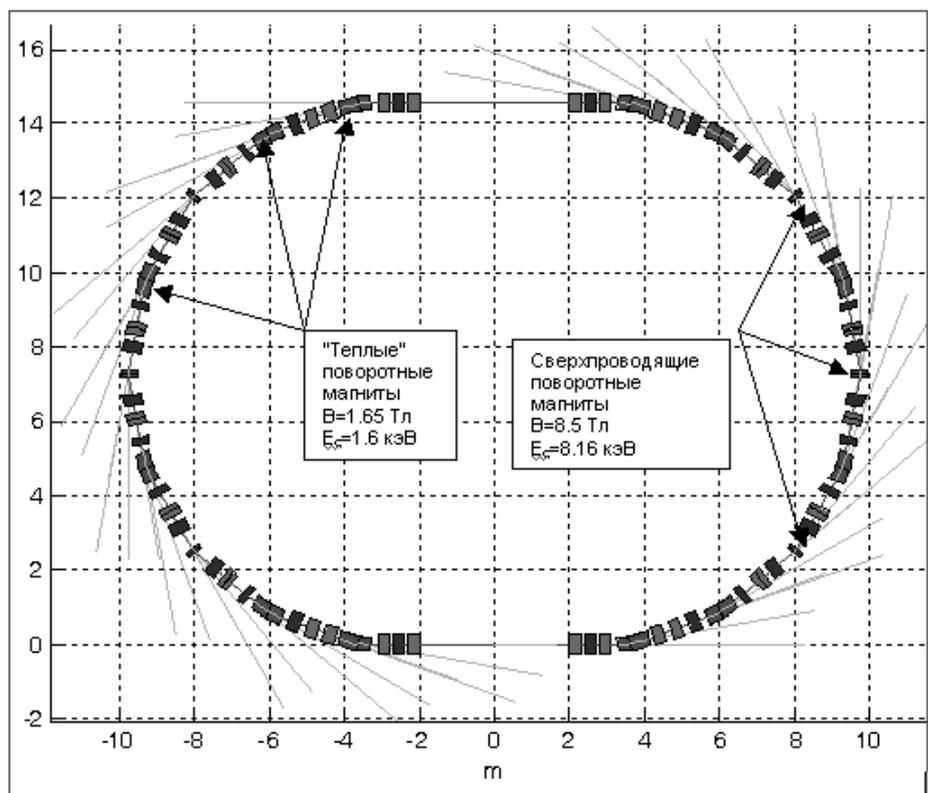


Рис. 21: Возможная схема комплекса.

Криогенная система.

Существующая в данный момент в ИЯФ СО РАН технология позволяет создавать сверхпроводящие поворотные магниты с нулевым расходом жидкого гелия. Функционирование системы поддерживается с помощью криогенных “куллеров” и “реконденсоров”. Таким образом, расход жидкого гелия (и жидкого азота) происходит только в моменты первичного охлаждения систем после сборки или ремонта.

Здание.

В ИЯФ СО РАН существует помещение, в котором может быть построен обсуждаемый накопитель. Помещение имеет инфраструктуру, необходимую для монтажа подобных установок. Учитывая достаточно низкую рабочую энергию пучков, можно использовать существующие стены данного помещения для выполнения биозащитных функций без их дополнительной модификации. Всё это резко снижает стоимость строительных работ. К сожалению, размеры помещения не позволяют разместить в нём все экспериментальные станции (за исключением станций первой очереди). Поэтому необходимо предусмотреть строительство пристройки для вывода каналов СИ и размещения ряда станций. Схема такой компоновки комплекса показана на Рис. 22.

В предлагаемом помещении имеется много комнат, в которых можно организовать места подготовки образцов, а также помещения, которые можно переоборудовать для работы большого количества пользователей с учётом круглосуточного характера работ.

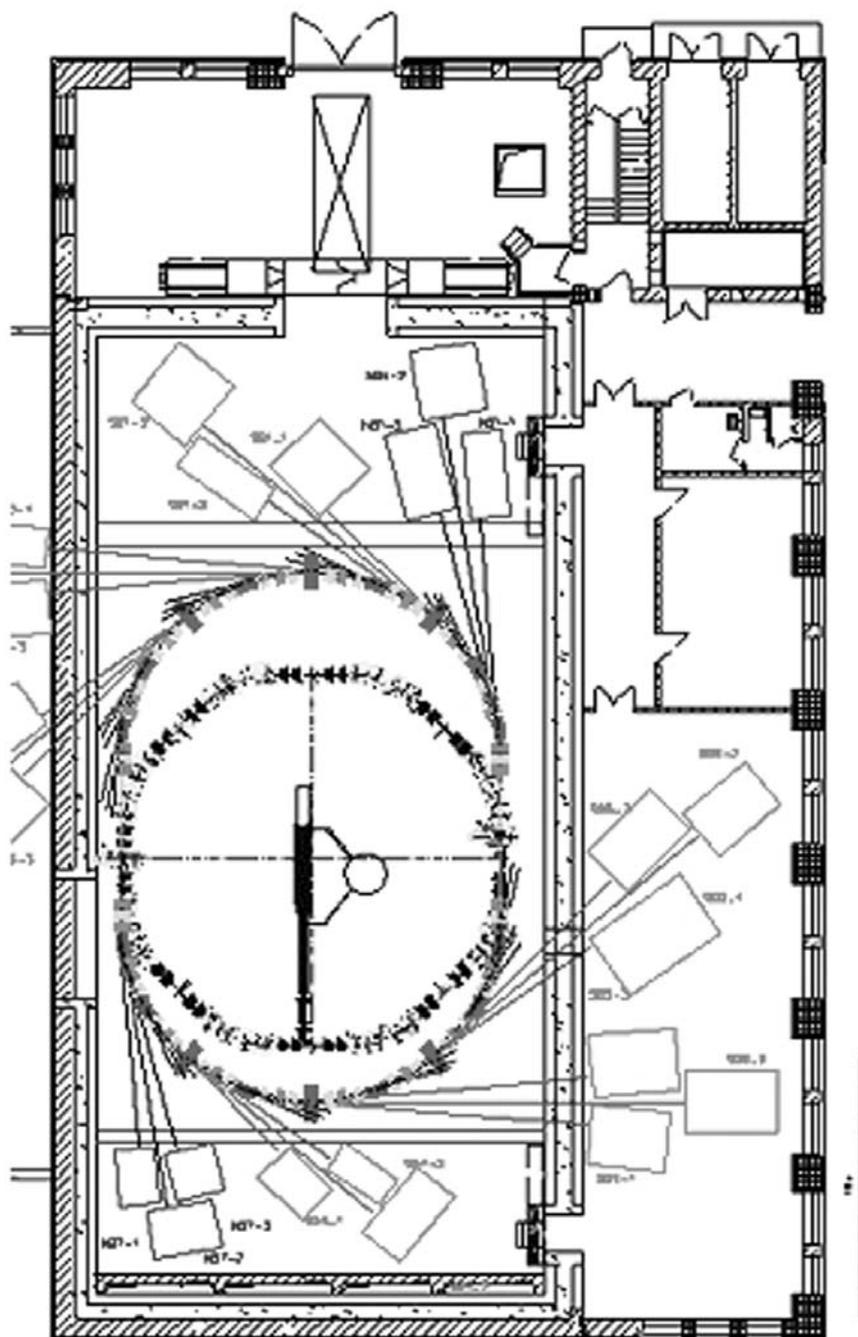


Рис. 22: Возможная схема компоновки комплекса и экспериментальных станций.

Экспериментальные станции. Проектируемые параметры накопителя и получаемые из них параметры СИ позволят реализовать большинство популярных исследовательских методик с использованием СИ:

- рентгенофлуоресцентный анализ;
- рентгеновский дифракционный анализ (включая элементы белковой кристаллографии);
- дифрактометрия с временным разрешением, включая субмикросекундную;
- EXAFS, XAFS, XANES-спектроскопия;

- дефектоскопия и рентгеновская томография (включая фазовый контраст).

Наличие тёплых магнитов в структуре накопителя и, соответственно, каналов вывода СИ в мягком рентгеновском диапазоне и в области вакуумного ультрафиолета также позволят реализовать множество исследовательских и технологических экспериментов:

- фотоэлектронная и Ожэ-спектроскопия;
- исследования в области рентгеновской литографии;
- LIGA-технология.
- Рентгеновская микроскопия и микротомография.
- Метрология.
- Литография с использованием ондулятора для генерации излучения в EUV диапазоне ($\lambda \sim 13.6$ нм).

6.4 Конференции, совещания, семинары

6.4.1 Российско-британский семинар молодых ученых “Терагерцевое излучение: наука и технологии”

Со 2 по 5 февраля 2006 года в Институте ядерной физики СО РАН проведен российско-британский семинар молодых ученых "Терагерцевое излучение: наука и технологии". Семинар был организован представителями Лондонского королевского общества и московского отделения Британского Совета совместно с руководством ИЯФ СО РАН. Одним из основных требований при организации семинара было участие молодых ученых Британии и России с целью их взаимного знакомства, с тем, чтобы в дальнейшем они смогли бы реализовать какие-то совместные проекты. Другое условие организации семинара - совещание должно быть мало масштабным, чтобы его участники имели возможность активно общаться.

Координатором семинара с британской стороны был профессор Ливерпульского университета Питер Вейтман (Peter Weightman), ведущий сотрудник лаборатории в Дарсбери, где он отвечает за терагерцевую линию строительства большой установки, в чем-то похожей на новосибирский лазер на свободных электронах. Сейчас новосибирский ЛСЭ является одной из самых мощных в мире установок такого типа, и понятен интерес к ней ученых разных стран, в том числе, и Соединенного Королевства. С российской стороны обязанности координатора выполнял доктор ф.-м. наук Б.А. Князев (ИЯФ СО РАН).

С британской стороны в работе семинара приняли участие тринадцать ученых, из которых пятеро были профессора, лекторы университетов, а восемь человек - студенты и аспиранты. Российских ученых было 16 человек, из которых пятеро - профессора и кандидаты наук, остальные участники совещания - магистранты и аспиранты.

В течение трех дней семинара с лекциями о наиболее актуальных современных проблемах выступили все приехавшие профессора. Молодые ученые выступили с докладами о своих работах. Весь семинар шел на английском языке - организаторы сознательно пошли на это с целью стимуляции к изучению иностранных языков для российских молодых ученых.

В процессе семинара наметились желания британской стороны как к возможности проведения экспериментов с терагерцевым излучением на мощном новосибирском ЛСЭ (запуск собственного британского мощного источника терагерцевого излуче-

ния предполагается только в 2011 году), так и к привлечению российских молодых ученых к британской долговременной программе исследований в области терагерцового излучения. Началось обсуждение возможных совместных проектов.

6.4.2 XVI Международная конференция "СИ-2006"

С 10 по 14 июля в ИЯФ СО РАН прошла XVI Международная конференция по использованию синхротронного излучения "СИ-2006" (такие конференции проводятся с 1975 года). Конференция состоялась при финансовой поддержке МНТЦ, Министерства образования и науки РФ, а также РФФИ. В конференции приняли участие более шестидесяти человек из различных городов России и ближнего зарубежья (Баку, Дубна, Зеленоград, Ижевск, Иркутск, Красноярск, Курск, Москва, Нижний Новгород, Омск, Пущино, Ростов-на-Дону, Санкт-Петербург, Саратов, Саров, Томск, Харьков, Черногловка). Пятьдесят участников конференции представляли институты Новосибирска и новосибирского Академгородка. Четырнадцать участников представляли организации из США (ANL, Cornell Univ.), Кореи (KAERI), Франции (SOLEIL, Talence, ESRF), Германии (Univ. of Technology, IMT/FZK, Inst. of Mineralogy), Канады (CLS). В конференции также участвовало около шестидесяти сотрудников ИЯФ. За четыре дня работы конференции было представлено 66 устных и 125 стендовых докладов.

Традиционно тематика конференции покрывала все вопросы, связанные с генерацией и использованием синхротронного и терагерцового излучения. Представление о научной тематике конференции может дать перечисление основных пленарных заседаний: "Статусы и научные программы российских и зарубежных центров СИ и ЛСЭ" "СИ и нанотехнологии" "Insertion Devices" "Спектроскопия на СИ" "Рентгеновская оптика" "Детекторы, аппаратура" "Исследование горения и взрывных процессов при помощи СИ" "Дифракция, рассеяние СИ" "Биомедицинские применения СИ" "Рентгенофлюоресцентный анализ на СИ" "LIGA-технологии" "ЛСЭ, источники терагерцового излучения и их применение". Большой интерес вызвали и доклады, связанные с перспективными планами развития ЦКП на базе создания источника 4-го поколения типа MARS и специализированного компактного источника СИ с использованием сверхпроводящих магнитов.

В связи с достаточно большим числом реализованных, действующих и планируемых проектов, связанных с СИ, это уже вторая конференция, которой уделяет пристальное внимание и финансово поддерживает Международный научно-технический центр (МНТЦ). В связи с этим на конференции было организовано параллельное заседание "Сессия МНТЦ где обсуждались действующие и планируемые проекты российских институтов, связанные с поддержкой МНТЦ.

Традиционно (с 1986 года) Труды конференции планируется опубликовать отдельным томом в журнале "Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A (NIMA)". В дополнение, часть представленных на конференции докладов планируется опубликовать и в российском переводном журнале "Поверхность как это было сделано и на предыдущей конференции.

"СИ-2006 по мнению ее участников, прошла успешно и была очень плодотворной. Несомненно, что многие научные идеи, появившиеся во время этой конференции, получат дальнейшее развитие.

6.4.3 Другие конференции

Весной 2005 и 2006 года были проведены уже ставшие традиционными (проводятся с 2003 года) ежегодные конференции студентов и аспирантов ЦКП. Среди участников конференций - как студенты и аспиранты ИЯФ СО РАН, так и студенты и аспиранты других организаций, работающих в Центре. По результатам представления своих работ 15 студентов и аспирантов были поощрены дипломами, почетными грамотами, денежными премиями.

Кроме этого, ряд студентов и аспирантов участвовал и в других студенческих конференциях широкого профиля: 12 Всероссийской научной конференции студентов-физиков и молодых учёных, XLIV Международной студенческой конференции "Студент и научно-технический прогресс" а также в конференциях студентов и молодых ученых, проводимых независимо в разных организациях.

Сибирский Центр синхротронного и терагерцового излучения на уровне ведущих сотрудников Центра принял активное участие во 2-й и 3-й Всероссийских конференциях центров коллективного пользования (Москва, МГУ, 29 ноября 2005 г.; Казань, Казанский государственный университет, 25-28 октября 2006 г.) с представлением устных и стендовых докладов и с активным обсуждением актуальных вопросов деятельности и развития центров.

Глава 7

Радиофизика и электроника

Введение

Работы ИЯФ в области радиофизики и электроники сосредоточены, в основном, в Радиофизической лаборатории. Основная тематика лаборатории связана с разработкой и исследованиями радиофизических систем для ускорителей и накопителей заряженных частиц, которые, в свою очередь, разрабатываются Институтом в соответствии с государственными программами “Встречные пучки”, “Физика высоких энергий”, “Синхротронное излучение”, “Физика микроволн”.

В рамках этих программ сотрудники лаборатории занимаются разработкой различного радиоэлектронного оборудования: систем питания, управления, диагностики, систем компьютерного управления; занимаются разработкой высокочастотных ускоряющих систем и источников ВЧ и СВЧ энергии, исследованием поведения пучков заряженных частиц во взаимодействии с ускоряющими системами и другими элементами и устройствами ускорителей и накопителей заряженных частиц. Очевидно, что основные результаты работы лаборатории являются частью общих результатов исследований и работ, проводимых на действующем комплексе ВЭПП - 4, результатов создания вновь разрабатываемых и модернизируемых комплексов: ВЭПП-2000, Инжекционного комплекса ВЭПП-5, ЛСЭ, работ по физике плазмы.

Как следствие универсального характера некоторых разработок лаборатории, часть из них становится основой для разработки приборов и/или устройств, имеющих самостоятельную научную или технологическую ценность. Некоторые разработки в той или иной степени применяются и используются в работах по другим тематикам Института при выполнении работ по контрактам с российскими и зарубежными научными центрами из США, Германии, Южной Кореи, Швейцарии, Японии, Италии, Китая. Здесь следует особо отметить контрактные работы для CERN по созданию элементов ЛНС, для Института Атомной Энергии (KAERI, Южная Корея) по разработке и изготовлению элементов будущего разрезного Микротрона - рекуператора.

7.1 Разработка систем, обеспечивающих питание электрофизических установок

Разработка источников стабилизированного тока или напряжения для питания различных электрофизических установок и отдельных их узлов является одной из главных задач исследований, проводимых в Радиофизической лаборатории. Устройства этого класса включают, прежде всего, источники постоянного тока для питания электромагнитов накопителей заряженных частиц. Выходной ток таких источников, в зависимости от задачи, может иметь значения от единиц ампер до десятков килоампер. Соответственно, выходная мощность - от десятков ватт до сотен киловатт и единиц мегаватт. Источники тока, как правило, должны иметь широкий диапазон регулирования величины тока (60-80 дБ) и высокую точность регулирования и стабилизации (погрешность 0,01% и меньше). Источники тока являются сами по себе сложными электрофизическими устройствами с компьютерным управлением, контролем, тестированием и со сложной системой блокировок и устройств внутреннего контроля.

В лаборатории также ведутся разработки высоковольтных источников постоянного стабилизированного напряжения с широким диапазоном выходных мощностей:

- десятки ватт - питание электростатических устройств отклонения или фокусировки пучков заряженных частиц;
- от сотен ватт до десятков киловатт - питание силовых высоковольтных устройств.
- сотни киловатт - высоковольтное питание диагностических инжекторов нейтральных атомов, питание анодных цепей ВЧ и СВЧ усилителей.

Устройства обладают высокой стабильностью и точностью регулирования, они защищены от пробоев и коротких замыканий, имеют компьютерный контроль токов и напряжений, разветвленный статусный контроль.

Ниже кратко приведены некоторые результаты работ, проводившихся в 2006г. и ориентиры по работам, которые будут продолжены в 2007г. и в дальнейшем.

1. В течение двух с лишним лет проводилась большая работа по модернизации электроники прецизионных источников серии "ИСТ", предназначенных для питания электромагнитов. Это устройства мощностью 50кВт, 100кВт и 200кВт. На этот период были введены в работу восемь ИСТ-ов на комплексе КИСИ (в Курчатовском институте), два - на ТНК в Зеленограде, семь источников для накопителя-охлаждителя. Все они в настоящее время подключены к реальным нагрузкам и обеспечивают необходимые параметры.

2. Продолжалась работа над источниками питания типа ВЧ-300-12 и ВЧ-400-8. Напомним, что каждый источник размещается в одном этаже конструктива "Вишня" и имеет рабочий ток для ВЧ300-12 до 300 А при напряжении до 12 В, для ВЧ400-8, соответственно, 400 А и 8 В. Стабильность тока лучше, чем $(1-2) \times 10^{-4}$. Каждый источник оборудован двумя бесконтактными датчиками тока: один для осуществления стабилизации, другой - для независимых измерений. Стойка-шкаф содержит до 8 таких источников. Система снабжена управляющим модулем ЦАП/АЦП "СДАС20", содержащим также статусный регистр. Блоки связаны с системой управления комплекса с помощью CAN - интерфейса. Разработано несколько модификаций этих источников. Около 20 источников ВЧ-300 введено в работу на линейном ускорителе комплекса ВЭПП-5, где используются для питания квадрупольных линз; приблизительно такое же количество установлено на комплекс ВЭПП-2000 также для обеспечения отдельного питания квадрупольных линз кольца. В семействе этих прецизионных источников существует также группа, предназначенная для питания сверхпроводящих магнитов. Эти источники оборудованы системой вывода энергии из магнитов в случае срыва сверхпроводимости. Планируется, что в следующем 2007 году ими будут запитаны сверхпроводящие соленоиды на накопителе ВЭПП-2000. Помимо этого около десятка источников ВЧ-300 и ВЧ-400 установлено на различных стендах Института, где используются для питания теплых магнитов, для испытания сверхпроводящих вигглеров и дипольных магнитов, разрабатываемых и поставляемых Институту по контрактам. Новая версия источников серии "ВЧ 300-8" (В конструктиве "Евромеханика") разработана по заказу одной из лабораторий Курчатовского института (г. Москва). Два однополярных источника поставлены заказчику и, как результат их успешных испытаний, планируется изготовить небольшую серию таких устройств. Параллельно заключен договор на разработку и поставку двухполярных источников тока.

3. Продолжалась работа по оснащению накопителя - охладителя, ВЭПП-2000 и ЛСЭ системами питания корректоров. Введено в работу около 20 каналов с УМ-1, около 100 на базе УМ-6 и более 60 каналов на базе УМ-4М. В 2007г. планируется ввести в работу еще около 100 каналов питания корректоров на установках ИЯФ и в рамках выполнения контрактных обязательств.

4. В 2006 году семейство “УМ-ов” - (Усилителей Мощности - источников питания корректирующих электромагнитов) пополнилось источниками тока типа УМ-20. Они выполнены в развитие электроники УМ-6 как следующая, более совершенная разработка и могут обеспечить ток до 20 А или даже до 25 А при выходном напряжении до 40 В, до 100 В и до 180 В, в зависимости от модификации. Первая серия этих УМ-ов в начале 2007г. будет установлена на ВЭПП-2000 и по контракту в ОИЯИ (Дубна). В последующем эти источники тока должны заменить (вытеснить) из обращения устаревшую модель ТИР-25. Управление этими источниками осуществляется с помощью CANDAC 16, их контроль - с помощью CANADC 40.

5. Проведена разработка и изготовлено несколько источников тока с выходной мощностью до 6 кВт (ВЧ-100-50). Два из них с током до 100 А установлены на канал транспортировки пучка установки БНЗТ, еще несколько источников с током до 300 А изготовлены и по окончании настройки будут поставлены на комплекс ЛСЭ (11 корпус). Источники этой серии выполнены в стандарте “Евромеханика” и в последующем должны занять соответствующую “экологическую нишу”.

6. В качестве следующего шага на пути увеличения выходной мощности источников, выполненных по “Switch Mode” технологии, нами планируется разработка источника тока с выходной мощностью до 15 кВт (или до 20 кВт) с током до 1 кА и с работой IGBT ключей с тактовой частотой 20 кГц. Каждый источник будет занимать одну шестиэтажную стойку “Евромеханики”; отдельные узлы прототипа источника сейчас отрабатываются и проходят испытания. Эта разработка позволит отказаться от применения в новых комплексах источников типа В-1000, разработанных нами более пятнадцати лет назад, и имеющих довольно большую трудоемкость.

7. Отдельно следует отметить успешный пуск в работу двух источников питания для комплекса ВЭПП-2000: питание поворотных электромагнитов БЭП и ВЭПП - 2000. Это системы мегаваттного диапазона мощностей (см. Таблицу 1). Их силовая часть основана на секциях тиристорных выпрямителей, а управляющая и измерительная электроника выполнена в конструктиве “Евромеханики”. Разработка и изготовление источников велись в течение нескольких лет. Осенью 2006г. с этих источников был получен ток до 5 кА, обеспечивший работы по наладке комплекса (ограничение не связано с работой источников питания). Измеренная долговременная нестабильность тока и его пульсации не превысили в обоих источниках 10-20 ppm, что является очень хорошим результатом.

Ниже, в Таблице 1 приведены сведения об основной номенклатуре источников питания электромагнитов, которые были разработаны или модернизированы и изготовлены в последние годы и успешно применяются на установках Института и за его пределами.

Таблица 7.1: Источники постоянного тока для питания электромагнитов.

Тип	I_{max}	U_{max}	P_{max}	dI/I	Тип Охлаждения	Размеры
	A	V	kW	%	—	м ³
ИСТ-1000-50	1000	50	50.0	0.01	Вода/воздух	2.2x1.4x0.8
БЭП-10000-240	1000ц	240	1600.0	0.005	Вода/воздух	—
ВЭПП-10000-120	10000	120	1200.0	0.003	Вода/воздух	—
В-1000	1000	15	15.0	0.01	Вода/воздух	1.8x0.7x0.5
ВЧ-300-12	300	12	4.5	0.01	Воздух	Один этаж “Вишни”
ВЧ-400-8	400	8	3.2	0.01	Воздух	Один этаж “Вишни”
ВЧ-100-50	100	50	5.0	0.1	Воздух	Один этаж “Евро”
УМ-4	± 10	± 20	0.2	0.1	Воздух	32 канала(*)
УМ-20	± 20	± 40	1.0	0.01	Воздух	8 каналов(*)
УМ-6/100	± 5	± 100	0.24	0.1	Воздух	48 каналов(*)
УМ-3	± 3	± 20	0.06	0.1	Воздух	48 каналов(*)
УМ-1	± 1	± 40	0.04	0.1	Воздух	48 каналов(*)

(*) - Число каналов в 6-этажном шкафу типа “Вишня ” или “Евро”.

8. Успешное развитие серии Диагностических инжекторов нейтральных атомов (DNBI) в предыдущие годы (руководитель работ зав. лаб.9 Иванов А.А.), создало в последние годы пик загрузки участников этих работ как в части разработок, так и в изготовлении и поставках. В 2006г. успешно введены в работу на действующие Токамаки диагностические инжекторы в Лозанне (Модернизация), в Падуе. Начата разработка источника для Курчатовского института, продолжаются работы над элементами Инжектора для строящегося в Германии комплекса W-7X. В середине 2006 года начата разработка и изготовление серии из шести диагностических инжекторов для США. Работа рассчитана на несколько лет.

Напомним, что одним из центральных устройств в DNBI является высоковольтный источник с выходным напряжением 55 - 65 кВ, током в несколько Ампер и длительностью импульса тока от 50 мсек до нескольких секунд (в зависимости от модификации). Источники имеют уникальную возможность 100% модуляции выходного напряжения с частотой до 500Гц. Силовая и управляющая электроника DNBI размещаются в нескольких стойках типа “Евромеханика”.

9. В течение отчетного года продолжалась разработка и изготовление элементов и узлов “Энергоблоков” и их систем питания, управления и контроля для установок электронно-лучевой сварки. Два энергоблока с мощностью в пучке до 15 кВт отправлены в 2006 году в Ижевск и проходят испытания в составе установок электронно-лучевой сварки, изготавливаемых в НИТИ “Прогресс”. Одновременно начата разработка и изготовление двух энергоблоков с мощностью в пучке 30кВт. Почти все элементы этих энергоблоков изготовлены, настраиваются и тестируются. В 2007 году после испытаний Энергоблоки будут отправлены заказчику (НИТИ “Прогресс”). Напомним, что Энергоблок базируется на электронной пушке с рабочим напряжением 60кВ и включает в себя около 20 каналов управления, питания и регулирования

и более 40 каналов измерения и контроля. Все узлы Энергоблоков имеют развитую систему защит и блокировок. Разработка имеет реальные перспективы на тиражирование с поставкой по несколько Энергоблоков в год. Работа ведется совместно Радиофизической лабораторией и лабораторией П.В. Логачева.

10. Разработан и находится в стадии испытаний комплект высоковольтных (до 40кВ) источников питания для Источника отрицательных ионов, разрабатываемого Институтом для фирмы IBA (Бельгия). Источник H- должен работать в непрерывном режиме, обеспечивая ток пучка до 10 - 15 мА с энергией до 40кэВ.

11. В 2004г. в рамках сотрудничества с CERN было успешно подготовлено и возвращено производство систем вывода энергии из 600 - амперных корректирующих сверхпроводящих магнитов LHC. В 2006 году эта работа была успешно завершена: изготовлено 205 систем, занимающих более ста шкафов “Евромеханики”. Все системы доставлены в CERN, собраны, установлены в туннель LHC и протестированы. Работу по пуску систем в туннеле CERN планируется завершить в 2007 году.

12. Следует также упомянуть, что в 2006 году, как и в предыдущие годы, продолжалась техническая поддержка в рабочем состоянии ранее изготовленных систем и их узлов, находящихся в эксплуатации на установках Института и за его пределами.

7.2 Разработка систем и устройств автоматизации физических экспериментов

Участие лаборатории в автоматизации установок, стендов и больших физических комплексов состоит:

- В разработке и поставке готовых систем (систем управления, контроля, диагностики, компьютерных систем) с последующим участием авторов в адаптации систем к физическим установкам.
- В разработке элементов контроля, управления, таймирования систем питания с последующей комплексной поставкой этих систем на ускорители и накопители заряженных частиц и с исследованием их влияния на комплекс в целом.
- В поставке отдельных унифицированных модулей (КАМАК, VME, “Вишня”, “Евромеханика”) в действующие или в новые установки и стенды.
- В разработке новых подходов, методик и, как следствие, новых устройств, позволяющих решать физические экспериментальные задачи на новом уровне.
- В модернизации существующих систем автоматизации, управления и диагностики на действующих физических установках.
- В ремонте и техническом обслуживании нескольких тысяч блоков электроники и целых систем, разработанных нами и находящихся в эксплуатации.

Аппаратура, разработанная и произведенная в ИЯФ, широко используется не только в СО РАН, но и во многих научных организациях России и за рубежом. Номенклатура ежегодно выпускаемой аппаратуры составляет несколько десятков типов цифровых, аналоговых и цифро-аналоговых устройств, блоков или модулей.

Из работ, выполненных в 2006г., следует отметить:

- Завершена разработка новой системы автоматизированного управления комплексом ВЭПП-2000. Начавшаяся работа с пучком позволила продолжить испытания различных подсистем импульсного и постоянного питания, проверить в реальных условиях работоспособность электроники и систем нового поколения: многоканального измерителя вакуума, новой разработки измерителя положения пучка (ИПП), цифровых ПЗС-камер и т.д.
- Проведена подготовительная работа по созданию системы автоматизированного управления четырехдорожечным микротроном-рекуператором ЛСЭ.
- Создан проект модернизированной системы управления ЛУ, ЭОК-1, МН Зеленоградского технологического комплекса (ТНК).
- Продолжена разработка, изготовление и внедрение на новые и действующие установки измерительной и управляющей аппаратуры, использующей в качестве интерфейса моноканал CAN-BUS. В настоящее время комплект аппаратуры с этим интерфейсом включает в себя следующие устройства, представленные в Таблице 2:

Таблица 7.2: Семейство устройств с CAN-BUS интерфейсом

Название	Краткая характеристика
CANDAC16	16-канальный, 16-разрядный ЦАП, 8-битовые входной и выходной регистры
CANADC40	40-канальный, 24-разрядный АЦП (класса 0,03%), 8-битовые входной и выходной регистры
CDAC20 CEDAC20	20-разрядный ЦАП, 5-канальный, 24-разрядный АЦП (класса 0,003%), 8-битовые входной и выходной регистры (“Вишня” и “Евромеханика”)
CAC208 CEAC208	8-канальный, 16-разрядный ЦАП, 20-канальный, 24-разрядный АЦП (класса 0,003%), 8-битовые входной и выходной регистры (“Вишня” и “Евромеханика”)
CGVI8	8-канальный, 16-разрядный генератор задержанных импульсов, 8-битовые входной и выходной регистры
CPKS8	8-канальный, 16-разрядный преобразователь код-скважность
SLIO24	Интерфейс CANbus - 24-разрядная двунаправленная шина, встраиваемая плата
CKVCH	Коммутатор высокочастотных сигналов 8-1, 2*(4-1), 4*(2-1)
CANIPP	Интерфейс CANbus- 2 ветви типа ИПП
CANIVA	16-канальный измеритель вакуума (тока магниторазрядного насоса)
CURVV	Универсальный регистр ввода/вывода (2 выходных и 4 входных регистра по 8 бит)
CIR8	Регистратор дискретных сигналов (регистр прерывания, СДС, регистры ввода/вывода)
CAC168	8-канальный, 16-разрядный ЦАП, 16-канальный, 24-разрядный АЦП (класса 0,03%), входной и выходной регистры, встраиваемая плата
CAN-DDS	Модуль CAN-DDS представляет собой делитель входной тактовой частоты с дистанционно перестраиваемым дробным коэффициентом. Модуль предназначен для использования в цепи обратной связи возбуждателей для ВЭПП-5 и ВЭПП-2000
CAN-ADC3212	Для замыкания цепи обратной связи в схеме термоподстройки резонатора, контроля температур в отдельных точках резонатора и осуществления блокировок. 24-канальный 12-битный дифференциальный АЦП с переключаемым коэффициентом усиления; 4-канальный 12-битный двуполярный ЦАП.
CANGW	Шлюз Ethernet - CAN/RS485
VME-CAN	Интерфейс VME-CAN

- Изготовлены, налажены и переданы в эксплуатацию очередные 75 блоков с интерфейсом CAN-BUS для систем управления и контроля различных электрофизических установок. Следует отметить, что устройства этого семейства широко используются и при выполнении контрактных работ. За последние 3 года более 130 модулей в комплекте с различными источниками питания поставлены в КАЕРИ (Южная Корея), IMP (Китай), ОИЯИ (Россия), КИСИ (Москва), НИТИ “Прогресс” (Ижевск).

В связи с непрерывно возрастающим в Институте объемом различных магнитных измерений, в 2002 году было принято решение разработать в стандарте VME набор модулей, позволяющих проводить прецизионные измерения полей как с помощью матриц на датчиках Холла, так и с помощью подвижных катушек. Сейчас в состав набора входят:

- прецизионный АЦП со встроенным аналоговым коммутатором;
- 32-канальный коммутатор с погрешностью коммутации 1 мкВ, для работы с датчиками Холла в модуле предусмотрен прецизионный (0,001%) генератор тока;
- прецизионный интегратор с цифровым выходом.

- На базе разработанной аппаратуры на стендах магнитных измерений ИЯФ в 13-м здании и ЭП-1 созданы несколько систем, которые широко используются при выполнении различных контрактов. Написан комплект программ для работы с созданными системами.

- Продолжена разработка стендов на базе “Интеграторов с цифровым выходом” и комплектов подвижных катушек для измерения характеристик ондуляторов.

- Продолжена разработка аппаратуры для двухкоординатных монолитных датчиков Холла.

- Продолжена работа по внедрению современных интеллектуальных контроллеров в системах управления физических установок. В частности, доработано программное обеспечение шлюза CAN-Ethernet и контроллера VME. Изготовлены очередные 6 контроллеров VME для различных установок института и 16 шлюзов CAN-Ethernet. Использование данных контроллеров позволяет унифицировать системное программное обеспечение и использовать готовые системы управления, в частности EPICS.

- Продолжена работа по CAN-BUS интерфейсу с магистралью VME. Разработана библиотека и тестовые программы для ОС VxWorks. Изготовлена партия из 4 интерфейсов для автоматизации сверхпроводящего вивглера, а также стенда магнитных измерений.

- По контракту с ЦЕРН изготовлен полный комплект аппаратуры регистраторов дуги. Первые 14 крейтов установлены в тоннеле ЛНС.

- Для замены популярного, но физически устаревшего контроллера крейта K0607 в 2003 году был разработан новый, на современной элементной базе. В 2006г. выпущено и передано в эксплуатацию очередные 15 очередных контроллеров и 25 интерфейсных плат (20 шт для шины PCI).

- Продолжены работы по созданию цифровых регистраторов оптических изображений с интерфейсом Fast Ethernet. Разработана (и выпущена партия блоков для наблюдения пучков комплексов ВЭПП-4 и ВЭПП-2000 и диагностики плазмы) новая версия регистраторов двумерных изображений, характеризующаяся улучшенными чувствительностью и квантовой эффективностью. Эти регистраторы могут работать как со встроенным, так и с одним или с двумя внешними (подключенными шлейфом) матричными ПЗС. Соответствующие блоки внешних (подключаемых) ПЗС разработаны для наблюдения позитронных пучков накопителя ВЭПП-2000. Кроме того, разработаны платы подключаемых блоков на основе высокочувствительных 2000-

элементных линейных ПЗС с целью последующей модернизации системы стабилизации пучков СИ накопителя ВЭПП-3 (и, в перспективе, проектируемого компактного накопителя).

- Продолжена разработка оборудования для исследования быстропротекающих процессов на пучках СИ: завершена разработка быстрого 12-канального 16-разрядного АЦП с трактами обработки сигналов детектора (тракты обеспечивают интегрирование коротких импульсных сигналов, подавление шумов в паузах, индивидуальную регулировку усиления в каналах и переключение полярности входного сигнала); разработан и изготовлен блок синхронизации АЦП.

- Для замены физически устаревшего оборудования для систем коррекции магнитного поля накопителя ВЭПП-4 разработан 16-канальный интерполирующий ЦАП с интерфейсом MIL-STD-1553B с использованием современной элементной базы. Модуль полностью совместим с предыдущей разработкой. Все старые ЦАП (28 шт) заменены на новые, что позволило существенно повысить надежность работы всех систем коррекции магнитного поля ВЭПП-4.

- Для замены устаревшего оборудования для систем питания основных магнитных элементов накопителя ВЭПП-4 продолжена разработка прецизионного интерполирующего ЦАП с интерфейсом MIL-STD-1553B с использованием современной элементной базы. Модуль будет программно совместим с предыдущей разработкой.

- Продолжена разработка шлюза-мультиплексора для сбора данных на детекторе КМДЗ. Готово встроенное программное обеспечение. Во втором квартале планируется пуск-наладка комплектной системы сбора данных КМД-3.

- Начата разработка управляющей системы для инжекторов нейтральных пучков (диагностический и нагревательный варианты инжекторов). Система базируется на коммерчески доступных компонентах. Математическое обеспечение унифицировано для обоих вариантов инжектора и предусматривает интеграцию в общую систему управления.

- Закончена разработка, подготовлен комплект конструкторской документации и выпущена опытная партия нового цифрового регистратора ADC-502. Данный регистратор предназначен для замены морально устаревших АЦП-850SK.

- Произведена замена физически устаревшего КАМАК-оборудования на модернизированное для системы контроля источников питания вакуумных насосов на инжекционном комплексе ВЭПП-5.

- Продолжена разработка многоканальной системы для измерения температуры и расхода охлаждающей жидкости. Датчики в данной разработке не имеют подвижных частей, а блок электроники может располагаться на значительном удалении от датчиков. Эти обстоятельства позволяют надеяться на создание высоконадежного измерителя для работы в условиях повышенной радиации.

- Продолжена разработка устройства нового поколения для измерения мгновенных значений магнитного поля в импульсных элементах каналов.

- Для работ с газовыми системами детектора “Кедр” изготовлен и настроен ряд модулей, предназначенных для измерения и управления газовыми потоками. Введен в эксплуатацию модернизированный блок управления детандером-ожижителем гелия.

- Продолжена разработка высокочастотного таймера для инжектора лазера на свободных электронах.

- Изготовлены и поставлены заказчику 2 контроллера источников питания для сверхпроводящих магнитов. Источники питания будут применяться не только в Институте, поэтому предусмотрена возможность автономной работы (без внешнего

управляющего компьютера). Для этого контроллер снабжен ЖК экраном и миниатюрной клавиатурой управления.

- Продолжены работы по развитию сайта лаборатории. <http://www.inp.nsk.su/div/16-1/weblab6/start.html>. Данный сайт должен способствовать более полному и корректному использованию разработок лаборатории. Для этого, помимо описаний различных модулей, появились руководства по эксплуатации (application notes). Сайт регулярно обновляется.

- Продолжена разработка электроники для датчиков положения пучка, основанных на измерении токов изображения. Аппаратура установлена на канал транспортировки пучка “БЭП - ВЭПП” комплекса ВЭПП-2000 и успешно используется для проводки пучка. Приборы конструктивно и программно совместимы с новым ИПП-32.

- Продолжена разработка аппаратуры для системы подавления неустойчивостей поперечного движения пучка в накопителе ВЭПП-4. В рамках этой работы закончено изготовление широкополосных усилителей (50 МГц, 400Вт), работающих в линейном режиме. Часть системы изготовлена и поставлена на ВЭПП-4, начаты эксперименты с пучком. Работа будет продолжена в 2007г.

- Продолжено изготовление электроники пикап-станций и других узлов систем измерения положения пучка для коллайдера ВЭПП-2000 и для Накопителя - охладителя инжекционного комплекса. Системы базируются на специально разработанном 4-х канальном 12-разрядном АЦП, имеющем тактовую частоту измерений до 45 МГц. В 2006г. комплект аппаратуры установлен на ВЭПП-2000 и подготовлен к последующему применению.

- Напомним, что измерительная система с похожей аппаратурой (28 пикап-станций) и с применением этих же АЦП в течение нескольких лет успешно используется на микротроне-рекуператоре (ЛСЭ, 11 корпус) и на комплексе в КАЕРИ. Продолжено изготовление электроники для систем второй очереди ЛСЭ. Завершение работы примерно удвоит количество пикап-станций на микротроне-рекуператоре.

- Проведена модернизация системы, измеряющей положение пучка (орбиту) в тракте линейного ускорителя Инжекционного комплекса. Система базируется на 14 датчиках типа полосковой линии и ориентирована на частоту повторения измеряемых пучков от единиц Гц до 50Гц. В 2006г. полностью введена в работу новая электроника 5 датчиков электронного тракта и одного датчика позитронного тракта. Электроника для остальных 8 пикапов позитронного тракта готова, установлена на Линак и прокалибрована. Система ориентирована на измерение положения электронного и позитронного пучков с числом частиц в сгустке от 10^8 до 10^{10} . Всего объем электроники для этих систем занимает два крейта САМАС.

- Продолжена разработка прецизионных ЯМР магнитометров. В зависимости от комплектации электроники и от разновидности датчиков магнитометр охватывает диапазон полей от 0.02Т до 11Т. Относительная погрешность измерений не превышает 10^{-5} или даже 10^{-6} в зависимости от уровня поля и его однородности. Комплект такой аппаратуры (в стандарте VME) установлен и работает на комплексе ВЭПП-2000. Здесь налажено измерение магнитных полей в каждом из 8 поворотных магнитов ВЭПП-2000 и в 13-м магните БЭП. Диапазон полей 0,3 - 2,4 Тесла. Установлены датчики на детектор КМД-3. Разработано программное обеспечение для ОС LINUX. В порядке совершенствования аппаратуры разработан новый вариант магнитометра, уместившегося всего на одной VME плате. Заметим также, что составная часть ЯМР магнитометров - синтезаторы частоты, применяются отдельно, например, на комплексе ВЭПП-4 в экспериментах с прецизионными измерениями характеристик

поляризованных пучков.

- Продолжена разработка аппаратуры привода шаговых двигателей. Наиболее популярны в ИЯФ блоки типа ЭШД5, предназначенные для управления шаговым двигателем типа ШД-5Д1МУЗ. В настоящее время произведено и налажено несколько десятков блоков ЭШД5 для модернизации станков с ЧПУ Экспериментального производства ИЯФ.

- В рамках продолжающегося сотрудничества со SLAC и FNAL по измерениям медленных вертикальных перемещений элементов и узлов ускорителей в течение 2004 и 2005г.г. была успешно проведена разработка емкостных и ультразвуковых гидростатических датчиков вертикальных перемещений. Как результат совместных (с сотрудниками SLAC) испытаний этих датчиков в конце 2006г. между ИЯФ и SLAC был заключен контракт на изготовление 40 ультразвуковых и 116 емкостных датчиков для использования их в гидростатической системе выставки элементов установки LCLS - (Linac Coherent Light Source, USA). Система должна иметь разрешение лучше микрона, что вполне доступно для разработанных нами датчиков. Работу планируется завершить в начале 2008 года.

7.3 Исследования, связанные с моделированием и решением электростатических и электродинамических задач

1. Как и в предыдущие годы, продолжались работы по дальнейшему развитию программ для расчета электростатических и магнитостатических полей, электронных и ионных пушек. В том числе:

- В комплексе программ ESAM реализована возможность самосогласованного расчета эмиссии с катода и динамики пучка в электрическом ВЧ поле в квазистационарном приближении. Это позволяет рассчитывать параметры электронных сгустков, формируемых катодно-сеточными узлами, помещенными в ВЧ резонаторы или ускоряющие структуры, при приложении кроме постоянного напряжения смещения дополнительного ВЧ напряжения на зазор сетка-катод. Работы в этом направлении будут продолжены.

- Продолжено развитие на Windows основе комплекса программ MAG3D для трехмерных расчетов магнитов с учетом эффекта насыщения сердечника.

2. Проведены работы по численным расчетам, моделированию и проектированию электронных пушек, электронных и ионных пучков, а также магнитных систем. В том числе:

- Проведено моделирование импульсного источника электронов для инжекционного комплекса ВЭПП-5.

- Продолжалась разработка проекта многозазорного ВЧ- ускорителя ИЛУ-12 с энергией электронов 5 МэВ и средней мощностью в пучке 300 кВт. Рассчитана реальная форма микроимпульса тока, инжектируемого из катодно-сеточного узла, помещенного в первый зазор ускорителя.

- Проведен расчет магнита источника отрицательных ионов для контрактной работы с ИВА.

7.4 Разработки для Экспериментального Производства ИЯФ

Продолжалась помощь Экспериментальному Производству Института в автоматизации выполнения отдельных технологических операций, в автоматизации контроля параметров некоторых типов выпускаемых изделий, в разработке или в совершенствовании технологий.

- Три экземпляра разработанной в 2004г. “паяльной машины”, в которой нагрев медной шины осуществляется переменным электрическим током величиной в несколько килоампер, а в качестве нагревательных элементов используются графитовые электроды, успешно работают в 8-м корпусе ЭП.

- Как и в предыдущие годы, поддерживается в работоспособном состоянии созданная ранее система, предназначенная для термодиффузионной сварки медных фольг с площадью сварки до 100x100 мм².

- В экспериментальном производстве Института поддерживаются в работоспособном состоянии ранее созданные автоматизированные системы управления двенадцатью технологическими установками для термической обработки элементов физических установок. Ведется разработка аппаратуры для нескольких новых печей.

7.5 Статус линейного ускорителя – инжектора ТНК

В ноябре-декабре 2006 г. были продолжены работы на линейном ускорителе-инжекторе комплекса ТНК г. Зеленоград. Цель работ:

- тренировка линейного ускорителя с целью повышения энергии электронного пучка до 70 МэВ;

- проводка ускоренного электронного пучка на цилиндр Фарадея (ЦФ) находящегося в плоскости эквивалентной входу пучка в бустер (малый накопитель);

- стабилизация амплитуд импульсов модулятора “Оливин” и плавная регулировка анодного напряжения КИУ-53 от 170 кВ до 230 кВ (совместно с разработчиками модулятора, РИМР, г. Санкт-Петербург);

- установка защиты пушки ЛУ по вакууму и охлаждению в автоматическом режиме.

На рис.1 представлена схема ускорителя. В качестве источника ВЧ мощности используется станция “Оливин” с клистроном КИУ-53. Для достижения на выходе ЛУ энергии электронов 70 МэВ необходимо по волноводному тракту подать в структуру мощность порядка 16 МВт. В конце 2005 г. на выходе ЛУ был получен пучок электронов с энергией порядка 50 МэВ. Дальнейшее повышение энергии ограничивалось электрической прочностью структуры и волноводного тракта. В ноябре 2006 г. работа на линейном ускорителе была продолжена.

В результате двухнедельной тренировки получен стабильный уровень напряженности поля в ускоряющей структуре 230 - 240 кВ/см, достаточный для получения требуемой энергии электронов на выходе ЛУ. Уровень и стабильность ускоряющего поля в ЛУ контролировались по сигналу Улу из центрального резонатора структуры (см.рис.1). На рис.2 приведены осциллограммы напряжения падающей волны (К1) и напряжения в ускоряющей структуре (К2).

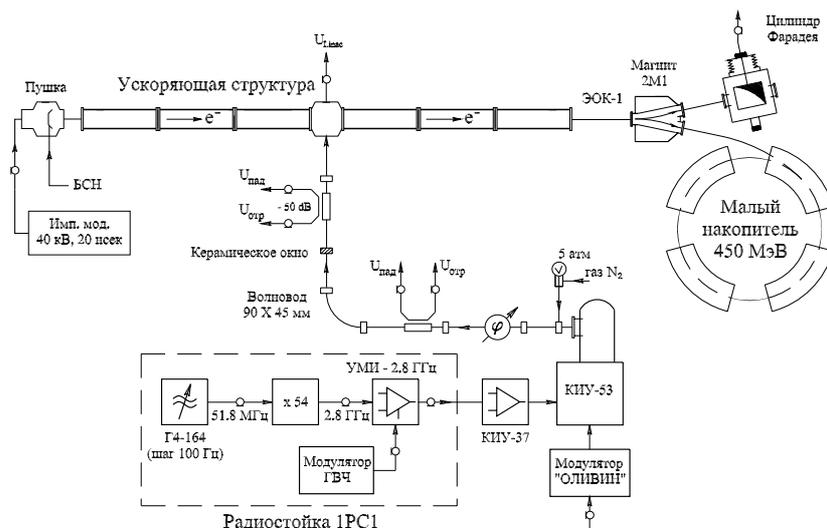


Рис. 1: Схема ускорителя.

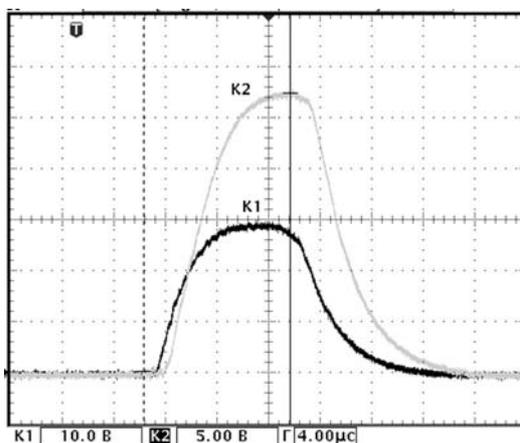


Рис. 2: Осциллограммы напряжения падающей волны (K1) и напряжения в ускоряющей структуре (K2). При этом: анодное напряжение на КИУ-53 = 210 кВ, анодное напряжение на КИУ-37 = 12.7 кВ, частота ВЧ поля 2799.2 МГц.

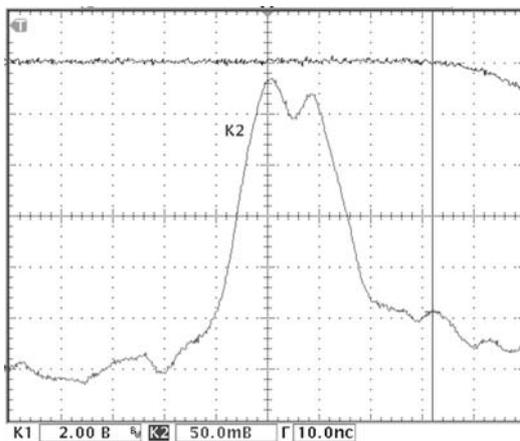


Рис. 3: Форма тока ускоренного пучка на выходе ЛУ (K2). Развёртка шкалы 10 нс/дел.

Наблюдение пучка проводилось с помощью монитора тока, расположенного непосредственно на выходе из ЛУ (рис.3) и с помощью цилиндра Фарадея (ЦФ) после поворотного магнита спектрометра 2М1. Оптимизация токопрохождения пучка при заданном токе магнита 2М1 в пределах 12 - 13 ампер, осуществлялась посредством корректоров и фокусирующих линз в ускоряющей структуре и электронно-оптическом канале ЭОК-1.

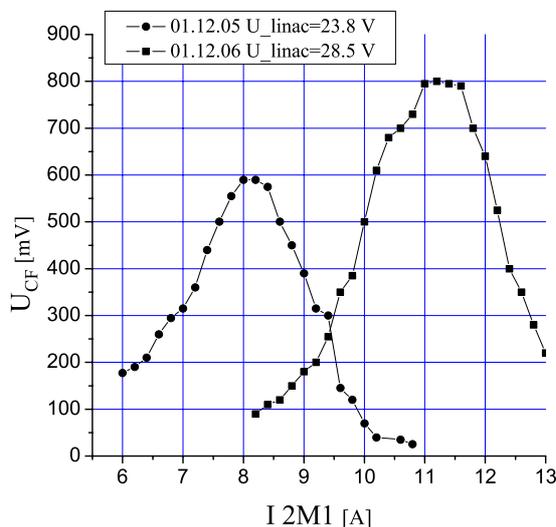


Рис. 4: Зависимость амплитуды напряжения на ЦФ, при изменении тока в отклоняющем магните спектрометра 2М1. (Левый график -2005г., после ВЧ тренировки - Правый график -2006г.)

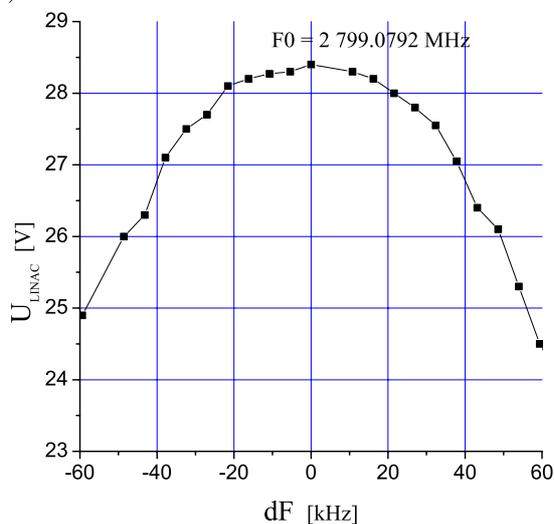


Рис. 5: Амплитудно-частотная характеристика ЛУ.

Для измерения энергии электронов использовался поворотный магнит спектрометра 2М1 совместно с цилиндром Фарадея. На рис.4 представлены результаты измерений зависимости напряжения на ЦФ, пропорционального пришедшему заряду, при изменении тока в отклоняющем магните спектрометра 2М1: левый график получен в экспериментах 2005 года, соответствует энергии 50 МэВ, а правый график - достигнутый результат в декабре 2006 года, соответствует энергии пучка 70 МэВ. Коллиматором перед ЦФ является трубка канала диаметром 16 мм.

В результате проведенной работы все системы ускорителя функционируют ста-

бильно и обеспечивают получение энергии электронного пучка порядка 70 МэВ. Дальнейшее увеличение энергии возможно при постоянной эксплуатации ускорителя.

В работе в период с 27.11.2006 по 09.12.2006 гг., по запуску Линейного Ускорителя на комплексе ТНК г. Зеленолград, принимали участие :
Анчугов О.В., Кокин Е.Н., Матяш Н.В., Острейко Г.Н., Сердобинцев Г.В., Филиппенко А.В., Чернов К.Н.

7.6 Разработка прототипов ВЧ станций для ускорителей SIS100/300 и NESR ускорительного центра GSI, Darmstadt, Germany

В 2006 году в лаборатории продолжалось сотрудничество с научным центром GSI (Дармштадт, Германия) по ускорительному проекту FAIR. Заключенный летом 2006 года контракт предусматривает разработку проекта прототипов ВЧ станций для ускорителей SIS100, SIS300 и NESR.

Основные параметры ВЧ станций даны таблице 1.

Параметр	SIS100	SIS300	NESR
Диапазон рабочих частот, МГц	1.1 ... 2.8	1.1 ... 2.8	0.9 ... 2.7
Максимальная амплитуда ускоряющего напряжения, кВ	20	20	15
Ускоряемый ток ионов	2.6 А (U^{73+})	2.6 А (U^{73+})	2.6 А (U^{73+})
Установочная длина, мм	2800	2800	2800
Апертура вакуумной камеры, мм	150	150	200
Выходное сопротивление ВЧ системы для пучка Ом	<3000	<3000	<3000
Режим работы ВЧ станции	Непрерывн.	Непрерывн.	Непрерывн.
Максимальная мощность ВЧ генератора, кВт	65	65	50

ВЧ станция включает ускоряющий резонатор, генератор ВЧ мощности с источниками питания и систему управления и контроля. Ускоряющий резонатор состоит из двух четвертьволновых отрезков коаксиальной линии, свободные концы которых образуют ускоряющий зазор. Пространство между проводниками коаксиалов заполнено ферритом марки 400НН. Для перестройки рабочей частоты резонатора используется подмагничивание ферритов.

Выходной каскад ВЧ генератора выполнен на одной лампе - тетроде RS2054SK производства Tales/Siemens. Имеется возможность перехода на лампу CW100000 фирмы Eimac. Для возбуждения тетрода используется предусилитель на транзисторах с выходной мощностью 1.2 кВт. Предусилитель работает во всем диапазоне частот без перестройки. Лампа питается от анодного выпрямителя с выходным напряжением 12 кВ и выходной мощностью 120 кВт. Предусмотрены также источники смещения экранной и управляющей сеток и питание накала лампы. Цепи быстродействующей защиты выходной лампы снимают напряжение анодного питания лампы в случае пробоя в ней.

Система управления осуществляет регулирование амплитуды ускоряющего напряжения и автоподстройку резонатора с помощью цепей обратной связи, а также защиту элементов системы и персонала в случае нештатной ситуации. Для управления и контроля ВЧ станции от ЭВМ используется интерфейсное оборудование стандарта PLC (Siemens S7).

Заключенный контракт предусматривает два этапа его выполнения. На первом этапе, который был закончен в конце 2006 года, разработана и передана заказчику Спецификация прототипа ВЧ станций, в которой представлены основные технические и конструктивные решения, выбраны режимы работы элементов. Целью второго этапа контракта является детальная проработка проекта прототипа ВЧ станций, разработка конструкторской документации, достаточной для сдачи станции в производство. Этап должен быть закончен к концу апреля 2007 года.

В работе участвовали:

В.С.Арбузов, Ю.А.Бирючевский, Э.И.Горникер, С.А.Крутихин, Я.Г.Крючков, Г.Я.Куркин, В.Н.Осипов, В.М.Петров, А.М.Пилан.

7.7 Резонатор 700 МГц для источника рентгеновского излучения “НЕСТОР”

По контракту № RU/03533872/E-04026 с Национальным научным центром “Харьковский физико-технический институт” разработан и изготовлен высокочастотный резонатор для накопительного кольца источника рентгеновского излучения “НЕСТОР”. Энергия электронов в накопителе - $40 \div 225$ МэВ, циркулирующий ток - 180 мА. Параметры резонатора сведены в таблице 1. Схематический чертеж резонатора приведен на рис. 1., а фотография резонатора на рис. 2.

Таблица 1.

Рабочая частота,	МГц 699.3
Диапазон перестройки частоты, %	0.1
Шунтовое сопротивление, Мом	> 2.0
Ускоряющее напряжение, кВ	> 200
Мощность, рассеиваемая в резонаторе, кВт	15

Цилиндрический медный резонатор с небольшими выступами в районе апертуры изготовлен методом пайки дисков к обечайке. ВЧ мощность поступает в резонатор по 75-омному коаксиальному фидеру. Ввод мощности - индуктивный. Цилиндрическое окно из керамики 22 ХС отделяет вакуумный объём резонатора от атмосферы. Перестройка частоты осуществляется бесконтактным плунжером. Сигнал с измерительной петли выводится через вакуумно-плотный разъём (канал 16 x 7). Откачка резонатора на вакуум производится магниторазрядным насосом, который присоединяется к нижнему фланцу. Стенки резонатор, ввод мощности и плунжер охлаждаются водой. Холодные измерения показали соответствие параметров расчетным значениям. Горячие испытания не входят в стоимость контракта и будут произведены заказчиком.

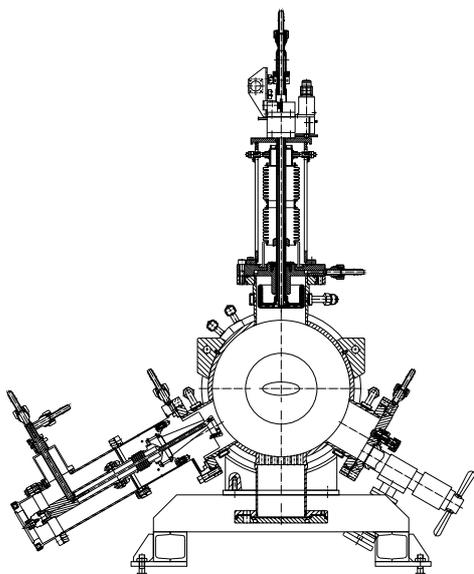


Рис. 1: Схематический чертёж резонатора.



Рис. 2: Внешний вид резонатора.

В работе участвовали:

Крючков Я.Г., Макаров И.Г., Острейко Г.Н., Седяров И.К., Сердобинцев Г.В., Чернов К.Н.

7.8 Создание прототипа промышленного линейного ускорителя 5МэВ, 300кВт

В ИЯФ СО РАН осуществляется разработка и создание прототипа мощного линейного ускорителя (ИЛУ-12) для промышленных применений с энергией 5 МэВ и средней мощностью в пучке 300 кВт (грант ISTC Project 2550). В 2006 году выполнены следующие работы:

1. Закончено изготовление ускоряющей структуры и проведена ее настройка. Измерены основные параметры структуры: частоты связи, коэффициенты связи, добротность и распределения полей в ячейках.

Ниже приведены расчетные и измеренные параметры структуры.

Параметр	Расчет	Измерения
Частота, МГц	176.276	176.308
Добротность	22000	19590
Шунтовое сопротивление, МОм	18	17

На рис.1 показан общий вид ускоряющей структуры и приведены результаты измерения парциальных частот после настройки структуры. Расчетная и экспериментальная дисперсионные кривые показаны на рис.2. Расхождение кривых связано, в основном, с отклонением на 1МГц парциальной частоты первого (по ходу пучка) резонатора связи. На распределение полей в ускоряющих ячейках это повлияло мало.

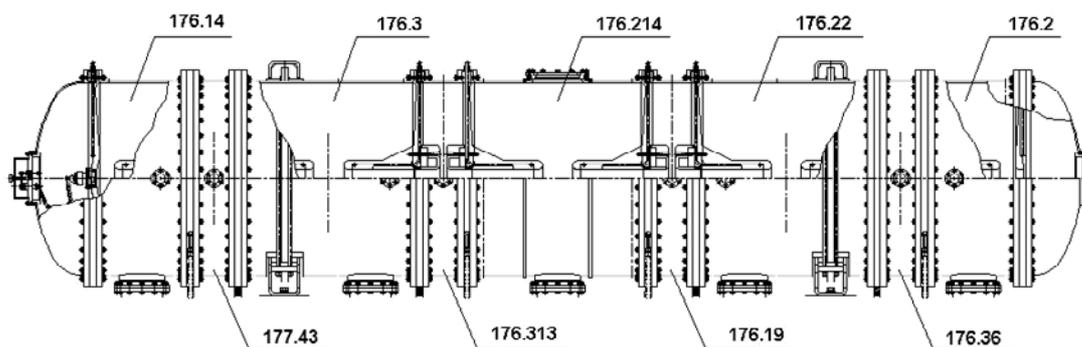


Рис. 1: Общий вид ускоряющей структуры. Показаны значения парциальных частот (МГц) ячеек после настройки.

2. Закончено изготовление и испытание ввода ВЧ мощности в ускоряющую структуру. Испытания ввода ВЧ мощности проводились на стенде. Стенд состоит из вакуумного объема и высокочастотного генератора на частоту 176 МГц (рис.3).

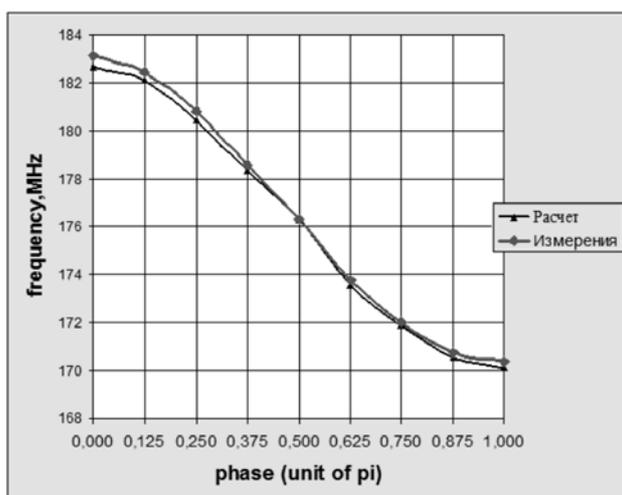


Рис. 2: Дисперсионная кривая ускоряющей структуры.



Рис. 3: Стенд испытания вводов мощности.

Мощность генератора $P=2$ кВт, длительность импульса 100 мкс, частота повторения 1 кГц, скважность 10. Этой мощности достаточно для проведения испытаний ввода при использовании резонансных свойств коаксиального контура.

Испытания показали, что тренировка позволяет пройти зону мультипактора при рабочих уровнях мощности и ниже (на порядок). Изолятор не пробивается при напряжении на 20% выше номинального уровня.

3. Ускоряющая структура собиралась в вертикальном положении и проверялась на вакуум. Затем была установлена в горизонтальное положение на подставку. Проведена повторно проверка на вакуум и установлен ввод мощности. Осуществлено согласование структуры с фидером 50 Ом. На рис.4 показана ускоряющая структура с установленным вводом мощности.

4. Создан и настроен генератор 176МГц мощностью до 3МВт. На малом уровне мощности проверено согласование и проведена калибровка ВЧ датчиков (на атмосфере).

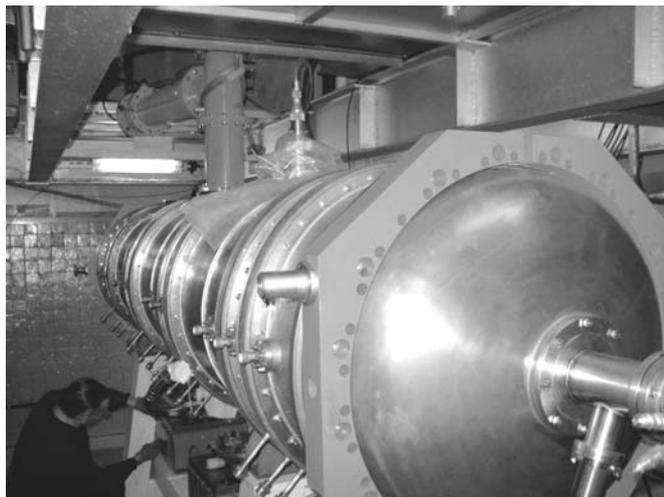


Рис. 4: Ускоряющая структура с вводом мощности.

В работе принимали участие сотрудники лаб.6-2, лаб.6-0, лаб.14, НКО: В.Л. Ауслендер, И.В. Горнаков, И.Г. Макаров, Н.В. Матяш, Г.Н. Острейко, А.Д. Панфилов, Г.В. Сердобинцев, В.В. Тарнецкий, М.А. Тиунов, А.П. Федоров, В.Г. Ческидов, К.Н. Чернов.

Публикации:

[140], [147], [353], [383].

7.9 Модернизация ВЧ систем накопителей Сибирь-1 и Сибирь-2

В 2006 году между ИЯФ и Курчатовским центром синхротронного излучения (КЦСИиНТ) г. Москва заключены два контракта на поставку оборудования и переделку существующих ВЧ систем накопителя Сибирь-1 и накопителя Сибирь-2. Накопитель Сибирь-2 с энергией электронов до 2,5 ГэВ и током до 0,3А является мощным источником синхротронного излучения. Накопитель Сибирь-1 с энергией электронов до 450 МэВ и током до 0,5 А работает как самостоятельный источник синхротронного излучения, а также в качестве инжектора накопителя Сибирь-2.

ВЧ система накопителя Сибирь-1.

Модернизация ВЧ системы накопителя Сибирь-1 включает в себя: поставку нового более мощного ВЧ генератора, существенную доработку ускоряющего резонатора и создание новой системы управления. В старой ВЧ системе максимальное напряжение резонатора не превышало 15 кВ. Новая ВЧ система должна позволить кратковременно на 0,1-1 сек повышать напряжение на ускоряющем резонаторе с 15 кВ до 30 кВ. Это позволит уменьшить длину выпускаемого пучка на энергии 450 МэВ и существенно повысит эффективность инжекции в накопитель Сибирь-2 при инжекции пучка из Сибирь-1.

Вместо старого ВЧ генератора мощностью 5 кВт с выходным каскадом на 2-х лампах ГУ-5Б будет установлен новый генератор мощностью 10 кВт. Выходной каскад

этого генератора выполнен на лампе ГУ-36Б и возбуждается от нового предусилителя на транзисторах с выходной мощностью 500 Вт.

Существующий ускоряющий резонатор накопителя Сибирь-1 будет разобран и доработан. Резонатор - коаксиальная линия, укороченная емкостью. Резонатор воздушный, в области ускоряющего зазора вакуумная камера накопителя имеет вставку из керамики ВК94-1, которая соединяется со стенками резонатора посредством гибких развязок. Для обеспечения электрической прочности при 30 кВ предложены следующие доработки резонатора (см. рис.1):

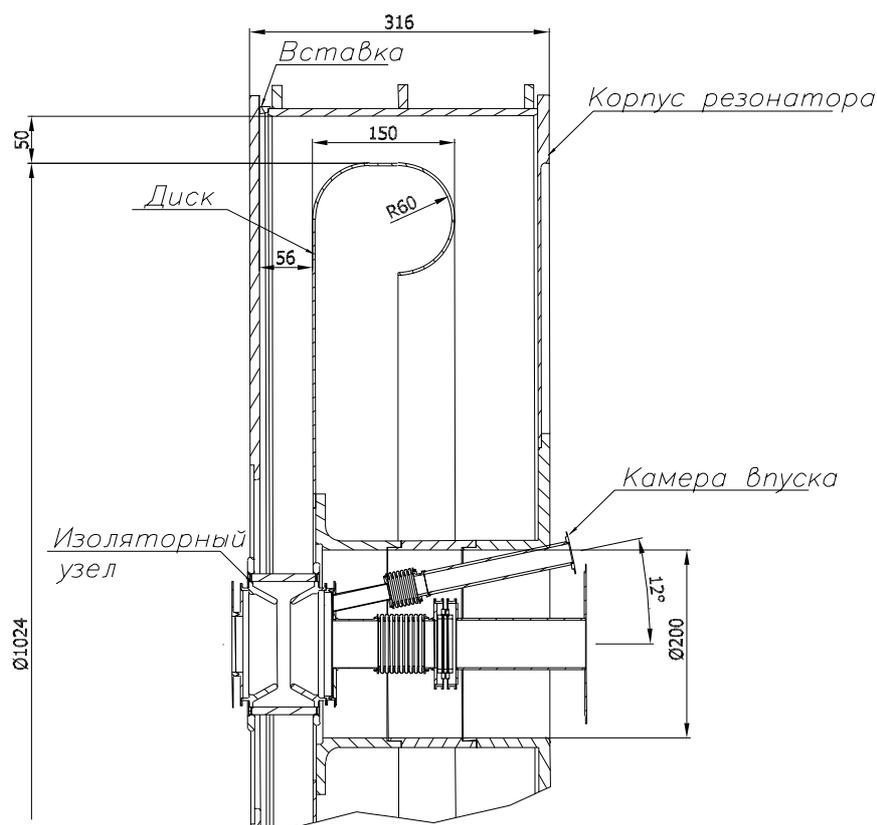


Рис. 1: Чертеж доработанного резонатора накопителя Сибирь-1.

1. диаметр диска существующего резонатора уменьшается и к нему припаивается разрезанное кольцо с увеличенным с 10 мм до 55 мм радиусом закругления.

2. увеличивается емкостной зазор с 38 мм до 56 мм за счет вставки между обечайкой и диском.

3. в вакуумной камере накопителя заменяется изоляторный узел на новый с увеличенной длиной керамики.

Внутренние размеры полостей резонатора подобраны так, чтобы резонансная частота осталась прежней - 34,5 МГц. Так же предусмотрена доработка ввода мощности и механизма подстройки рабочей частоты. Выполнены чертежи всех дорабатываемых узлов резонатора, и они изготавливаются в ЭП. Мощный генератор 34,5 МГц собирается и налаживается сотрудниками лаборатории 6-2. Монтируется радиостойка для новой системы управления ВЧ и блоки РЭА. Параметры ВЧ системы накопителя Сибирь-1 после ее модернизации даны в таблице 1.

Таблица 1

Рабочая частота	34,5 МГц
Добротность резонатора	6100
Шунтовое сопротивление резонатора	100 кОм
Кратность	1
Ускоряющее напряжение	2-30 кВ
Перестройка частоты	1%
Макс. мощность потерь в резонаторе (30кВ)	4,5 кВт
Мощность ВЧ генератора	10 кВт

ВЧ система накопителя Сибирь-2.

В Курчатовском институте планируется улучшить параметры накопителя Сибирь-2, как источника синхротронного излучения, установив в кольцо дополнительный источник СИ - сверхпроводящий виглер. В результате этого потери на оборот на энергии 2,5 ГэВ возрастут с 680 кэВ/об. до 1040 кэВ/об. Отсюда требования к ВЧ системе накопителя Сибирь-2 после ее модернизации: обеспечить увеличение суммарного ускоряющего напряжения с 1,1 МВ до 1,8МВ, компенсировать возросшую мощность радиационных потерь и повысить надежность работы.

Действующая сейчас ВЧ система имеет два независимых канала работающих на частоте 181,14 МГц. Каждый канал состоит из резонатора, аналогичного резонатору накопителя ВЭПП-4, волновода с сечением 986x100 и ВЧ генератора мощностью 200 кВт.

Согласно контракту один из действующих резонаторов накопителя Сибирь-2, в котором подъем напряжения свыше 600 кВ затруднен из-за ухудшения вакуума, будет снят и заменен секцией из двух биметаллических резонаторов, аналогичной ускоряющей секции микротрона-рекуператора Новосибирского ЛСЭ .

Корпус резонаторов изготовлен из биметалла (8 мм меди и 7 мм нержавеющей стали), полученной с помощью диффузионной сварки. Каналы водяного охлаждения находятся в нержавеющей стали. Каждый резонатор имеет 2 узла оперативной подстройки частоты рабочей моды и 2 узла подстройки высших мод (см. рис.2). Сверху расположен коаксиальный ввод мощности с цилиндрическим керамическим окном. Для измерения напряжения на зазоре имеется индуктивный датчик. Снизу на резонаторе установлен магниторазрядный насос.

Рабочая частота биметаллических резонаторов микротрона равна 180.4 МГц. Чтобы существенно не изменять размеры и форму их корпуса, первоначальная настройка на частоту 181,14 МГц каждого резонатора осуществляется специальной вставкой, устанавливаемой внутри порта предварительной откачки резонатора Резонаторы (рис. 2) подсоединяются к волноводу отдельными 75 Ом коаксиальными фидерами, которые спроектированы и изготавливаются по данному контракту. Мощность ВЧ генератора делится поровну между двумя резонаторами в секции с помощью двойного волноводно-коаксиального перехода. Оба коаксиала подключены в одно поперечное сечение волновода симметрично относительно середины его широкой стороны. Эквивалентная схема перехода представляет собой идеальный трансформатор с тремя обмотками. При согласованных коаксиальных фидерах, волновод также согласован. Конструкция позволяет достаточно оперативно изменять коэффициенты связи волновода с резонаторами относительно друг друга в пределах $\pm 10\%$. Конструкция перехода предельно простая и представляет собой центральный проводник

коаксиального фидера, проходящий сквозь волновод. Расстояние от эквивалентного трансформатора волноводно-коаксиального перехода до сечения положения в фидере узла напряжения при расстройке резонатора кратно нечетному числу четвертей длины волны в фидере. Таким образом, при расстройке любого резонатора токи возбуждения резонаторов не превышают величин, определяемых максимальной мощностью в настроенной системе.

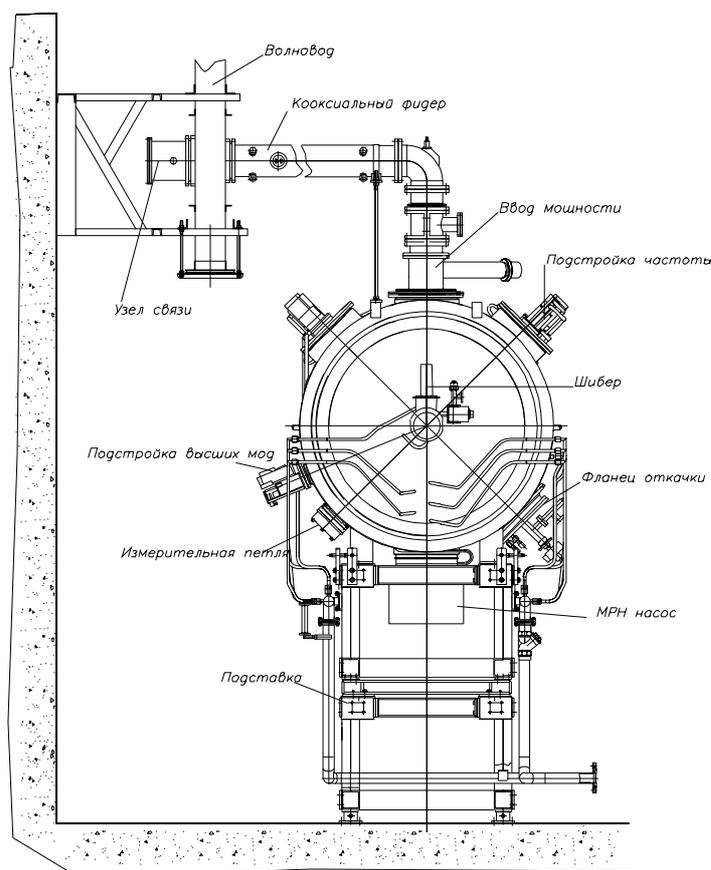


Рис. 2: Схема подключения биметаллического резонатора на накопителе Сибирь-2.

Вследствие того, что получить необходимый коэффициент связи резонатора с фидером путем изменения положения петли возбуждения невозможно ($\beta_{\max}=2$) в коаксиальной части фидера установлен четвертьволновый трансформатор 93 Ом, согласующий волноводный тракт при максимальном токе пучка.

Вновь изготавливаемая часть промежутка накопителя включает: резонаторную секцию с двумя вакуумными шиберами, приемник излучения для экранирования резонаторов от СИ, сильфонные развязки и шиберы для отсечения остающегося резонатора. Шиберы выполняются с внутренними ВЧ контактами. В настоящее время узлы резонаторов, фидеров и элементы промежутка изготавливаются в ЭП-1.

После модернизации ускоряющая ВЧ система накопителя Сибирь-2 будет состоять из одного старого резонатора с эффективным шунтовым сопротивлением $R_{\text{эш}}=6,9$ МОм и секции из двух биметаллических резонаторов, с эффективным шунтовым сопротивлением 4,2 МОм у каждого¹. Каждый канал питается от отдельных существующих ВЧ генераторов мощностью 200 кВт, выходные каскады которых выполнены на двух лампах ГУ101 А.

Резонаторы секции возбуждаются в противофазе за счет поворота петель вводов мощности. Центры ускоряющих зазоров резонаторов секции находятся на расстоянии 62,5 см. Это на 20,2 см меньше, чем половина длины волны на рабочей частоте. С учетом этого, для получения ускоряющего напряжения секции 900 кВ для циркулирующего электронного сгустка, ускоряющее напряжение на каждом резонаторе должно быть 485 кВ, т.е. суммарное напряжение равно 970 кВ. Мощность потерь в стенках 2-х резонаторов в этом случае равна 56 кВт.

Во втором канале при ускоряющем напряжении 900 кВ мощность потерь в стенках резонатора будет 59 кВт. Полное ускоряющее напряжение, получаемое на 3-х резонаторах - 1,8 МВ и максимальная ВЧ мощность, передаваемая в пучок, может составить 285 кВт.

¹ $R_{\text{эш}} = U_{\text{уск.}}^2 / 2P$, где $U_{\text{уск.}}$ - ускоряющее напряжение резонатора, P - мощность потерь при этом напряжении.

В работе участвовали:

В.С.Арбузов, Ю.А.Бирючевский, С.В.Волобуев, Э.И.Горникер, О.И.Дейчули, Е.К.Кенжебулатов, А.А.Кондаков, С.А.Крутихин, Я.Г.Крючков, И.В.Купцов, Г.Я.Куркин, Л.А.Мироненко, С.В.Мотыгин, В.Н.Осипов, В.М.Петров, А.М.Попов, А.М.Пилан, Е.А.Ротов, И.К.Седяров, А.Г.Трибендис, Л.М.Щеголев.

7.10 Ускоряющие структуры для Linac4, CERN

В 2006г. продолжались работы по изготовлению прототипов ускоряющих структур Linac4 для ЦЕРНа. Работы выполнялись совместно с РФЯЦ-ВНИИТФ, г.Снежинск, при финансовой поддержке МНТЦ. В рамках проекта МНТЦ 2875 была изготовлена секция ускоряющей структуры CCDTL (Cell Coupled Drift Tube Linac) на частоту 352 МГц (рис. 1).

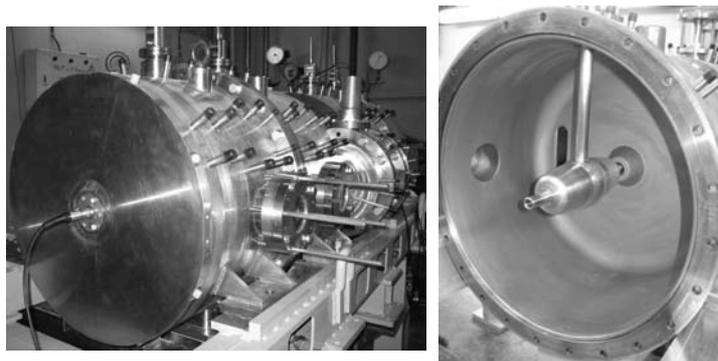


Рис. 1: Секция CCDTL.

Корпуса резонаторов изготовлены в Снежинске, пролетные трубки, внешние узлы и окончательная сборка выполнены в ИЯФ. Были проведены вакуумные испытания, измерения вч-параметров и настройка резонаторов секции. Секция отправлена в ЦЕРН для проведения испытаний на рабочем напряжении. В случае успешных испытаний секция будет использована в Linac4 в составе первого модуля CCDTL. В рамках проекта также была изготовлена ячейка (элемент периодичности) структуры SCL (Side Coupled linac) на частоту 704 МГц (рис. 2). Ячейка представляет собой технологический прототип. Были проведены вакуумные испытания и измерения вч-параметров ячейки.

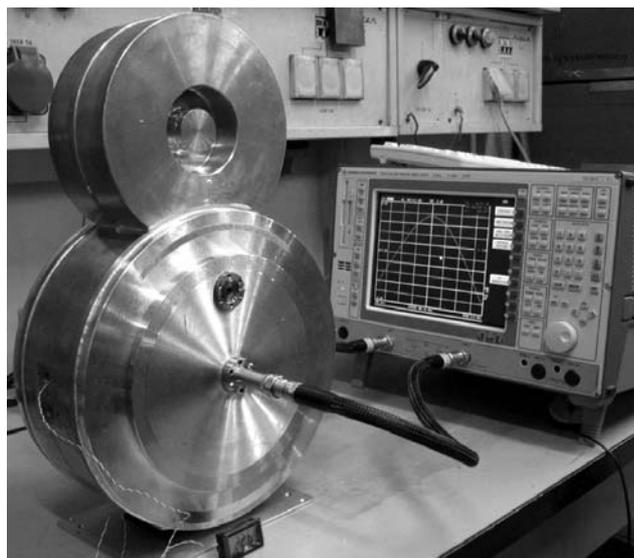


Рис. 2: Ячейка SCL.

В работе принимали участие:

И.А. Запрягаев, Е.К. Кенжебулатов, В.М. Петров, Е.А. Ротов, А.Г. Трибендис, Ю.А. Бирючевский (НКО), Я.Г. Крючков (НКО)

7.11 Группирующий резонатор для инжектора ERL LEPP Корнеллского университета

В 2006г. подписан контракт на изготовление группирующего резонатора на частоту 1300МГц для инжектора ERL (Energy Recovery Linac) Лаборатории физики элементарных частиц (LEPP) Корнеллского университета. Закончена конструкторская и технологическая проработка заказа.

В работе принимали участие:

И.К. Седяров, А.Г. Трибендис, Ю.А. Бирючевский (НКО)

Глава 8

Мощные электронные ускорители и разработка электронно-лучевых технологий

8.1 Радиационные технологии и ускорители электронов серии ЭЛВ

За 2006 г. лабораторией № 12 было поставлено пять ускорителей и одна транспортная система:

1. Шеньжень, Чамбао, Китай	ЭЛВ-4
2. Шеньжень, Фоси, Китай	ЭЛВ-6
3. Гуанчжоу, Кайхенг, Китай	ЭЛВ-6
4. Аполло, Корея, Китай	ЭЛВ-8
5. Капра, Корея	ЭЛВ-8
6. Подольск, Россия	транспортная система

А так же сдано в эксплуатацию пять ускорителей и одна транспортная система

1. Шеньжень, Чамбао, Китай	ЭЛВ-4
2. Шеньжень, Фоси, Китай	ЭЛВ-6
3. Подольск, Россия	транспортная система
4. Гуанчжоу, Зерновой элеватор, Китай	два ускорителя ЭЛВ-8
5. г. Тэгу, КПК, Южная Корея	ЭЛВ-12

Среди сданных в эксплуатацию ускорителей следует отметить 2 ускорителя ЭЛВ-8 мощностью 100 кВт для дезинсекции зерна в Китае (Рисунок 1), и ускоритель ЭЛВ-12 мощностью 400 кВт для обработки сточных вод красильного производства в г. Тэгу, Южная Корея .



Рис. 1: Гуанчжоу, Зерновой элеватор, Китай.

8.2 Применение мощных ускорителей электронов для очистки сточных вод

Статья составлена по материалам доклада "APPLICATION OF HIGH POWER ELECTRON ACCELERATOR IN WASTEWATER TREATMENT" представленном Б. Ханом, С.М. Кимом, Дж.К. Кимом, Ю.Р. Кимом, EB TECH Co., Ltd., г. Дэдэжон, Южная Корея; Дж.С. Чой, С.Дж. Ан, Корейский Красильный Технологический Центр, г. Тэгу, Южная Корея, Р.А. Салимовым, Н.К. Куксановым, ИЯФВ СО РАН на RUPAC-2006, Сентябрь 2006, ИЯФ СО РАН, г. Новосибирск, Россия.

Электронно-лучевая обработка сточных вод приводит к их очистке от различных загрязнений. Это происходит по причине деструкции этих загрязнений в результате их реакций с высокоактивными частицами, возникающими вследствие радиолиза воды: гидратированными электронами, свободными радикалами ОН и атомарным водородом. Иногда такие реакции сопутствуют другим процессам, а синергический эффект от использования комбинированных методов, таких как электронно-лучевая и биологическая очистка, абсорбция и тому подобные, усиливает эффект электронно-лучевой обработки при очистке сточных вод.

В процессе электронно-лучевой обработки сточных вод происходят химические преобразования загрязнений под воздействием ионизирующего излучения. При достаточно больших поглощённых дозах эти превращения могут привести к полному разложению (ликвидации) загрязняющих веществ. При рабочих условиях, а именно: при достаточно высокой концентрации загрязнений в сточных водах и экономически допустимых дозах происходит частичное разложение загрязнений, а также изменение их молекулярного состава, что, в конечном итоге, приводит к облегчению последующих стадий очистки, эффективности процесса, существенно зависящего как от условий облучения, так и от состава сточных вод.

Нами были исследованы сложные по составу сточные воды на текстильно-красильных производствах Красильно-Промышленного Комплекса (КПК) в г. Тэгу (Республика Корея). В состав этого КПК входит порядка ста компаний, занимающих площадь порядка 600000 м². Очистка сточных вод производится на комплексе сооружений по обработке сточных вод (химическая обработка и два уровня биологической обработки). Действующие сооружения обрабатывают до 80000 м³ сточных вод в день, извлекая до 500 м³ осадков сточных вод. Относительно высокая стоимость очистки обуславливается значительной степенью загрязнения воды различными красителями и ультрадисперсными частицами.

Результаты лабораторных исследований показали, что электронно-лучевая обработка сточных вод перспективна для их очистки. Самым значительным достижением является обесцвечивание и разложение окислением органических примесей в сточных водах. Установка радиационной обработки на стадии химической очистки или непосредственно перед биологической очисткой может привести к значительному уменьшению использования химического реагента, сокращению времени очистки и к увеличению предельных расходов стоков на существующих установках на 30-40%.

Основываясь на результатах лабораторных исследований, в октябре 1998 г. была сооружена пилотная установка для проведения масштабных тестов (расходы до 1000 м³ в день), оборудованная ускорителем электронов серии ЭЛВ с энергией 1 МэВ и мощностью 40 кВт. Ширина выпускного окна составляла 1500 мм. Сточная вода подавалась под выпускное устройство через инжектор для того, чтобы получить толщину струи не выше глубины проникновения электронов. Изменение поглощенной

дозы, а также мощности дозы, варьировалось скоростью струи. Сначала вода проходила под выпускным устройством, а затем подавалась на биологическую систему очистки. Многолетний опыт работы пилотной установки показал эффективность метода электронно-лучевой очистки сточных вод.

В соответствии с анализом экономичности и эффективности пилотной установки, в период с 2003 по 2005 г была сконструирована и введена в эксплуатацию установка электронно-лучевой обработки стоков красильно-текстильного производства в промышленных масштабах для:

- уменьшения количества химических реагентов до 50%,
- усиления эффективности разложения опасных органических примесей на 30%,
- уменьшения продолжительности отстаивания на стадии био-очистки.

В соответствии с данными, полученными в лабораторных условиях и в результате экспериментов на пилотной установке со стоками КПК, оптимально поглощенная доза для электронно-лучевой обработки составляет около 1 кГр. Для этой цели в качестве источника ионизирующего излучения был установлен ускоритель электронов ЭЛВ-12 мощностью 400 кВт с тремя отдельными излучателями. Установка расположена на территории уже существующих очистных сооружений по обработке сточных вод на КПК, предназначена для обработки 10000 кубометров сточных вод в день при использовании ускорителя ЭЛВ-12 с энергией 1 МэВ и мощностью 400 кВт и сопряжена с уже существующей системой био-очистки.

На Рисунке 2 показаны три выпускных окна ускорителя электронов ЭЛВ-12 с установленными под ними струйными технологическими модулями.

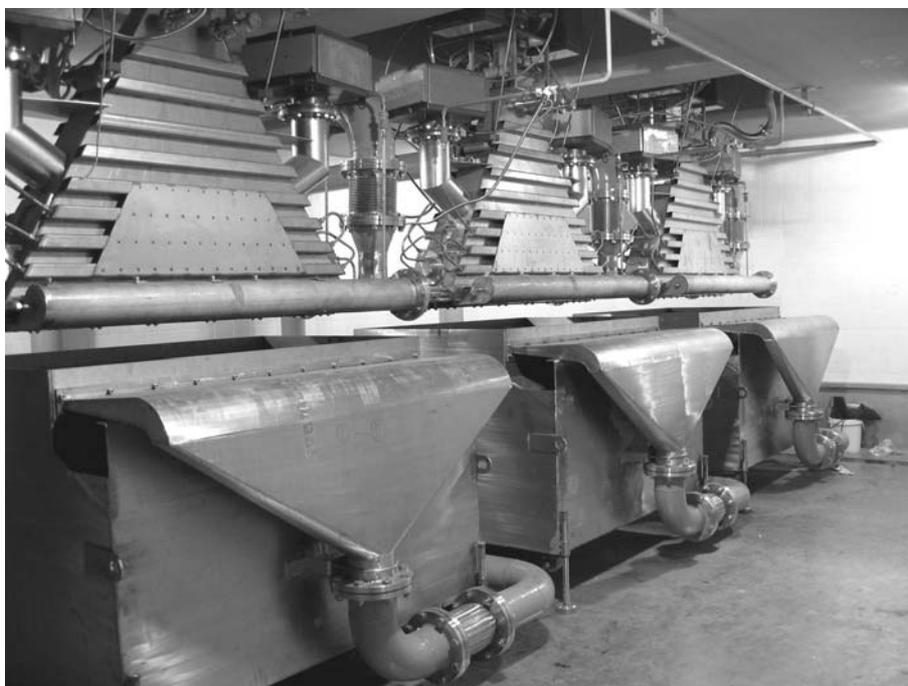


Рис. 2: Процесс обработки сточных вод электронным пучком Ускоритель ЭЛВ-12 для обработки сточных вод красильного производства, г. Тэгу, (Южная Корея)

В настоящее время комплекс по обработке сточных вод на основе ускорителя ЭЛВ-12 успешно работает в г.Тэгу (Южная Корея) и является первой в мире установкой полномасштабной промышленной очистки с использованием электронно-лучевой технологии.

8.3 Ускорители электронов типа ИЛУ и их применение

Введение

Серия высокочастотных ускорителей типа ИЛУ разрабатывается и изготавливается в Институте ядерной физики СО РАН уже более тридцати лет. Ускорители этой серии предназначены для широкого применения в различных технологических процессах. Они рассчитаны на длительную непрерывную работу в промышленных условиях. Ниже приведены основные параметры производимых Институтом ускорителей серии ИЛУ, перекрывающих диапазон энергий от 0,7 до 5 МэВ и имеющих мощность пучка до 50 кВт.

Параметры	ИЛУ-8	ИЛУ-6	ИЛУ-6М	ИЛУ-10	ИЛУ-10М
Диапазон энергий, МэВ	0.5÷1.0	1.2÷2.5	1.0÷2.5	2.5÷5.0	2.5÷4.0
Р электронного пучка (max), кВт	25	40	20	50	20
Средний ток пучка (max), мА	25	25	20	15	8
Производительность (10 Мрад), кг/час	500	850	450	850	450
Вес, т. Ускоритель	1.75	2.2	2.2	2.9	2.5
Вес, т. Местная защита	76	–	–	–	–

Поставки ускорителей

Начиная с 1983 года ускорители типа ИЛУ поставляются за границу, где они используются для исследовательских работ и для работы в составе промышленных технологических линий. Некоторые из этих машин загружены работой 2-3 смены в сутки на протяжении многих лет и успешно выдерживают подобную нагрузку. Надежность работы ускорителей и их технический уровень подтверждаются новыми поставками оборудования. По контракту с фирмой “ЭВАЛАР” г. Бийск был собран и сдан заказчику ускоритель ИЛУ-6, на базе которого планируется создание стерилизационного комплекса для обработки лекарственного сырья. Ускоритель подготовлен к монтажу у заказчика.

Двух-оконная выпускная система для ускорителя ИЛУ-8

В 2006 было разработано, поставлено и сдано заказчику в Японии двухоконное выпускное устройство для ускорителя ИЛУ-8 (1 МэВ, 20 кВт). Это устройство было разработано для одновременной обработки двух типов продукции. Его общий вид представлен на рисунке 1. Устройство представляет собой двухоконный раструб, выпуск электронного пучка в атмосферу производится импульсно через 2 выпускных окна, закрытых титановой фольгой. Предусмотрена возможность изменения распределения мощности выпускаемого пучка между этими окнами, а именно, в основное окно может быть выведено 80%-100% от мощности пучка, в дополнительное - до 20% мощности. Устройство состоит из раструба с магнито-разрядным насосом, фокусирующей линзы, основного сканирующего магнита, поворотного магнита и системы корректирующих линз.

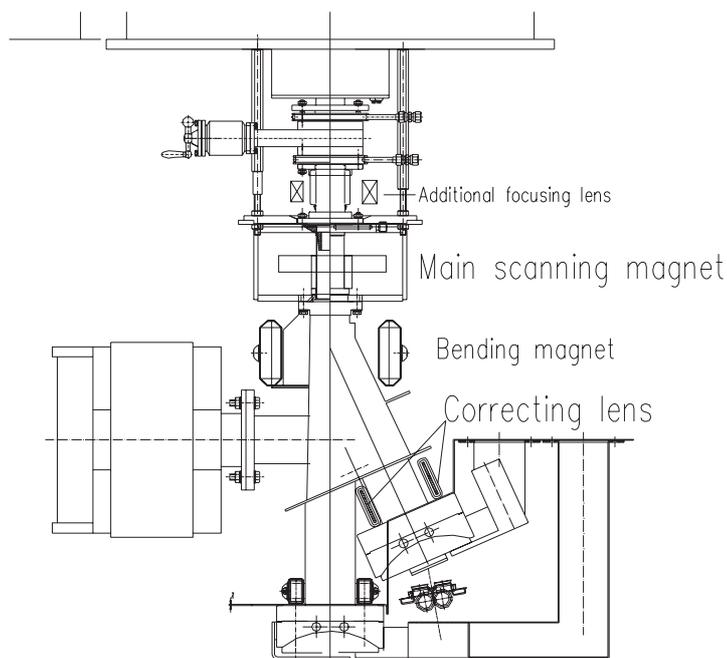


Рис. 1: Двух-оконная выпускная система для ускорителя ИЛУ-8.

Разработка ускорителя ИЛУ-12

В 2006 г. совместно с Лаб. 6 продолжились работы по созданию прототипа ускорителя ИЛУ-12 с энергией до 5 МэВ и импульсной мощностью до 2 МВт. Ускоряющая структура (включая катодно-сеточный узел) прототипа промышленного ускорителя электронов была изготовлена в Экспериментальном производстве и собрана в радиационно-защищенном бункере (см. Рис. 2).

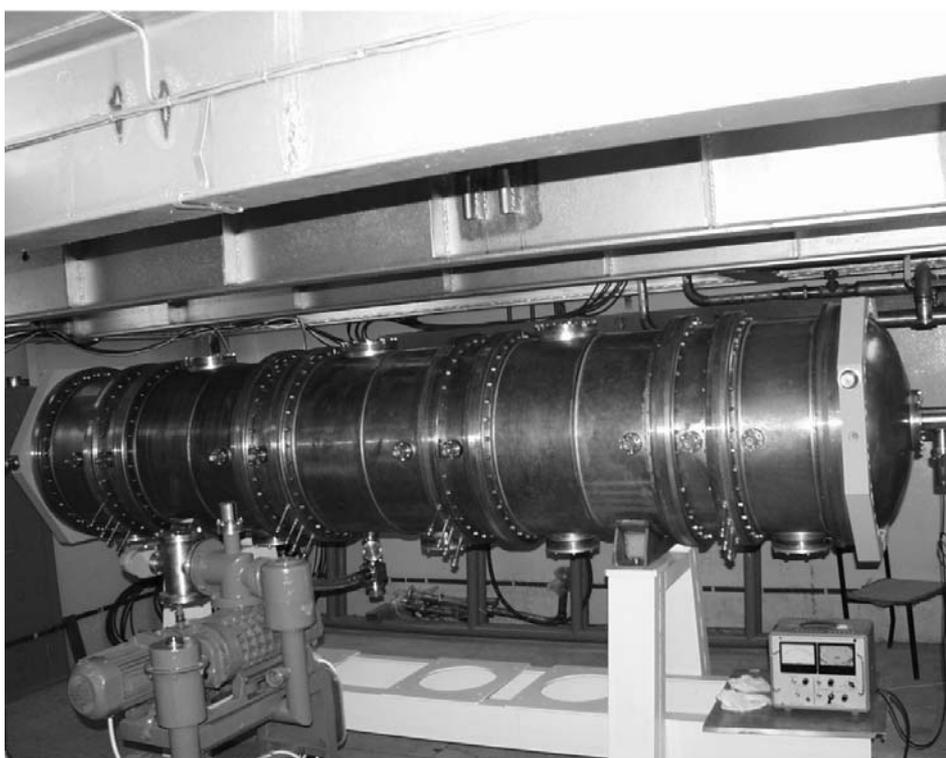


Рис. 2: Ускоряющая структура во время сборки.

Проведены измерения парциальных частот всех ячеек (см. Рис. 3) и произведена настройка ускоряющей структуры согласно расчетам.

В рамках этого же проекта ведутся работы по подавлению мультипактора в ускоряющей структуре. Монтируется стенд с вакуумным объёмом 600x500x500мм для напыления негабаритных деталей СВЧ - тракта для ускорителей ИЛУ. Разработан проект вакуумной системы для напылительной установки с большой камерой для покрытия нитридом титана деталей резонаторов ускорителя ИЛУ- 12. Заказ на изготовление вакуумной системы сдан в цех.

Для проверки эффективности покрытия было произведено напыление 2-х петель ввода мощности для ускорителя ИЛУ-12.



Рис. 3: Внутренний вид ускоряющей ячейки структуры.

Ускоритель ИЛУ-9

В 2006 году на ускорителе ионов ИЛУ-9 был установлен протонно-ионный источник на основе плазменно-дугового разряда, разработанный Е.С. Константиновым. В процессе работы исследовалась возможность повышения напряжения в существующей конструкции для ускорения ионов H_2^{+1} и ионов с $Z/A = 1/3$. В связи с этим были сделаны незначительные конструктивные изменения петли связи автогенератора с ВЧ резонатором (уменьшена площадь петли).

После завершения модернизации был получен ускоренный пучок ионов H_2^{+1} .

Напряжения на ускоряющих зазорах дрейфовых трубок было поднято до проектной величины, практически вдвое превысив напряжение при ускорении протонов. Ускоренный пучок фиксировался полупроводниковым детектором после прохождения через титановую фольгу толщиной 35 микрон. На последнем этапе экспериментов ускоряющее напряжение было поднято в 1,5 раза от проектной величины, что позволяет ускорять пучок ионов с $Z/A = 1/3$.

В дальнейшем предполагается провести работы по измерению фазового объема и спектра ускоренного пучка протонов и ионов H_2^{+1} , а также изучить возможность ускорения ионов углерода C_{12}^{+4} с использованием источника ионов углерода при соответствующем увеличении напряжения на ускоряющих зазорах дрейфовых трубок без изменения конструкции ускоряющего тракта.

Контрактное облучение работы и отработка новых технологий

Продолжалось облучение медицинской и другой продукции на контрактной основе и отработка новых радиационных технологий. Работы проводились на действующих ускорителях ИЛУ-6 и ИЛУ-10, установленных в Институте.

Лаборатория активно участвовала в различных грантах и контрактах с Росс. Наукой, а так же в различных научно-исследовательских проектах с другими организациями.

Регулярно совместно с Сибирским центром фармакологии и биотехнологий, а также Институтом цитологии и генетики, проводились работы по иммобилизации протеолитических ферментов на полиэтиленоксиде с помощью ионизирующего излучения. Эта техника используется для получения нового поколения препаратов тромболитического и протеолитического действия.

Совместно с Новосибирским заводом полупроводников ведутся исследования по изучению влияния электронного излучения на свойства полупроводниковых диодов с целью улучшения их электрических характеристик.

Вместе с Институтом полупроводников СО РАН проводятся работы по выявлению закономерностей в перестройки примесно-дефектной подсистемы кристаллов кремния. Для этого производится облучение кремния электронами при комнатной и повышенной температурах. Ожидается, что изменение дефектного состава кристаллов, вызванное облучением, изменит кинетику формирования кислородосодержащих комплексов при последующих отжигах кремния. Исследования таких кристаллов методом ИК спектроскопии позволят определить изменения в наборе, скоростях введения и температурах формирования и отжига различных комплексов кислород-вакансия, VnOm , термодоноров и кислородных преципитатов.

Совместно с ПНИЛ ЭДИП ТПУ ведутся эксперименты по твердофазному синтезу литиевых ферритов в условиях нагрева пучком электронов.

В работе принимали участие:

В.Л. Ауслендер, А.А. Брызгин, В.В. Безуглов, Г.А. Глаголев, В.А. Горбунов, И.В. Горнаков, А. М. Молокоедов, Л.А. Воронин, М.В. Коробейников, А.Н. Лукин, И.Г. Макаров, С.А. Максимов, В.Е. Нехаев, А.Д., Г.Н. Острейко, А.Д. Панфилов, В.В. Подобаев, В.И. Сербин, Г.В. Сердобинцев, А.В. Сидоров, В.В. Тарнецкий, М.А. Тиунов, В. О. Ткаченко, А. А. Тувик, Б. Л. Факторович, В.Г. Ческидов, А.М. Якутин.

Работа отражена в публикациях:

[176], [473], [474], [475], [476], [477], [478], [479], [480], [481].

Глава 9

Физика для медицины

9.1 Работы по созданию основанного на ускорителе источника нейтронов для нейтронозахватной терапии и терапии быстрыми нейтронами

Физический проект нейтронного источника опубликован в журнале Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. -1998. -v.A 413,/2-3.-p.397-426.

Финансирование проекта в 2006 году осуществлялось в основном за счет гранта DOE-IPP, денег, заработанных по контрактам лабораторией 9-0 и, частично, из фонда Института.

Схема тандема приведена в отчёте ИЯФ за 2001г. Схема комплекса на основе тандема для нейтронной терапии и, дополнительно, для поиска азотосодержащих веществ методом резонансного поглощения гамма-квантов - в отчёте за 2004г.

Результаты, полученные в 2006г

- Изготовлены основные элементы тандема: стеклянно-керамический проходной изолятор на напряжение 1 МВ (рис.1), электроды высоковольтных ускоряющих зазоров (рис.2), фланцевый вариант источника отрицательных ионов водорода (рис.3), обдирочная мишень (рис.4).

- Изготовлены основные системы управления силовыми элементами тандема.

- Изготовлена и введена в эксплуатацию часть контрольно-управляющей инфраструктуры комплекса на основе программного обеспечения LABView.

- Подготовлена и введена в эксплуатацию большая часть электротехнической и газовой-вакуумно-водяной инфраструктуры экспериментального зала.

- Проведена сборка тандема с источником, низкоэнергетичным трактом (рис.5) и моделью гамма-образующей мишени (рис.6).

- На каждом из шести высоковольтных ускоряющих зазоров тандема получено напряжение до 200 кВ (рис.7), а на всех зазорах - 1 МВ (рис.8).

- Проведены испытания тандема с ионным пучком и гамма-образующей мишенью. Зарегистрированы резонансные гамма-кванты (рис.9 - правый пик), используемые в схеме поиска азотосодержащих веществ.



Рис. 1: Стеглянно-керамический проходной изолятор на напряжение 1 МВ.



Рис. 2: Электроды высоковольтных ускоряющих зазоров.



Рис. 3: Фланцевый вариант источника отрицательных ионов водорода.



Рис. 4: Обдирочная мишень.

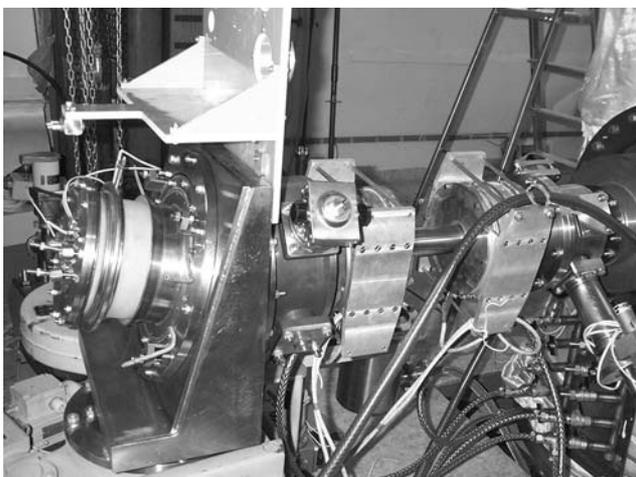


Рис. 5: Источник ионов и низкоэнергетичный тракт тандема.



Рис. 6: Модель гамма-образующей мишени, установленная на тандеме.

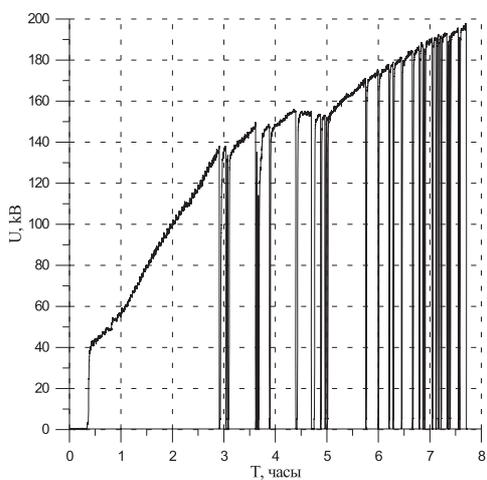


Рис. 7: Тренировочная кривая единичного зазора тандема.

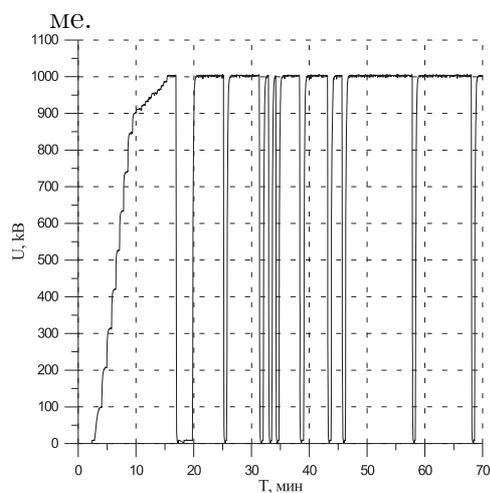


Рис. 8: Тренировочная кривая шестизазорного тандема.

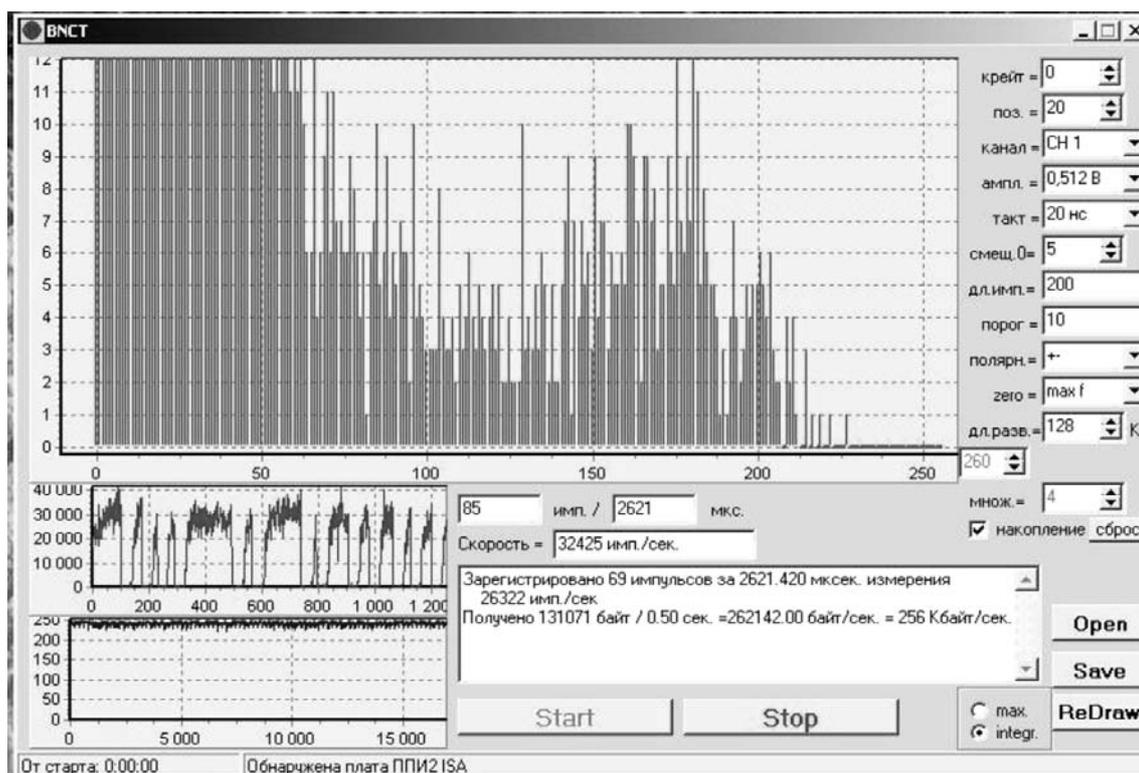


Рис. 9: Спектр гамма квантов, регистрируемых при работе тандема на энергии протонного пучка в 1.8 МэВ на углеродную гаммаобразующую мишень.

Публикации:

[152], [153], [154], [403], [404], [404], [404], [404], [405], [?], [155], [406], [407], [408].

9.2 Детекторы рентгеновского излучения для медицины и досмотра людей

9.2.1 Малодозовая Цифровая Рентгенографическая Установка (МЦРУ) “Сибирь”

В 2006 г. продолжались работы по модернизации Малодозовой Цифровой Рентгеновской Установки МЦРУ “Сибирь - Н”. В течение года была завершена разработка нового детектора рентгеновского излучения D1536 и изготовлен первый экземпляр. Измерения, проведенные с детектором, показали, что он обладает лучшим пространственным разрешением и более высокой эффективностью регистрации рентгеновских квантов, чем используемый сейчас детектор БДР-2. Так, например, пространственное разрешение D1536 составляет 260мкм вместо 400мкм БДР-2. Детектор D1536 наиболее оптимально подходит для цифровой флюорографии. Этот экземпляр был поставлен по контракту в Казахстан на завод “Актюбрентген”. Завод планирует выпуск рентгеновских установок, в которых будет использован детектор D1536. Между нашим Институтом и заводом <Актюбрентген> заключен контракт на поставку 50ти детекторов D1536. В начале 2006 года была завершена начатая ранее разработка

детектора D1024 с пространственным разрешением 400мкм. Детектор D1024 также предназначен для замены детектора БДР-2, который в настоящее время производится на ГНПП “Восток” и используется в установке МЦРУ “Сибирь - Н”. Электроника детектора D1024 переведена на более совершенную элементную базу, улучшена конструкция ионизационной камеры. Опытный образец детектора изготовлен и испытан. Продолжались поставки детекторов для комплектации флюорографов, выпускаемых ЗАО “Научприбор” (г. Орел), БЭМЗ (г. Бердск), “Электрохимприбор” (г. Лесной). В течение года было произведено 30 детекторов.

9.2.2 Система Рентгеновского Контроля (СРК) “Сибскан” для досмотра людей

Велись работы по улучшению параметров установки СРК “Сибскан”. В течение года изготовлены две установки СРК “Сибскан”, которые введены в эксплуатацию в аэропортах городов Ханты-Мансийск и Новосибирск. Разработан, изготовлен и испытан новый детектор рентгеновского излучения для СРК “Сибскан”, предназначен для замены детектора БДР-4, который в настоящее время покупается Институтом у ГНПП “Восток”. Разработана и изготовлена в г. Орле новая конструкция сканирующей механики для СРК “Сибскан”. Эта конструкция отличается от существующей более высокой надежностью, простотой в изготовлении и более низкой себестоимостью.

9.2.3 Маммография

В 2006 году продолжалась разработка детектора для цифровой маммографии. Работа велась в двух направлениях: детектор на основе многоэлектродной ионизационной камеры (МИК) и детектор на основе GaAs. В текущем году был закончен монтаж и начаты испытания 4-х плоскостного детектора на основе МИК. Каждая плоскость детектора представляет собой независимую МИК с шагом электродов (полосок) 105 мкм и числом каналов 1792. Такая конструкция позволяет увеличить количество регистрируемых фотонов в 4 раза по сравнению с обычным одноплоскостным вариантом. Первые испытания показали, что детектор, в целом, работает, а в его конструкции нет существенных недостатков. Окончательный запуск установки для цифровой маммографии с этим детектором планируется в 2007 году. Также в 2006 г. был начат монтаж отдельных модулей детектора на основе GaAs. Каждый модуль представляет собой полосковый арсенид-галлиевый детектор с шагом полосок 200 мкм и 128 каналами, оснащенный электроникой регистрации. В дальнейшем такие модули будут смонтированы на специальной подложке в 2 ряда со смещением в 100 мкм, что позволит получить конечное пространственное разрешение детектора ~100мкм. Окончание монтажа этого детектора планируется в течение 2007 года.

Библиография

Список публикаций

- [1] Аульченко В.М., Ахметшин Р.Р., Банзаров В.Ш., Барков Л.М., Баитовой Н.С., Бондарев Д.В., Бондарь А.Е., Брагин А.В., Габышев Н.И., Горбачёв Д.А., Гребенюк А.А., Григорьев Д.Н., Дхаван С.К., Епифанов Д.А., Зайцев А.С., Зверев С.Г., Игнатов Ф.В., Казанин В.Ф., Карпов С.В., Кооп И.А., Кроковный П.П., Кузьмин А.С., Логащенко И.Б., Лукин П.А., Лысенко А.П., Мильштейн А.И., Михайлов К.Ю., Нестеренко И.Н., Никулин М.А., Отбоев А.В., Охапкин В.С., Переведенцев Е.А., Попов А.С., Редин С.И., Робертс Б.Л., Роот Н.И., Рубан А.А., Рыскулов Н.М., Сибиданов А.Л., Сидоров В.А., Скринский А.Н., Смазгин В.П., Снопков И.Г., Солодов Е.П., Томпсон Д.А., Федотович Г.В., Хазин Б.И., Хьюз В.В., Шамов А.Г., Шатунов Ю.М., Шварц Б.А., Эйдельман С.И., Юдин Ю.В. Измерение сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ на детекторе КМД-2 в диапазоне энергий 370-520 МэВ. // Письма в ЖЭТФ, 2006, т.84, N8, с.491-495.
- [2] Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Measurement of the branching fraction and time-dependent CP asymmetry in the decay $B^0 \rightarrow D^{*+}D^{*-}K_s^0$. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N9, p.091101-1-8.
- [3] Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Precise branching ratio measurements of the decays $D^0 \rightarrow \pi^-\pi^+\pi^0$ and $D^0 \rightarrow K^-K^+\pi^0$. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N9, p091102-1-8.
- [4] Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Search for $D^0\bar{D}^0$ mixing and branching-ratio measurement in the decay $D^0 \rightarrow K^+\pi^-\pi^0$. // PRL, 2006, v.97, N22, p.221803-1-7.
- [5] Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Measurement of branching fractions and charge asymmetries in B decays to an η meson and a K^* meson. // PRL, 2006, v.97, N20, p.201802-1-7.
- [6] Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Branching fraction measurements of charged B decays to $K^{*+}K^+K^-$, $K^{*+}\pi^+K^-$, $K^{*+}K^+\pi^-$ and $K^{*+}\pi^+\pi^-$ final states. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N5, p.051104-1-8.
- [7] Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Measurement of the ratio $\mathcal{B}(B^+ \rightarrow \mathcal{X}|\nu)/\mathcal{B}(B' \rightarrow \mathcal{X}|\nu)$. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N9, p.091105-1-8.

- [8] *Rong-chun Lu, Xiao-hong Cai, Chao-jie Shao, Jun Lu, De-yang Yu, Fang-Fang Ruan, Wen-long Zhan, Toporkov D.K., Nikolenko D.M.* First test experiment of HIRFL-CSR cluster internal target system. // *Journal of Atomic and Molecular Physics*, 2006, v.23, N1, p.1-5 (in Chinese).
- [9] *Otboev A.V., Shatunov Yu.M., ..., Toporkov D.K.* Spin physics with light and heavy neutral mesons at Protvino. // *High Energy Physics. - Experiment, Abstract Czechoslovak Journal of Physics*, 2006. v.56.
- [10] *Otboev A.V., Shatunov Yu.M., ..., Toporkov D.K.* Spin physics with light and heavy neutral mesons at Protvino. // *High Energy Physics. - Experiment, Abstract Czechoslovak Journal of Physics*, 2006. v.56.
- [11] *Ачасов М.Н., Белобородов К.И., Бердюгин А.В., Боженок А.В., Букин Д.А., Васильев А.В., Голубев В.Б., Димова Т.В., Дружинин В.П., Кооп И.А., Король А.А., Кошуба С.В., Лысенко А.П., Отбоев А.В., Пахтусова Е.В., Середняков С.И., Сидоров В.А., Силагадзе З.К., Скринский А.Н., Шатунов Ю.М.* Экспериментальное изучение процесса $e^+e^- \rightarrow K_S K_L$ в интервале энергии $\sqrt{s} = 1.04 \div 1.38$ ГэВ. // *ЖЭТФ*, 2006, т.130, N5(11), с .831-839.
- [12] *Achasov M.N., Aulchenko V.M., Beloborodov K.I., Berdyugin A.V., Bogdanchikov A.G., Bozhenok A.V., Bukin D.A., Dimova T.V., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Korol A.A., Koshuba S.V., Otboev A.V., Pakhtusova E.V., Serednyakov S.I., Shatunov Yu.M., Sidorov V.A., Silagadze Z.K., Skrinisky A.N., Vasil'ev A.V.* Study of the $e^+e^- \rightarrow \eta\gamma$ process with SND detector at the VEPP-2M e^+e^- collider. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N1, p.014016-1-10.
- [13] *Achasov M., Bogdanchikov A., Kim A., Korol A.* DAQ software for SND detector. // *NIM A*, 2006, v.559, N1, p.71-75.
- [14] *Achasov M.N., Beloborodov K.I., Berdyugin A.V., Bogdanchikov A.G., Bozhenok A.V., Bukin A.D., Bukin D.A., Dimova T.V., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Korol A.A., Koshuba S.V., Pakhtusova E.V., Serednyakov S.I., Shatunov Yu.M., Sidorov V.A., Silagadze Z.K., Skrinisky A.N., Tikhonov Yu.A., Vasiljev A.V.* Update of the $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ cross-section measured by SND detector in the energy region $400 < \sqrt{s} < 1000$ MeV. // *JETP*, 2006, v.103, N3, p.380-384 (*ЖЭТФ*, 2006, т.130, с.437-441).
- [15] *Silagadze Z.K.* On the two-photon contributions to $e^+e^- \rightarrow \eta\gamma$ and $e^+e^- \rightarrow \eta'\gamma$. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N5, p.054003-1-12.
- [16] *. Botov A.A, Bukin A.D., Bukin D.A., Golubev V.B., Druzhinin V.P., Serednyakov S.I., Skovpen K.Yu.* The project of the nucleon form factor measurements at VEPP-2000. // *Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.)*, 2006, v.162, p.41-45.
- [17] *Achasov M.N., Beloborodov K.I., Berdyugin A.V., Bogdanchikov A.G., Bozhenok A.V., Bukin A.D., Bukin D.A., Dimova T.V., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Korol A.A., Koshuba S.V., Pakhtusova E.V., Serednyakov S.I., Shatunov Yu.M., Sidorov V.A., Silagadze Z.K., Skrinisky A.N., Tikhonov Yu.A., Vasiljev A.V.* Pion form factor at SND (new edition). // *Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.)*, 2006, v.162, p.11-12.
- [18] *Achasov M.N.* CMD-2 and SND results on the ρ , ω and ϕ . // *Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.)*, 2006, v.162, p.114-121.
- [19] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al.* (Authors

- from the BINP). Measurement of the absolute branching fractions $B \rightarrow D\pi$, $D^*\pi$, $D^{**}\pi$ with a missing mass method. // Phys. Rev., 2006, v.D74, p.111102.
- [20] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Observation of $B^+ \rightarrow \Phi \Phi K^+$ and evidence for $B^0 \rightarrow \Phi \Phi K^0$ below η_C threshold. // PRL, 2006, v.97, p.261803.
- [21] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Observation of an excited charm baryon Ω_c^* decaying to $\Omega_c \Gamma$. // PRL, 2006, v.97, p.232001.
- [22] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of the $B \rightarrow \pi l \nu$ branching fraction and determination of $|V_{ub}|$ with tagged B mesons. // PRL, 2006, v.97, N21, p.211801-1-7.
- [23] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of the branching fraction and photon energy moments of $B \rightarrow X_s \gamma$ and $A_{cp}(B \rightarrow X_0(s+d)\gamma)$. // PRL, 2006, v. 97, N17, p.171803-1-7.
- [24] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Searches for B^0 decays to ηK^0 , $\eta \eta$, $\eta' \eta'$, $\eta \phi$, and $\eta' \phi$. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N5, p.051106-1-7.
- [25] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurements of branching fractions, polarizations, and direct CP-violation asymmetries in $B \rightarrow \rho K^*$ and $B \rightarrow f_0(980) K^*$ decays. // PRL, 2006, v.97, N20, p.201801-1-7.
- [26] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of the branching fractions of the decays $\text{anti-}B^0 \rightarrow \Lambda_c^+ \text{ anti-p}$ and $B^- \rightarrow \Lambda_c^+ \text{ anti-p pi}^-$. // SLAC-PUB-11984.
- [27] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Search for $B^+ \rightarrow X(3872) K^+$, $X(3872) \rightarrow J/\psi \gamma$. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N7, p.071101-1-7.
- [28] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Search for the rare decay $B \rightarrow \pi l^+ l^-$. // SLAC-PUB-11994.
- [29] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Search for the reactions $e^+e^- \rightarrow \mu^+ \tau^-$ and $e^+e^- \rightarrow e^+ \tau^-$. // SLAC-PUB-11972.
- [30] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. A Study of $\Xi_c(2980)\text{sab}^+$ and $\Xi_c(3077)\text{sab}^+$. // SLAC-PUB-11980.

- [31] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurements of the decays $B^0 \rightarrow \bar{D}^0$ proton antiproton, $B^0 \rightarrow \bar{D}^{*0}$ proton antiproton, $B^0 \rightarrow D^-$ proton antiproton π^+ , and $B^0 \rightarrow D^{*-}$ proton antiproton π^+ . // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N5, p.051101-1-8.
- [32] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Observation of e^+e^- annihilations into the $C = +1$ hadronic final states $\rho^0\rho^0$ and $\phi\rho^0$. *PRL*, 2006, v.97, N11, p.112002-1-7.
- [33] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Search for the decay of a B^0 or anti- B^0 meson to anti- K^{*0} K^0 or K^{*0} anti- K^0 . // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N7, p.072008-1-12.
- [34] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of the spin of the Omega- Hyperon at BABAR. // *PRL*, 2006, v.97, N11, p.112001-1-7.
- [35] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Search for the decay $B^0 \rightarrow K_S^0 K_S^0 K_L^0$. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N3, p. 032005-1-11.
- [36] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Search for doubly charmed baryons Ξ_{cc}^+ and Ξ_{cc}^{++} in BABAR. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N1, p.011103-1-8.
- [37] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of the $D^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$ and $D^+ \rightarrow K^+ \pi^0$ branching fractions. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N1, p.011107-1-8.
- [38] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Search for $B^+ \rightarrow \phi \pi^+$ and $B^0 \rightarrow \phi \pi^0$ decays. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N1, p.011102-1-8.
- [39] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Study of $B \rightarrow D^* D_s(J)^*$ decays and measurement of D_s^- and $D_s J(2460)^-$ branching fractions. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N3, p.031103-1-7.
- [40] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Search for the decay B^0 to $a_1 \rho^0$. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N3, p.031104-1-8.
- [41] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of the η and η' transition form factors at $q^2 = 112 \text{ GeV}^2$. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N1, p.012002-1-14.
- [42] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors*

- from the BINP). B Meson decays to omega K*, omega rho, omega omega, omega phi, and omega f0. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N5, p.051102-1-8.
- [43] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Search for B meson decays to eta' eta' K. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N3, p.031105-1-7.
- [44] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Dalitz plot analysis of the decay $B^{+-} \rightarrow K^+ K^+ K^-$. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N3, p.032003-1-10.
- [45] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of branching fractions and CP-violating charge asymmetries for B meson decays to $D^{(*)} D^{(*)}$, and implications for the CKM angle gamma. // Phys. Rev. D, 2006, v.73, N11, p.112004-19.
- [46] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Observation of $\Upsilon(4S)$ decays to $\pi^+ \pi^- \Upsilon(1S)$ and $\pi^+ \pi^- \Upsilon(2S)$. // PRL, 2006, v.96, N23, p.232001-1-7.
- [47] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. A study of the $DsJ(2317)$ and $DsJ(2460)$ mesons in inclusive $c\bar{c}$ production near $\sqrt{s} = 10.6$ GeV. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N3, p.032007-1-31.
- [48] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of the $B \rightarrow D_0 K^*$ branching fraction. // Phys. Rev. D, 2006, v.73, p.111104.
- [49] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of $B_0 \rightarrow D^{(*)} K^*$ branching fractions. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, p.031101.
- [50] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Search for the decay $\tau \rightarrow 3\pi - 2\pi + 2\pi_0 \nu_\tau$. // Phys. Rev. D, 2006, v.73, N11, p.112003-1-8.
- [51] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Study of the decay $B_0 \rightarrow D^* \omega \pi^-$. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N1, p.012001-1-12.
- [52] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurements of branching fractions, rate asymmetries, and angular distributions in the rare decays $B \rightarrow K l^+ l^-$ and $B \rightarrow K^* l^+ l^-$. // Phys. Rev. D, 2006, v.73, N9, p.092001-1-18.
- [53] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from*

- the BINP*). Search for the charmed pentaquark candidate Θ_{cc} in e^+e^- annihilations at $\sqrt{s}=10.58$ GeV. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, N9, p.091101-1-8.
- [54] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of branching fractions in radiative B decays to η K gamma and search for B decays to η' K gamma. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N3, p.031102-1-8.
- [55] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Search for T, CP and CPT violation in B_0 - B_0 bar mixing with inclusive dilepton events. // *PRL*, 2006, v.96, N25, p.251802-1-7.
- [56] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Observation of B_0 meson decay to $a_1(1260)^{\pm} \pi^{\mp}$. // *PRL*, 2006, v.97, N5, p.051802-1-7.
- [57] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurements of CP-violating asymmetries and branching fractions in B decays to ω K and ω pi. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N1, p.011106-1-7.
- [58] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Branching fraction limits for B_0 decays to η' eta, η' pi0 and eta pi0. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, N7, p.071102-1-8.
- [59] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of time-dependent CP asymmetries in $B_0 \rightarrow D^{(*)\pm} \pi^{\mp}$ and $B_0 \rightarrow D^{\pm} \rho^{\mp}$ decays. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, N11, p.111101-1-8.
- [60] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurements of the B to D^* form factors using the decay $B_0 \rightarrow D^* e \nu_e$. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N9, p.092004-1-31.
- [61] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. The $e^+e^- \rightarrow 3(\pi^+\pi^-)$, $2(\pi^+\pi^-\pi^0)$ and $K^+K^- 2(\pi^+\pi^-)$ cross sections at center-of-mass energies from production threshold to 4.5 GeV measured with initial-state radiation. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, N5, p.052003-1-26.
- [62] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (Authors from the BINP)*. Determinations of $|V_{ub}|$ from inclusive semileptonic B decays with reduced model dependence. // *PRL*, 2006, v.96, N22, p.221801-1-7.
- [63] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurements of the branching fraction and time-dependent CP asymmetries of B_0 to J/Psi Pi0 decays. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N1, p.011101-1-8.
- [64] *Golubev V.B., et al. (BaBar Collab.)*. B-meson semileptonic decays at BaBar. // *Nucl. Phys. Proc. Suppl.*, 2006, v.156, p.178.

- [65] *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurements of the branching fractions and CP-asymmetries of $B \rightarrow D_0$ sub(CP) K^- decays. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, p.051105.
- [66] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (Authors from the BINP)*. Search for the rare decays $B_0 \rightarrow D_s^{(*)} + a_0(2)^-$. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, N7, p.071103-1-8.
- [67] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (Authors from the BINP)*. Search for rare quark-annihilation decays, $B \rightarrow D_s^{(*)} \Phi$. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, p.011103.
- [68] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (Authors from the BINP)*. A study of $e^+e^- \rightarrow p \bar{p}$ using initial state radiation with BABAR. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, N1, p.012005-1-22.
- [69] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (Authors from the BINP)*. A search for the rare decay $B_0 \rightarrow \tau^+ \tau^-$ at BABAR. // *PRL*, 2006, v.96, N24, p.241802-1-7.
- [70] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (Authors from the BINP)*. Measurements of the absolute branching fractions of $B^\pm \rightarrow K^\pm X_{cc}$. // *PRL*, 2006, v.96, p.052002.
- [71] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of the inclusive electron spectrum in charmless semileptonic B decays near the kinematic endpoint and determination of $|\text{Vub}|$. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, N1, p.012006-1-19.
- [72] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of branching fractions and resonance contributions for $B_0 \rightarrow D_0 \bar{K}^+ \pi^-$ and search for $B_0 \rightarrow D_0 K^+ \pi^-$ decays. // *PRL*, 2006, v.96, N1, p.011803-1-7.
- [73] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (Authors from the BINP)*. Measurements of neutral B decay branching fractions to $K_0 S \pi^+ \pi^-$ final states and the charge asymmetry of $B_0 \rightarrow K^{*+} \pi^-$. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, N3, p.031101-1-9.
- [74] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (Authors from the BINP)*. Search for lepton flavor violation in the decay $\tau \rightarrow e \gamma$. // *PRL*, 2006, v.96, N4, p.041801-1-7.
- [75] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (Authors from the BINP)*. Study of the $X(3872)$ and $Y(4260)$ in $B_0 \rightarrow J/\psi$

- $\pi^+ \pi^- K^0$ and $B \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^- K^-$ decays. // Phys. Rev. D, 2006, v.73, N1, p.011101-1-7.
- [76] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (Authors from the BINP). A search for the decay $B^+ \rightarrow \tau^+ \nu_{\tau}$.* // Phys. Rev. D, 2006, v.73, n5, p.057101-1-7.
- [77] *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (Authors from the BINP). Measurement of the B^0 lifetime and the B^0 oscillation frequency using partially reconstructed $B^0 \rightarrow D^{*+} \ell^- \bar{\nu}_{\ell}$ decays.* // Phys. Rev. D, 2006, v.73, N1, p.012004-1-15.
- [78] *Бельченко Ю.И., Гилев Е.А., Силагадзе З.К. Механика частиц и тел в задачах.* // Часть 1: Релятивитская механика, Новосибирск, НГУ, 2006.
- [79] *Бельченко Ю.И., Гилев Е.А., Силагадзе З.К. Механика частиц и тел в задачах.* // Часть 2: Физические основы механики, Новосибирск, НГУ, 2006.
- [80] *Telnov V.I. History of photon colliders: first 25 years.* // Acta Physica Polonica B, 2006, v.37, p.633-656.
- [81] *Telnov V.I. The Photon collider at ILC: status, parameters and technical problems.* // Acta Physica Polonica B, 2006, v.37, p.1049-1072.
- [82] *Тельнов В.И. Физика элементарных частиц и космология: на пороге великих открытий.* // Вестник НГУ, сер.: Физика. - 2006, т.1, N2, с.54-70.
- [83] *Bondar A., Buzulutskov A., Grebenuk A., Pavluchenko D., Snopkov R., Tikhonov Y. Two-phase argon and xenon avalanche detectors based on Gas Electron Multipliers.* // NIM A, 2006, v.556, N1, p.273-280.
- [84] *Bondar A., Buzulutskov A., de Oliveira R., Ropelewski L., Sauli F., Shekhtman L. Light multi-GEM detector for high-resolution tracking systems.* // NIM A, 2006, v556, N2, p.495-497.
- [85] *Buzulutskov A., Bondar A. Electric and Photoelectric Gates for ion backflow suppression in multi-GEM structures.* // Journal of Instrumentation, 2006, v1, P08006, p.1-16.
- [86] *Galea R., Dodd J., Ju Y., Leltchouk M., Willis W., Rehak P., Tcherniatine V., Buzulutskov A., Pavlyuchenko D. Gas purity effect on GEM performance in He and Ne at low temperatures.* // IEEE Trans. Nucl. Sci., 2006, v.53, N4, p2260-2263.
- [87] *Bondar A., Buzulutskov A., Grebenuk A., Pavluchenko D., Snopkov R., Tikhonov Y., Kudryavtsev V., Lightfoot P., Spooner N. A two-phase argon avalanche detector operated in a single electron counting mode.* // e-print: www.arxiv.org/physics/0611068, 2006.
- [88] *Bondar A., Buzulutskov A., Shekhtman L., Vasiljev A. Triple-GEM performance in He-based mixtures.* // e-print: <http://arxiv.org/physics/0610059>.
- [89] *Miyazaki Y., ..., Anipko D., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krovovny P., Kuzmin A., Poluektov A., B. Shwartz, V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (Belle Coll.). Search for lepton and baryon number violating τ decays into $\bar{\Lambda} \pi$ and $\Lambda \pi$.* // Phys. Lett. B, 2006, v.632, p.51.

- [90] Mizuk R., ..., Anipko D., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., B. Shwartz, V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). Search for the $\Theta^+(1540)$ pentaquark using kaon secondary interactions at Belle. // *Phys. Lett. B*, 2006, v.632, p.173.
- [91] Soni N., ..., Anipko D., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., B. Shwartz, V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). Measurement of branching fractions for $B \rightarrow \chi_{c1(c2)} K^{(*)}$ at Belle. // *Phys. Lett. B*, 2006, v.634, p.155.
- [92] Seuster R., ..., Anipko D., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., B. Shwartz, V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, et al. (*Belle Coll.*). Charm quark fragmentation to D mesons and Λ_c^+ 's. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, p.032002.
- [93] Uehara S., ..., Anipko D., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., Sidorov V., Usov Yu., Zhilich V., et al. (*Belle Coll.*). Observation of χ'_{c2} candidate in $\gamma\gamma \rightarrow D\bar{D}$ production in Belle. // *PRL*, 2006, v.96, N8, p.082003-1-6.
- [94] Zhang L., ..., Anipko D., Arinstein K., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Gabyshev N., Krokovny P., Kuzmin A., Shwartz B., Usov Yu., V. Zhilich, et al. (*Belle Coll.*). Improved constraints on $D^0 - \bar{D}^0$ mixing in $D^0 \rightarrow K^+\pi^-$ decay at Belle. // *PRL*, 2006, v.96, N15, p.151801-1-6.
- [95] Mohapatra D., ..., Anipko D., Arinstein K., Aulchenko V., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., Sidorov V., Usov Yu., Zhilich V., et al. (*Belle Coll.*). Observation of $b \rightarrow d\gamma$ and determination of $|V_{td}/V_{ts}|$. // *PRL*, 2006, v.96, N22, p.221601-1-5.
- [96] Abe K., ..., Bedny I., Eidelman S., Gabyshev N., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Zhilich V., et al. (*Belle Coll.*). Study of the $B^\pm \rightarrow D_{CP}K^\pm$ and $D_{CP}^*K^\pm$ decays. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, N5, p.051106-1-6.
- [97] Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Gabyshev N., Krokovny P., Kuzmin A., et al. (*Belle Coll.*). Search for the decay $B^0 \rightarrow \gamma\gamma$. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, N5, 051107-1-5.
- [98] Ronga F.J., Anipko D., Arinstein K., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Krokovny P., Poluektov A., Shwartz B., Usov Yu., Zhilich V., et al. (*Belle Coll.*). Measurement of CP violation in $B^0 \rightarrow D^{*-}\pi^+$ and $B^0 \rightarrow D^-\pi^+$ decays. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, N9, p.092003-1-17.
- [99] Dragic J., Anipko D., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Gabyshev N., Krokovny P., Kuzmin A., Shwartz B., Zhilich V., et al. (*Belle Coll.*). Measurement of branching fraction and direct CP asymmetry in $B^0 \rightarrow \rho^0\pi^0$ decay. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, p.111105(R)-1-8.
- [100] Nakano E., Bondar A., Eidelman S., Krokovny P., Sidorov V., Zhilich V., et al. (*Belle Coll.*). Charge asymmetry of same-sign dileptons in $B^0 - \bar{B}^0$ mixing. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, N11, p.112002-1-13.
- [101] Somov A., ..., Anipko D., Arinstein K., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., B. Shwartz, V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et

- al. (Belle Coll.)*. Measurement of the branching fraction, polarization, and CP asymmetry in $B^0 \rightarrow \rho^+\rho^-$ decay, and determination of the CKM phase ϕ_2 . // PRL, 2006, v.96, 171801.
- [102] *Seidl R., ..., Anipko D., Eidelman S., Gabyshev N., Kuzmin A., Usov Y., Zhilich V., et al. (Belle Coll.)*. Measurement of azimuthal asymmetries in inclusive production of hadron pairs in e^+e^- annihilation at Belle. // PRL, 2006, v.96, N23, p.232002-1-6.
- [103] *Ishikawa A., Anipko D., Bondar A., Eidelman S., Gabyshev N., Usov Yu., et al. (Belle Coll.)*. Measurement of forward-backward asymmetries and Wilson coefficients in $B \rightarrow K^*l^+l^-$. // PRL, 2006, v.96, N25, p.251801-1-6.
- [104] *Garmash A., Bedny I., Bondar A., Gabyshev N., Eidelman S., Epifanov D., Krokovny P., Kuzmin A., Shwartz B., Zhilich V., et al. (Belle Coll.)*. Evidence for large direct CP violation in $B^+ \rightarrow \rho(770)K^+$ from analysis of the three-body charmless $B^+ \rightarrow K^+\pi^+\pi^-$ decay. // PRL, 2006, v.96, N25, p.251803-1-6.
- [105] *Anipko D., Arinstein K., ..., Bedny I., Eidelman S., Epifanov D., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., Usov Yu., Zhilich V., et al. (Belle Coll.)*. Measurement of ϕ_3 with Dalitz plot analysis of $B^\pm \rightarrow D^{(*)}K^{(*)\pm}$ decay. // Phys. Rev. D, 2006, v.73, N11, p.112009-1-16.
- [106] *Schumann J., Anipko D., Arinstein K., ..., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Kuzmin A., Shwartz B., Sidorov V., Usov Yu., Zhilich V., et al. (Belle Coll.)*. Evidence for $B \rightarrow \eta'\pi$ and Improved Measurements for $B \rightarrow \eta'K$. // PRL, 2006, v.97, N6, p.061802-1-6.
- [107] *Widhalm L., Arinstein K.,..., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Gabyshev N., Krokovny P., Shwartz B., Usov Yu., et al. (Belle Coll.)*. Measurement of $D^0 \rightarrow \pi l \nu$ ($K l \nu$) Form Factors and Absolute Branching Fractions. // PRL, 2006, v.97, N6, p.061804-1-6.
- [108] *Anipko D., Arinstein K., ..., Krokovny P., Aulchenko V., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., Zhilich V., et al. (Belle Coll.)*. Measurement of the quark mixing parameter $\cos 2\phi_1$ using time-dependent Dalitz analysis of $B^0 \rightarrow D[K_S^0\pi^+\pi^-]h^0$. // PRL, 2006, v.97, N8, p.081801-1-6.
- [109] *Chistov R., Anipko D., ..., Aulchenko V., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Kuzmin A., Shwartz B., Sidorov, Usov Y., et al. (Belle Coll.)*. Observation of new states decaying into $\Lambda_c^+K^-\pi^+$ and $\Lambda_c^+K^0\pi^-$. // PRL, 2006, v.97, N16, p.162001-1-6.
- [110] *Gokhroo G., Anipko D., ..., Eidelman S., Sidorov V., Usov Y., Zhilich V., et al. (Belle Coll.)*. Observation of Near-Threshold $D^0\bar{D}^0\pi^0$ Enhancement in $B \rightarrow D^0\bar{D}^0\pi^0K$ Decay. // PRL, 2006, v.97, p.162002-1-5.
- [111] *Wu C.-H., ..., Aulchenko V., Bondar A., Eidelman S., Gabyshev N., Kuzmin A., Sidorov V., Usov Y., et al. (Belle Coll.)*. Study of $J/\psi \rightarrow p\bar{p}$, $\Lambda\bar{\Lambda}$ and Observation of $\eta_c \rightarrow \Lambda\bar{\Lambda}$. // PRL, 2006, v.97, N16, p.162003-1-6.
- [112] *Gabyshev N., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Kuzmin A., et al. (Belle Coll.)*. Observation of $B^+ \rightarrow \Lambda_c^+\Lambda_c^-K^+$ and $B^0 \rightarrow \Lambda_c^+\Lambda_c^-K^0$ Decays. // PRL, 2006, v.97, N20, p.202003-1-5.
- [113] *Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (Belle Coll.)*.

- Study of decay mechanisms in $B^- \rightarrow \Lambda_c^+ \bar{p} \pi^-$ and observation of low-mass structure in the $\Lambda_c^+ \bar{p}$ system. // PRL, 2006, v.97, p.242001.
- [114] *Ikado K., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (Belle Coll.)*. Evidence of the purely leptonic decay $B^- \rightarrow \tau^- \bar{\nu}_\tau$. // PRL, 2006, v.97, p.251802.
- [115] *Fang F., Anipko D., ..., Eidelman S., Gabyshev N., Krokovny P., Kuzmin A., Usov Yu., Zhilich V., et al. (Belle Coll.)*. Search for the h_c meson in $B^\pm \rightarrow h_c K^\pm$. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N1, p.012007-1-7.
- [116] *Kumar R., Anipko D., ..., Bedny I., Eidelman S., Gabyshev N., Shwartz B., Sidorov V., Usov Y., et al. (Belle Coll.)*. Observation of $B^+ \rightarrow \chi_{c1} \pi^+$ and search for direct CP violation. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N5, p.051103-1-6.
- [117] *Bluth S., Anipko D., ..., Aulchenko V., Bedny I., Eidelman S., Gabyshev N., Kuzmin A., Shwartz B., Sidorov V., Usov Y., et al. (Belle Coll.)*. Improved measurements of color-suppressed decays $\bar{B}^0 \rightarrow D^0 \pi^0, D^0 \eta, D^0 \omega, D^{*0} \pi^0, D^{*0} \eta$, and $D^{*0} \omega$. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N9, p.092002-1-10.
- [118] *Jen C.-M., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (Belle Coll.)*. Improved measurements of branching fractions and CP partial rate asymmetries for $B \rightarrow \omega K$ and $B \rightarrow \omega \pi$. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, p.111101R.
- [119] *Ushiroda Y., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (Belle Coll.)*. Time-dependent CP asymmetries in $B^0 \rightarrow K_S^0 \pi^0 \gamma$ transitions. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, p.111104R.
- [120] *Chistov V., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (Belle Coll.)*. Observation of $B^+ \rightarrow \bar{\Xi}_c^0 \Lambda_c^+$ and evidence for $B^0 \rightarrow \Xi_c^- \Lambda_c^+$. // Phys. Rev. D, 2006, v.74, p.111105R.
- [121] *Miyazaki Y., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (Belle Coll.)*. Search for lepton flavor violating τ decays including a K_S^0 meson. // Phys. Lett. B, 2006, v.639, p.159.
- [122] *Yusa Y., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (Belle Coll.)*. Search for neutrinoless decays $\tau \rightarrow lhh$ and $\tau \rightarrow lV^0$. // Phys. Lett. B, 2006, v.640, p.138.
- [123] *Inami N., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (Belle Coll.)*. The first observation of $\tau^\pm \rightarrow \phi K^\pm \nu_\tau$ decay. // Phys. Lett. B, 2006, v.643, p.5.

- [124] Анашкин Э.В., Аульченко В.М., Ахметшин Р.Р., Банзаров В.Ш., Барков Л.М., Бару С.Е., Баштовой Н.С., Бондарев Д.В., Бондарь А.Е., Брагин А.В., Габышев Н.И., Горбачев Д.А., Гребенюк А.А., Григорьев Д.Н., Епифанов Д.А., Журавков И.В., Заварзин В.Г., Зайцев А.С., Зверев С.Г., Игнатов Ф.В., Казанин В.Ф., Карпов С.В., Колачев Г.М., Кроковный П.П., Кузьмин А.С., Логашенко И.Б., Лукин П.А., Михайлов К.Ю., Мониц А., Никулин М.А., Номероцкий А.Б., Оханкин В.С., Пивоваров С.Г., Попов А.С., Пурлац Т.А., Редин С.И., Рот Н.И., Рубан А.А., Рыскулов Н.М., Сибиданов А.Л., Сидоров В.А., Скринский А.Н., Смахтин В.П., Снопков И.Г., Солодов Е.П., Степанов П.Ю., Суханов А.И., Титов В.М., Федоренко В.Е., Федотович Г.В., Хазин Б.И., Шамов А.Г., Шатунов Ю.М., Шварц Б.А., Шувалов Б.Н., Черняк Д.В., Эйдельман С.И., Юдин Ю.В. Криогенный магнитный детектор КМД-2. // ПТЭ, 2006, №6, с.63-79.
- [125] Akhmetshin R.R., Aulchenko V., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Krokovny P., Kuzmin A., Shwartz B., V. Sidorov, et al. (SMD-Group). Study of $\phi \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ with the CMD-2 detector. // Phys. Lett. B, 2006, v.642, p.203.
- [126] Eidelman S., et al. (SMD-Group) Physics at VEPP-2000. // Nucl. Phys. Proc. Suppl., 2006, v.162, p.323.
- [127] Akhmetshin R.R., Aulchenko V., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Fedotov G.V., Gabyshev N., Krokovny P., Kuzmin A., Shwartz B., V. Sidorov, et al. (CMD-3 Coll.). CMD-3 Detector for VEPP-2000, Nucl. Phys. Proc. Suppl., 2006, v.162, p.332.
- [128] Akhmetshin R.R., Aulchenko V., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Krokovny P., Kuzmin A., Shwartz B., V. Sidorov, et al. (CMD-2 Coll.). High-statistics measurement of the pion form factor in the ρ meson energy range with the CMD-2 detector. // hep-ex/0610021.
- [129] Karshenboim S.G., ..., Eidelman S., et al. Study of hyperfine structure in simple atoms and precision tests of the bound state QED. // Nucl. Phys. Proc. Suppl., 2006, v.162, p.260.
- [130] Yao W.-M., ..., Eidelman S., et al. (Particle Data Group). // Review of particle physics. // J. Phys. G, 2006, v. 33, p.1.
- [131] Бару С.Е., Украинцев Ю.Г. Система рентгеновского контроля (СРК) Сибскан - эффективное средство персонального досмотра. // Транспортная безопасность и технологии, март 2006, №1(6), с.134-135; Технические средства и системы безопасности, апрель 2006, №4, с.29-31.
- [132] Виноградова Е.В., Юрченко Ю.Б., Украинцев Ю.Г. Современная рентгенография. // Медицинский бизнес, 2006, №3(139), с.34-25.
- [133] Бару С.Е., Кретов В.В., Украинцев Ю.Г. Новые информационные технологии в лучевой диагностике на примере использования аппарата ФМЦ-НПО. // Вестник фтизиатрии, 2006, №8, с.52-53. - Новгородское научно-практическое общество фтизиатров. Великий Новгород.
- [134] Анжеева О.Б., Бургина Е.Б., Губин К.В., Жмуриков Е.И., Логачев П.В., Романенко А.И., Титов А.Т., Цыбуля С.В., Teschio L. Влияние высоких температур на электрические свойства и макроструктуру углеродных композитов. // РАН, серия: Неорганические материалы, 2006. т.42. №6. с.676-678.
- [135] Alyakrinskiy O., Avilov M., Bolkhovityanov D., Esposito J., Fadeev S., Gubin K., Kandiev Ya., Korchagin A., Kot N., Lavrukhin A., Lebedev N., Logatchev P.,

- Martyshkin P., Morozov S., Plokhov V., Samarin S., Shiyankov S., Starostenko A., Svyatov I., Tecchio L.B.* High power neutron converter for low energy proton/deuteron beams. // NIM A, 2006, v.557, N2, p.403-413.
- [136] *Рева В.Б., Пархомчук В.В., Скарбо Б.А.* Вакуумная откачка электронным пучком. // ПТЕ, 2006, N3, с.160-162.
- [137] *Бублей А.В., Панасюк В.М., Пархомчук В.В., Рева В.Б.* Измерение профиля интенсивного электронного пучка. // ПТЭ, 2006, N1, с.91-99.
- [138] *Ivanov A.V., Panasyuk V.M., Parkhomchuk V.V., Reva V.B., Tiunov M.A.* Simulation of electron beam dynamics in a high-energy electron cooler. // NIM A, 2006, v.558, N1, p.227-234.
- [139] *Akimov V.E., Bulatov A.V., Logatchev P.V., Kazarezov I.V., Korepanov A.A., Maljutin D.A., Starostenko A.A.* An electron miniaccelerator on the basis of TESLA transformer for nondestructive testing of charged particle beams. // ВАИТ. - Сер.: Ядер. физ. исслед. - 2006, N2, p.97-99.
- [140] *Tiunov M.A., Auslender V.L., Ivanov A.V., Karliner M.M., Kuznetsov G.I., Makarov I.G., Panfilov A.D., Tarnetsky V.V.* Precision modeling of internal injection and beam dynamics for a high-power RF accelerator. // NIM A, 2006, v.558, N1, p.77-84.
- [141] *Mityanina N.V.* Derivation of azimuthal harmonics series for stability analysis of the coherent oscillations of bunched beams. // NIM A, v.558, N1, p.308-310.
- [142] *Gusev Ye., Kot N., Krutikhin S., Kuptsov I., Kurkin G., Makarov I., Matyash N., Mironenko L., Motygin S., Osipov V., Ostreiko G., Petrov V., Popov A., Rotov E., Sedlyarov I., Serdobintsev G., Shteinke A., Tarnetsky V., Frolov A., Chernov K., Volkov V.* Status of RF system for VEPP-5 damping ring. // ВАИТ, Сер.: Ядер. физ. исслед., 2006, N2, с.88-90.
- [143] *Bekhtenev E.A.* Beam position measurement for electron coolers EC-300 and EC-35. // Problems of Atomic Science and Technology, ВАИТ, Сер.: Ядер. физ. исслед., 2006, N2, с.108-109.
- [144] *Chernov K.N., Korchuganov V.N., Kuznetsov G.I., Makarov I.G., Ostreiko G.N., Ruvinsky S.I., Serdobintsev G.V., Tarnetsky V.V., Tiunov M.A.* Aspects of continuous electron beam injection into a standing wave accelerating structure. // ВАИТ, Сер.: Ядер. физ. исслед., 2006, N2, с.142-144.
- [145] *Khrushev S.V., Kuper E.A., Lev V.H., Mezentsev N.A., Miginskaya E.G., Repkov V.V., Shkaruba B.A., Syrovatin V.M., Tsukanov V.M.* Superconducting 63-pole 2-tesla wiggler for Canadian light source. // ВАИТ, Сер.: Ядер. физ. исслед., 2006, N2, с.172-174.
- [146] *Bekhtenev E.A., Kuzin M.V., Khrushev S.V., Mezentsev N.A., Miginskaya E.G., Shkaruba V.A., Tsukanov V.M.* Magnetic measurements of the 63-pole 2-tesla superconducting wiggler for Canadian light source. // ВАИТ, Сер.: Ядер. физ. исслед., 2006, N2, с.175-177.
- [147] *Auslender V.L., Chernov K.N., Cheskidov V.G., Factorovich B.L., Gorbunov V.A., Gornakov I.V., Kazarezov I.V., Korobeinikov M.V., Kuznetsov G.I., Lukin A.N., Makarov I.G., Maksimov S.A., Matyash N.V., Ostreiko G.N., Panfilov A.D., Serdobintsev G.V., Sidorov A.V., Tarnetsky V.V., Tiunov M.A., Tkachenko V.O., Tuvik A.A.* Status of work on 5 MeV 300 kW electron accelerator. // ВАИТ, Сер.: Ядер. физ. исслед., 2006, N2, с.3-5.

- [148] Chernov K.N., Filiptchenko A.V., Matveev Yu.G., Matyash N.V., Ostreiko G.N., Ruvinsky S.I., Serdobintsev G.V., Ushakov V.A., Boiko I.Yu., Grachev V.V., Khramtsov V.P., Spinko N.V., Dolgov A.M., Kil'disheva O.E., Korchuganov V.N., Krylov Yu.V., Odintsov D.G., Yurinov Yu.I. Status of the linear accelerator-injector of TNK facility. // ВАНТ, Сер.: Ядер. физ. исслед., 2006, N3(47), с.12-14.
- [149] Akimov A.V., Akimov V.E., Bak P.A., Korepanov A.A., Kulenko Ya.V., Ribitskaya T.V., Kuznetsov G.I., Pachkov A.A., Tiunov M.A. The modified 200 KeV pulsed electron beam source for the VEPP-5 injection complex. // ВАНТ, Сер.: Ядер. физ. исслед., 2006, N3(47), с.84-86.
- [150] Kuper E.A., Mezentsev N.A., Miginskaya E.G., Repkov V.V., Tsukanov V.M. Control system of the superconducting 63-pole 2-tesla wiggler for Canadian light source. // Problems of Atomic Science and Technology, ВАНТ, Сер.: Ядер. физ. исслед., 2006, N3(47), с.157-159.
- [151] Шевченко А.Ф., Бухгольц Ю.Г. (НГТУ); Медведко А.С., Кондауров М.Н., Сингатулин Ш.Р., Скоробогатов Д.Н., Пилипенко Р.В., Ерохин А.И. (ИЯФ СО РАН); Скребенков В.К., Краснобаев В.В. (АВТОВАЗ). Результаты разработки стартер-генераторного устройства для легкового автомобиля. // Силовая Интеллектуальная Электроника, 2006, N1(3), 2006, с.25.
- [152] Akhmetov T.D., Davydenko V.I., Ivanov A.A., Kobets V.V., Medvedko A.S., Skorobogatov D.N., and Tiunov M.A. Radially uniform circular sweep of ion beam. // Rev. Sci. Instrum., 2006, v.77, p.03C106.
- [153] Belchenko Yu., Gusev I., Khilchenko A., Kvashnin A., Rashchenko V., Sanin A., Savkin V., and Zubarev P. Advanced direct current negative-ion source for accelerator use. // Rev. Sci. Instrum., 2006, v.77, p.03A527.
- [154] Bayanov B., Belov V., and Taskaev S. Neutron producing target for accelerator based neutron capture therapy. // Journal of Physics, 2006, v.41, p.460-465.
- [155] Бельченко Ю.И., Бурдаков А.В., Давыденко В.И., Долгушин В.М., Драничников А.Н., Иванов А.А., Кобец В.В., Константинов С.Г., Кривенко А.С., Кудрявцев А.М., Савкин В.Я., Санин А.Л., Сорокин И.Н., Таскаев С.Ю., Тиунов М.А., Хильченко А.Д., Широков В.В. Ускоритель-тандем с вакуумной изоляцией как основа медицинского комплекса для лечения злокачественных опухолей методом борнейтронозахватной терапии и таможенного комплекса для дистанционного обнаружения взрывчатых веществ. // Вестник НГУ: серия: Физика. - Том 1, выпуск 2. 2006.
- [156] Logatchov P., Lotov K., Petrenko A. Simulations of the experiment on efficient plasma wakefield acceleration. // NIM. A, 2006, v.558, N1, p.314-316.
- [157] Timofeev I.V. and Lotov K.V. Relaxation of a relativistic electron beam in plasma in the trapping regime. // Phys. Plasmas, 2006, v.13, N6, p.062312(1-6).
- [158] Anikeev A.V., Bagryansky P.A., Ivanov A.A., Lizunov A.A., Murakhtin S.V., Prikhodko V.V., Solomakhin A.L. and Noack K. Confinement of strongly anisotropic hot-ion plasma in a compact mirror. // Journal of Fusion Energy, 2006, DOI: 10.1007/s10894-006-9034-5.
- [159] Belchenko Y., Burdakov A., Davydenko V., Ivanov A., Kobets V., Kudryavtsev A., Savkin V., Shirokov V., Taskaev S. BINP pilot accelerator-based neutron source for neutron capture therapy. // Advances in Neutron Capture Therapy 2006, p.296-299.

- [160] *А.В. Аржанников, А.М. Батраков, А.В. Бурдаков, И.А. Иванов, К.И. Меклер, В.В. Поступаев, А.Ф. Ровенских, С.В. Полосаткин, В.Я. Сазанский, С.Л. Синицкий, Ю.С. Суляев.* Экспериментальное исследование динамики нейтронной эмиссии в многопробочной ловушке ГОЛ-3. // *Физика плазмы*, 2006, том 32, N2, с.113-121.
- [161] *Полосаткин С.В., Бурдаков А.В., Иванцовский М.В., Койдан В.С., Овчар В.К., Ровенских А.Ф., Семмонов В.В., Федотов М.Г.* Многоканальная система томографического рассеяния на установке ГОЛ-3. // *ФП*, 2006, том 32, N2, с.128-133.
- [162] *Астрелин В.Т., Бурдаков А.В., Ковеня В.М., Козлинская Т.В.* Численное моделирование динамики плазмы в неоднородном магнитном поле. // *ПМТФ*, 2006, т.47, N1, с.35-45.
- [163] *Аржанников, А.В., Вавилов А.М., Вазина А.А., Гаджиев А.М., Болдырев В.В., Бурдаков А.В., Иванов И.А., Койдан В.С., Ланина Н.Ф., Летягин В.П., Мавевский Е.И., Матюшин А.М., Поступаев В.В., Сергиенко П.М., Ровенских А.Ф., Полосаткин С.В., Синицкий С.Л., Шошин А.А., Черняев А.Л.* Измерение импульсных высоких давлений по сдвигу линий флуоресценции рубина. // *ПТЭ*, 2006, N2, с.157-161.
- [164] *Кругляков Э.П., Лотов К.В., Шошин А.А.* Кафедра физики плазмы. // *Вестник НГУ*, серия: Физика, 2006, т.1, N1, с.13-22.
- [165] *Аржанников А.В., Гинзбург Н.С., Заславский В.Ю., Иваненко В.Г., Иванов И.А., Калинин П.В., Кузнецов А.С., Кузнецов С.А., Песков Н.Ю., Сергеев А.С., Синицкий С.Л., Степанов В.Д.* Исследование генерации миллиметрового излучения в планарном мазере на свободных электронах с комбинированным брэгговским резонатором. // *Вестник НГУ. серия: Физика*, 2006, т.1, N2, с.71-81.
- [166] *Аржанников А.В., Гинзбург Н.С., Заславский В.Ю., Калинин П.В., Кузнецов С.А., Песков Н.Ю., Сергеев А.С., Синицкий С.Л., Степанов В.Д.* К теории планарного МСЭ-генератора с циркуляцией поперечных электромагнитных потоков в двумерном брэгговском зеркале. // *ЖТФ*, 2006, т.76, N.12, с.80-85.
- [167] *Bennett G.W., Druzhinin V.P., Fedotov G.V., Grigoriev D., Khazin B.I., Logashenko I., Redin S.I., Ryskulov N., Shatunov Yu.M., Solodov E., et al. (Muon g-2 Collab.).* Final report of the muon E821 anomalous magnetic moment measurement at BNL. // *Phys. Rev. D.*, 2006, v.73, N7, p.072003-1-41.
- [168] *Bardakhanov S.P., Korchagin A.I., Kuksanov N.K., Lavrukhin A.V., Salimov R.A., Fadeev S.N., Cherepkov V.V.* Nanopowder production based on technology of solid raw substances evaporation by electron beam accelerator. // *Elsevier, Mater. Sci. Eng. B*, 2006, v.32, p.204-208.
- [169] *Poletika I.M., Golkovski M.G., Perovskaya M.V., Salimov R.A.* Electron beam fusion of the stainless steel on the plain carbon steel. // *Изв. Вузов. Физика, приложение С*, 2006, №8, с.272-275.
- [170] *Полетика И.М., Голковский М.Г., Перовская М.В.* Формирование структуры и свойств поверхностных слоёв стали и чугуна при закалке электронным пучком. *ФиХОМ*. // в печати.
- [171] *Полетика И.М., Голковский М.Г., Перовская М.В., Калинин А.Н., Салимов Р.А.* Закалка поверхностного слоя средне-углеродистой стали с использованием

- энергии релятивистских электронов. // Перспективные материалы, 2006, №2, с.73-79.
- [172] Полетика И.М., Голковский М.Г., Перовская М.В., Беляков Е.Н., Салимов Р.А., Батаев В.А., Сазанов Ю.А. Формирование коррозионно-стойких покрытий методом наплавки в пучке релятивистских электронов. // Перспективные материалы, 2006, №2, с.80-86.
- [173] Бардаханов С.П., Корчагин А.И., Куксанов Н.К., Лаврухин А.В., Салимов Р.А., Фадеев С.Н., Черепков В.В. Получение нанопорошков испарением исходных веществ на ускорителе электронов при атмосферном давлении. // Доклады Академии Наук, 2006, т.409, N3, с.320-323.
- [174] Bardakhanov S.P., Korchagin A.I., Kukhanov N.K., Lavrukhin A.V., Salimov R.A., Fadeev S.N., Cherepkov V.V. Nanopowders obtained by evaporating initial substances in an electron accelerator at atmospheric pressure. // Doklady Physics, 2006, v.51, N7, p.353-356. (©Pleiades Publishing, Inc., 2006).
- [175] Бардаханов С.П., Ларичкин В.В., Корчагин А.И., Черепков В.В. Инженерные проблемы получения и применения нанопорошков для экологических приложений. // Известия академии промышленной экологии, 2006, №1, с.20-25.
- [176] Ауслендер В.Л., Безуглов В.В., Брызгин А.А., Воронин Л.А., Горбунов В.А., Коробейников М.В., Нехаев В.Е., Панфилов А.Д., Подобаев В.С., Ткаченко В.О., Тувик А.А., Факторович Б.Л. Импульсные линейные ускорители электронов серии ИЛУ производства Института ядерной физики им. Будкера. // ISSN 1818-7994. Вестник НГУ, сер.: Физика. - 2006. т.1, N2, с.89-96.
- [177] Khriplovich I.B., Pitjeva E.V. Upper limits on density of dark matter in Solar system. // Intern. J. Modern Physics D, 2006, v.15, N4, p.615-618.
- [178] Khriplovich I.B., Ruban G.Yu. Quasinormal modes for arbitrary spins in the Schwarzschild background. // Intern. J. Modern Phys. D, 2006, v.15, N6, p.879-893.
- [179] Khriplovich I.B., Produit N. Is radiation of quantized black holes observable?. // Intern. J. Modern Physics D, in press; astro-ph/0604003.
- [180] Khriplovich I.B., Pomeransky A.A. Remark on Immirzi parameter, torsion, and discrete symmetries. // Phys. Rev. D, 2006, v.73, N10, p.107502-1-2.
- [181] Chernyak V.L. $\gamma\gamma \rightarrow \pi\pi, KK$: Leading term QCD versus handbag model. // Phys. Lett. B, 2006, v.640, p.246-251. - hep-ph/0605072.
- [182] Chernyak V.L. Selected topics in e^+e^- collisions. // Nucl. Phys. (Proc. Suppl.) B, 2006, v.162, p.161-171. - hep-ph/0605327.
- [183] Baier V.N., Katkov V.M. Поляризациянные эффекты в электромагнитных процессах в ориентированных кристаллах при высокой энергии. // Advanced Radiation Sources and Applications (H.Wiedemann(ed)). - Springer, 2006, p.97-108.
- [184] Baier V.N., Katkov V.M. Polarization effects for pair creation by photon in oriented crystals at high energy. // NIM, B, 2006, v.243, N2, p.282-292.
- [184a] Baier V.N., Katkov V.M. Coherent and incoherent high energy electron radiation, and the LPM effect in oriented single crystals at high-energy. // Physics Letters A, 2006, v.353, p.91-97.
- [185] Strakhovenko V. Polarized radiation from electrons at off-axis crystal orientation. // Advanced Radiation Sources and Applications (H.Wiedemann(ed)). - Springer, 2006, p.55-62.

- [186] *Lee R.N., Milstein A.I., Strakhovenko V.M., Schwartz O.Ya.* Electron-positron pair production and bremsstrahlung at intermediate energies in the field of heavy atoms. // *Radiation Physics and Chemistry*, 2006, v.75, p.868-873.
- [187] *Lucher A., Milstein A.I., Misguich G., Sushkov O.P.* Local spin spirals in the Neel phase of $La_{2-x}Sr_xCuO_4$. // *Phys. Rev. B*, 2006, v.73, p.085122.
- [188] *Lee R.N., Milstein A.I., Karshenboim S.G.* Corrections to the energy levels of a spin-zero particle bound in a strong field. // *Phys. Rev. A*, 2006, v.73, N1, p.012505-1-4.
- [189] *Milstein A.I., Muller C., Hatsagortsyan K., Jentschura U., Keitel C.H.* Polarization operator approach to electron positron pair production in combined laser and Coulomb field. // *Phys. Rev. A*, 2006, v.73, N6, p.062106-1-10.
- [190] *Bogdan A.V. and Lee R.N.* Differential equations and high-energy expansion of two-loop diagrams in D dimensions. // *Nucl. Phys. B*, 2006, v.732, p.169.
- [191] *Khatsymovsky V.M.* On the area expectation values in area tensor Regge calculus in the Lorentzian domain. // *Phys. Lett. B*, 2006, v.633, p.653.
- [192] *Khatsymovsky V.M.* Path integral in area tensor Regge calculus and complex connections. // *Phys. Lett. B*, 2006, v.637, p.350.
- [193] *Auerbach N., Dmitriev V.F., Flambaum V.V., Lisetskiy A., Sen'kov R.A., Zelevinsky V.G.* Nuclear Schiff moment in nuclei with soft octupole and quadrupole vibrations. // *Phys. Rev. C*, 2006, v.74, p.025502.
- [194] *Zhirov O.V., Shepelyansky D.L.* Quantum synchronization. // *Eur. Phys. J. D*, 2006, v.38, p.375-379.
- [195] *Zhirov O.V., Shepelyansky D.L.* Dissipative decoherence in the Grover algorithm. // *Eur. Phys. J. D*, 2006, v.38, p.405-408.
- [196] *Pomeransky A.A.* Complete integrability of higher-dimensional Einstein equations with additional symmetry, and rotating black holes. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, p.044004.
- [197] *Bogdan A.V., Fadin V.S.* A proof of the Reggeized form of amplitudes with quark exchanges. // *Nucl. Phys. B*, 2006, v.740, p.36-57. -
- [198] *Fadin V.S., Fiore R., Kozlov M.G. and Reznichenko A.V.* Proof of the multi-Regge form of QCD amplitudes with gluon exchanges in the NLA. // *Phys. Lett. B*, 2006, v.639, p.74-81. -
- [199] *Fadin V.S.* Non-forward BFKL kernel at NLO. // *Acta Phys. Polon. B*, 2006, v.37, p.829-834.
- [200] *Grozin A.G., Smirnov A.V., Smirnov V.A.* Decoupling of heavy quarks in HQET. // *J. High Energy Phys.*, 2006, v.11, p.022.
- [201] *Грозин А.Г.* Лекции по КЭД и КХД. // Лекции для молодых учёных. - Дубна, ОИЯИ Е2-2006-33, 2006, вып.63, 108с.
- [202] *Быстрицкий Ю.М., Кураев Э.А., Богдан А.В., Игнатов Ф.В., Федотович Г.В.* Новая формулировка вклада адронов в аномальный магнитный момент мюона. // *ЖЭТФ, Письма*. - 2006, т.83, N2, с.57-59.
- [203] *Miginsky S.V.* An optimizer for high-current beamlines. // *NIM A*, 2006, v.558, N1, p.127-130.
- [204] *Kvardakov V., Levichev E.* Canonical harmonic tracking of charged particles in circular accelerators. // *NIM A*, 2006, v.558, N1, p.36-39.- Bibliogr.:5 ref.

- [205] *Щенников В.В., Овсянников С.В., Манаков А.Ю., Лихачева А.Ю., Анчаров А.И., Бергер И.Ф., Шеромов М.А.* 17 Структура промежуточных фаз высокого давления тройных теллуридов свинца. // ЖЭТФ Письма, 2006, т.83, N6, с.271-276.
- [206] *Bender E., Dimov G., Krivenko A., Razorenov V.* Hall current layer formation in arc discharge across magnetic field and transfer of fast ions out of discharge. // RSI, 2006, v.77, N1, p.013303-1-8.
- [207] *Акимов А.Н., Ерков В.Г., Кубарев В.В., Молодцова Е.Л., Климов А.Э., Шумский В.Н.* Фоточувствительность пленок Pb/sub 1-x/Sn/sub x/Te(In) в терагерцевой области спектра. // ФТП, 2006, т.40, N2, с.169-173.
- [208] *Bolotin V.P., Vinokurov N.A., Kayran D.A., Knyazev B.A., Kolobanov E.I., Kotenkov V.V., Kubarev V.V., Kulipanov G.N., Matveenko A.N., Medvedev L.E., Miginsky S.V., Mironenko L.A., Oreshkov A.D., Ovchar V.K., Popik V.M., Salikova T.V., Serednyakov S.S., Skrinsky A.N., Shevchenko O.A., Scheglov M.A.* // Status of the Novosibirsk terahertz FEL. // ВАНТ, сер.: ядер.-физ. исслед., 2006, N2, с.5-7.
- [209] *Alinovsky N.I., Bulushev A.F., Klyuev V.F., Konstantinov E.S., Konstantinov S.G., Kozhemyakin A.V., Kryuchkov A.M., Parkhomchuk V.V., Petrichenkov M.V., Rastigeev S.A., Reva V.B., Sukhina B.N.* Status of an accelerator mass-spectrometer project for SD RAS. // ВАНТ, сер.: ядер. физ. исслед., 2006, N2, с.34-36.
- [210] *Miginsky S.V., Bondarenko A.V., Lee B.S., Park S.H., Jeong Y.U., Han Y.H., Kim S.C.* ВАНТ, сер.: ядер. физ. исслед., 2006, N2, с.37-39.
- [211] *Bekhtenev E.A., Kuzin M.V., Khrushev S.V., Mezentsev N.A., Miginskaya E.G., Shkaruba V.A., Tsukanov V.M.* Magnetic measurements of the 63-pole 2 TESLA superconducting wiggler for Candian light source. // ВАНТ, сер.: ядер. физ. исслед., 2006, N2, с.175-177.
- [212] *Вечеславов В.В.* Гладкий аналог стандартного отображения. // ЖТФ, 2006, т.76, N6, с.15-24.
- [213] *Avakyan S., Afanas'ev I., Voronin N., Nikolenko A., Pindyurin V.* Absolute synchrotron radiation calibration for the Space Solar Patrol instrumentation. // Metrologia, 2006, N43, p.105-108.
- [214] *Higuchi T., Hazumi M., Igarashi Y., Ikeno M., Itoh R., Iwasaki Y., Nakao M., Nakavoshi K., Suzuki S.Y., Tanaka M., Tauchi K., Aulchenko V., Bukin M.A., Shwartz B., Usov Y., Wei B., Varner G.S., Kawasaki T., Nakano E., Uchida T., Kapusta P.J., Natkaniec Z.* Modular pipeline readout electronics for the SuperBelle drift chamber. // IEEE Transactions on Nucl. Sci., 2006, v.52, N5, p.1912-1917.
- [215] *Akimov A.V., Bak P.A., Kazarezov I.V., Korepanov A.A.* Investigations of cold cathode TP11-10k/50 thyratron parameters at voltage up to 50 kV, current up to 10 kA, pulse duration of hundred nanoseconds. // ВАНТ, сер.: Ядер.-физ. исслед. - 2006, N3(47), с.92-94.
- [216] *Pachkov A.A., Bak P.A.* High voltage decoupled high-current power supply. // ВАНТ. сер.: Ядер. - физ. исслед. - 2006, N3(47), с.87-89.
- [217] *Alinovsky N.I., Konstantinov S.G., Kozhemyakin A.V., Parkhomchuk V.V., Rastigeev S.A.* The negative carbon ion sources for accelerator mass spectrometer. // ВАНТ, сер.: ядер. физ. исслед., 2006, N2, с.72-74.

- [218] *Otboev A.V., Shatunov P.Yu., Shatunov Yu.M.* Polarized protons acceleration at U-70. // ВАИТ, сер.: ядер. физ. исслед., 2006, N3(47), с.25-27.
- [219] *Pestrikov D.V.* Simple model for multibunch transverse coherent instabilities in a beam containing a gap. // NIM A, 2006, v.562, N1. p.12-21.
- [220] *Pestrikov D.V.* Dipole coherent oscillations and fluctuations of a coasting ion beam with strong space charge. // NIM A, 2006, v.562, N1, p.65-75.
- [221] *Auslender V.L., Bryazgin A.A., Bezuglov V.V., Glagolev G.B., Gorbunov V.A., Cheskidov V.G., Gornakov I.V., Faktorovich B.L., Kokin E.N., Lukin A.N., Maksimov S.A., Nekhaev V.E., Panfilov A.D., Radchenko V.M., Romashko N.D., Sidorov A.V., Tkachenko V.O., Tuvik A.A., Voronin L.A.* Industrial electron accelerators type ILU. // ВАИТ, сер.: ядер. физ. исслед., 2006, N3(47), с.165-167.
- [222] *Blinov V., Bogomyagkov A., Karnaeв S., Kiselev V., Kremyanskaya E., Kvardakov V., Levichev E., Mishnev S., Meshkov O., Muchnoy N., Naumenkov A., Neyfeld V., Nikolaev I., Nikitin S., Piminov P., Protopopov I., Shamov A., Simonov E., Sinyatkin S., Skrinsky A., Smaluk V., Tikhonov Yu., Tumaikin G., Zhuravlev A.* Status of VEPP-4M collider: current activity and plans. // ВАИТ, сер.: ядер. физ. исслед., 2006, N3(47), с.6-8.
- [223] *Karpov S.V., Bragin A.V., Ruban A.A., Popov Yu.S.* Superconducting power supply for thin superconducting solenoid of the CMD-3 detector. // IEEE Trans. on Appl. Conductivity. - 2006, v.16, N2, p.1642-1645.
- [224] *Churkin I., Batrakov A., Briquez F., Chubar O., Dael A., Ilyin I., Kolokolnikov Yu., Rouvinski E., Semenov E., Steshov A., Vobly P.* Elliptical undulator HU256 for synchrotron soleil:magnetic design, computations and measurements. // IEEE Trans. on Appl. Conductivity. - 2006, v.16, N2, p.1852-1854.
- [225] *Schirm K.M., Kalbreier W., Anashin V., Kiselev O., Maraev V., Ogurtsov A., Pupkov Yu., Ruvinsky E., Zhilyaev K., Konstantinov Yu., Kosjakin M., Peregud V.* The bending magnets for the proton transfer line of CNGS. // IEEE Trans. on Appl. Conductivity. - 2006, v.16, N2, p.1869-1872.
- [226] *Foussat A., J.ten Kate H.H., Levesy B., Mayri C., Petrov V., Raymond M., Sun Z., Vedrine P.* Assembly concept and technology of the ATLAS barrel toroid. // IEEE Trans. on Appl. Conductivity. - 2006, v.16, N2, p.565-569.
- [227] *Gurov D., Kiselev O., Morozov I., Ogurtsov A., Petrov V., Ruvinsky E., Sukhanov A., Zhilayev K., Bidon S., Cornuet D., Gerard D., Hans O., Kalbreier W., Ramberger S., Rijk de G.* Normal-conducting separation and compensation dipoles for the LHC experimental insertions. // IEEE Trans. on Appl. Conductivity. - 2006, v.16, N2, p.253-256.
- [228] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.).* Measurement of CP observables for the decays $B^{+-} \rightarrow D/sab 0 // sub cp/K^{+-}$. // Phys. Rev. D, 2006, v.73, N5, p.051105-1-8.
- [229] *Seuster R., Bedny I., Eidelman S., Krovovny P., Kuzmin A., Sidorov V., Zhilich V., et al. (BABAR Collab.).* Charm hadrons from fragmentation and B decays in e^+e^- annihilation at radical $s = 10.6$ GeV. // Phys. Rev. D, 2006, v.73, N3, p.032002-1-22.

- [230] *Tanaka K., Michael C., Sanin A.L., Vyacheslavov L.N., Kawahata K., Murakami S., Wakasa A., Okajima S., Yamada H., Shoji M., Miyazawa J., Morita S., Tokuzawa T., Akiyama T., Goto M., Ida K., Yoshinuma M., Yamada I., Yokoyama M., Masuzaki T., Morisaki T., Sakamoto R., Funaba H., Inagaki S., Kobayashi M., Komori A. (LHD experimental group).* Experimental study of particle transport and density fluctuations in LHD. // *Nucl. Fus.*, 2006, v.46, N1, p.110-122.
- [231] *Кругляков Э.П.* Так куда же мы идем? или Вперед, в Средневековье!. // *Природа*, 2006, N3, с.3-6.
- [232] *Wu Y.K., Vinokurov N.A., Mikhailov S., Li J., Popov V.* High-gain lasing and polarization switch with a distributed optical-klystron free-electron laser. // *PRL*, 2006, v.96, N22, p.224801-1-4.
- [233] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.).* Search for doubly charmed baryons Ξ_{cc}^+ and Ξ_{cc}^{++} in BABAR. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N1, p.011103-1-8.
- [234] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.).* Measurement of $B \rightarrow D^* K^0$ branching fractions. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N3, p.031101-1-8.
- [235] *Середняков С.И., Эйдельман С.И., Белобородов К.И.* Кафедра физики элементарных частиц. // *Вестник НГУ, Сер.: Физика.* - 2006, т.1, N1, с.8-12.
- [236] *Козырев Е.В., Кузин Г.И., Медведко А.С.* Кафедра радиофизики. // *Вестник НГУ, Сер.: Физика.* - 2006, т.1, N1, с.23-28.
- [237] *Аульченко В.М., Никитина Е.В., Жуланов В.В.* Кафедра физико-технической информатики. // *Вестник НГУ, Сер.: Физика*, 2006, т.1, N1, с.73-78.
- [238] *Беркаев Д.Е., Кооп И.А.* Кафедра физики ускорителей. // *Вестник НГУ, Сер.: Физика*, 2006, т.1, N1, с.79-82.
- [239] *Задорожный А.М., Золкин А.С., Князев Б.А., Коткин Г.Л., Кочев А.А., Меледин Г.В., Орлинич А.М., Черкасский В.С.* Кафедра общей физики. // *Вестник НГУ, Сер.: Физика.* - 2006, т.1, N1, с.88-104.
- [240] *Дмитриев В.Ф., Кирилин Г.Г., Коткин Г.Л., Мильштейн А.И., Хрипович И.Б., Шапиро Д.А.* Кафедра теоретической физики. // *Вестник НГУ, Сер.: Физика.* - 2006, - т.1, - N1, с.105-109.
- [241] *Князев Б.А., Котельников И.А., Тютин А.А., Черкасский В.С.* Торможение магнитного диполя, движущегося с произвольной скоростью в проводящей трубе. // *УФН*, 2006, т.176, N9, с.965-974.
- [242] *Дмитриев В.Ф.* Влияние поляризации на сечение и угловые распределения продуктов реакции $^{11}\text{B}(\alpha, n)^8\text{Be}^*$. // *ЯФ*, 2006, т.69, N9, с.1496-1497.
- [243] *Зенин В.Н., Лещинский С.В., Золотарев К.В., Грутес П.М., Надо М.-Х.* // *Геоархеология и особенности материальной культуры палеолитического местонахождения луговское.* // *Археология, этнография и антропология Евразии*, 2006, N1, с.41-53.
- [244] *Volosov V.I.* Aneutronic fusion on the base of asymmetrical centrifugal trap. // *Nucl. Fus.*, 2006, v.46, N8, p.820-828.

- [245] *Arbuzov A.B., Fedotov G.V., Ignatov F.V., Kuraev E.A., Sibidanov A.L.* Monte-Carlo generator for e^+e^- annihilation into lepton and hadron pairs with precise radiative corrections. // *Eur. Phys. J. C.*, - 2006, v.46, N3, p.689-703.
- [246] *Bondar A., Poluektov A.* Feasibility study of model-independent approach to $\phi(1020)$ measurement using Dalitz plot analysis. // *Eur. Phys. J. C.*, 2006, v.47, N2, p.347-353.
- [247] *Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Bobrovnikov V.S., Buzykaev A.R., Tsigankov D.A., Kononov S.A., Kravchenko E.A., Onuchin A.P.* R&D of microchannel plate phototubes. // *NIM. A*, 2006, v.567, N1, p.17-20.
- [248] *Bagryansky P.A., Khilchenko A.D., Kvashnin A.N., Lizunov A.A., Voskoboynikov R.V., Solomakhin A.L., Koslowski H.R.* Dispersion interferometer based on a CO₂ laser for TEXTOR and burning plasma experiments. // *RSI*, 2006, v.77, N5, p.053501-1-7.
- [249] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Buzykaev A., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebryakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Coll.)*. Measurement of the $B \rightarrow D^0 K^*$ branching fraction. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.73, N11, p.11104-1-7.
- [250] *Котельников И.А.* Две задачи на метод изображений. // *Вестник НГУ, Сер.: Физика.* - 2006, т.1, N2, с.113-121.
- [251] *Князев Б.А., Черкасский В.С.* Отражающие дифракционные оптические элементы и их применение для управления излучением терагерцового лазера на свободных электронах. // *Вестник НГУ, Сер.: Физика.* - 2006, т.1, N2, с.3-20.
- [252] *Александров Е., Ефремов Ю., Кругляков Э.* Неужели Россия не может без рапунцины?. // *Здравый смысл*, 2006, N4(41), с.13-14.
- [253] *Бехтенов Е.А., Кузин М.В., Мезенцев Н.А., Мигинская Е.Г., Хрущёв С.В., Цуканов В.М., Шкаруба В.А.* Система магнитных измерений сверхпроводящих многополюсных вигглеров. // *Поверхность*, 2006, N12, с.23-26.
- [254] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebryakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BABAR Collab.)*. Observation of a new D_s meson decaying to DK at a mass of 2.86 GeV/c². // *PRL*, 2006, v.97, N22, p.222001-1-8.
- [255] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebryakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu. et al. (BABAR Collab.)*. Structure at 2175 MeV in $e^+e^- \rightarrow \phi(1020)$ observed via initial-state radiation. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N9, p.091103-1-9.
- [256] *Kotelnikov I.A., Rome M., Kabantsev A.* Non-neutral plasma equilibria with weak axisymmetric magnetic perturbations. // *Phys. of Plasmas*, 2006, v.13, N9, p.092108-1-12.
- [257] *Burdakov A.V., Ivanov A.A., Kruglyakov E.P.* Open ended axially symmetric systems. Results and perspectives. // *Problems of Atomic Sci. and Technology. Plasma Phys.*, 2006, N6, p.29-33.
- [258] *Arzhannikov A., Astrelin V., Beklemishev A., Burdakov A., Burmasov V., Derevyankin G., Ivanenko V., Ivanov I., Ivantsivsky M., Kandaurov I., Konukhov V., Kotelnikov I., Kovenya V., Kozlinskaya T., Kuklin K., Kuznetsov A., Kuznetsov S., Lotov K., Timofeev I., Makarov A., Mekler K., Nikolaev V., Popov S., Postupaev V., Polosatkin S., Rovenskikh A., Shoshin A., Shvab I., Sinitsky S., Sulyaev Yu.,*

- Stepanov V., Trunyon Yu., Vyacheslavov L., Zhukov V., Zubairov Ed.* Studies of plasma confinement in GOL-3 multi mirror trap. // Problems of Atomic Sci. and Technology. Plasma Phys., 2006, N6, p.47-49.
- [259] *Кругляков Э.П.* История одного интервью. // В защиту науки: бюллетень /РАН. Комис. по борьбе с лженаукой и фальсификацией науч. исслед.; отв. ред. Э.П.Кругляков. - М: Наука, 2006, N1, с.30-35.
- [260] *Кругляков Э.П.* Так куда же мы идем? или вперед, в Средневековье!. // В защиту науки: бюллетень /РАН. Комис. по борьбе с лженаукой и фальсификацией науч. исслед.; отв. ред. Э.П.Кругляков. - М: Наука, 2006, N1, с.42-48.
- [261] *Александров Е.Б., Гинзбург В.Л., Кругляков Э.П., Фортвов В.Е.* Астрология добралась до правоохранительных органов. // В защиту науки: бюллетень /РАН. Комис. по борьбе с лженаукой и фальсификацией науч. исслед.; отв. ред. Э.П.Кругляков. - М: Наука, 2006, N1, с.119-121.

ДОКЛАДЫ НА КОНФЕРЕНЦИЯХ

- [262] *Muchnoi N.Yu., Nikitin S.A., Zhilich V.N.* Fast and precise beam energy monitor based on the Compton backscattering at the VEPP-4M collider. // Proc. of EPAC 2006, Edinburgh, 26-30 June, 2006, p1181. - <http://www.epac06.org/>, TUPCH074.
- [263] *Nikitin S.A., Nikolaev I.B.* Dependence of the electron beam polarization effect in the intra-beam scattering rate on the vertical beam emittance. // Proc. of EPAC 2006, Edinburgh, 26-30 June, <http://www.epac06.org/>, TUPCH075, p. 1184.
- [264] *Nikitin S.A.* Adiabatic theory of slow extraction of particles from a synchrotron. // Proc. of EPAC 2006, Edinburgh, 26-30 June, p.2119. - <http://www.epac06.org/>, WEPCH086.
- [265] *Gallo A., ..., Levichev E., Nikitin S.A., Piminov P.A., Shatilov D.N., et al.* DAFNE Status Report. // Proc. of EPAC 2006, Edinburgh, 26-30 June, p.604. - <http://www.epac06.org/>, MOPLS028.
- [266] *Bogomyagkov A., Blinov V.E., Karnaev S., Kiselev V., Kremyanskaya E.V., Levichev E., Meshkov O.I., Mishnev S.I., Morozov I., Muchnoi N.Yu., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Shamov A.G., Shatilov D.N., Simonov E.A., Skrinisky A.N., Smaluk V.V., Tikhonov Yu.A., Tumaikin G.M., Zhilich V.N.* Beam energy calibration in experiment on precise T au lepton mass measurement at VEPP-4M with KEDR Detector. // Proc. of EPAC 2006, Edinburgh, 26-30 June, p.625. - <http://www.epac06.org/>, MOPLS038.
- [267] *Braun H.-H., Korostelev M., Schulte D., Zimmermann F., Levichev E.B., Piminov P.A., Sinyatkin S.V., Vobly P., Zolotarev K.* Minimizing emittance for the CLIC damping ring. // Proc. of EPAC 2006, Edinburgh, 26-30 June, p.870. - <http://www.epac06.org/>, MOPLS134.
- [268] *Zobov M., Alesini D., Milardi C., Preger M.A., Raimondi P., Shatilov D.N.* Wire compensation of parasitic crossings in DAFNE. // Proc. of EPAC 2006, Edinburgh, 26-30 June, p.28008. - <http://www.epac06.org/>, TPHCH011.
- [269] *Kvardakov V.A., Levichev E.* Nonlinear characteristics of the TME Cell. // Proc. of EPAC 2006, Edinburgh, 26-30 June, p.2202. - <http://www.epac06.org/>, WEPCH038.

- [270] *Levichev E., Piminov P.A.* Algorithms for chromatic sextupole optimization and dynamic aperture increase. // Proc. of EPAC 2006, Edinburgh, 26-30 June, p.2116. - <http://www.epac06.org/>, WEPCH085.
- [271] *Tischer M., Balewski K., Seidel M., Yongjun L., Krasnov A.A., Kuzminykh V., Levichev E., Vobly P., Zolotarev K.* Status of the PETRA III damping wigglers. // Proc. of EPAC 2006, Edinburgh, 26-30 June, p.3565. - <http://www.epac06.org/>, THPLS121.
- [272] *Kaplin V., Karnaev S., Morozov I., Plotnikova O.* The precision measuring temperature system of the electron-positron collider VEPP-4M. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.73. - <http://rupac2006.inp.nsk.su/>, MODP15.
- [273] *Miginskaya E.G., Morozov I.I., Tsukanov V.M., Volkov A.A.* Temperature stabilization of RF- cavities of VEPP-4M electron-positron facility. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.76. - <http://www.epac06.org/>, MODP23.
- [274] *Gurov D., Kiselev O., Morozov I., Ogurtsov A., Petrov V., Ruvinsky E., Sukhanov A., Zhilyaev K., Cornuet D., Gerard D., Kalbreier W., Ramberger S., Rijk G.* Normal-conducting separation and compensation dipoles for the LHC experimental insertions. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.84. - <http://www.epac06.org/>, MOHP01.
- [275] *Nikitin S.A.* Influence of errors in KEDR detector field compensation on the spin tune shift and beam polarization lifetime in VEPP-4M collider at energy of tau lepton production threshold. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.5. - <http://www.epac06.org/>, MOAP01.
- [276] *Bogomyagkov A.V., Nikitin S.A., Shamov A.G.* Influence of the vertical closed orbit distortions on accuracy of the energy calibration done by resonant depolarization technique. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.57. - <http://www.epac06.org/>, MOAP02.
- [277] *Barkova V.G., Kiselev A.V., Chudaev V.J.* Beam spread measurement at the VEPP-4M electron-positron Collider. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.56. - <http://www.epac06.org/>, THDO09.
- [278] *Kvardakov V., Levichev E.* Nonlinear characteristics of the TME cell. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov,

- T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.96. - <http://www.epac06.org/>, MOJP11.
- [279] *Smaluk V.* VEPP-4M status report. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.31. - <http://www.epac06.org/>, MOAO09.
- [280] *Smalyuk V., Einfeld D.* Impedance estimation for the ALBA storage ring. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.96. - <http://www.epac06.org/>, MOJP13.
- [281] *Anashin V.V., Dostovalov R.V., Krasnov A.A.* Experimental study of NEG coated vacuum chamber at different temperatures under SR irradiation. // Proc. of the 10th European Particle Accelerator Conference (EPAC'06). - June 26-30, 2006, Edinburgh, UK.
- [282] *Anashin V.V., Dranichnikov A.N., Dostovalov R.V., Evstigneev A.V., Isaeva L.G., Krasnov A.A., Kuzminykh V.S., Schegolev L.M., Shatunov Yu.M.* The vacuum system of the VEPP-2000 storage ring. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.85.
- [283] *Anashin V.V., Krasnov A.A.* Experiments with TiZrV non-evaporated getter at BINP. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.91.
- [284] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.).* Measurement of the absolute branching fractions $B \rightarrow D\pi, D^*\pi, D^{**}\pi$ with a missing mass method. // Contributed to 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia. - SLAC-PUB-12107, BABAR-PUB-06-057, September 2006.
- [285] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.).* Observation of $B^+ \rightarrow \phi\phi K^+$ and evidence for $B^0 \rightarrow \phi\phi K^0$ below η_{c1} threshold. // SLAC-PUB-12113, BABAR-PUB-06-042, September 2006. 7p. Presented at 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia.
- [286] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.).* Observation of $B^+ \rightarrow \bar{K}^0 K^+$ and $B^0 \rightarrow K^0 \bar{K}^0$. // PRL, 2006, v.97, N17, p.17805-1-7. Prepared for 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia. SLAC-PUB-12040, BABAR-PUB-06-058, Aug 2006. 7p.
- [287] *Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.).* A search for $B^+ \rightarrow \tau^+\nu$ recoiling against $B^- \rightarrow D^0 l^- \bar{\nu}(l) X$. // Presented

- at 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia. SLAC-PUB-12018, Aug 2006. 22p.
- [288] *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.)*. Precise branching ratio measurements of the decays $D^0 \rightarrow \pi^- \pi^+ \pi^0$ and $D^0 \rightarrow K^- K^+ \pi^0$. // *Phys. Rev. D*, 2006, v.74, N9, p091102-1-8. Contributed to 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia. SLAC-PUB-11977, BABAR-PUB-06-048, Aug 2006. 7p. - e-print archive: hep-ex/0608009.
- [289] *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.)*. Search for charmonium states decaying to $J/\psi \gamma \gamma$ using initial-state radiation events. // Presented at 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia.
- [290] *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.)*. Measurement of CP-violating asymmetries in $B^0 \rightarrow \rho^0 \pi^0$ using a time-dependent Dalitz plot analysis. // Presented at 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia. SLAC-PUB-12035, BABAR-CONF-2006-037, July 2006.
- [291] *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.)*. Branching fraction measurements of charged B decays to $K^{*+} K^+ K^-$, $K^{*+} \pi^+ K^-$, $K^{*+} K^+ \pi^-$ and $K^{*+} \pi^+ \pi^-$ final states. // Contributed to 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia.
- [292] *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.)*. Measurement of CP-violating asymmetries in the $B^0 \rightarrow K^+ K^- K^0$ Dalitz plot. // Contributed to 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia.
- [293] *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.)*. A Search for the decays $B^+ \rightarrow e^+ \nu_e$ and $B^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$ using hadronic-tag reconstruction. // Contributed to 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia.
- [294] *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.)*. Measurement of time-dependent CP asymmetries in $B^0 \rightarrow K_S^0 K_S^0 K_S^0$ decay. // Contributed to 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia.
- [295] *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.)*. Improved measurement of CP asymmetries in $B^0 \rightarrow c\bar{c}, K^{*0}$ decays. // Contributed to 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia.

- [296] *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.).* Measurement of CP asymmetries and branching fractions in $B \rightarrow \pi\pi$ and $B \rightarrow K\pi$ decays. // Contributed to 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia.
- [297] *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.).* Measurement of $\cos(2\beta)$ in $B^0 \rightarrow D^{*0}h^0$ decays with a time-dependent Dalitz plot analysis of $D^0 \rightarrow K_s^0\pi^+\pi^-$. // Contributed to 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia.
- [298] *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.).* Measurement of the CKM angle γ in $B^\mp \rightarrow D^*K^\pm$ decays with a Dalitz analysis of $D^0 \rightarrow K_s^0\pi^-\pi^+$. // Contributed to 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia.
- [299] *Toporkov D.K., Arenhovel H., Barkov L.M., Belostotsky S.L., Dmitriev V.F., Dyug M.V., Gilman R., Grigoriev A.V., Holt R.J., Isaeva L.G., de Jager C.W., Lazarenko B.A., Loginov A.Yu., Mishnev S.I., Nelyubin V.V., Nikolenko D.M., Osipov A.V., Potterveld D.H., Rachek I.A., Sadykov R.Sh., Shestakov Yu.V., Vikhrov V.V., Sidorov A.A., Stibunov V.N., de Vries H. and Zevakov S.A.* Measurements of tensor analyzing power in deuterium photo disintegration at the VEPP-3 storage ring. // XI Advanced Research Workshop on High Energy Spin Physics (DUBNA-SPIN-05). - Proceedings /Ed. by A.V.Efremov and S.V.Goloskokov/, Dubna, 2006, p.443.
- [300] *Shatunov Yu.M., ..., Toporkov D.K., et al.* Spin physics program in the U70 polarized proton beam. // XI Advanced Research Workshop on High Energy Spin Physics (DUBNA-SPIN-05). - Proceedings /Ed. by A.V.Efremov and S.V.Goloskokov/, Dubna, 2006. p.449.
- [301] *Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Beloborodov K.I., Bobrovnikov V.S., Buzykaev A.R., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serednyakov S.I.* Aerogel Cherenkov counter for the SND detector. // Proc. of International Symposium on Detector Development for Particle, Astroparticle and Synchrotron Radiation Experiments (SNIC 2006). - Menlo Park, California, 3-6 April, 2006, p.0192.
- [302] *Anashin V.V., Aulchenko V.M., Baldin E.M., Barladyan A.K., Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Baru S.E., Bedny I.V., Beloborodova O.L., Blinov A.E., Blinov V.E., Bobrov A.V., Bobrovnikov V.S., Bogomyagkov A.V., Bondar A.E., Bondarev D.V., Buzykaev A.R., Eidelman S.I., Karnaev S.E., Karpov G.V., Karpov S.V., Kiselev V.A., Kononov S.A., Kotov K.Yu., Kravchenko E.A., Kremyanskaya E.V., Kulikov V.F., Kuper E.A., Levichev E.B., Malyshev V.M., Maslennikov A.L., Medvedko A.S., Meshkov O.I., Mishnev S.E., Muchnoi N.Yu., Muravlyansky D.A., Naumenkov A.I., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Onuchin A.P., Oreshkin S.B., Orlov I.O., Peleganchuk S.V., Petrosyan S.S., Pivovarov S.G., Poluektov A.O., Pospelov G.E., Prisekin V.G., Ruban A.A., Savinov G.A., Shamov A.G., Shatilov D.N., Smaluk V.V., Shwartz B.A., Sidorov V.A., Simonov E.A., Skovpen Yu.I., Skriskiy A.N., Snopkov R.G., Soukharev A.M., Talyshev A.A., Tayursky V.A., Telnov V.I., Tikhonov Yu.A., Todyshev K.Yu., Tumaikin G.M., Usov Yu.V., Vorobiov A.I., Yushkov A.N., Zhilich V.N.* Precision measurements of masses of charmonium states. // Proc. of International Europhysics Conference on High Energy Physics

- (HEP05), July 21-27 2005, Lisboa, Portugal. - Published in PoS HEP2005: 115, 2006.
- [303] *Telnov V.I.* Ultimate parameters of the photon collider at the ILC. // Talk at the International Conference on Linear Colliders (ILCWS06), March 9-14, 2006, Bangalore, India. - To be published in Indian Journal of Physics (Pramana).
- [304] *Telnov V.I.* Layout of the photon collider at the ILC. // Talk at the International Conference on Linear Colliders (ILCWS06), March 9-14, 2006, Bangalore, India. - To be published Indian Journal of Physics (Pramana).
- [305] *Anashin V.V., Aulchenko V.M., Baldin E.M., Barladyan A.K., Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Baru S.E., Bedny I.V., Beloborodova O.L., Blinov A.E., Blinov V.E., Bobrov A.B., Bobrovnikov V.S., Bogomyagkov A.V., Bondar A.E., Bondarev D.V., Buzykaev A.R., Cherepanov V.P., Eidelman S.I., Glukhovchenko Yu.M., Gulevich V.V., Karnaev S.E., Karpov G.V., Karpov S.V., Kiselev V.A., Kononov S.A., Kotov K.Yu., Kravchenko E.A., Kremyanskaya E.V., Kulikov V.F., Kurkin G.Ya., Kuper E.A., Levichev E.B., Maksimov D.A., Malyshev V.M., Maslennikov A.L., Medvedko A.S., Meshkov O.I., Mishnev S.E., Morozov I.I., Muchnoi N.Yu., Neufeld V.V., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Onuchin A.P., Oreshkin S.B., Orlov I.O., Osipov A.A., Peleganchuk S.V., Petrosyan S.S., Pivovarov S.G., Piminov P.A., Petrov V.V., Pohuektov A.O., Pospelov G.E., Prisekin V.G., Ruban A.A., Sandyrev V.K., Savinov G.A., Shamov A.G., Shatilov D.N., Shubin E.I., Shwartz B.A., Sidorov V.A., Simonov E.A., Sinyatkin S.V., Skovpen Yu.I., Skrinsky A.N., Smaluk V.V., Soukharev A.M., Struchalin M.V., Talyshhev A.A., Tayursky V.A., Telnov V.I., Tikhonov Yu.A., Todyshev K.Yu., Tumaikin G.M., Usov Yu.V., Vorobiov A.I., Yushkov A.N., Zhilich V.N., Zhuravlev A.N.* New precise determination of the tau lepton mass at KEDR detector. // Proc. of 9th International Workshop On Tau Lepton Physics (Tau06), 19-22 September 2006, Pisa, Italy.
- [306] *Telnov V.I.* The photon collider at ILC: status and problems. // Talk at the ECFA-ILC Workshop on the Linear Collider ILC. - 7-10 November 2006, Valencia, Spain.
- [307] *Telnov V.I.* The photon collider at ILC: technical problems. // Summary Talk at the ECFA-ILC Workshop on the Linear Collider ILC. - 7-10 November 2006, Valencia, Spain.
- [308] *Bondar A., Buzulutskov A. (speaker), Grebenuk A., Pavluchenko D., Snopkov R., Tikhonov Y.* Two-phase cryogenic detectors with GEM readout. // Talk at the International Symposium on the Development of Detectors for Particle, Astro-Particle and Synchrotron Radiation Experiments (SNIC). - April 3-6, 2006, SLAC, Menlo Park, CA, USA.
- [309] *Bondar A., Buzulutskov A., Grebenuk A., Pavluchenko D., Snopkov R., Tikhonov Y.* Two-phase and gaseous cryogenic avalanche detectors based on GEMs. // Talk at the TPC Applications Workshop. - April 7-8, 2006, LBNL, Berkeley, CA, USA.
- [310] *Кузин М.В., Бабичев Е.А., Бару С.Е., Пороцев В.В., Савинов Г.А., Украинцев Ю.Г., Хабахпашев А.Г., Шехтман Л.И.* Современные методы цифровой рентгенографии для систем безопасности и массовой флюорографии. // Тезисы VI Конференции молодых ученых (КоМУ-2006), 20-24 ноября 2006, Ижевск.
- [311] *Украинцев Ю.Г., Борисенко А.П., Кармакулов К.Г., Юрченко Ю.Б.* "Возможности цифровых технологий лучевой диагностики в первичном звене здравоохранения. // Материалы Конференции "Медицинские информационные технологии 29-30 марта 2006, с.34-36.

- [312] *Украинцев Ю.Г., Борисенко А.П., Кармакулов К.Г., Юрченко Ю.Б.* Информационные технологии лучевой диагностики для первичного звена здравоохранения. // *Материалы Всероссийского научного форума (РАДИОЛОГИЯ-2006), 25-28 апреля 2006, с.240-242. - Медицинский алфавит, 2006, №4, с.16-18.*
- [313] *Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Bobrovnikov V.S., Buzykaev A.R., Kononov S.A., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Porosev V.V., et al.* Cherenkov detector with a focusing aerogel radiator. // *Proc. of 9th International Symposium on the Detector Development for Particle, Astroparticle and Synchrotron Radiations Experiments (SNIC 2006), 3-6 April 2006, Menlo Park, California. - SNIC-2006-005.*
- [314] *Aulchenko V.M., Bukin M.A., Papushev P.A., Shekhtman L.I., Titov V.M., Vasiljev A.V., Zhulanov V.V.* Detectors for time-resolved studies at SR Beam. // *9th International Symposium on the Detector Development for Particle, Astroparticle and Synchrotron Radiations Experiments (SNIC 2006), 3-6 April 2006, Menlo Park, California. - Proc. of SNIC Symposium, Stanford /edited by V.Luth/, eConf C0604032, SLAC-R-842 (2006).*
- [315] *Kuper K.E., Zedgenizov D.A., Ragozin A.L., Shatsky V.S., Porosev V.V., Zolotarev K.V., Babichev E.A., Ivanov S.A.* Three-dimension minerals distribution into diamondiferous eclogites obtained by the method of high-resolution X-ray computed tomography. // *Труды XVI Международной конференции по использованию синхротронного излучения, 10-15 июля 2006, Новосибирск.*
- [316] *Абросимов О.Г., Аникеева О.Б., Бургина Е.Б., Губин К.В., Жмуриков Е.И., Логачев П.В., Романенко А.И., Цыбуля С.В., Tecchio Luigi.* Особенности углеродных композитов на основе изотопа ^{13}C и плотного мелкодисперсного графита. // *Труды 5 Семинара СО РАН - УРО РАН: Термодинамика и материаловедение. - Новосибирск, 2006, с.30-31.*
- [317] *Абросимов О.Г., Аникеева О.Б., Булушева Л.Г., Жмуриков Е.И., Лавская Ю.В., Логачев П.В., Окотруб А.В., Романенко А.И., Tecchio L.* Свойства материала на основе изотопа ^{13}C для нейтронных мишеней. // *Тезисы 5-ой Международной конференции: Углерод - фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология. - 18-20 октября 2006, Москва, Ленинские горы, МГУ им. М.В.Ломоносова, с.83.*
- [318] *Kuznetsov G., Batazova M., Gubin K., Logachev P., Martyshkin P.* Production of intense beams of singly charged radioactive ions. // *Review of Scientific Instruments. - Proc. of the 11th International Conference on Ion Sources, March 2006, part II, N77, 03A703.*
- [319] *Alyakrinskiy O., Kuznetsov G., Batazova M., Tecchi L.* EBIS with ionization of isotopes inside production target. // *Report on EURISOL week. - CERN, Geneva, Switzerland, 27-30 November, 2006.*
- [320] *Kazakevich G.M., Kuznetsov G.I., Pavlov V.M., JeongYoung Uk, Park Seong Hee, and Lee Byung Cheok.* Optimization of the injection system for Microtron-based terahertz FEL. // *Electronic Proc. of the 28th Free Electron Laser Conference. - 28 August - 1st September, 2006, Berlin, Germany.*
- [321] *Alinovsky N.I., Goncharov A.D., Klyuev V.F., Kozhemyakin A.V., Kryuchkov A.M., Parkhomchuk V.V., Petrichenkov M.V., Rastigeev S.A., Reva V.B. (BINP, Novosibirsk, Russia).* Status of the Russian accelerator mass spectrometer project. // *Proc. of the 10th European Particle Accelerator Conference (EPAC'06). - June 26-30, 2006, Edinburgh, Scotland, p.2391, WEPCH195.*

- [322] *Tranquille G., Chanel M., Carly Ch., Prieto V., Sautier R. (CERN, Geneva, Switzerland), Bublely A., Parkhomchuk V., Reva V., Brizgunov M., Vedenev M., Panasyuk V. (BINP, Novosibirsk, Russia).* Commissioning of the LEIR electron cooler with Pb^{+54} ions. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.43.
- [323] *Brizgunov M.I., Bublely A.V., Panasyuk V.M., Parkhomchuk V.V., Reva V.B.* Particle motion features in the storage ring with the longitudinal magnetic field. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.59.
- [324] *Bublely A.V., Brizgunov M.I., Panasyuk V.M., Parkhomchuk V.V., Reva V.B., Vedenev M.A., Vostrikov V.A.* Ion storage ring at low energy with high intensity and electron cooling. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.59.
- [325] *Veremeenko V.F., Voskoboynikov R.V., Goncharov A.D., Evtushenko Yu.A., Kolmogorov V.V., Kondaurou M.N., Kraynov G.S., Kryuchkov A.M., Medvedko A.S., Parkhomchuk V.V., Petrov S.P., Reva V.B., Tiunov M.A., Karymov B.R.* High voltage power supplies for ion beams electron coolers. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.43.
- [326] *Alinovsky N.I., Goncharov A.D., Klyuev V.F., Kozhemyakin A.V., Kryuchkov A.M., Parkhomchuk V.V., Petrichenkov M.V., Rastigeev S.A., Reva V.B.* Status of accelerator mass spectrometer at BINP. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.59.
- [327] *Logachev P.V., Akimov A.V., Antoshin A.V., Bak P.A., Boimelshtein Yu.M., Bolkhovitianov D.Yu., Galimov R., Gurov S.M., Gusev E.A., Dikansky N.S., Klushev S.N., Kot N.Kh., Korepanov A.A., Pivovarov I.L., Semenov Yu.I., Skrinisky A.N., Frolov A.R., Tsyganov A.S., Shiyankov S.V.* Status of VEPP-5 injection complex. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.31.
- [328] *Logatchov P.V., Malyutin D.A., Starostenko A.A.* Low energy electron beam as a nondestructive diagnostic tool for high power beams. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - BINP, Novosibirsk, 2006, p.59.
- [329] *Akimov A.V., Bak P.A., Kazarezov I.V., Pachkov A.A.* Tens kilowatt power supply based on half-bridge inverter with zero current commutation. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.41.

- [330] *Akimov A.V., Bak P.A., Kazarezov I.V., Korepanov A.A.* The modulator for the 10 MeV 2 kA inductive accelerator pulse power supply. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - BINP, Novosibirsk, 2006, p.59.
- [331] *Akimov V.E., Bulatov A.V., Kazarezov I.V., Korepanov A.A., Maljutin D.A., Pachkov A.A., Starostenko A.A.* Electron miniaccelerator for the charged particles beam nondestructive diagnostics. // Proc. of XX Russian Accelerator Conference (RuPAC 2006). - September 10-14, 2006, Novosibirsk, BINP, Russia. Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - BINP, Novosibirsk, 2006, p.111.
- [332] *Akimov V.E., Ivanov A.V., Kazarezov I.V., Korepanov A.A., Kulenko Ya.V., Kuznetsov G.I., Tiunov M.A.* 200 Kev pulse electron beam source for the VEPP-5 injection complex. // Proc. of XX Russian Accelerator Conference (RuPAC 2006). - September 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - BINP, Novosibirsk, 2006, p.111.
- [333] *Emanov F.A., Gurov S.M., Logachev P.V., Rybitskaya T.V.* Electron linear accelerator of VEPP-5 preinjector. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.82.
- [334] *Papash V. (FLNR, JINR, Dubna), Parkhomchuk V., (BINP, Novosibirsk, Russia).* 8 MeV H- cyclotron to charge the electron cooling system for HESR. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.39.
- [335] *Pestrikov D.V.* Space charge limit on the intensity of an ion coasting beam during its electron cooling. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.59.
- [336] *Gusev E.A., Oreshonok V.V., Pirogov O.V., Sukhanov D.P.* The RF phase and amplitude monitoring system of the VEPP-5 preinjector. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.74.
- [337] *Bekhtenev E.A., Dementev E.N., Gurov S.M., Karpov G.V., Logachev P.V., Medvedko A.S.* Beam position measurement system in VEPP-5 preinjector. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.75.
- [338] *Pachkov A.A., Bak P.A.* High voltage decoupled high-current power supply. // XX Russian Accelerator Conference (RuPAC2006). - September 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.90.
- [339] *Levichev E., Parkhomchuk V., Rastigeev S., Skrinsky A., Vostrikov V., Kumada M.* Carbon ion accelerator facility for cancer therapy. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. -

- Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.59. - <http://www.epac06.org/>, MOLP13.
- [340] *Kiselev V., Levichev E., Parkhomchuk V., Pupkov Yu., Vostrikov.* Conceptual design of rapid cycling booster for accelerator facility for cancer therapy. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.105. - <http://www.epac06.org/>, MOLP14.
- [341] *Zhmurikov E.I., Logachev P.V., Romanenko A.I., Anikeeva O.B., Lavskaya Yu.V., Bulusheva L.G., Okotrub A.B., Tsybulya S.V., Abrosimov O.G.* The investigation of electronic structure of pristine carbon compounds for production of new materials based on ^{13}C isotope for neutron converter. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.27.
- [342] *Yaskina T.A., Gurov S.M.* Poster session: high intensity cyclic and accelerators. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.81.
- [343] *Blinov M.F., Lapik R.M.* Positron system of VEPP-5 injection complex. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.82.
- [344] *Bak P.A.* Solid-state submicrosecond generators for non-destructive singlepass monitor. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.88.
- [345] *Vinokurov N.A., Kayran D.A., Knyazev B.A., Kolobanov E.I., Kotenkov V.V., Kubarev V.V., Kulipanov G.N., Kuzmin A.V., Lakhtychkin A.S., Matveenko A.N., Medvedev L.E., Miginsky S.V., Mironenko L.A., Oreshkov A.D., Ovchar V.K., Popik V.M., Salikova T.V., Serednyakov S.S., Skrinsky A.N., Shevchenko O.A., Scheglov M.A.* Status of the Novosibirsk high power terahertz FEL. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.32.
- [346] *Gorchakov K.M., Evtushenko Yu.A., Kozak V.R., Medvedko A.S., Petrov S.P., Pronik R.Z., Proskurina O.A., Prosvetov V.P., Vasichev S.S., Veremeenko V.F.* Power supply systems for the buster ring BEP and for the collider VEPP-2000. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.42.
- [347] *Veremeenko V.F., Voskoboinikov R.V., Goncharov A.D., Evtushenko Yu.A., Kolmogorov V.V., Kondaurou M.N., Kraynov G.S., Kryuchkov A.M., Medvedko A.S., Parkhomchuk V.V., Petrov S.P., Reva V.B., Tiunov M.A., Karymov B.R.* High voltage power supplies for ion beams electron coolers. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14,

- 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.43.
- [348] *Kozak V.* Embedded device set for control systems. Implementation and application. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.54.
- [349] *Batnikov A., Vobly P., Ilyin I., Kozak V., Kuper E., Mamkin V., Ovchar V., Fatkin G., Tsukanov V., Volkov A.* The new VME-based system for magnetic measurements with Hall sensor. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.55.
- [350] *Karpov G.V., Medvedko A.S., Shubin E.I.* Precise magnetometers on base of pulsed NMR technologies. // The new VME-based system for magnetic measurements with Hall sensor. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.56.
- [351] *Repkov V.V., Vasichev S.S., Veremeenko V.F.* Bidirectional precision current source for superconducting solenoids. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.61.
- [352] *Averbukh I.I.* Accelerating cavities with amorphous iron. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.63.
- [353] *Ostreiko G.N., Chernov K.N., Korchuganov V.N., Kuznetsov G.V., Makarov I.G., Ruvinsky S.I., Serdobintsev G.V., Tarnetsky V.V., Tiunov M.A.* Electron injector for linear of TNK facility. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.63.
- [354] *Chernov K., Frolov A., Gusev Ye., Kot N., Krutikhin S., Kuptsov I., Kurkin G., Makarov I., Matyash N., Mironenko L., Motygin S., Osipov V., Ostreiko G., Petrov V., Popov., Rotov E., Sedlyarov I., Serdobintsev G., Shteinke A., Tarnetsky V., Volkov V.* Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybetskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.63.
- [355] *Arbuzov V.S., Biryuchevsky Yu.A., Bushuev A.A., Gorniker E.I., Kendjebulatov E.K., Kondakov A.A., Koop I.A., Krutikhin S.A., Kruchkov Ya.G., Kuptsov I.V., Kurkin G.Ya., Mityanina N.V., Motygin S.V., Osipov V.N., Petrov V.M., Pilan A.M., Popov A.M., Prosvetov V.P., Rotov E.A., Sedlyarov I.K., Shatunov Yu.M., Tribendis A.G., Volkov V.N., Volobuev S.V.* Status of 172 MHz RF system for VEPP-2000 collider. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia.

- Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.64.
- [356] *Serdobintsev G.V., Anchugov O.V., Chernov K.N., Churkin I.N., Filiptchenko A.V., Medvedko A.S., Ostreiko G.N., Ruvinsky S.I., Sinjatkin S.V., Steshov A.G., Tararyshkin S.V., Ushakov V.A., Yudin V.D. (BINP, Novosibirsk, Russia); Boiko I.Yu., Grachev N.N., Khramtsov V.P., Spinko N.V. (Lukin State Research Institute for Problems in Physics, Zelenograd, Russia); Dolgov A.M., Kildisheva O.E. (RIPR, St. Peterburg); Korchuganov V.N., Krylov Yu.V., Odintsov D.G., Valentinov A.G., Yupinov Yu.L. (Kurchatov Institute, Moscow, Russia).* Status of the Linear Accelerator of TNK Facility. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.64.
- [357] *Arbuzov V.S., Gorniker E.I., Krutikhin S.A., Kuptsov I.V., Kurkin G.Ya., Osipov V.N., Petrov V.M., Pilan A.M., Sedlyarov I.K.* RF system of Minor Storage ring of Technological Storage ring Complex. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.65.
- [358] *Chernyakin A.D., Kozak V.R., Petrov S.P., Vasichev S.S., Veremeenko V.F., Velikanov Yu.M., Volohov V.G.* Powerful precision current source IST-1000-100 for magnetic systems of accelerators magnetic systems. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.65.
- [359] *Arbuzov V.S., Gorniker E.I., Kenjebulatov E.K., Kondakov A.A., Krutikhin S.A., Kryuchkov Ya.G., Kuptsov I.V., Kurkin G.Ya., Motygin S.V., Osipov V.N., Petrov V.M., Pilan A.M., Popov A.M., Rotov E.A., Sedlyarov I.K., Tribendis A.G., Volkov V.N.* Feedback system for damping of longitudinal bunch oscillations in VEPP-4M collider. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.65.
- [360] *Mamkin V.R., Selivanov P.A.* Can bus gateway for data acquisition and control. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.68.
- [361] *Dementyev E.N., Kozak V.R., Kuper E.A., Medvedko A.S., Oreshkov A.D., Ovchar A.V., Salikova T.V., Selivanov P.A., Serednyakov S.S., Shubin E.I., Tararyshkin S.V., Vinokurov N.A.* The architecture and basic hardware components of FEL control system. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.68.
- [362] *Fedotov M.G., Selivanov A.N., Pischenuk S.M.* Progressive-scan digital television camera for the particle beam monitoring. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006,

- BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.68.
- [363] *Miginsky E., Repkov V.* Control systems of superconducting magnets fabricated in Budker INP. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), acts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.69.
- [364] *Barladyan A., Dorohov D., Tararyshkin S.* Controller of the piston-type expander machine for cryogenic system of the KEDR detector. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.69.
- [365] *Batrakov A.* The usage of signal digitizer in the daily operation at BINP accelerator facilities. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.6.
- [366] *Cherepanov V.P.* Video Pulse Power Amplifier for Accelerator Technology Applications. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.70.
- [367] *Batrakov A., Vagin P., Shichkov D.* Hardware and software for precise magnetic measurements with moving coils. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.70.
- [368] *Gudkov B., Filipchenko A., Kozak V., Kurkin G., Medvedko A., Serdobintsev G., Tararyshkin S., Ushakov V. (BINP, Novosibirsk, Russia); Korchuganov V., Krylov Yu., Valentinov A., Yupinov Yu. (KCSR RSC Kurchatov Institute, Moscow, Russia); Spinko N. (Lukin State Research Institute for Problems in Physics, Zelenograd, Russia).* Revision of Zelenograd synchrotron radiation facility control system. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.72.
- [369] *Kuper E.A., Oreshkov A.D., Repkov A.V., Salikova T.V., Sklokin D.A., Tararyshkin S.V., Vinokurov N.A.* Radiation Dosimetry Diagnostic System of FEL. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.72.
- [370] *Byko E.V., Tararyshkin S.V.* Measuring system with fiber-optical interface. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.72.
- [371] *Cherepanov V.P., Dementev E.N., Medvedko A.S., Smaluk V.V., Sukhanov D.P.* The VEPP4-M transverse bunch-by-bunch feedback system. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14,

- 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.73. - <http://www.epac06.org/>, MODP16.
- [372] *Karnaev S.E., Khelik M., Kollegov M.V., Kozak V.P., Kuper E.A., Selivanov A.N.* Intelligent digital to analog converters for VEPP-4M magnetic system. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.75.
- [373] *Ovchar V., Kuper E.* Arc Detector System for extraction Switches in LHC CERN. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.76.
- [374] *Bekhtenev E., Dementev E., Frolov A.* Beam Position system for collider VEPP-2000 and VEPP-5 dumping ring. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.77.
- [375] *Volkov V.N., Kruchkov Ya.G., Petrov V.M., Tribendis A.G. (BINP, Novosibirsk, Russia); Janssen D. (FZ. Rossendorf Germany).* Stop-filter of superconducting RF gun cathode assembly. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.83.
- [376] *Volkov V.N., Petrov V.M. (BINP, Novosibirsk, Russia); Janssen D. (FZ Rossendorf, Germany).* Overview of advantages and new possibilities of superconducting RF guns. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.83.
- [377] *Volkov V.N., Kryuchkov Ya.G., Petrov V.M., Tribendis A.G. (BINP, Novosibirsk, Russia); Janssen D. (FZ Rossendorf, Germany).* Cathode assembly of superconducting photocathode RF gun. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.84.
- [378] *Krutikhin S., Arbuzov V., Starostenko D.* Preliminary power amplifier for HF generator of small ring Siberia-1. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.85.
- [379] *Vinokurov N.A., Kurkin G.Ya., Medvedev L.E., Mironenko L.A., Oreshkov A.D., Salikova T.V., Scheglov M.A.* Vacuum system of FEL. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.86.
- [380] *Batrakov A., Belokrintiskiy S., Budz P., Churkin I., Nefedov N., Philipchenko A., Ruvinskiy E., Semenov E., Shichkov D., Sinyatkin S., Steshov A., Vagin*

- P.* Multipole magnets for the Metrology light source (PTB, Berlin). // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.88.
- [381] *Gusev I.A., Medvedko A.S., Protopopov A.Yu., Pureskin D.N., Senkov D.V., Tokarev Yu.F., Yudin V.D.* High-voltage source with output voltage up to 60 kV with power up to 15 kW. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.89.
- [382] *Bryazgin A.A., Factorovich B.L., Kuper E.A., Repkov V.V.* Modulator of electron injector of industrial accelerator ILU-10. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.100.
- [383] *Tarnetsky V.V., Auslender V.L., Chernov K.N., Cheskidov V.G., Factorovich B.L., Gorbunov V.A., Gornakov I.V., Korobeinikov M.V., Kuznetsov G.I., Lukin A.N., Makarov I.G., Maksimov S.A., Matyash N.V., Ostreiko G.N., Panfilov A.D., Serdobintsev G.V., Sidorov A.V., Tiunov M.A., Tkachenko V.O., Tuvik A.A.* Status of work on 5 MeV 300 kW industrial electron accelerator prototype. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenko, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.101.
- [384] *Golubev P.A., Karlin V.E., Kolobanov E.I., Krutihin S.A., Kurkin G.Ya., Ovchar V.K., Serednyakov S.S., Tararyshkin S.V., Vinokurov N.A.* High intensity generator of electron current for the accelerators injector. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenko, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.111.
- [385] *Batrakov A.M., Dubrovin A.N., Ilyin I.V., Khavin N.G., Shichkov D.S., Utkin A.V., Vagin P.V., Vobly P.D., Zubkov N.N.* Model of permanent magnet wiggler for the accelerator PETRA 3. // Digest reports of the XVI International Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP, SB RAS, 2006, p.13.
- [386] *Khruschev S.V., Kuper E.A., Lev V.H., Mezentsev N.A., Miginsky E.G., Repkov V.V., Shkaruba B.A., Syrovatin V.M., Tsukanov V.M.* Superconducting 63-pole 2-tesla wiggler for Canadian light source. // Digest reports of the XVI International Synchrotron Radiation Conference (SR-2006). - July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP, SB RAS, 2006, p.15.
- [387] *Kuper E.A., Mezentsev N.A., Miginsky E.G., Repkov V.V., Tsukanov V.M.* Control system of the superconducting multipole for CLS. // Digest reports of the XVI International Synchrotron Radiation Conference (SR-2006). - July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP, SB RAS, 2006, p.15.
- [388] *Batrakov A.M., Dubrovin A.N., Ilyin I.V., Khavin N.G., Shichkov D.S., Utkin A.V., Vagin P.V., Vobly P.D.* System to measure magnetic moment of permanent magnet.

- // Digest reports of the XVI International Synchrotron Radiation Conference (SR-2006). - July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP, SB RAS, 2006, p.16.
- [389] *Bailey C., Batrakov A.M., Ilyin I.V., Ivantsivsky M.V., Khavin N.G., Nefedov N.B., Shichkov D.S., Shoshin A.A., Utkin A.V., Vagin P.V., Vobly P.D.* Sextupole lenses for the diamond light source manufactured at BINP SB RAS. // Digest reports of the XVI International Synchrotron Radiation Conference (SR-2006). - July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP, SB RAS, 2006, p.17.
- [390] *Batrakov A.M., Dubrovin A.N., Ilyin I.V., Khavin N.G., Kholopov M.A., Shichkov D.S., Utkin A.V., Vagin P.V., Vobly P.D., Zubkov N.N.* Prototype of permanent magnet wiggler for the accelerator PETRA 3. // Digest reports of the XVI International Synchrotron Radiation Conference (SR-2006). - July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia, p.18.
- [391] *Batrakov A.M., Ilyin I.V., Khavin N.G., Nefedov N.B., Shichkov D.S., Utkin A.V., Vagin P.V., Vobly P.D.* Rotating coil system for measurement and adjustment of parameters of multipole magnets. // Digest reports of the XVI International Synchrotron Radiation Conference (SR-2006). - July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP, SB RAS, 2006, p.18.
- [392] *Евдоков О.В., Жогин И.Л., Жуланов В.В., Зубков П.И., Кулипанов Г.Н., Лукьянчиков Л.А., Ляхов Н.З., Пирогов Б.Я., Тен К.А., Туттов В.М., Толочко Б.П., Федотов М.Г., Шарафутдинов М.Р., Шеромов М.А., Шехтман Л.И.* Статус экспериментальной станции "экстремальные состояния вещества" и перспективы ее дальнейшего развития. // Digest reports of the XVI International Synchrotron Radiation Conference (SR-2006). - July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP, SB RAS, 2006, p.151.
- [393] *Fedotov M.G., Mishnev S.I.* Shadow radiography of detonation processes – VEPP-4 versus VEPP-3. // Digest reports of the XVI International Synchrotron Radiation Conference (SR-2006). - July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP, SB RAS, 2006, p.167.
- [394] *Anchugov O., Blinov V., Bogomyagkov A., Cherepanov V., Karpov G., Kiselev V., Levichev E., Nikitin S., Nikolaev I., Polunin A., Shubin E., Simonov E., Smaluk V., Struchalin M., Tumaikin G.* Record-high resolution experiments on comparison of spin precession frequencies of electron bunches using the resonant depolarization technique in the storage ring. // Proc. of 10th European Particle Accelerator Conference (EPAC'06). - June 26-30, 2006, Edinburgh, Scotland, - <http://www.epac06.org/>, THOBF103, p.2787-2789.
- [395] *Variale Vincenzo, Boggia Antonio, Clauser Tarcisio, Rainó Antonio, Valentino Vincenzo (INFN-Bari and Physics Department of Bari University, Italy), Bak Petr, Kustenzov Gennady, Skarbo Boris, Tiunov Michael (Budker Institute of Nuclear Physics, Novosibirsk, Russia).* Implementations on the RF charge breeder device brick with test measurements. // Proceedings of 10th European Particle Accelerator Conference (EPAC'06). - June 26-30, 2006, Edinburgh, Scotland, p.1717-1719.
- [396] *LaPointe M.A., Bogdashov A.A., Chirkov A.B., Denisov G.G., Fix A.S., Hirshfield J.L., Kozyrev E.V., Kuzikov S.V., Litvak A.G., Lukovnikov D.A., Malygin V.I.,*

- Nezhevenko O.A., Rodin Yu.V., Serdobintsev G.V., Shchelkunov S.V., Shmelyov M.Y., Petelin M.I., Vikharev A.L., Yakovlev V.P.* KA-band test facility for high gradient Accelerator R&D. // Proc. of 10th European Particle Accelerator Conference (EPAC'06). - June 26-30, 2006, Edinburgh, Scotland, p.1408-1410.
- [397] *Meshkov O.I., Gurko V.F., Zhuravlev A.N., Kiselev V.A., Muchnoi N.Yu., Selivanov A.N., Smaluk V.V., Khilchenko A.D.* Study of beam energy spread at the VEPP-4M. // Proc. of 10th European Particle Accelerator Conference (EPAC'06). - June 26-30, 2006, Edinburgh, Scotland, <http://www.epac06.org/>, TUPCH073, p.1178-1180.
- [398] *Janssen D., Arnold A., Buettig H., Hempel R., Lehnert U., Michel P., Moeller K., Murcek P., Schneider Ch., Schurig R., Staufenbiel F., Teichert J., Xiang R. (FZR, Dresden); Kamps T., Lipka D., Marhauser F. (BESSY GmbH, Berlin); Lehmann W.-D. (IfE, Dresden); Stephan J. (IKST, Dresden); Volkov V. (BINP SB RAS, Novosibirsk), Will I. (MBI, Berlin).* Progress of the Rossendorf SRF Gun Project. // Proc. of 10th European Particle Accelerator Conference (EPAC'06). - June 26-30, 2006, Edinburgh, Scotland, p.2469-2471.
- [399] *Janssen D. (FZ-Rossendorf, Dresden, Germany); Volkov V. (BINP, Novosibirsk, Russia).* Design of a superconducting cavity for a SRF injector. // Proc. of 10th European Particle Accelerator Conference (EPAC'06). - June 26-30, 2006, Edinburgh, Scotland, p.2472-2474.
- [400] *Vinokurov N.A., Gavrilov N.G., Knyazev B.A., Kolobanov E.I., Kotenkov V.V., Kubarev V.V., Kulipanov G.N., Matveenko A.N., Medvedev L.E., Miginsky S.V., Mironenko L.A., Oreshkov A.D., Ovchar V.K., Popik V.M., Salikova T.V., Scheglov M.A., Serebnyakov S.S., Shevchenko O.A., Skrinsky A.N., Tcheskidov V.G.* Status of the Novosibirsk high power terahertz FEL. // Proc. of 28th International Free Electron Laser Conference (FEL 2006). - August 27 - September 1, 2006, BESSY, Berlin, Germany, p.492-495.
- [401] *Arnold A., Buettig H., Janssen D., Lehnert U., Michel P., Moeller K., Murcek P., Schneider Ch., Schurig R., Staufenbiel F., Teichert J., Xiang R. (FZR, Dresden, Germany); Matheisen A. (B. v. d. Horst, DESY, Germany); Stephan J. (IKS, Dresden, Germany); Lehmann W.-D. (IfE, Dresden, Germany); Kamps T., Lipka D., Marhauser F. (BESSY, Berlin, Germany); Volkov V. (BINP, Novosibirsk, Russia).* 1st RF-measurements @ 3.5-cell SRF-photo-gun cavity in Rossendorf. // Proc. 28th International Free Electron Laser Conference (FEL 2006)ю - August 27 - September 1, 2006, BESSY, Berlin, Germany, p.567-570.
- [402] *Janssen D. (FZ-Rossendorf, Dresden, Germany); Marhauser F. (BESSY, Berlin, Germany); Volkov V. (BINP, Novosibirsk, Russia).* High peak current design of a superconducting cavity for a SRF photoinjector. // Proc. of 28th International Free Electron Laser Conference (FEL 2006). - August 27 - September 1, 2006, BESSY, Berlin, Germany, p.571-574.
- [403] *Belchenko Yu., Burdakov A., Davydenko V., Ivanov A., Kobets V., Kudryavtsev A., Savkin V., Shirokov V., Taskaev S.* Accelerator based neutron source for boron neutron capture therapy of cancer. // Proc. of International Conference: Basic Science for Biotechnology and Medicine. - September 3-7, 2006, Novosibirsk, Russia, p.35.
- [404] *Belchenko Yu., Burdakov A., Davydenko V., Dolgushin V., Dranichnikov A., Ivanov A., Khilchenko A., Kobets V., Konstantinov S., Krivenko A., Kudryavtsev A.,*

- Tiunov M., Savkin V., Shirokov V., Sorokin I., and Farrell J.P.* Status of BINP proton tandem-accelerator for explosive detection by NRA method and for boron neutron-capture therapy. // The 19th International Conference on the Application of Accelerators in Research and Industry. - Fort Worth, Texas, USA. August 20-25, 2006.
- [405] *Belchenko Yu., Burdakov A., Davydenko V., Dolgushin V., Dranichnikov A., Ivanov A., Khilchenko A., Kobets V., Konstantinov S., Krivenko A., Kudryavtsev A., Tiunov M., Sanin A., Savkin V., Shirokov V., Sorokin I., and Farrell J.P.* Initial high voltage tests and beam injection experiments on BINP proton tandem-accelerator. // Proc. of XXth Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.52.
- [406] *Belchenko Yu., Burdakov A., Davydenko V., Dolgushin V., Dranichnikov A., Ivanov A., Khilchenko A., Kobets V., Konstantinov S., Krivenko A., Kudryavtsev A., Tiunov M., Sanin A., Savkin V., Shirokov V., Sorokin I., and Farrell J.P.* Status of BINP proton tandem-accelerator for explosive detection by NRA method and for boron neutron-capture therapy. // XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.52.
- [407] *Davydenko V., Krivenko A., Popova N.* Experimental study of the stripping target with differential pumping for 10 mA, 1.25 MeV ion beam. // XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.87.
- [408] *Bayanov B., Belov V., Taskaev S., Zhoorov E.* Neutron producing target for accelerator based neutron capture therapy. // XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.103.
- [409] *Лотов К.В., Тимофеев И.В.* Модель релаксации релятивистского электронного пучка в плазме в режиме захвата. // Тезисы XXXIII Звенигородской конференции по физике плазмы и УТС. - Звенигород, 2006, с.82.
- [410] *Лотов К.В., Тиханович В.Т.* Numerical optimization of a plasma wakefield acceleration experiment. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed.by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.47.
- [411] *Petrenko A.V., Burdakov A.V., Kudryavtsev A.M., Logatchov P.V., Lotov K.V., Skrinisky A.N.* Design of an experiment on plasma wakefield acceleration at Budker INP. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed.by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.93.
- [412] *Лотов К.В.* Acceleration of positrons by electron beam-driven wakefield in a plasma. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed.by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.98.

- [413] *Timofeev I.V. and Lotov K.V.* Relaxation of a relativistic electron beam in plasma in the trapping regime 16th International Conference on High-Power Particle Beams. - 2006, Oxford, UK, Abstracts, p.68.
- [414] *Timofeev I.V. and Lotov K.V.* Relaxation of a relativistic electron beam in plasma in the trapping regime. // 11th International Conference-School on Plasma Physics and Controlled Fusion, - Abstracts, Alushta, Ukraine, 2006, p.83.
- [415] *Аникеев А.В., Багрянский П.А., Иванов А.А., Колесников Е.Ю., Лизунов А.А., Максимов В.В., Мурахтин С.В., Приходько В.В., Цидулко Ю.А.* Эффект формирования узкого радиального распределения плотности быстрых ионов в установке ГДЛ. // XXXIII Международная конференция по физике плазмы и УТС, 13-17 февраля 2006, Звенигород. - Тезисы докладов.
- [416] *Аникеев А.В., Багрянский П.А., Кириенко А.В., Лизунов А.А., Листопад А.А., Максимов В.В., Мурахтин С.В., Приходько В.В., Рассохин А.В., Соломахин А.Л., Ступишин Н.В.* Эксперименты с компактным пробкотроном на установке "газодинамическая ловушка". // XXXIII Международная конференция по физике плазмы и УТС, 13-17 февраля 2006, Звенигород. - Тезисы докладов.
- [417] *Багрянский П.А., Солдаткина Е.И.* Влияние пристеночной плазмы на МГД-устойчивость в газодинамической ловушке. // XXXIII Международная (Звенигородская) конференция по физике плазмы и УТС, 13-17 февраля 2006, Звенигород. - Тезисы докладов, М: 2006, с.80.
- [418] *Цидулко Ю.А.* Резистивные моды в ГДЛ с двухкомпонентной плазмой и конечным бета. // XXXIII Международная конференция по физике плазмы и УТС, 13-17 февраля 2006, Звенигород. - Тезисы докладов, М: 2006, p.85.
- [419] *Ivanov A.A., Anikeev A.V., Bagryansky P.A., Deichili P.P., Kireenko A.V., Lizunov A.A., Murakhtin S.V., Prikhodko V.V., Solomakhin A.L., Sorokin A.V., Stupishin N.V., Collatz S., Noack K.* The experiment with compact mirror cell at GDT device. // Proc. of the 11th International Conference and School on Plasma Physics and Controlled Fusion, September 11-16, 2006, Alushta (Crimea), Ukraine.
- [420] *Bagryansky P.A., Soldatkona E.I.* Influence of radial electric field on high-beta plasma confinement in the gas dynamic trap. // Proc. of 33rd EPS Conference on Plasma Phys, 19-23 June, 2006, Rome. - ECA, 2006, v.30I, p.1.175.
- [421] *Anikeev A.V., Bagryansky P.A., Deichuli P.P., Ivanov A.A., Kireenko A.V., Lizunov A.A., Murakhtin S.V., Prikhodko V.V., Solomakhin A.L., Sorokin A.V., Stupishin N.V., Collatz S. and Noack K.* The Synthesized hot ion plasmoid experiment at GDT. // Proc. of 6th International Conference on Open Magnetic System for Plasma Confinement, 7-21 July 2006, Tsukuba, Japan. - Transaction to Fusion Sciences and Technology, v.49 (1T) (in press).
- [422] *Belchenko Y., Burdakov A., Davydenko V., Ivanov A., Kobets V., Kudryavtsev A., Savkin V., Shirokov V., Taskaev S.* BINP pilot accelerator-based neutron source for neutron capture therapy. // 12th International Congress on Neutron Capture Therapy, October 9-13, 2006. Takamatsu, Kagawa, Japan. - Abstracts, p.88.
- [423] *Kruglyakov E.P., Burdakov A.V., Ivanov A.A.* Progress in research on open-ended magnetic traps. // International Conference on Research and Applications of Plasmas (Plasma 2005), Poland, 2005. - AIP Conference Proceedings. - New York, 2006, v.812, p.3-10.
- [424] *Бурдаков А.В., Аржанников А.В., Астрелин В.Т., Беклемишев А.Д., Бурмасов В.С., Вячеславов Л.Н., Деревянкин Г.Е., Жуков В.П., Зубаиров Э.Р.,*

- Иваненко В.Г., Иванов И.А., Иванцовский М.В., Кандауров И.В., Конюхов В.В., Ковеня В.М., Козлинская Т.В., Куклин К.Н., Котельников И.А., Кузнецов С.А., Макаров А.Г., Меклер К.И., Николаев В.С., Попов С.С., Поступаев В.В., Ровенских А.Ф., Полосаткин С.В., Санин А.Л., Синицкий С.Л., Степанов В.Д., Суляев Ю.С., Трунев Ю.А., Шваб И.В., Шошин А.А.* Развитие многопробочной ловушки ГОЛ-3. // Тезисы докладов XXXIII Звенигородской конференции по физике плазмы и УТС. - Звенигород, 2006, с.13.
- [425] *Поступаев В.В., Астрелин В.Т., Бурдаков А.В., Зубаиров Э.Р., Иванов И.А., Капралов В.Г., Куклин К.Н., Меклер К.И., Полосаткин С.В., Ровенских А.Ф., Сергеев С.В., Суляев Ю.С.* Работы по инъекции макрочастиц в плазму на установке ГОЛ-3. // Тезисы докладов XXXIII Звенигородской конференции по физике плазмы и УТСю - Звенигород, 2006, с.30.
- [426] *Бурдаков А.В., Жуков В.П., Шваб И.В.* Численное моделирование винтовых возмущений в открытых ловушках с электронным пучком. // Тезисы докладов XXXIII Звенигородской конференции по физике плазмы и УТС. - Звенигород, 2006, с.79.
- [427] *Астрелин В.Т., Бурдаков А.В.* Численное моделирование нагрева и динамики плотной плазмы в магнитных полях различных конфигураций многопробочной ловушки ГОЛ-3. // Тезисы докладов XXXIII Звенигородской конференции по физике плазмы и УТС. - Звенигород, 2006, с.41.
- [428] *Астрелин В.Т., Бурдаков А.В., Ковеня В.М., Козлинская Т.В.* 2-D МГД-модель динамики плотного плазменного сгустка в замагниченной горячей плазме. // Тезисы докладов XXXIII Звенигородской конференции по физике плазмы и УТС. - Звенигород, 2006, с.61.
- [429] *Суляев Ю.С., Аржанников А.В., Астрелин В.Т., Бурдаков А.В., Иванов И.А., Меклер К.И., Полосаткин С.В., Поступаев В.В., Ровенских А.Ф., Синицкий С.Л.* Исследование механизма быстрого нагрева ионов в многопробочной ловушке ГОЛ-3 по эмиссии нейтронов. // Тезисы докладов XXXIII Звенигородской конференции по физике плазмы и УТС. - Звенигород, 2006, с.81.
- [430] *Аржанников А.В., Гинзбург Н.С., Калинин П.В., Кузнецов С.А., Песков Н.Ю., Розенталь Р.М., Сергеев А.С., Синицкий С.Л., Степанов В.Д., Тумм М., Заславский В.Ю., Зотова И.В.* Двухстадийная схема генерации импульсов терагерцового излучения на основе планарного лазера с двумерным брэгговским отражателем с внутриврезонаторным стимулированным рассеянием. // Тезисы докладов XXXIII Звенигородской конференции по физике плазмы и УТС. - Звенигород, 2006, с.266.
- [431] *Аржанников А.В., Астрелин В.Т., Бобылев В.Б., Бурдаков А.В., Иванов И.А., Синицкий С.Л., Степанов В.Д.* Оптимизация условий генерации ленточного РЭП в магнитно-изолированном диоде для получения малого углового разброса электронов. // Тезисы докладов XXXIII Звенигородской конференции по физике плазмы и УТС. - Звенигород, 2006, с.296.
- [432] *Аржанников А.В., Гинзбург Н.С., Иваненко В.Г., Калинин П.В., Кузнецов А.С., Кузнецов С.А., Песков Н.Ю., Синицкий С.Л., Степанов В.Д.* Получение одномодового режима генерации на частоте 75 ГГц в планарном МСЭ. // Тезисы докладов XXXIII Звенигородской конференции по физике плазмы и УТС. - Звенигород, 2006, с.297.

- [433] *Kruglyakov E.P., Burdakov A.V., Ivanov A.A.* New effects in physics of modern mirrors. // 13th International Congress on Plasma Physics. - Book of Abstracts, ICPP 2006, Kiev, Ukraina, p.104; <http://icpp2006.kiev.ua/CD/B/B006o.pdf>.
- [434] *Astrelin V.T., Arzhannikov A.V., Burdakov A.V., Derevjankin G.E., Ivanov I.A., Ivantsivsky M.V., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Postupaev V.V., Rovenskikh A.F., Sinitsky S.L., Suliaev Yu.S., Trunev Yu.A., Shoshin A.A., Zubairov E.R.* The phenomenon of anomalous fast heating of ions during relaxation of an electron beam in plasma of multimirror trap GOL-3. // 13th International Congress on Plasma Physics. - Book of Abstracts, ICPP 2006. - Kiev, Ukraina, p.122; <http://icpp2006.kiev.ua/CD/B/B116p.pdf>.
- [435] *Kruglyakov E.P., Burdakov A.V., Ivanov A.A.* ITER related materials studies. // 33th European Physical Society Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics. - June 19-23, 2006, Roma, P1.108.
- [436] *Piffel V., Polosatkin S., Weinzettl Vl., Burdakov A.* Measurements of line radiation power in the CASTOR tokamak. // 33th European Physical Society Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics. - June 19-23, 2006, Roma, P2.196.
- [437] *Postupaev V.V., Astrelin V.T., Burdakov A.V., Ivanov I.A., Kapralov V.G., Kuklin K.N., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Rovenskikh A.F., Sergeev S.V., Shoshin A.A., Sulyaev Yu.S., Zubairov E.R.* Pellet injection experiments at GOL-3 multimirror trap for plasma fueling and plasma-surface interaction Research. // 33th European Physical Society Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics/ - June 19-23, 2006, Roma, P4.101.
- [438] *Burdakov A., Arzhannikov A., Astrelin V., Beklemishev A., Burmasov V., Derevyankin G., Ivanenko V., Ivanov I., Ivantsivsky M., Kandaurov I., Konyukhov V., Kotelnikov I., Kovenya V., Kozlinskaya T., Kuklin K., Kuznetsov S., Makarov A., Mekler K., Nikolaev V., Popov S., Postupaev V., Polosatkin S., Rovenskikh A., Sanin A., Shoshin A., Shvab I., Sinitsky S., Sulyaev Yu., Stepanov V., Trunev Yu., Vyacheslavov L., Zhukov V., Zubairov Ed.* Effect of fast heating of ions in multimirror trap during electron beam relaxation. // 33th European Physical Society Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics. - June 19-23, 2006, Roma, P4.179.
- [439] *Burdakov A.V., Ivanov A.A., Kruglyakov E.P.* Axially Symmetric Magnetic Mirror Traps. Status and perspective. // Proc. of 6th International Conference on Open Magnetic System for Plasma Confinement, 7-21 July 2006, Tsukuba, Japan. - Abstracts, p.20.
- [440] *Burdakov A., Arzhannikov A., Astrelin V., Beklemishev A., Burmasov V., Derevyankin G., Ivanenko V., Ivanov I., Ivantsivsky M., Kandaurov I., Konyukhov V., Kotelnikov I., Kovenya V., Kozlinskaya T., Kuklin K., Kuznetsov A., Kuznetsov S., Lotov K., Timofeev I., Makarov A., Mekler K., Nikolaev V., Popov S., Postupaev V., Polosatkin S., Rovenskikh A., Shoshin A., Shvab I., Sinitsky S., Sulyaev Yu., Stepanov V., Trunyov Yu., Vyacheslavov L., Zhukov V., Zubairov Ed.* Plasma heating and confinement in GOL-3 multimirror trap. // Proc. of 6th International Conference on Open Magnetic System for Plasma Confinement, 7-21 July 2006, Tsukuba, Japan. - Abstracts, p.44.
- [441] *Burdakov A.V., Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Derevjankin G.E., Ivanov I.A., Ivantsivsky M.V., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Postupaev V.V., Rovenskikh A.F., Sinitsky S.L., Suliaev Yu.S., Trunev Yu.A., Shoshin A.A., Zubairov E.R.*

- Anomalous fast heating of ions in GOL-3 facility. // 6th Intern. Conf. on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement. - Abstracts, Tsukuba, Japan, 2006, p.130.
- [442] *Burdakov A.V., Astrelin V.T., Ivanov I.A., Kapralov V.G., Kuklin K.N., Mekler K.I., Polosatkin S.V., Postupaev V.V., Rovenskikh A.F., Sergeev S.V., Shoshin A.A., Sulyaev Yu.S., Zubairov E.R.* . Use of pellet injection technology at GOL-3 for plasma fueling and plasma-surface interaction research. // Proc. of 6th International Conference on Open Magnetic System for Plasma Confinement, 7-21 July 2006, Tsukuba, Japan. - Abstracts, p.131.
- [443] *Burdakov A., Ivanov I., Piffel V., Polosatkin S., Postupaev V., Rovenskikh A., Truneev Yu., Weinzettl V., Zubairov Ed.* Transverse losses and Zeff measurements at GOL-3 facility. // Proc. of 6th International Conference on Open Magnetic System for Plasma Confinement, 7-21 July 2006, Tsukuba, Japan. - Abstracts, p.132.
- [444] *Arzhannikov A.V., Ginzburg N.S., Ivanenko V.G., Kalinin P.V., Kuznetsov A.S., Kuznetsov S.A., Peskov N.Yu., Sinitsky S.L., Stepanov V.D.* Investigation of mode structure for mm-wave radiation pulses generated by planar FEM at 2-D distributed feedback. // 16th Intern. Conf. on High-Power Particle BEAMS (BEAMS'2006). - Abstracts, Oxford, UK, 2006, No.19, p.54.
- [445] *Ginzburg N.S., Malkin A.M., Peskov N.Yu., Sergeev A.S., Zaslavsky V.Yu., Rozental R.M., Arzhannikov A.V., Kalinin P.V., Sinitsky S.L.* Modeling of powerful free-electron masers with advanced Bragg structures. // 16th Intern. Conf. on High-Power Particle BEAMS (BEAMS'2006). - Abstracts, Oxford, UK, 2006, No.25, 2006, p.55.
- [446] *Arzhannikov A.V., Burdakov A.V., Koidan V.S., Postupaev V.V., Sinitsky S.L.* Energy transfer from high power REB to plasma in long solenoid (State-of-the Art and Prospects). // 16th Intern. Conf. on High-Power Particle BEAMS (BEAMS'2006). - Abstracts, Oxford, UK, 2006, No.23, 2006, p.70.
- [447] *Kruglyakov E.P., Burdakov A.V., Ivanov A.A.* Open ended axially symmetric systems: results and perspectives. // 11th International Conference and School on Plasma Physics and Controlled Fusion. - Book of Abstracts, Alushta, Ukraine, 2006, p.15.
- [448] *Burdakov A., Arzhannikov A., Astrelin V., Beklemishev A., Burmasov V., Derevyankin G., Ivanenko V., Ivanov I., Ivantsivsky M., Kandaurov I., Konyukhov V., Kotelnikov I., Kovenya V., Kozlinskaya T., Kuklin K., Kuznetsov A., Kuznetsov S., Lotov K., Timofeev I., Makarov A., Mekler K., Nikolaev N., Popov S., Polosatkin S., Postupaev V., Rovenskikh A., Shoshin A., Shvab I., Sinitsky S., Sulyaev Yu., Stepanov V., Truneev Yu., Vyacheslavov L., Zhukov V., Zubairov Ed.* Studies of plasma confinement in GOL-3 multi mirror trap. // 11th International Conference and School on Plasma Physics and Controlled Fusion. - Book of Abstracts, Alushta, Ukraine, 2006, p.40.
- [449] *Burdakov A.V., Davydenko V.I., Derevyankin G.E., Ivanov A.A., Kandaurov I.V., Sanin A.L.* Study of electron beam emitter based on a high current arc plasma source. // Proc. of 14th International Symposium on High Current Electronics. - Tomsk, Russia. - Изв. вузов. Физика. 2006, т. 49, N11, Приложение.- p.78-80.
- [450] *Astrelin V.T., Arzhannikov A.V., Bobylev V.B., Burdakov A.V., Synitsky S.L., Stepanov V.D.* Optimization of magnetically insulated ribbon diode for achievement of small angular spread for high-current REB. // Proc. of 14th

- International Symposium on High Current Electronics. - Tomsk, Russia. - Изв. вузов. Физика. 2006, т.49, N11, Приложение. - p.131-134.
- [451] *Kalinin P.V., Arzhannikov A.V., Ginzburg N.S., Kuznetsov A.S., Peskov N.Yu., Synitsky S.L.* Planar Bragg resonators for generators of mm-wave radiation. // Proc. of 14th International Symposium on High Current Electronics. - Tomsk, Russia. - Изв. вузов. Физика. 2006, т.49, N11, Приложение. - p.439-442.
- [452] *Куклин К.Н.* Оптическая диагностика in situ для мониторинга состояния поверхности приемников ионных пучков. // В сб. "Вторая международная школа молодых ученых и специалистов: Взаимодействие водорода с конструкционными материалами. Методы исследования"(IHISM'06 Junior). - Санкт Петербург, СПбГУ, 2006, с.70-73.
- [453] *Burdakov A.V., Arzhannikov A.V., Astrelin V.T., Beklemishev A.D., Burmasov V.S., Derevyankin G.E., Ivanenko V.G., Ivanov I.A., Ivantsivsky M.V., Kandaurov I.V., Konyukhov V.V., Kotelnikov I.A., Kovenya V.M., Kozlinskaya T.V., Kuklin K.N., Kuznetsov S.A., Makarov A.G., Mekler K.I., Nikolaev V.S., Popov S.S., Postupaev V.V., Polosatkin S.V., Rovenskikh A.F., Sanin A.L., Shoshin A.A., Shvab I.V., Sinitsky S.L., Sulyaev Yu.S., Stepanov V.D., Trunev Yu.A., Vyacheslavov L.N., Zhukov V.P., Zubairov Ed.R.* Studies of plasma confinement in GOL-multiple mirror trap. // 21st IAEA Fusion Energy Conference, Chengdu. - Book of Abstracts, China, 2006, Report EX/P7-8, p.80.
- [454] *Kruglyakov E.P., Burdakov A.V., Ivanov A.A.* Modern magnetic mirror systems. Status and Perspectives. // 21st IAEA Fusion Energy Conference. - Book of Abstracts, Chengdu, China, 2006, Report EX/P7-9, p.81.
- [455] *Naumova E.V., Prinz V.Ya., Seleznev V.A., Golod S.V., Kubarev V.V., Knyazev B.A., Kulipanov G.N., Kuznetsov S.A., Kalinin P.V., Vinokurov N.A.* Polarization rotation of THz radiation by an array of helices. // Conference Digest of Joint 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz 2006), September 18-22, Shanghai, China, 2006. - /Ed by.S.C.Shen e.a./ - Piscataway: 2006. - p.351.
- [456] *Vasiliev V., Varavin V., Dvoretzky S., Marchishin I., Mikhailov N., Sidorov Yu., Ovsyuk V.N., Suslyakov A., Aseev A., Burmasov V., Gorbunov O., Kruglyakov E.P., Polosatkin S.* LWIR detectors for subthermonuclear plasma study. // Conference Digest of Joint 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz 2006), September 18-22, Shanghai, China. - /Ed by.S.C.Shen e.a./ - Piscataway: 2006. - p.210.
- [457] *Arzhannikov A.V., Ginzburg N.S., Kalinin P.V., Kuznetsov S.A., Peskov N.Yu., Rozental R.M., Sergeev A.S., Sinitsky S.L., Stepanov V.D., Thumm M., Zaslavsky V.Yu., Zotova I.V.* Intercavity scattering scheme for two-stage generation of submillimeter radiation on the base of planar 2D Bragg FEM. // Proc. of VI Int. Workshop on Strong Microwaves in Plasmas. - 2006, N. Novgorod, Russia, v.1, p.228-232.
- [458] *Arzhannikov A.V., Ginzburg N.S., Ivanenko V.G., Kalinin P.V., Kuznetsov A.S., Kuznetsov S.A., Peskov N.Yu., Sergeev A.S., Sinitsky S.L., Stepanov V.D., Zaslavsky V.Yu.* Radiation spectrum of planar FEM at different conditions of 2D distributed feedback realization. // Proc. of VI Int. Workshop on Strong Microwaves in Plasmas.- 2006, N. Novgorod, Russia, v.1, p.271-276.

- [459] *Beller P., Franzke B., Kienle P., Kruecken R. (Darmstadt, GSI), Koop I., Parkhomchuk V., Shatunov Yu., Skrinisky A., Vostrikov V., Widmann E.* Antiproton-ion collider for FAIR project. // BEAM Cooling and Related Topics: Intern. Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL05), Galena, Lllinois, 18-23 Sept. 20056 USA /Ed. by S. Nagaitsev, R. Pasquinelli/. - New York: AIP Conf. Proc., 2006, v. 821, p.108-112.
- [460] *Berkaev D.E., Cheblakov P.B., Druzhinin V.V., Kozak V.R., Koop I.A., Kuper E.A., Kirpotin A.N., Lysenko A.P., Rogovsky Yu.A., Shatunov Yu.M., Shatunov P.Yu.* Control System of VEPP-2000 Collider (software, hardware). // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.55.
- [461] *Belikov O.V., Berkaev D.E., Kozak V.R., Medvedko A.S.* Power supply system for correcting magnets of VEPP-2000 complex. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.42.
- [462] *Berkaev D.E., Borisov A.A., Zemljansky I.M., Kirpotin A.A., Koop I.A., Lysenko A.P., Nesterenko I.N., Perevedentsev E.A., Prosvetov V.P., Rogovsky Yu.A., Shatunov P.Yu., Shatunov Yu.M., Shwartz D.B.* Status of VEPP-2000 project. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.29.
- [463] *Otbojev A.V., Shatunov P.Yu., Shatunov Yu.M., Ivanov S.V., Nurushev S.B.* Proposal for polarized proton acceleration at synchrotron U-70. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators, September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia.
- [464] *Koop I.A., Shatunov Yu.M.* Longitudinally polarized electrons in Super B-factory. // Proc. of 40th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on e^+e^- Factories 2006, September 15-17, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia.
- [465] *Nemytov P.* Control and power supply systems of electron accelerators with power up to 500 kW. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.41.
- [466] *Salimov R.* Status of ELV-type electron accelerators. // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.49.
- [467] *Cherepkov V.G., Golubenko Yu.I., Kachalov P.I., Nemytov P.I., Salimov R.A., Jingtian Yang.* Based on two electron accelerators ELV disinjector of a grain in China (capacity up to 1000 t/h). // Proc. of XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.106.
- [468] *Фадеев С.Н., Голковский М.Г., Корчагин А.И., Куксанов Н.К., Лаврухин А.В., Салимов Р.А., Черепков В.В., Бардаханов С.П.* Получение нанопорошков пуч-

- ком ускоренных электронов. // V Международная научная конференция и III школа-конференция молодых ученых: Радиационно-термические эффекты и процессы в неорганических материалах. - 28 июля - 4 августа 2006, Томск. - с.193.
- [469] *Bardakhanov S.P., Fadeev S.N., Golkovski M.G., Korchagin A.I., Kuksanov N.K., Lavrukhin A.V., Salimov R.A., Cherepkov V.V.* 8th International Conference on Electron Beam Technologies (EBT 2006). - 2006, Varna, Proceedings.
- [470] *Han B., Veis M.E., Kuksanov N.K., Nemytov P.I., Prudnikov V.V., Salimov R.A.* Electron accelerators and their applications in environment protection technologies. // Proc. of DAE-BRNS-PSI Symposium on Power Beams and Materials Processing (PBAMP-2006). - BARC, September 21-21, 2006, Mumbai, India, p.54-63.
- [471] *Salimov R.A., Kuksanov N.K., Nemytov P.I., Prudnikov V.V., Veis M.E., Golubenko Yu.I., Fadeev S.N., Cherepkov V.G.* Electron accelerator of ELV-type for industrial, environmental and research application. // International Meeting on Radiation Processing (IMRP2006), 26 February - 3 March, 2006, Kuala Lumpur, Malaysia: A Biennial Conf. Dedicated to the Dissemination and Advancement of the Technology of Industrial Radiation Processing. - Conf. Abstracts Book. - Kuala Lumpur, 2006, p.116.
- [472] *Salimov R.A., Kuksanov N.K., Nemytov P.I., Prudnikov V.V., Veis M.E., Golubenko J.I.* High Power Electron Accelerator ELV-12 for Environmental Application. // International Meeting on Radiation Processing (IMRP2006), 26 February - 3 March, 2006, Kuala Lumpur, Malaysia: A Biennial Conf. Dedicated to the Dissemination and Advancement of the Technology of Industrial Radiation Processing. - Conf. Abstracts Book. - Kuala Lumpur, 2006, p.141.
- [473] *Auslender V.L., Gornakov I.V., Radchenko V.M., Shtarklev E., Tkachenko V.O., Voronin L.A.* Electron beam forming system for irradiation of major diameter cylindrical products. // International Meeting on Radiation Processing (IMRP2006), 26 February - 3 March, 2006, Kuala Lumpur, Malaysia: A Biennial Conf. Dedicated to the Dissemination and Advancement of the Technology of Industrial Radiation Processing. - Conf. Abstracts Book. - Kuala Lumpur, 2006, p.155.
- [474] *Auslender V.L., Bryazgin A.A., Gornakov I.V., Faktorovich B.L., Makarov I.G., Nekhaev V.E., Panfilov A.D., Tkachenko V.O., Tuvik A.F., Voronin L.A.* Electron accelerator for energy up to 5.0 MeV and beam power up to 50 KW specially designed for use in industrial applications. // International Meeting on Radiation Processing (IMRP2006), 26 February - 3 March, 2006, Kuala Lumpur, Malaysia: A Biennial Conf. Dedicated to the Dissemination and Advancement of the Technology of Industrial Radiation Processing. - Conf. Abstracts Book. - Kuala Lumpur, 2006, p.156.
- [475] *Auslender V.L., Cheskidov V.G., Kuznetsov G.I., Lukin A.N., Makarov I.G., Ostreiko G.N., Panfilov A.D., Tarnetsky V.V., Tiunov M.A., Tkachenko V.O.* Project of high power linear accelerator for E-beam and X-ray processing. // International Meeting on Radiation Processing (IMRP2006), 26 February - 3 March, 2006, Kuala Lumpur, Malaysia: A Biennial Conf. Dedicated to the Dissemination and Advancement of the Technology of Industrial Radiation Processing. - Conf. Abstracts Book. - Kuala Lumpur, 2006, p.157.

- [476] *Auslender V.L., Korobeinikov M.V., Gulyayeva E.P., Troitsky A.V., Vereschagin E.I., Shkurupy V.A., Artamonov A.V., Grishin O.V.* Radiation technology in development of new medical preparations. // International Meeting on Radiation Processing (IMRP2006), 26 February - 3 March, 2006, Kuala Lumpur, Malaysia: A Biennial Conf. Dedicated to the Dissemination and Advancement of the Technology of Industrial Radiation Processing. - Conf. Abstracts Book. - Kuala Lumpur, 2006, p.158.
- [477] *Stavskiy E.A., Gorbunov V.A., Zaitsev B.N., Kultenko O.V., Renau I.V., Serbin V.I., Tkachenko V.O., P'yankov O.V., Netesov S.V., Auslender V.L., Kruglyakov E.P.* Decontamination of environmental samples and specimens contaminated or potentially contaminated with bacteria and viruses using accelerated electrons. // The 6th International Chemical and Biological Medical Treatment Symposium, April 30 - May 5, 2006, Spiez, Switzerland. - p.31.
- [478] *Ауслендер В.Л., Коробейников М.В., Сербин В.И.* Радиационно-технологические процессы в производстве новых лекарственных средств. // 16-я Ежегодная конференция ядерного общества России: Неэнергетическое использование ядерной энергии, 29 июня 2006, Москва.
- [479] *Auslender V.L., Bezuglov V.V., Bryazgin A.A., Gorbunov V.A., Cheskidov V.G., Gornakov I.V., Factorovich B.L., Nekhaev V.E., Podobaeov V.S., Panfilov A.D., Sidorov A.V., Tkachenko V.O., Tuvik A.F., Voronin L.A.* Industrial electron accelerators type ILU. // XX Russian Conference on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006), September 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenko, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.51.
- [480] *Ауслендер В.Л., Коробейников М.В., Троицкий А.В., Шкурупный В.А.* Новое антитуберкулёзное средство "Изодекс получаемое методом радиационного синтеза. // Доклад представлен на Международной научно-практической конференции: Разработка противотуберкулёзных терапевтических агентов нового поколения. Проблемы, подходы, перспективы 26 сентября 2006, Московская обл., Химки.
- [481] *Аксенов В.В., Резепин А.И., Максименко А.В., Ткаченко В.О.* Предобработка крахмалосодержащего сырья электронным пучком. // Доклад представлен на конференции: Информационные технологии, системы и приборы в АПК (АГРОИНФО-2006), 2006, СибФТИ, Новосибирск.
- [482] *Khriplovich I.B., Pitjeva E.V.* Upper limits on density of dark matter in Solar system. // It was presented at the International Conference Marcel Grossmann 11, Berlin, July 2006.
- [483] *Khriplovich I.B., Ruban G.Yu.* Quasinormal modes for arbitrary spins in the Schwarzschild background. // It was presented at the International Conference Marcel Grossmann 11, Berlin, July 2006.
- [484] *Khriplovich I.B., Produit N.* Is radiation of quantized black holes observable? // It was presented at the International Conference Marcel Grossmann 11, Berlin, July 2006.
- [485] *Khriplovich I.B., Produit N.* Is radiation of quantized black holes observable? // This work was given at the International ITEP School, Moscow, February 2006, and of Invited Talk at the Seminar in Memory of M.P. Bronshtein, December 2006, St-Petersburg, Russia.

- [485a] *Strakhovenko V.* Radiation from electrons passing through helical undulator or colliding with circularly polarized laser wave. // Talk given at Posipol 2006. - CERN, 26-28, April 2006. - <http://posipol2006.web.cern.ch>.
- [485b] *Strakhovenko V.* Generation of polarized positrons in a target. // Talk given at Posipol 2006,. - CERN, 26-28, April 2006. - <http://posipol2006.web.cern.ch>.
- [486] *Fadin V.S.* The gluon Reggeization in perturbative QCD at NLO. // Proc. of the XVII Recontres de Blois, 2006, Blois, France. - Towards High Energy Scattering /Eds.: M. Haguenaer, B. Nicolescu, J. Tran Thanh Van/, 2006, p.321-328.
- [487] *Fadin V.S.* Non-forward BFKL at NLO. // Presented talk. - Diffraction 2006, September 5-10, 2006, Milos island, Greece. - In: PoS - Proceedings of Science.
- [488] *Fadin V.S.* Small x processes in perturbative QCD. // Presented talk. - New Trends in High-Energy Physics, September 16-23, 2006, Yalta, Crimea, Ukraine. - New Trends in High-Energy Physics /Eds.: P.N.Bogolyubov, L.L.Jenkovszky, V.K.Magas, Z.I.Vakhnenko/. - Kiev, 2006, p.213-222.
- [489] *Fadin V.S.* QCD amplitudes in the multi-Regge kinematics. // Presented talk. - XXXIX St.Petersburg Winter School, February 20-26, 2006, St.Petersburg, Repino, Russia.
- [490] *Fadin V.S.* Non-forward BFKL kernel. // Presented talk. - Workshop on Low x Physics, June 28 - July 1, 2006, Lisbon, Portugal.
- [491] *Fadin V.S.* Small x processes in perturbative QCD. // Presented talk. - New Trends in High-Energy Physics, September 16-23, 2006, Yalta, Crimea, Ukraine.
- [492] *Dietrich J., Parkhomchuk V.V., Reva V.B., Vedenev M.A.* The proposed 2 MeV electron cooler for COSY. // Intern. Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL05), Galena, Lllinois, USA, 18-23 September, 2005 /Ed. by S.Nagaitsev, R.Pasquinelli/. - New York: AIP Conf. Proc., v.821, 2006, p.299-307.
- [493] *Parkhomchuk V.V.* Development of a new generation of coolers with a hollow electron beam and electrostatic bending. // Intern. Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL05), Galena, Lllinois, USA, 18-23 September, 2005 /Ed. by S.Nagaitsev, R.Pasquinelli/. - New York: AIP Conf. Proc., v.821, 2006, p.249-258.
- [494] *Grishanov B., Kumada M., Parkhomchuk V., Rastigeev S., Reva V., Vostrikov V.* Electron cooling for cold beam synchrotron for cancer therapy. // Intern. Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL05), Galena, Lllinois, USA, 18-23 September, 2005 /Ed. by S.Nagaitsev, R.Pasquinelli/. - New York: AIP Conf. Proc., v.821, 2006, p.365-369.
- [495] *Bryzgunov M., Panasyuk V., Parkhomchuk V., Reva V., Vedenev M.* Recuperation of electron beam in the coolers with electrostatic bending. // Intern. Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL05), Galena, Lllinois, USA, 18-23 September, 2005 /Ed. by S.Nagaitsev, R.Pasquinelli/. - New York: AIP Conf. Proc., v.821, 2006, p. New York: AIP Conf. Proc., v.821, 2006, p.341-345.
- [496] *Bocharov V., Bublej A., Konstantinov S., Panasyuk V., Parkhomchuk V.* Precise measurements of a magnetic field at the solenoids for low energy coolers. // Intern. Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL05), Galena, Lllinois, USA, 18-23 September, 2005 /Ed. by S.Nagaitsev, R.Pasquinelli/. - New York: AIP Conf. Proc., v.821, 2006, p.360-364.
- [497] *Burov A., Kazakevich G., Kroc T., Lebedev V., Nagaitsev S., Prost L., Pruss S., Shemyakin A., Tiunov M., Warner A.* Optics of electron beam in the recycler. //

- Intern. Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL05), Galena, Lllinois, USA, 18-23 September, 2005 /Ed. by S.Nagaitsev, R.Pasquinelli/. - New York: AIP Conf. Proc., v.821, 2006, p.139-143.
- [498] *Reva V.B.* Hamiltonian analysis of the particle motion in an accelerator with the longitudinal magnetic field. // Intern. Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL05), Galena, Lllinois, USA, 18-23 September, 2005 /Ed. by S.Nagaitsev, R.Pasquinelli/. - New York: AIP Conf. Proc., v.821, 2006, p.169-173.
- [499] *Bocharov V., Brizgunov M., Bublely A., Ershov V., Goncharov A., Konstantinov S., Lomakin A., Panasyuk V., Parkhomchuk V., Polukhin V., Reva V., Skarbo B., Sukhina B., Vedenev M., Zakhvatkin M., Zapiatkin N.* First tests of LEIR-cooler at BINP. // Intern. Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL05), Galena, Lllinois, USA, 18-23 September, 2005 /Ed. by S.Nagaitsev, R.Pasquinelli/. - New York: AIP Conf. Proc., v.821, 2006, p.355-359.
- [500] *Yang X., Parkhomchuk V., Zhan W., Xia J., Zhao H., Yuan Y., Song M., Li J., Mao L., Lu W., Wang Zh. (BINP Elec. Cooler Group).* Commissioning of HIRFL-CSR and its electron coolers. // Intern. Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL05), Galena, Lllinois, USA, 18-23 September, 2005 /Ed. by S.Nagaitsev, R.Pasquinelli/. - New York: AIP Conf. Proc., v.821, 2006, p.65-74
- [501] *Bocharov V., Bryzgunov M., Bublely A., Gosteev V., Kazarezov I., Kryuchkov A., Panasyuk V., Parkhomchuk V., Pavlov V., Pestrikov D., Reva V., Shamovskiy V., Skrinsky A., Sukhina B., Vedenev M., Vostrikov V.* Budker INP proposal for HESR and COSY electron cooler systems. // Intern. Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL05), Galena, Lllinois, USA, 18-23 September, 2005 /Ed. by S.Nagaitsev, R.Pasquinelli/. - New York: AIP Conf. Proc., v.821, 2006, p.308-316.
- [502] *Behtenev E., Bocharov V., Bublely A.V., Vedenev M., Voskoboinikov R., Goncharov A., Evtushenko Yu., Zapiatkin M., Ivanov A., Kokoulin V., Kolmogorov V., Kondaurov M., Konstantinov S., Krainov G., Kozak V., Kruchkov A., Kuper E., Medvedko A., Mironenko L., Panasyuk V., Parkhomchuk V., Reva V., Skrinsky A., Smirnov B., Skarbo B., Sukhina B., Shrainer K., Yang X., Zhao H., Li J., Lu W., Mao L., Yang Z., Yan H., Zhang W., Zhang J.* Comission of electron cooler EC-300 for HIRFL-CSR. // Intern. Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL05), Galena, Lllinois, USA, 18-23 September, 2005 /Ed. by S.Nagaitsev, R.Pasquinelli/. - New York: AIP Conf. Proc., v.821, 2006, p.334-340.
- [503] *Князев Б.А., Кулпанов Г.Н., Петров А.К., Пиндюрин В.Ф., Толочко Б.П.* Сибирский центр синхротронного и терагерцового излучения:итоги 2005-2006 годов. // III Всероссийская конф. центров коллективного пользования, 5-28 октября 2006, Казань, Россия. - Казань, 2006, с.65.
- [504] *Kulipanov G.N., Mezentsev N.A., Zolotarev K.V., Gvozdev A.A.* Compact hard X-Ray synchrotron radiation source with superconducting bending magnets. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.37.
- [505] *Churkin I., Belokrinitsky S., Budz P., Philipchenko A., Ruvinskiy E., Schegolev L., Semenov E., Sinyatkin S., Steshov A.* Bending magnets for the metrology light source (PTB, BERLIN). // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.41.

- [506] *Miginsky S.* Optimal beamlines for beams with space charge effect. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.47.
- [507] *Budz P., Buerkamnn K., Abo-Bakr M., Anders W., Dressler O., Duerr V., Feikes J., Hoberg H.G., Kuske P., Lange R., Rahn J., Schneegans T., Weihreter E., Wuestefeld G., Kraemerr D., Churkin I., Klein R., Ulm G.* Status of metrology light source in Berlin. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.34.
- [508] *Sajaev V., Lebedev V., Nagaslaev V., Valishev A.* Determination of precise model of a storage ring using response matrix fit: application to Advanced Photon Source and Tevatron . // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.48.
- [509] *Berkaev D.E., Shatunov Yu.M., Koop I.A., Podgorny F.V., Lysenko A.P., Shatunov P.Yu., Druzhinin V.V., Shwartz D.B., Prosvetov V.P.* Beams injection system for e^+e^- collider VEPP-2000. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.58.
- [510] *Shatunov P., Berkaev D.E., Borisov A., Koop I., Mezentsev N.A., Perevedentsev E., Shatunov Yu., Shwartz D., Valishev A.* Magnet structure of the VEPP-2000 electron-positron collider. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.58.
- [511] *Levichev A.E., Chernousov Yu.D.* The prototype's characteristics of the cavity for excitation of parallel coupled RF accelerating structure. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.65.
- [512] *Kirpotin A.N.* Measurement of beam oscillations spectrum in BEP. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.77.
- [513] *Shvedov D., Anchugov O., Matveev Yu.* High-voltage nanosecond generators system for injections-extraction kickers of FEL complex DUKE University. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.87.
- [514] *Pachkov A.A., Bak P.A.* High voltage decoupled high-current power supply. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.90.
- [515] *Kolobanov E.I., Matveenko A.N., Salikova T.V., Serednyakov S.S., Shevchenko O.A., Vinokurov N.A.* The study of the energy recovery efficiency at Novosibirsk FEL ERL. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC

- 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.95.
- [516] *Barkova V.G., Kiselev A.V., Chudaev V.J.* Evaluation of efficiency of concrete shielding against bremsstrahlung of 5.0 MeV electrons for adjustment works with the ILU-10 accelerator. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.98.
- [517] *Abdulmanov V.G., Auslender V.L., Emanov F.A., Panfilov A.D., PodobaeV V.S., Factorovich B.L.* Linear ion accelerator ILU-9. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.9.
- [518] *Antokhin E., Fujisawa T., Kumada M., Matsumoto T., Wakasa S.* Magnet system for PET cyclotron based on permanent magnets. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.102.
- [519] *Korchuganov V., Valentinov A., Mezentsev N.* An influence of 7.5 T superconducting wiggler on beam parameters of Siberia-2 storage ring. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.114.
- [520] *Bekhtenev E., Khrushev S., Mezentsev N., Miginskaya E., Shkaruba V., Tsukanov V.* The main test results of the 3.5 Tesla 49-pole superconducting wiggler for DLS. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.115.
- [521] *Miginsky S.V., Bondarenko A.V., Lee B.C., Park S.H., Jeong Y.U., Han Y.H.* An upgrade of SC linac at KAERI to ERL. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.93.
- [522] *Miginsky S.V., Bondarenko A.V., Lee B.C., Park S.H., Jeong Y.U., Han Y.H.* 1.8 keV Compton X-ray source driven by SC linac at KAERI. // XX Russian Conf. on Charged Particle Accelerators (RuPAC 2006). - Sept. 10-14, 2006, Novosibirsk, Russia. - Abstracts Brochure /Ed. by M.V.Petrichenkov, T.V.Rybitskaya/. - Novosibirsk, BINP, 2006, p.9.
- [523] *Cherkassky V.S., Gavrilov N.G., Gerasimov V.V., Knyazev B.A., Rudych P.D., Vinokurov N.A.* Attenuated total reflection spectrometer with terahertz free electron laser as a source. // Conference Digest of Joint 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz 2006), September 18-22, 2006, Shanghai, China. - /Ed. by S.C.Shen e.a./ - Piscataway: 2006. - p.459.
- [524] *Rudych P.D.* Study terahertz ellipsometry setups for measuring metals and dielectrics using free electron laser light source. // Conference Digest of Joint 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference

- on Terahertz Electronics (IRMMW-THz 2006), September 18-22, 2006, Shanghai, China. - /Ed. by. S.C.Shen e.a./ - Piscataway: 2006. - p.553.
- [525] *Kubarev V.V., Vinokurov N.A., Kotenkov V.V., Kulipanov G.N., Matveenko A.N., Salikova T.V., Serednyakov S.S., Scheglov M.A.* Observation of sideband instability in the Novosibirsk terahertz free electron laser. // Conference Digest of Joint 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz 2006), September 18-22, 2006, Shanghai, China. - /Ed. by. S.C.Shen e.a./ - Piscataway: 2006. - p.415.
- [526] *Kulipanov G.N.* NOVOFEL TEAM Experiments on 400-W average power Novosibirsk terahertz free electron laser. // Conference Digest of Joint 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz 2006), September 18-22, 2006, Shanghai, China. - /Ed. by. S.C.Shen e.a./ - Piscataway: 2006. - p.12.
- [527] *Cherkassky V.S., Knyazev B.A., Ivanov G.M., Lukyanchikov L.A., Matveenko A.N., Merzhievsky L.A., Kulipanov G.N., Vinokurov N.A.* Introscopy of solids at Novosibirsk terahertz free electron laser. // Conference Digest of Joint 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz 2006), September 18-22, 2006, Shanghai, China. - /Ed. by. S.C.Shen e.a./ - Piscataway: 2006. - p.320.
- [528] *Cherkassky V.S., Knyazev B.A., Kubarev V.V., Kulipanov G.N., Matveenko A.N., Popik V.S., Rudych P.D., Shcheglov M.A., Vinokurov N.A.* High speed terahertz imaging using thermosensitive elements. // Conference Digest of Joint 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz 2006), September 18-22, 2006, Shanghai, China. - /Ed. by. S.C.Shen e.a./ - Piscataway: 2006. - p.168.
- [529] *Kubarev V.V., Vinokurov N.A., Kotenkov V.V., Kulipanov G.N., Matveenko A.N., Salikova T.V., Serednyakov S.S., Scheglov M.A.* Harmonic generation in the Novosibirsk Terahertz Free Electron Laser. // Conference Digest of Joint 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz 2006), September 18-22, 2006, Shanghai, China. - /Ed. by. S.C.Shen e.a./ - Piscataway: 2006. - p.162.
- [530] *LaPointe M.A., Hirshfield J.L., Kozyrev E.V., Nezhevenko O.A., Shchelkunov S.V., Yakovlev V.P.* 34 Ghz magnicon for a Ka-band test facility. // Conference Digest of Joint 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz 2006), September 18-22, 2006, Shanghai, China. - /Ed. by. S.C.Shen e.a./ - Piscataway: 2006. - p.127.
- [531] *Kubarev V.V., Vinokurov N.A., Kotenkov V.V., Kulipanov G.N., Matveenko A.N., Salikova T.V., Serednyakov S.S., Scheglov M.A.* Fourier spectroscopy of radiation of Novosibirsk Terahertz Free Electron Laser. // Conference Digest of Joint 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz 2006), September 18-22, 2006, Shanghai, China. - /Ed. by. S.C.Shen e.a./ - Piscataway: 2006. - p.58.
- [532] *Kozlov A.S., Petrov A.K., Malyshkin S.B., Taraban M.B., Popik V.M., Scheglov M.A., Goriachkovskaya T.N., Peltek S.E.* Nondestructive transfer on complex molecular systems of various origin into aerosol phase by means of submillimeter irradiation of Free Electron Laser (FEL) of the Siberian Center for Photochemical

- Research . // Conference Digest of Joint 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz 2006), September 18-22, 2006, Shanghai, China. - /Ed. by. S.C.Shen e.a./ - Piscataway: 2006. - p.557.
- [533] *Batnikov A.M., Khrushchev S.V., Kulipanov G.N., Kuper E.A., Lev V.H., Mezentsev N.A., Miginskaya E.G., Repkov V.V., Shkaruba V.A., Syrovatin V.M., Tsukanov V.M., Zolotarev K.V., Zjurba V.K.* Superconducting insertion devices for light sources. // 9th Intern. Conf. on SRI (SRI 2006), Dalgju, Korea, May 28 - June 2, 2006 [Электронный ресурс]. - 2006, C-007-(CD).
- [534] *Kulipanov G.N., Skrinsky A., Vinokurov N.* Multi-pass accelerator-recuperator (MARS) as coherent X-ray synchrotron radiation source. // 9th Intern. Conf. on SRI (SRI 2006), Dalgju, Korea, May 28 - June 2, 2006 [Электронный ресурс]. - 2006, B2-006-(CD).
- [535] *Churkin I., Steshov A.* On possibility of sorting of electromagnetic undulators HU256. // 9th Intern. Conf. on SRI (SRI 2006), Dalgju, Korea, May 28 - June 2, 2006 [Электронный ресурс]. - 2006, CP-039-(CD).
- [536] *Valentinov A., Korchuganov V., Mezentsev N.* An influence of 7.5 T superconducting wiggler on beam parameters of Siberia-2 storage ring. // 9th Intern. Conf. on SRI (SRI 2006), Dalgju, Korea, May 28 - June 2, 2006 [Электронный ресурс]. - 2006, RP-002-(CD).
- [537] *Briquez F., Chubar O., Dael A., Batnikov A., Churkin I., Ilyin I., Kolokolnikov Yu., Steshov A., Vobly P.* Modelling and measurements of magnetic structures of undulators HU256 . // 9th Intern. Conf. on SRI (SRI 2006), Dalgju, Korea, May 28 - June 2, 2006 [Электронный ресурс]. - 2006, CP-038-(CD).
- [538] *Briquez F., Chubar O., Dael A., Batnikov A., Churkin I., Ilyin I., Kolokolnikov Yu., Semenov E., Steshov A., Vobly P.* Elleptical undulators HU256 for synchrotron SOLEIL. // 9th Intern. Conf. on SRI (SRI 2006), Dalgju, Korea, May 28 - June 2, 2006 [Электронный ресурс]. - 2006, CP-034-(CD).
- [539] *Sibidanov A.L., ..., (CMD-2 Collab.).* Precise measurement of hadronic cross sections with CMD-2 detector. // Hadron Spectroscopy: Eleventh Intern. Conf. on Hadron Spectroscopy, Rio de Janeiro, Brazil 21-26 August 2005 /Ed. by A.Reis e.a./. - Melville: AIP Conf. Proc. - 2006, v.814, p.478-485.
- [540] *Yurjev G.S., Korchagin M.A., Nalivaiko V.I., Kosov A.V., Semukhin B.S.* Subjection of Si/₃N/₄/(111)Si, Si/₃N/₄/(400)GaAs layers to synchrotron radiation. // 8th Intern. Conf. on Modification of Materials with Particle beams and Plasma Flows, 10-15 September 2006, Tomsk, Russia. - Известия вузов. Физика, 2006, N8, Прилож. с-418-420.
- [541] *Vyacheslavov L.N., Khilchenko A.D., Zubarev P.V., Tanaka K., Michael C., Sanin A.L., Kawahata K., Okajima S.* Application of precise phase detector for density profile and fluctuation measurements using CO/₂/ imaging heterodyne interferometer on LND . // Proc. of the 16th Topical Conf. on High-Temperature Plasma Diagnostics, 7-11 May 2006, Williamsburg, Virginia. - RSI, 2006, v.77, N10(Part 2), p.10E909-1-3.
- [542] *Michael C.A., Tanaka K., Vyacheslavov L., Sanin A., Kawahata K., Okajima S.* Upgraded two-dimensional phase contrast imaging system for fluctuation profile measurement on LHD / Proc. of the 16th Topical Conf. on High-Temperature

- Plasma Diagnostics, 7-11 May 2006, Williamsburg, Virginia. - RSI, 2006, v.77, N10(Part 2), p.10E923-1-5.
- [543] *Den Hartog D.J., Craig D., Ennis D.A., Fiksel G., Gangadhara S., Holly D.J., Reardon J.C., Davydenko V.I., Ivanov A.A., Lizunov A.A., O'Mullane M.G., Summers H.P.* Advances in neutral-beam-based diagnostics on the Madison Symmetric Torus reversed-field pinch (invited). // Proc. of the 16th Topical Conf. on High-Temperature Plasma Diagnostics, 7-11 May 2006, Williamsburg, Virginia. - RSI, 2006, v.77, N10(Part 2), p.10F122-1-8.
- [544] *Park S.H., Lee K., Jeong Y.U., Lee B.C., Lee J.Y., Miginsky S., Bondarenko A.V.* Design study for a 1 KeV compton X-ray generation with the KAERI SC RF Linac. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.1.
- [545] *Мигинский С.В.* Минимизация эффекта собственного заряда. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.1.
- [546] *Cherkassky V.S., Knyazev B.A., Kubarev V.V., Ivanov G.M., Lukyanchikov L.A., Merzhievsky L.A., Kulipanov G.N., Rudych P.D., Vinokurov N.A.* Technique for introscopy of condense matter in terahertz spectral region. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.8.
- [547] *Vinokurov N.A., Kotenkov V.V., Kubarev V.V., Kulipanov G.N., Matveenko A.N., Salikova T.V., Seredniakov S.S., Scheglov M.A.* Spectral parameters and optimization of first, second and third radiation harmonics of Novosibirsk terahertz free electron laser. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.9.
- [548] *Cherkassky V.S., Gavrilov N.G., Gerasimov V.V., Knyazev B.A., Kubarev V.V., Kulipanov G.N., Rudych P.D., Vinokurov N.A.* Attenuated total reflection spectroscopy at terahertz free electron laser. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.10.
- [549] *Kubarev V.V.* Optimal open resonators for free electron lasers. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.11.
- [550] *Бондаренко А.В., Мигинский С.В., Хан Й.Х., Джэньг Й.Ю., Ли Б.С., Пак С.Х.* Рентгеновский комптоновский источник на основе сверхпроводящего линака в KAERI. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.11.
- [551] *Бондаренко А.В., Мигинский С.В., Хан Й.Х., Джэньг Й.Ю., Ли Б.С., Пак С.Х.* Электронная оптика будущего сверхпроводящего ускорителя-рекуператора в KAERI. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference

- (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.11.
- [552] *Petrov A.K., Kozlov A.S., Taraban M.B., Goriachkovskaya T.N., Malyshkin S.B., Popik V.M., Peltek S.E.* Nondestructive transfer of complex molecular systems of various origin into aerosol phase by means of submillimeter irradiation of free electron laser (FEL) of Siberian Center for Photochemical Research. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.12.
- [553] *Vasserman I.B., Dejus R.J., Sasaki S., Trakhtenberg E.M., Xu J.Z., Milton S.V., Moog E.R., White M.M., Vinokurov N.A.* LCLS undulator-recent developments: simulated undulator tapering to compensate for particle energy loss and first article measurements and tuning . // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.13.
- [554] *Budz P., Burkmann K., Durr V., Kolbe J., Kramer D., Rahn J., Wustefeld G., Churkin I., Klein R., Ulm G.* The magnets of the metrology light source in Berlin. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.144.
- [555] *Толочко Б.П., Титов В.М., Чернышов А.П., Тен К.А., Прууэл Э.Р., Жогин И.Л., Зубков П.И., Ляхов Н.З., Лукьянчиков Л.А., Павлюхин Ю.Т., Шеромов М.А.* // Физико-химическая модель образования алмазных частиц при ударно-волновом воздействии на адамантан. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.19.
- [556] *Толочко Б.П., Титов В.М., Чернышов А.П., Тен К.А., Прууэл Э.Р., Жогин И.Л., Зубков П.И., Ляхов Н.З., Лукьянчиков Л.А., Шеромов М.А.* Ударно-волновой синтез наночастиц металлов из карбоксилатов. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.20.
- [557] *Yurjev G.S., Pirogov B.Ya., Vereshagin A.L., Kosov A.V., Shevchenko V.Ya.* Diffraction as method of characterization for diamond-carbon core-shell nanoparticles. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.29.
- [558] *Косов А.В., Юрьев Г.С., Корчагин М.А., Лях В.В.* Сублимация ультрадисперсного альфа-Si/₃/N/₄ под воздействием дозы СИ. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.30.
- [559] *Толочко Б.П., Титов В.М., Чернышев А.П., Тен К.А., Прууэл Э.Р., Жогин И.Л., Зубков П.И., Ляхов Н.З., Лукьянчиков Л.А., Шеромов М.А.* Физико-химическая модель детонационного синтеза наночастиц алмаза. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July

- 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.42.
- [560] *Лихачева А.Ю., Горяйнов С.В., Манаков А.Ю., Анчаров А.И., Шеромов М.А.* Дифракционные исследования сжимаемости цеолитов в водной среде до 2 ГПа в связи с эффектом сверхгидратации и аномалией ионной проводимости. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.53.
- [561] *Рылов Г.М., Федорова Е.Н., Похиленко Н.П., Кулипанов Г.Н., Соболев Н.В.* Механическое двойникование в природных кристаллах алмаза, выявляемое методом Лауэ-СИ. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.56.
- [562] *Рылов Г.М., Федорова Е.Н., Логвинова А.М., Кулипанов Г.Н., Соболев Н.В.* Характерные особенности природных пластически деформированных кристаллов алмаза из трубки "интернациональная"(Якутия). // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.57.
- [563] *Volkov V.V., Myakishev K.G., Il'inchik E.A., Yurjev G.S., Kosov A.V.* Thermal transformation of the structure of molecular cluster 6,9-bis-amminododecahydronydo-decaboran B/sab 10/H/sab 12/(NH/sab 3)/sab 2/. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.61.
- [564] *Belsky A., Carre B., DeGrazia M., Fedorov N., Feldbach E., Guizard S., Kirm M., Martin P., Merdji H., Nagirnyi V., Petite G., Vasil'ev A., Zinin E.I.* Relaxation of excitons in barium fluorid under intense VUV-X excitation. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.64.
- [565] *Pustovarov V., Ivanov V., Kirm M., Kikas A., Kooser K., Kaambre T., Kruzhalov A., Zinin E.* Inner-shell excitation of intrinsic luminescence and resonantly excited X-ray fluorescence at Be 1S edge in oriented BeO crystals. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.64.
- [566] *Дарьин А.В., Калугин И.А., Смолянинова Л.Г., Золотарев К.В., Вологина Е.Г., Птицын А.Б., Андреев А.А., Церендаш Н.* Позднеголоценовые хронологии вариаций внешней среды Центральной Азии по данным сканирующего РФА СИ озерных отложений. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.92.
- [567] *Daryin A.V., Zolotarev K.V.* Micro XRF element analysis with synchrotron radiation (SR XRF) in geochemical researches. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk,

- Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.95.
- [568] *Phedorin M.A., Bobrov V.A., Zolotarev K.V.* Synchrotron beam fine-scanning of peat archives from Siberia along with fluorescence measurements. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.96.
- [569] *Гольдберг Е.Л., Золотарев К.Б., Салосина В.В., Кондратьев В.И., Овчинников Д.В., Наурызбаев М.М.* Корреляции элементов при их фиксации в древесных кольцах . // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.97.
- [570] *Гольдберг Е.Л., Федорин М.А., Чебыкин Е.П., Жученко Н.А., Золотарев К.Б.* Элементные записи изменений окружающей среды в водосборе оз.Байкал за последние 150 тысяч лет с декадным разрешением. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.98.
- [571] *Phedorin M.A., Fedotov A.P., Goldberg E.L., Zolotarev K.V., Grachev M.A.* Fine-scanning XRF-SR measurements of core fragments from lake Khubsugul recover highly resolved 1 Myr history of environmental changes in Central Asia. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.100.
- [572] *Бажанова В.В., Гуляева Л.Ф., Шапоренко А.Д., Шульга Ю.* Применение РФА-СИ для исследования изменения элементного состава злокачественных и здоровых тканей человека. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.106.
- [573] *Дарьин А.В., Шапоренко А.Д.* Применение метода РФА-СИ для анализа легких элементов в геологических образцах. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.116.
- [574] *Пельтек С.Е., Пиндюрин В.Ф., Попик В.М., Щеглов М.А., Гольденберг Б.Г., Елисеев В.С., Петрова Е.В., Тикунова Н.В., Рубцов Н.Б., Горячковская Т.Н., Хлебодарова Т.М., Говорун В.М., Кулипанов Г.Н., Колчанов Н.А.* Нано/микрофлюидные биоаналитические системы . // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.119-120.
- [575] *Аульченко В.М., Букин М.А., Васильев А.В., Титов В.М., Евдоков О.В., Толочко Б.П., Шарафутдинов М.Р.* Модернизация детектора ОД-3. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.14.

- [576] *Аульченко В.М., Бузулуцков А.Ф., Букин М.А., Васильев А.В., Папушев П.А., Титов В.М., Шехтман Л.И.* Детектор для экспериментов по широкоугольной дифракции (ОД4). // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.145.
- [577] *Аульченко В.М., Жуланов В.М., Шехтман В.В., Евдоков О.В., Жогин И.Л., Толочко Б.П., Прууэл Э.Р., Тен К.А.* DIMEX, состояние работ по дальнейшему развитию детектора для изучения детонационных процессов с использованием СИ. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.146.
- [578] *Анчаров А.И., Анчарова У.В., Купер К.Э., Шеромов М.А.* Проект новой экспериментальной станции на 4 канале СИ накопителя ВЭПП-3. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.14.
- [579] *Корнеев В.Н., Шлектарев В.А., Забелин А.В., Литвинов Е.И., Шарафутдинов М.Р., Толочко В.П., Шеромов М.А., Кондратьев В.И., Вазина А.А.* Развитие станции DCSI на КЦСИИHT для исследования структурной динамики биологических объектов. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.150.
- [580] *Авакян С.В., Колокольников Ю.М., Лях В.В., Николенко А.Д., Пиндюрин В.Ф., Савушкин А.В., Шеромов М.А.* Проект решеточного ВУФ-монокроматора для метрологической станции на накопителе ВЭПП-4. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.159.
- [581] *Гольденберг Б.Г., Кузнецов С.А., Елисеев В.С., Калинин П.В., Кубарев В.В., Пиндюрин В.Ф., Петрова Е.В.* Создание сеточных селективных элементов терагерцового излучения LIGA-методами. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.163.
- [582] *Евстратов А.А., Будяница А.Л., Лукашенко Т.А., Рудницкая Г.Е., Белов В.Д., Горный С.Г., Юдин К.В., Гольденберг Б.Г., Кулипанов Г.Н., Елисеев В.С., Пиндюрин В.Ф.* Полимерные микрофлюидные чипы для анализа биологических проб. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.164.
- [583] *Гольденберг Б.Г., Елисеев В.С., Кондратьев В.И., Коньшев К.И., Петрова Е.В., Пиндюрин В.Ф.* Изготовление шаблонов для LIGA-технологии прямым рисованием рентге новским пучком. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.175.

- [584] *Irzhak D.V., Roshchupkin D.V., Shaporenko A.D.* Scanning XRF station with the high spatial resolution for geological objects. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.154.
- [585] *Zhogin I.L., Gavrilov N.G., Pirogov B.Ya., Sheromov M.A., Shmakov A.N., Tolochko B.P.* Compact wave strain-friction reducers (0.31.5"minigonimeters) for X-ray optics at SSRC. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.155.
- [586] *Zhogin I.L., Vratskikh V.F., Rykov A.I., Gavrilov N.G., Shmakov A.N., Tolochko B.P., Lyakhov N.Z., Sharafudinov M.R., Evdokov O.V., Kovalenko N.V., Sheromov M.A.* Project of in situ pulsed-laser-deposition for X-ray scattering studies at VEPP-3 beamline "6th-TOP". // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.156.
- [587] *Khrebtov I.A., Malyarov V.G., Ivanov K.V., Khokhlov D.A., Kulikov Yu.V., Zerov V.Yu., Nikolenko A.D., Pindyurin V.F.* Characterization of the composite bolometer with high-Tc superconductor thermometer for absolute radiometer of synchrotron radiation. // Digest Reports of the XVI Intern. Synchrotron Radiation Conference (SR-2006), July 10-14, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia /Ed. by M.V.Kuzin, D.G.Goldenberg/. - Novosibirsk, BINP SB RAS, 2006, p.157.
- [588] *Юрьев Г.С., Шевченко В.Я., Косов А.В.* Особенности структуры кентавров как сферических двухструктурных наночастиц. // Труды научных сессий МИФИ, т.9. Молекулярно-селективные и нелинейные явления и процессы. Перспективные наукоемкие технологии. Физика, химия и компьютерная разработка материалов. Физическая химия растворов. Ультрадисперсные (нано-) материалы. - М: МИФИ, 2006, с.16-17.
- [589] Ежегодный отчет за 2005 год. - Новосибирск, ИЯФ СО РАН, 2005, 287с.
- [590] Материалы XVI Сибирской международной конференции по использованию синхротронного излучения (СИ 2006), Новосибирск, 10-14 июля 2006 /Под ред. М.В. Кузина и Б.Г. Гольденберг/. - ИЯФ СО РАН, 180с, 2006.
- [591] Отчет Сибирского центра синхротронного и терагерцового излучения за 2005 год. - Новосибирск, ИЯФ СО РАН, 2006, 105с.
- [592] Первое рабочее совещание "Генерация и применение терагерцового излучения 24-25 ноября 2005, Новосибирск. - Сборник трудов. - Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера, Институт химической кинетики и горения, СО РАН, 2006.

Препринты

1. *А.А. Иванов, А.А. Подыминогин, И.В. Шиховцев.* Высокочастотный ионный источник с повышенным содержанием протонов в пучке // Новосибирск, 2006, 15с (Препринт/ИЯФ 2006-1).
2. *Г.С. Виллевалд, В.Н. Карасюк, Г.И. Сильвестров, Т.В. Соколова.* Экспериментальные сильнополевые поворотные магниты // Новосибирск, 2006, 32с (Препринт/ИЯФ 2006-5).
3. *В.Л. Ауслендер, В.В. Безуглов, А.А. Брызгин, В.А. Горбунов, И.В. Горнаков, С.А. Максимов, А.Д. Панфилов, В.С. Подобаев, Н.Д. Ромашко, А.А. Тувик, Б.Л. Факторович, В.Г. Ческидов.* Импульсный высокочастотный линейный ускоритель электронов ИЛУ-8 // Новосибирск, 2006, 27с (Препринт/ИЯФ 2006-6).
4. *V.I. Davydenko, A.A. Ivanov, I.A. Kotelnikov, M.A. Tiunov.* Pierce electrodes for a multigap accelerating system // Novosibirsk, 2006, 23с (Preprint/Budker INP 2005-11).
5. *А.А. Иванов, Г.И. Шульженко.* Сильноточный электронный эмиттер на основе гексаборида лантана для квазистационарного дугового генератора плазмы // Новосибирск, 2006, 8с (Препринт/ИЯФ 2006-17).
6. *Н.А. Винокуров, П.А. Голубев, В.Э. Карлин, Е.И. Колобанов, С.А. Крутихин, Г.Я. Куркин, В.К. Овчар, С.С. Середняков, С.В. Тарарышкин.* Сильноточный источник электронного тока для инжекции в ускорители // Новосибирск, 2006, 8с (Препринт/ИЯФ 2006-18).
7. *М.С. Чащин, А.Д. Беклемишев* Влияние вращения на устойчивость плазмы в ГДЛ // Новосибирск, 2006, 35с (Препринт/ИЯФ 2006-19).
8. *В.В. Герасимов, Б.А. Князев, П.Д. Рудыч, В.С. Черкасский.* Френелевское отражение в оптических элементах и детекторах для терагерцового диапазона // Новосибирск, 2006, 23с (Препринт/ИЯФ 2006-23).
9. *С.А. Зеваков, Х. Аренховель, Л.М. Барков, С.Л. Белостоцкий, В.В. Вихров, Х. де Врис, Р. Гилман, В.Ф. Дмитриев, М.В. Дюг, Л.Г. Исаева, Е.Р. Кинней, Б.А. Лазаренко, А.Ю. Логинов, С.И. Мишнев, В.В. Нелюбин, Д.М. Николенько, А.В. Осипов, Д.Х. Поттервелд, И.А. Рачек, Р.Ш. Садыков, А.А. Сидоров, В.Н. Стибунов, Д.К. Топорков, Р.Д. Холт, Ю.В. Шестаков, К.В. де Ягер.* Упругое и неупругое рассеяние электрона на тензорно-поляризованном дейтроне // Новосибирск, 2006, 26с (Препринт/ИЯФ 2006-24).
10. *Н.А. Винокуров, Б.А. Князев, Г.Н. Кулипанов, А.Н. Матвеев, В.М. Попик, В.С. Черкасский, М.А. Щеглов.* Визуализация излучения мощного терагерцового лазера на свободных электронах с помощью термочувствительного интерферометра // Новосибирск, 2006, 20с (Препринт/ИЯФ 2006-26).

11. *Н.А. Винокуров, В.В. Котенков, Г.Я. Куркин, Л.Э. Медведев, Л.А. Мироненко, А.Д. Орешков, Т.В. Саликова, М.А. Щеглов.* Вакуумная система ЛСЭ // Новосибирск, 2006, 11с (Препринт/ИЯФ 2006-27).
12. *R.R. Akhmetshin, V.M. Aulchenko, V.Sh. Banzarov, L.M. Barkov, N.S. Bashtovoy, A.E. Bondar, D.V. Bondarev, A.V. Bragin, S.K. Dhawan, S.I. Eidelman, D.A. Epifanov, G.V. Fedotovitch, N.I. Gabyshev, D.A. Gorbachev, A.A. Grebeniuk, D.N. Grigoriev, F.V. Ignatov, S.V. Karpov, V.F. Kazanin, B.I. Khazin, I.A. Koop, P.P. Krokovny, A.S. Kuzmin, I.B. Logashenko, P.A. Lukin, A.P. Lysenko, K.Yu. Mikhailov, A.I. Milstein, I. N. Nesterenko, M.A. Nikulin, V.S. Okhapkin, A.V. Otboev, E.A. Perevedentsev, A.A. Polunin, A.S. Popov, S.I. Redin, B.L. Roberts, N.I. Root, A.A. Ruban, N.M. Ryskulov, A.G. Shatov, Yu.M. Shatunov, B.A. Shwartz, A.L. Sibidanov, V.A. Sidorov, A.N. Skrinsky, V.P. Smakhtin, I.G. Snopkov, E.P. Solodov, A.A. Valishev, Yu.V. Yudin, A.S. Zaitsev, S.G. Zverev (CMD-2 Collaboration).* Study of $\phi \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ with CMD-2 detector // Novosibirsk, 2006, 39с (Preprint/Budker INP 2006-28).
13. *V.G. Davidovskii.* Surface impedance of superconductors in wide frequency ranges for wake field calculations // Novosibirsk, 2006, 12с (Preprint/Budker INP 2006-29).
14. *V.G. Davidovskii.* Longitudinal wakefields of relativistic line Gaussian bunches at axial motion in a perfectly conducting and in a resistive circular pipes at room and low temperatures // Novosibirsk, 2006, 43с (Preprint/Budker INP 2006-30).
15. *Е.И. Жмуриков, А.И. Романенко, О.Б. Анжеева, Tescio Luigi.* Квантовые поправки в проводимости углерод-углеродного композита на основе изотопа ^{13}C с повышенной плотностью // Новосибирск, 2006, 11с (Препринт/ИЯФ 2006-31).
16. *V.N. Baier and V.M. Katkov.* Coherent and incoherent processes and the LPM effect in oriented single crystals at high-energy // Novosibirsk, 2006, 26с (Preprint/Budker INP 2006-33).
17. *Г.В. Карпов, А.С. Медведко.* Система измерения положения пучка в форинжекторе ВЭПП-5 // Новосибирск, 2006, 18с (Препринт/ИЯФ 2006-35).
18. *А.И. Ерохин, А.С. Медведко, Д.Н. Скоробогатов.* Четырехквadrантный преобразователь напряжения, 600 В, 500 А // Новосибирск, 2006, 20с (Препринт/ИЯФ 2006-36).
19. *С.Е. Аввакумов, К.И. Белобородов, А.В. Бердюгин, А.Д. Букин, Д.А. Букин, С.В. Бурдин, В.П. Дружинин, В.Н. Иванченко, А.А. Король, З.К. Силагадзе.* UNIMOD2 – универсальная программа моделирования экспериментов на встречных e^+e^- пучках. 6. Генераторы физических процессов и распадов нестабильных частиц // Новосибирск, 2006, 24с (Препринт/ИЯФ 2006-38).
20. *А.Д. Букин.* Кинематическая реконструкция двухчастичных событий // Новосибирск, 2006, 23с (Препринт/ИЯФ 2006-42).
21. *В.М. Аульченко, Р.Р. Ахметшин, В.Ш. Банзаров, Л.М. Барков, Н.С. Баштовой, Д.В. Бондарев, А.Е. Бондарь, А.В. Брагин, Н.И. Габышев, Д.А. Горбачев, А.А. Гребенюк, Д.Н. Григорьев, С.К. Джаван, Д.А. Епифанов, А.С. Зайцев, С.Г. Зверев, Ф.В. Игнатов, В.Ф. Казанин, С.В. Карпов, И.А. Кооп, П.П.*

- Кроковный, А.С. Кузьмин, И.Б. Логашенко, П.А. Лукин, А.П. Лысенко, А.И. Мильштейн, К.Ю. Михайлов, И.Н. Нестеренко, М.А. Никулин, А.В. Отбоев, В.С. Охапкин, Е.А. Переведенцев, А.С. Попов, С.И. Редин, Б.Л. Робертс, Н.И. Роот, А.А. Рубан, Н.М. Рыскулов, А.Л. Сибидапов, В.А. Сидоров, А.Н. Скринский, В.П. Смахтин, И.Г. Снопков, Е.П. Солодов, Д.А. Томпсон, Г.В. Федотович, Б.И. Хазин, В.В. Хьюз, А.Г. Шамов, Ю.М. Шатунов, Б.А. Шварц, С.И. Эйдельман, Ю.В. Юдин.* Измерение сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ на детекторе КМД-2 в диапазоне энергий 370 – 520 МэВ // Новосибирск, 2006, 40с (Препринт/ИЯФ 2006-43).
22. *В.Р. Козак.* Прецизионный цифроаналоговый преобразователь в стандарте VME // Новосибирск, 2006, 15с (Препринт/ИЯФ 2006-44).
23. *Д.К. Топорков, С.А. Зеваков, Б.А. Лазаренко, Д.М. Николенко, В.А. Полухин, Р.Ш. Садыков, Ю.В. Шестаков.* Внутренняя газовая кластерная мишень для накопителя тяжелых ионов г. Ланьчжоу (Heavy Ion Research Facility Lanzhou - Cooler Storage Ring, HIRFL-CSR) Новосибирск, 2006, 12с // (Препринт/ИЯФ 2006-45).
24. *Б.П. Толочко, В.М. Титов, А.П. Чернышев, К.А. Тен, Э.Р. Прууэл, И.Л. Жогин, П.И. Зубков, Н.З. Ляхов, Л.А. Лукьянчиков, Ю.Т. Павлохин, М.А. Шеромов.* Радикальный механизм образования наночастиц алмаза после ударно-волнового воздействия на адамантан // Новосибирск, 2006, 11с (Препринт/ИЯФ 2006-49).
25. *V.N. Baier.* Forty years of acting electron-positron colliders // Novosibirsk, 2006, 47с (Preprint/Budker INP 2006-50).
26. *V.A. Kiselev, N.Yu. Muchnoi, O.I. Meshkov, V.V. Smaluk, V.N. Zhilich, A.N. Zhuravlev.* Beam energy spread measurement at the VEPP-4M Electron-Positron Collider // Novosibirsk, 2006, 14с (Preprint/Budker INP 2006-57).
27. *V.N. Baier and V.M. Katkov.* Pair creation by a photon in a strong magnetic field at high-energy Novosibirsk, 2006, 14с (Preprint/Budker INP 2006-59).
- * * *
28. *Koop I., Levichev E., Piminov P., Shatilov D., Smaluk V., Alesini D., et al.* DAFNE upgrade for SIDDHARTA run // e-preprint of Frascati Lab., LNF-06-33-IR, Dec 2006. 25p.
29. *Mochalov V.V., Otboev A.V., Shatunov Yu.M., Toporkov D.K., et al.* Spin physics with light and heavy neutral mesons at Protvino // December 2006, 18p. - e-Print Archive: hep-ex/0612038.
30. *Sloggett C., Milstein A.I., Sushkov O.P.* Correlated electron current and temperature dependence of the conductance of a quantum point contact // ArXiv:cond-mat/0606649.
31. *Luscher A., Milstein A.I., Sushkov O.P.* Destruction of Neel order and local spin spirals in insulating $La_{2-x}r_xCuO_4$ // ArXiv:cond-mat/0606679.

32. *Lee R.N., Milstein A.I.* e^+e^- pair production in ultrarelativistic heavy-ion collisions at intermediate impact parameters // ArXiv:nucl-th/0610008.
33. *Milstein A.I., Terekhov I.S., et al.* Quasiclassical description of bremsstrahlung in alpha decay // ArXiv:nucl-th/0606005.
34. *Dmitriev V.F. and Milstein A.I.* Final state interaction effects in $N\bar{N}$ production near threshold // ArXiv: nucl-th/0607003.
35. *Valentin V. Sokolov, Giuliano Benenti, and Giulio Casati.* Quantum dephasing and decay of classical correlation functions in chaotic systems // e-print: Quant-ph/0504141, v3, 23 May 2006. - to appear in Phys. Rev E, 2007, v.75, p.093702.
36. *Valentin V. Sokolov, Giuliano Benenti, Giulio Casati.* Dynamical chaos versus quantum interference // e-print archive: Quant-ph/0611191, v1, 18 November 2006. - Submitted in Phys. Rev. Lett.
37. *Garcia-Mata I., Zhirov O.V., Shepelyansky D.L.* Frenkel-Kontorova model with cold trapped ions // e-print: cond-mat/0606135, 2006.
38. *Khatsymovsky V.M.* On the possibility of finite quantum Regge calculus // e-print archive: gr/qc/0612143.
39. *Pomeransky A.A. and Sen'kov R.A.* Black ring with two angular momenta // e-print: hep-th/0612005.
40. *Bogdan A.V., Fadin V.S.* A proof of the Reggeized form of amplitudes with quark exchanges // arXiv: hep-ph/0601117.
41. *Fadin V.S., Fiore R., Kozlov M.G. and Reznichenko A.V.* Proof of the multi-Regge form of QCD amplitudes with gluon exchanges in the NLA // arXiv: hep-ph/0602006.
42. *Fadin V.S., Fiore R. and Papa A.* On the coordinate representation of NLO BFK // arXiv:hep-ph/0612284.
43. *Fadin V.S., Fiore R. and Papa A.* The dipole form of the quark part of the BFKL kernel // arXiv: hep-ph/0701075.
44. *G.G. Kirilin.* Quantum corrections to the Schwarzschild metric and reparametrization transformations // eprint: gr-qc/0601020.
45. *Akhmetshin R.R., Aulchenko V.M., Banzarov V.Sh., Barkov L.M., Bashtovoy N.S., Bondar A.E., Bondarev D.V., Bragin A.V., Dhawan S.K., Eidelman S.I., Epifanov D.A., Fedotov G.V., Gabyshev N.I., Gorbachev D.A., Grebenuk A.A., Grigoriev D.N., Hughes V.W. Ignatov, F.V., Karpov S.V., Kazanin V.F., Khazin B.I., Koop I.A., Krovovny P.P., Kuzmin A.S., Logashenko I.B., Lukin P.A., Lysenko A.P., Mikhailov K.Yu., Milshtein A.I., Nesterenko I.N., Nikulin M.A., Okhapkin V.S., Otboev A.V., Perevedentsev E.A., Popov A.S., Redin S.I., Roberts B.L., Root N.I., Ruban A.A., Ryskulov N.M., Shamov A.G., Shatunov Yu.M., Shwartz B.A., Sibidanov A.L., Sidorov V.A., Skrinsky A.N., Smakhtin V.P., Snopkov I.G., Solodov E.P., Thompson J.A., Yudin Yu.V., Zaitsev A.S., Zverev S.G.* Measurement of the $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ cross section with the CMD-2 detector in the 370-520 MeV c.m. energy range // e-print archive: hep-ex/0610016.

46. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Measurement of the absolute branching fractions $B \rightarrow D\pi, D^*\pi, D^{**}\pi$ with a missing mass method // SLAC-PUB-12107, BABAR-PUB-06-057, September 2006. - e-print archive: hep-ex/0609033.
47. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Observation of $B^+ \rightarrow \phi\phi K^+$ and evidence for $B^0 \rightarrow \phi\phi K^0$ below η_{c1} threshold // SLAC-PUB-12113, BABAR-PUB-06-042, September 2006, 7p. - e-print archive: hep-ex/0609027.
48. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Inclusive Λ_c^+ production in e^+e^- annihilations at $\sqrt{s} = 10.54$ GeV and in $\Upsilon(4S)$ decays // SLAC-PUB-12074, BABAR-PUB-06-054, September 2006, 16p. - e-print archive: hep-ex/0609004.
49. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Observation of an excited charm baryon Omega(C)* decaying to Omega(C)0 gamma // SLAC-PUB-12075, BABAR-PUB-06-055, August 2006, 7p. - e-print archive: hep-ex/0608055.
50. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Measurement of the CP asymmetry and branching fraction of $B^0 \rightarrow \rho^0 K^0$ // SLAC-PUB-12072, Aug 2006, 7p. - e-print archive: hep-ex/0608051.
51. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Observation of $B^+ \rightarrow \bar{K}^0 K^+$ and $B^0 \rightarrow K^0 \bar{K}^0$ // SLAC-PUB-12040, BABAR-PUB-06-058, August 2006, 7p. - e-print archive: hep-ex/0608036.
52. Aubert B., ..., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). A search for $B^+ \rightarrow \tau^+ \nu$ recoiling against $B^- \rightarrow D^0 l^- \bar{\nu}(l) X$ // SLAC-PUB-12018, August 2006, 22p. - e-print archive: hep-ex/0608019.
53. Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Measurement of the branching fraction and time-dependent CP asymmetry in the decay $B^0 \rightarrow D^{*+} D^{*-} K_s^0$ // BABAR-PUB-06-023, SLAC-PUB-12045, August 2006, 8p. - e-print archive: hep-ex/0608016.
54. Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Precise branching ratio measurements of the decays $D^0 \rightarrow \pi^- \pi^+ \pi^0$ and $D^0 \rightarrow K^- K^+ \pi^0$ // SLAC-PUB-11977, BABAR-PUB-06-048, August 2006, 7p. - e-print archive: hep-ex/0608009.

55. Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Search for $D^0\bar{D}^0$ mixing and branching-ratio measurement in the decay $D^0 \rightarrow K^+\pi^-\pi^0$ // BABAR-PUB-06-049, SLAC-PUB-12036, August 2006, 7p. - e-print archive: hep-ex/0608006.
56. Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Measurement of branching fractions and charge asymmetries in B decays to an η meson and a K^* meson // SLAC-PUB-12011, BABAR-PUB-06-053, August 2006. - e-print archive: hep-ex/0608005.
57. Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Search for charmonium states decaying to $J/\psi\gamma\gamma$ using initial-state radiation events // SLAC-PUB-11971, BABAR-CONF-06-003, August 2006, 16p. - e-print archive: hep-ex/0608004.
58. Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Improved measurements of the branching fractions for $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ and $B^0 \rightarrow K^+\pi^-$, and a search for $B^0 \rightarrow K^+K^-$ // SLAC-PUB-12030, BABAR-PUB-06-047, August 2006, 9p. - e-print archive: hep-ex/0608003.
59. Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Measurement of CP-violating asymmetries in $B^0 \rightarrow \rho^0\pi^0$ using a time-dependent Dalitz plot analysis // SLAC-PUB-12035, BABAR-CONF-2006-037, July 2006. - e-print archive: hep-ex/0608002.
60. Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Branching fraction measurements of charged B decays to $K^{*+}K^+K^-$, $K^{*+}\pi^+K^-$, $K^{*+}K^+\pi^-$ and $K^{*+}\pi^+\pi^-$ final states // SLAC-PUB-11965, BABAR-PUB-06-043, July 2006. - e-print archive: hep-ex/0607113.
61. Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Measurement of CP-violating asymmetries in the $B^0 \rightarrow K^+K^-K^0$ Dalitz plot // SLAC-PUB-12015, BABAR-CONF-06-040, July 2006. - e-print Archive: hep-ex/0607112.
62. Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). Measurement of the ratio $B(B^+ \rightarrow X e \nu)/B(B^0 \rightarrow X e \nu)$ // Phys. Rev. D, 2006, v.74, N9, p.091105-1-8. SLAC-PUB-12027, BABAR-PUB-06-36, July 2006. - e-print archive: hep-ex/0607111.
63. Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.). A Search for the decays $B^+ \rightarrow e^+\nu_e$ and $B^+ \rightarrow \mu^+\nu_\mu$ using hadronic-tag

- reconstruction // SLAC-PUB-12026, BABAR-CONF-06-001, July 2006. - e-print archive: hep-ex/0607110.
64. *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.)*. Observation of $B \rightarrow \eta' K^*$ and evidence for $B^+ \rightarrow \eta' \rho^+$ // SLAC-PUB-11999, BABAR-PUB-06-045, July 2006. - e-print archive: hep-ex/0607109.
65. *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.)*. Measurement of time-dependent CP asymmetries in $B^0 \rightarrow K_S^0 K_S^0 K_S^0$ decay // Contributed to 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - SLAC-PUB-11987, BABAR-CONF-06-18, July 2006. - e-print archive: hep-ex/0607108.
66. *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.)*. Improved measurement of CP asymmetries in $B^0 \rightarrow c\bar{c}, K^{*0}$ decays // Contributed to 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06). - 26 July - 2 August 2006, Moscow, Russia. SLAC-PUB-11986, BABAR-CONF-06-036, July 2006. - e-print archive: hep-ex/0607107.
67. *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.)*. Measurement of CP asymmetries and branching fractions in $B \rightarrow \pi\pi$ and $B \rightarrow K\pi$ decays // SLAC-PUB-12032, BABAR-CONF-06-039, July 2006. - e-print archive: hep-ex/0607106.
68. *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.)*. Measurement of $\cos(2\beta)$ in $B^0 \rightarrow D^{*0} h^0$ decays with a time-dependent Dalitz plot analysis of $D^0 \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^-$ // SLAC-PUB-11991, BABAR-CONF-06-017, July 2006. - e-print archive: hep-ex/0607105.
69. *Aubert B., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (BaBar Collab.)*. Measurement of the CKM angle γ in $B^\mp \rightarrow D^* K^\pm$ decays with a Dalitz analysis of $D^0 \rightarrow K_S^0 \pi^- \pi^+$ // SLAC-PUB-12028, BABAR-CONF-06-038, July 2006. - e-print archive: hep-ex/0607104.
70. *Qiang Y., ..., Rachek I.A., ..., et al.* A Search for $\Sigma_5^0 N_5^0$ and Θ^{++} pentaquark states // hep-ex/0609025. - Physical Review Letters, 2006 (in press).
71. *Toporkov D.K., Arenhovel H., Barkov L.M., Belostotsky S.L., Dmitriev V.F., Dyug M.V., Gilman R., Grigoriev A.V., Holt R.J., Isaeva L.G., de Jager C.W., Lazarenko B.A., Loginov A.Yu., Mishnev S.I., Nelyubin V.V., Nikolenko D.M., Osipov A.V., Potterveld D.H., Rachek I.A., Sadykov R.Sh., Shestakov Yu.V., Vikhrov V.V., Sidorov A.A., Stibunov V.N., de Vries H. and Zevakov S.A.* Measurement of tensor analyzing powers in deuteron photodisintegration // e-print archive: hep-ex/0611030. - Physical Review Letters, 2006 (in press).

72. *Otboev A.V., Shatunov Yu.M., ..., Toporkov D.K.* Spin physics with light and heavy neutral mesons at Protvino // e-print archive: hep-ex/0612038.
73. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Search for CPT and Lorentz violation in B_0 - anti- B_0 oscillations with inclusive dilepton events // SLAC-PUB-12003.
74. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Measurements of CP-violating asymmetries in B decays to omega $K_0(s)$ // SLAC-PUB-11975.
75. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Time-dependent CP-violation parameters in $B_0 \rightarrow \eta\text{-prime} K_0$ decay // SLAC-PUB-12009.
76. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al.* Measurement of the branching fractions for the decays $B^+ \rightarrow \rho^+ \gamma$, $B_0 \rightarrow \rho^0 \gamma$, and $B_0 \rightarrow \omega \gamma$ // SLAC-PUB-12025.
77. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Updated measurement of the CKM angle alpha using $B_0 \rightarrow \rho^+ \rho^-$ decays // SLAC-PUB-12012.
78. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Evidence for the $B_0 \rightarrow \rho^0 \rho^0$ decay and implications for the CKM angle alpha // SLAC-PUB-11961.
79. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Measurement of the CP-violating asymmetries in $B_0 \rightarrow K_0(S) \pi^0$ and of the branching fraction of $B_0 \rightarrow K_0 \pi^0$ // SLAC-PUB-11982.
80. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Measurement of the pseudoscalar decay constant $f(D_s)$ using charm-tagged events in e^+e^- collisions at $\sqrt{s} = 10.58$ GeV // SLAC-PUB-11968.
81. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Measurements of branching fraction, polarization, and charge asymmetry of $B^{+-} \rightarrow \rho^+ \rho^-$ and a search for $B^{+-} \rightarrow \rho^+ \rho^- f_0(980)$ // SLAC-PUB-11981.
82. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* A measurement of CP-violation parameters in B_0 anti- B_0 mixing using partially reconstructed $D^{*-} l^+ \nu(l)$ events at BaBar // SLAC-PUB-11978.

83. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Search for D0 anti-D0 mixing in the decays $D0 \rightarrow K^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$ // SLAC-PUB-12019.
84. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Xi(c)-prime production at BABAR // SLAC-PUB-12024.
85. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of the hadronic form-factors in $D(s)^+ \rightarrow \phi e^+ \nu$ decays // SLAC-PUB-12017.
86. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. A precision measurement of the $D(s1)(2536)$ meson mass and decay width // SLAC-PUB-11998.
87. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Study of the exclusive initial-state radiation production of the D anti-D system // SLAC-PUB-11983.
88. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of decay amplitudes of $B \rightarrow (c \text{ anti-}c) K^*$ with an angular analysis, for $(c \text{ anti-}c) = j/\psi, \psi(2S)$ and $\chi(c1)$ // SLAC-PUB-11995.
89. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of the q^{*2} dependence of the Hadronic Form Factor in $D0 \rightarrow K^- e^+ \nu(e)$ decays // SLAC-PUB-12016.
90. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Determination of the form factors for the decay $B0 \rightarrow D^{*-} l^+ \nu(l)$ and of the CKM matrix element $|V(cb)|$ // SLAC-PUB-12014.
91. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of the relative branching fractions for $B \rightarrow D/D^*/D^{**}(D^*)\pi^- l^- \text{ anti-}\nu(l)$ with a large sample of tagged B mesons // SLAC-PUB-12004.
92. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serednyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP)*. Measurement of the $B^+ \rightarrow \eta l^+ \nu$ and $B^+ \rightarrow \eta' l^+ \nu$ branching fractions using $Upsilon(4S) \rightarrow B \text{ anti-B}$ events tagged by a fully reconstructed B meson // SLAC-PUB-11996.

93. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Search for $b \rightarrow u$ transitions in $B \rightarrow [K^+ \pi^- \pi^0](D) K^-$ // SLAC-PUB-12010.
94. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Search for the rare decay $B^{+-} \rightarrow a(0)^{+-} \pi^0$ // SLAC-PUB-11979.
95. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Observation of the decays $B \rightarrow D(s)^*(*)^+ K^- \pi^-$ // SLAC-PUB-12013.
96. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Measurement of the $B^0 \rightarrow \pi^- l^+ \nu$ form-factor shape and branching fraction, and determination of $|V(ub)|$ with a loose neutrino reconstruction technique // SLAC-PUB-12005.
97. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Measurement of the branching fractions of the decays anti- $B^0 \rightarrow \Lambda^+(c)$ anti- p and $B \rightarrow \Lambda^+(c)$ anti- $p \pi^-$ // SLAC-PUB-11984.
98. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Search for the rare decay $B \rightarrow \pi^+ l^+ l^-$ // SLAC-PUB-11994.
99. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Search for the reactions $e^+e^- \rightarrow \mu^+ \tau^-$ and $e^+e^- \rightarrow e^+ \tau^-$ // SLAC-PUB-11972.
100. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* A Study of $\Xi_{c(2980)}^{s+b}$ and $\Xi_{c(3077)}^{s+b}$ // SLAC-PUB-11980.
101. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Observation of decays $B^0 \rightarrow D s^{(*)+} \pi^-$ and $B^0 \rightarrow D s^{(*)-} K^+$ // SLAC-PUB-11803.
102. *Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Todyshev K.Yu., et al. (Authors from the BINP).* Observation of a charmed baryon decaying to $D^0 p$ at a mass near $2.94 \text{ GeV}/c^2$ // SLAC-PUB-11786.
103. *Blinov A.E., Blinov V.E., Bukin A.D., Druzhinin V.P., Golubev V.B., Kravchenko E.A., Onuchin A.P., Serebnyakov S.I., Skovpen Yu.I., Solodov E.P., Yushkov A.N., et al. (Authors from the BINP).* Measurements of Λ_c^+ branching fractions of Cabibbo-suppressed decay modes involving Λ and Σ^0 // SLAC-PUB-11619.

104. *Druzhinin V.P., et al. (BaBar Collab.).* ISR physics at BABAR // SLAC-PUB-11673.
105. *Telnov V.I.* History of Photon Colliders: first 25 years // physics/0602172.
106. *Telnov V.I.* The Photon collider at ILC: status, parameters and technical problems // physics/0604108, 21p.
107. *Telnov V.I.* Ultimate parameters of the photon collider at the ILC // physics/0610285.
108. *Telnov V.I.* Layout of the photon collider at the ILC // physics/0610287.
109. *Grishanov B.I., Telnov V.I., et al.* ATF2 proposal // v.2, DESY-06-001, CERN-AB-2006-004, SLAC-R-796, February 2006. 43p. - physics/0606194.
110. *Anashin V.V., Aulchenko V.M., Baldin E.M., Barladyan A.K., Barnyakov A.Yu., Barnyakov M.Yu., Baru S.E., Bedny I.V., Beloborodova O.L., Blinov A.E., Blinov V.E., Bobrov A.B., V.S. Bobrovnikov, A.V. Bogomyagkov, A.E. Bondar, Bondarev D.V., Buzykaev A.R., Cherepanov V.P., Eidelman S.I., Glukhovchenko Yu.M., Gulevich V.V., Karnaev S.E., Karpov G.V., Karpov S.V., Kiselev V.A., Kononov S.A., Kotov K.Yu., Kravchenko E.A., Kremyanskaya E.V., Kulikov V.F., Kurkin G.Ya., Kuper E.A., Levichev E.B., Maksimov D.A., Malyshev V.M., Maslennikov A.L., Medvedko A.S., Meshkov O.I., Mishnev S.E., Morozov I.I., Muchnoi N.Yu., Neufeld V.V., Nikitin S.A., Nikolaev I.B., Onuchin A.P., Oreshkin S.B., Orlov I.O., Osipov A.A., Peleganchuk S.V., Petrosyan S.S., Pivovarov S.G., Piminov P.A., Petrov V.V., Poluektov A.O., Pospelov G.E., Prisekin V.G., Ruban A.A., Sandyrev V.K., Savinov G.A., Shamov A.G., Shatilov D.N., Shubin E.I., Shwartz B.A., Sidorov V.A., Simonov E.A., Sinyatkin S.V., Skovpen Yu.I., Skrinisky A.N., Smaluk V.V., Soukharev A.M., Struchalin M.V., Talyshev A.A., Tayursky V.A., Telnov V.I., Tikhonov Yu.A., Todyshev K.Yu., Tumaikin G.M., Usov Yu.V., Vorobiov A.I., Yushkov A.N., Zhilich V.N., Zhuravlev A.N.* New precise determination of the tau lepton mass at KEDR detector // hep-ex/0611046.
111. *Telnov V.I.* The photon collider at ILC: status and problems // <http://ilcagenda.cern.ch/contributionDisplay.ru/?contribId=165/sessionId=60/confId=1049>.
112. *Telnov V.I.* The photon collider at ILC: technical problems // <http://ilcagenda.cern.ch/materialDisplay.ru/?contribId=213/amp;sessionId=71/amp;materialId=slides/amp;confId=1049>.
113. *Pakhlov P., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krovovny P., Kuzmin A., Poluektov A., B. Shwartz, V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (Belle Coll.).* Observation of a new charm state in double charmonium production in e^+e^- annihilation at $\sqrt{s} \sim 10.6$ GeV // hep-ex/0507019, accepted by Phys. Rev. Lett.
114. *Hokuue H., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krovovny P., Kuzmin A., Poluektov A., B. Shwartz, V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al.*

- (*Belle Coll.*). Measurements of branching fractions and q^2 distributions for $B \rightarrow \pi l \nu$ and $B \rightarrow \rho l \nu$ decays with $B \rightarrow D^{(*)} l \nu$ decay tagging hep-ex/0604024, submitted to Phys. Lett. B.
115. Pakhlova G., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., B. Shwartz, V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). Measurement of the near-threshold $e^+ e^- \rightarrow D^{(*)} \bar{D}^*$ cross section using initial state radiation // hep-ex/0608018.
116. Ishino H., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., B. Shwartz, V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). Observation of direct CP violation in $B^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ decay and model-independent constraints on ϕ_2 // hep-ex/0608035.
117. Mizuk R., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., B. Shwartz, V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). Experimental constraints on the spin and parity of the $\Lambda_c(2880)^+$ // hep-ex/0608043.
118. Lin S.-W., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., B. Shwartz, V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). Observation of B decays to two kaons // hep-ex/0608049.
119. Chang M.-C., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., B. Shwartz, V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). Observation of the Decay $B^0 \rightarrow J/\psi \eta$ // hep-ex/0609047.
120. Urquijo P., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., B. Shwartz, V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). Moments of the electron energy spectrum and partial branching fraction of $B \rightarrow X_c e \nu$ decays at Belle // hep-ex/0610012.
121. Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. A. Sokolov, Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). High statistics study of the $f_0(80)$ resonance // in $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+ \pi^-$ production // hep-ex/0610038.
122. Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). Observation of the decay $\Upsilon(4S) \rightarrow \Upsilon(1S) \pi^+ \pi^-$ // hep-ex/0611026.
123. Tajima O., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). Search for invisible decay of the $\Upsilon(1S)$ // hep-ex/0611041.

124. Schwanda C., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). Moments of the hadronic invariant mass spectrum in $B \rightarrow X_c l \nu$ decays at Belle hep-ex/0611044.
125. Satoyama N., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). A search for the rare leptonic decays $B^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$ and $B^+ \rightarrow e^+ \nu_e$ // hep-ex/0611045.
126. Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). Study of $\bar{B}^0 \rightarrow D^0 \pi^+ \pi^-$ // hep-ex/0611054.
127. Kusaka A., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). Measurement of CP asymmetry in a time-dependent Dalitz analysis of $B^0 \rightarrow (\rho\pi)^0$ and a constraint on the CKM angle ϕ_2 // hep-ex/0701015.
128. Schümann J., Anipko D., Arinstein K., ..., Aulchenko V., Bedny I., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Garmash A., Krokovny P., Kuzmin A., Poluektov A., Shwartz B., V. Sidorov, Yu. Usov, V. Zhilich, V. Zhulanov, et al. (*Belle Coll.*). Search for B decays into $\eta' \rho, \eta' K, \eta' \phi, \eta' \omega, \eta' \eta^{(\prime)}$ // hep-ex/0701046.
129. Akhmetshin R.R., Aulchenko V., Bondar A., Eidelman S., Epifanov D., Gabyshev N., Krokovny P., Kuzmin A., Shwartz B., V. Sidorov, et al. (*CMD-2 Coll.*). High-statistics measurement of the pion form factor in the ρ meson energy range with the CMD-2 detector // hep-ex/0610021.
130. Barberio E., ..., Eidelman S., et al. (*Heavy Flavor Averaging Group*). Averages of b-hadron properties at the end of 2005 // hep-ex/0603003.

Авторефераты

1. *Давыденко В.И.* Интенсивные сфокусированные пучки быстрых атомов для активной корпускулярной диагностики плазмы // 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. доктора физ.-мат. наук: Новосибирск, 2006, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
2. *Коваленко Ю.В.* Структура и аппаратные средства системы управления плазменной установкой А МБАЛ-М // 01.04.01 - приборы и методы экспериментальной физики, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата технических наук: Новосибирск, 2006, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
3. *Юдин Ю.В.* Электроника для спектрометрических систем детектора КМД-2 на основе германата висмута // 01.04.01 - приборы и методы экспериментальной физики, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата технических наук: Новосибирск, 2006, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
4. *Болховитянов Д.Ю.* Программное обеспечение системы управления Инжекционного комплекса ВЭПП-5 // 01.04.01 - приборы и методы экспериментальной физики, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата технических наук: Новосибирск, 2006, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
5. *Терехов И.С.* Вычисление радиационных поправок к слабым и электромагнитным процессам в сильном кулоновском поле // 01.04.02 - теоретическая физика, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата физико-математических наук: Новосибирск, 2006, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
6. *Кириллин Г.Г.* Квантовые поправки к гравитационному дальнодействию // 01.04.02 - теоретическая физика, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата физико-математических наук: Новосибирск, 2006, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
7. *Ракшун Я.В.* Особенности локальной структуры квазикристаллов системы Al-Cu-Fe // 01.04.07 - физика конденсированного состояния Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата физико-математических наук: Новосибирск, 2006, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
8. *Соломахин Александр Леонидович* Дисперсионный интерферометр на основе CO₂ лазера // 01.04.08 - физика плазмы, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата физико-математических наук: Новосибирск, 2006, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
9. *Губин К.В.* Высокотемпературная мишень для производства интенсивного потока высокоэнергетичных нейтронов // 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата технических наук: Новосибирск, 2006, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.

10. *Авилов М.С.* Численный анализ конструкции твердотельной нейтронной мишени на основе экспериментов с прототипами ее элементов // 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата технических наук: Новосибирск, 2006, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
11. *Матвеевко А.Н.* Особенности динамики электронного пучка в ускорителе-рекуператоре ЛСЭ // 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата физико-математических наук: Новосибирск, 2006, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.
12. *Старостенко А.А.* Применение электронного пучка низкой энергии как средства неразрушающей диагностики интенсивных пучков заряженных частиц // 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кандидата физико-математических наук: Новосибирск, 2006, ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН.

Участие в конференциях

1. Международный семинар: Избранные главы современной физики высоких энергий и физики ускорителей, январь, 2006, ИЯФ СО РАН, Новосибирск, Россия.
2. Международное рабочее совещание по физике электрон-позитронных столкновений при низких энергиях, февраль, 2006, ИЯФ СО РАН, Новосибирск, Россия.
3. International Conference on Linear Colliders (ILCWS06), 9-14 March, 2006, Bangalore, India.
4. Конференция: Медицинские информационные технологии, 29-30 марта 2006.
5. 11th International Conference on Ion Sources, March, 2006.
6. International Symposium on the Development of Detectors for Particle, Astro-Particle and Synchrotron Radiation Experiments (SNIC), April 3-6, 2006, SLAC, Menlo Park, CA, USA.
7. TPC Applications Workshop, 7-8 April, 2006, LBNL, Berkeley, CA, USA.
8. Всероссийский научный форум (РАДИОЛОГИЯ-2006), 25-28 апреля 2006.
9. 6th International Chemical and Biological Medical Treatment Symposium, April 30 - May 5, 2006, Spiez, Switzerland.
10. 16th Topical Conference on High-Temperature Plasma Diagnostics, 7-11 May, 2006, Williamsburg, Virginia.
11. 9th International Conference on SRI (SRI 2006), May 28 - June 2, 2006, Daejeon, Korea.
12. Международное рабочее совещание по источникам позитронов для будущих линейных коллайдеров, май, 2006, ИЯФ СО РАН, Новосибирск, Россия.
13. 33th European Physical Society Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics, June 19-23, 2006, Roma.
14. 10th European Particle Accelerator Conference (EPAC'06), 26-30 June, 2006, Edinburgh, Scotland, UK.

15. 16-я Ежегодная конференция ядерного общества России: Неэнергетическое использование ядерной энергии, 29 июня 2006, Москва.
16. 6th International Conference on Open Magnetic System for Plasma Confinement, 7-21 July, 2006, Tsukuba, Japan.
17. XVI Российская конференция по использованию синхротронного излучения (СИ 2006), 10-15 июля 2006, Новосибирск, Россия.
18. 33rd International Conference on High Energy Physics (ICHEP 06), 26 July - 2 August, 2006, Moscow, Russia.
19. V Международная научная конференция и III Школа-конференция молодых ученых: Радиационно-термические эффекты и процессы в неорганических материалах, 28 июля - 4 августа 2006, Томск, Россия.
20. International Conference Marcel Grossmann 11, July 2006, Berlin.
21. 28th Free Electron Laser Conference, 28 August - 1 September, 2006, BESSY, Berlin, Germany.
22. International Conference: Basic Science for Biotechnology and Medicine, 3-7 September, 2006, Novosibirsk, Russia.
23. XX Российская конференция по ускорителям заряженных частиц (RUPAC 2006), 10-14 сентября 2006, ИЯФ, СО РАН, Новосибирск, Россия.
24. 8th International Conference on Modification of Materials with Particle beams and Plasma Flows, 10-15 September, 2006, Tomsk, Russia.
25. 11th International Conference and School on Plasma Physics and Controlled Fusion, 11-16 September, 2006, Alushta, Crimea, Ukraine.
26. 40th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on e^+e^- Factories 2006, 15-17 September, 2006, BINP, Novosibirsk, Russia.
27. New Trends in High-Energy Physics, 16-23 September, 2006, Yalta, Crimea, Ukraine.
28. 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz 2006), 18-22 September, 2006, Shanghai, China.
29. 9th International Workshop On Tau Lepton Physics (Tau06), 19-22 September, 2006, Pisa, Italy.
30. DAE-BRNS-PSI Symposium on Power Beams and Materials Processing (PBAMP-2006), BARC, 21-21 September, 2006, Mumbai, India.
31. Международная научно-практическая конференция: Разработка противотуберкулезных терапевтических агентов нового поколения. Проблемы, подходы, перспективы, 26 сентября, 2006, Московская обл., Химки.
32. III Всероссийская конференция центров коллективного пользования, 5-28 октября 2006, Казань, РФ.
12th International Congress on Neutron Capture Therapy, 9-13 October, 2006. Takamatsu, Kagawa, Japan.
33. 5-ая Международная конференция: Углерод - фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология, 18-20 октября 2006, Москва.
34. ECFA-ILC Workshop on the Linear Collider ILC, 7-10 November, 2006, Valencia, Spain.

35. VI Конференция молодых ученых (КоМУ-2006), 20-24 ноября, 2006, Ижевск, Россия.
36. XXIII Звенигородской конференции по физике плазмы и УТС, февраль, 2006, Звенигород, Россия.
37. XXXIX St.Petersburg Winter School, 20-26 February, 2006, St.Petersburg, Repino, Russia.
38. International Meeting on Radiation Processing (IMRP2006), 26 February - 3 March, 2006, Kuala Lumpur, Malaysia.
39. International IТЕР School, February, 2006, Moscow.
40. Seminar in Memory of M.P. Bronshtein, December, 2006, St-Petersburg, Russia.
41. 5-ый Семинар СО РАН - УРО РАН: Термодинамика и материаловедение, Новосибирск, 2006.
42. 19th International Conference on the Application of Accelerators in Research and Industry, Fort Worth, Texas, USA.
43. 16th International Conference on High-Power Particle Beams, 2006, Oxford, UK.
44. 13th International Congress on Plasma Physics (ICPP 2006), Kiev, Ukraina.
45. 16th International Conference on High-Power Particle BEAMS (BEAMS'2006), Oxford, UK.
46. 14th International Symposium on High Current Electronics, 2006, Tomsk, Russia.
47. 2-ая Международная школа молодых ученых и специалистов: Взаимодействие водорода с конструкционными материалами. Методы исследования (IHISM'06 Junior), 2006, СПбГУ, Санкт Петербург, Россия.
48. 21st IAEA Fusion Energy Conference, Chengdu.
49. VI International Workshop on Strong Microwaves in Plasmas, 2006, N. Novgorod, Russia.
50. 8th International Conference on Electron Beam Technologies (EBT 2006), 2006, Varna.
51. Конференция: Информационные технологии, системы и приборы в АПК (АГРОИНФО-2006), 2006, СибФТИ, Новосибирск, Россия.
52. International Workshop on Beam Cooling and Related Topics (COOL05), Galena, Lllinois, USA.

Соглашения о сотрудничестве между ИЯФ и зарубежными лабораториями

Название лаборатории	Область сотрудничества	Дата	Координаторы	
N°	1	2	3	4
1.	CERN Швейцария	1. Научно-исследовательские и конструкторские работы по детекторам для большого адронного коллайдера LHC 2. Создание элементов комплекса LHC	1992 1996	А. Бондарь, Ю. Тихонов (ИЯФ), Т. Накада, П. Йенни (CERN) Л. Эванс (CERN), В. Анашин (ИЯФ)
2.	DESY (Германия)	Исследования в области ускорительной физики и физики элементарных частиц	1992	А. Вагнер (DESY), А. Скринский (ИЯФ)
3.	SLAC (Стэнфорд) США	1. Исследования, разработка линейных коллайдеров и финальная фокусировка пучков 2. Детектор для В-фабрики	1992 1993	Д. Дорфан (SLAC), А. Скринский (ИЯФ) А. Онучин (ИЯФ), Д. Хитлин (SLAC)
		3. Электрон-позитронные встречные пучки (В-фабрика)	1995	Д. Симан (SLAC) А. Скринский (ИЯФ)
4.	BNL (Брукхевен) США	1. Измерение магнитной аномалии мюона 2. Совместные работы по спину	1991 1993	Дж. Банс (BNL), Л. Барков (ИЯФ) С. Озаки (BNL), Ю. Шатунов (ИЯФ)
5.	ANL (Аргонн) США	1. Эксперименты с поляризованной газовой мишенью 2. Аппаратура для синхротронного излучения (СИ)	1988 1993	Р. Холт (ANL), Л. Барков (ИЯФ) Шеной (США), Г. Кулипанов, А. Скринский (ИЯФ)
6.	INFN (Италия)	Разработка интенсивного источника радиоактивных ионных пучков для экспериментов по физике ядра	1984	Л. Теккио (INFN), П. Логачев (ИЯФ)
7.	Ун-т Милана (Италия)	Теоретические и численные исследования динамического хаоса в классической и квантовой механике	1991	Т. Монтегацца, Дж. Казати (Италия), А. Скринский, В. Соколов (ИЯФ)
8.	Ун-т Питтсбурга (США)	Эксперименты на ВЭПП-2М и ϕ -фабрика	1989	С. Эйдельман, Е. Солодов (ИЯФ), В. Савинов (США)
9.	Daresbury (Англия)	Генерация и использование СИ	1977	И. Мунро (Daresbury), Г. Кулипанов (ИЯФ)
10.	Ун-т Дюка, (США)	Лазеры на свободных электронах	1992	Й. Ву (Duke), Н. Винокуров (ИЯФ)

№	1	2	3	4
11.	POSTECH (Корея)	Создание ускорителей пучков, дополнительных устройств, эксперименты по СИ	1992	Х. Ким (POSTECH), А. Скринский, Н. Мезенцев (ИЯФ)
12.	KAERI (Корея)	Создание ЛСЭ и ускорителя - рекуператора	1999	Б.С. Ли (KAERI), Н. Винокуров (ИЯФ)
13.	BESSY (Германия)	Создание вигглеров для BESSY-2	1993	Э. Яшке (BESSY), А. Скринский, Н. Мезенцев (ИЯФ)
14.	КЕК (Япония)	1. Эксперименты на В-фабрике с детектором BELLE 2. Электрон-позитронные фабрики (В-,φ-фабрики)	1992	А. Бондарь (ИЯФ), Ф. Такасаки (КЕК)
15.	RIKEN Spring-8 (Япония)	Сотрудничество в области физики ускорителей и синхротронного излучения	1996	Х. Камицубо (Япония), Г. Кулипанов (ИЯФ)
16.	BNL (США)	Сотрудничество по электрон - ионным коллайдерам	1993	И. Бен-Зви (США) В. Пархомчук (ИЯФ)
17.	Иссл. центр Россендорф (ФРГ)	1. Физические исследования источника нейтронов на базе магнитной ловушки	1994	К. Ноак (ФРГ), Э. Кругляков, А. Иванов (ИЯФ)
18.	Ядерный центр “Карлсруэ” (ФРГ)	1. Разработка концептуального проекта и базы данных для нейтронного источника на основе ГДЛ 2. Моделирование процессов в диверторе ИТЕР	1994	Г. Кесслер (ФРГ) Э. Кругляков, А. Иванов, А. Бурдаков (ИЯФ)
19.	GSI (ФРГ)	Сотрудничество в области физики ускорителей: электронное охлаждение, электрон-ионные коллайдеры	1995	Х. Эйкхоф (GSI), Ю. Шатунов, В. Пархомчук (ИЯФ)
20.	FERMILAB (США)	Сотрудничество в области физики ускорителей: охлаждение, системы конверсии	1995	О. Финли (FERMILAB), В. Пархомчук (ИЯФ)
21.	Институт совр. физики (Ланчжоу, Китай)	Сотрудничество в области физики ускорителей: электронное охлаждение, ВЧ - системы	2000	С. Янг (Китай), В. Пархомчук (ИЯФ)
22.	Центр плазменных исследований (Цукуба, Япония)	Сотрудничество по открытым ловушкам	2003	Я. Китахара, К. Яцу (Япония) Э. Кругляков А. Скринский (ИЯФ)
23.	INFN-LNF (Италия)	Разработка проекта коллайдера DAFNE-II	2004	С. Бискари (INFN), Е. Левичев (ИЯФ)

Состав научных сотрудников

Члены Российской академии наук

Академики:

Барков Лев Митрофанович
Кругляков Эдуард Павлович
Кулипанов Геннадий Николаевич
Скринский Александр Николаевич
Чириков Борис Валерианович

Члены-корреспонденты:

Бондарь Александр Евгеньевич
Диканский Николай Сергеевич
Димов Геннадий Иванович
Пархомчук Василий Васильевич
Сидоров Вениамин Александрович
Хриплович Иосиф Бенционович

Дирекция

Директор:

Скринский Александр Николаевич

Советники РАН:

Кругляков Эдуард Павлович
Сидоров Вениамин Александрович

Заместители директора по науке:

Иванов Александр Александрович
Кулипанов Геннадий Николаевич
Левичев Евгений Борисович
Тихонов Юрий Анатольевич

Ученый секретарь:

Кудрявцев Андрей Михайлович

Учёный совет

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Академик, председатель | Скринский А.Н. |
| 2. Доктор физ.-мат. наук, зам. председателя | Иванов А.А. |
| 3. Академик, зам. председателя | Кулипанов Г.Н. |
| 4. Доктор физ.-мат. наук, зам. председателя | Левичев Е.Б. |
| 5. Доктор физ.-мат. наук, зам. председателя | Тихонов Ю.А. |
| 6. Кандидат физ.-мат. наук, уч. секретарь | Кудрявцев А.М. |
| 7. Кандидат технических наук | Анашин В.В. |
| 8. Доктор физ.-мат. наук, профессор | Аржанников А.В. |
| 9. Академик | Барков Л.М. |
| 10. Кандидат физ.-мат. наук | Блинов В.Е. |
| 11. Член-корр. РАН | Бондарь А.Е. |
| 12. Доктор физ.-мат. наук, профессор | Винокуров Н.А. |
| 13. Член-корр. РАН | Диканский Н.С. |
| 14. Член-корр. РАН | Димов Г.И. |
| 15. Доктор физ.-мат. наук | Кооп И.А. |
| 16. Академик, советник РАН | Кругляков Э.П. |

- | | |
|--|---|
| 17. Доктор технических наук | Купер Э.А. |
| 18. Кандидат физ.-мат. наук | Логачев П.В. |
| 19. Кандидат технических наук | Медведко А.С. |
| 20. Доктор физ.-мат. наук | Мезенцев Н.А. |
| 21. Член-корр. РАН | Пархомчук В.В. |
| 22. Доктор технических наук, профессор | Салимов Р.А. |
| 23. Доктор физ.-мат. наук, профессор | Середняков С.И. |
| 24. Член-корр. РАН, советник РАН | Сидоров В.А. |
| 25. Доктор физ.-мат. наук, профессор | Фадин В.С. |
| 26. Доктор физ.-мат. наук | Хазин Б.И. |
| 27. Член-корр. РАН | Хриплович И.Б. |
| 28. Академик | Чириков Б.В. |
| 29. Доктор физ.-мат. наук, профессор | Шатунов Ю.М. |
| 30. Кандидат физ.-мат. наук | Таскаев С.Ю. – представитель
профсоюзной организации |
| 31. Доктор физ.-мат. наук | Лотов К.В. – представитель
Совета молодых ученых |

Секции учёного совета по направлениям

“Ускорители для прикладных целей”

- | | | |
|-------------------------|---------------------|----------------|
| Кулипанов Г.Н. (предс.) | Купер Э.А. | Скринский А.Н. |
| Горбунов В.А. (секр.) | Куркин Г.Я. | Сухина Б.Н. |
| Мигинский С.В. (секр.) | Левичев Е.Б. | Ткаченко В.О. |
| Анашин В.В. | Медведко А.С. | Трибендис А.Г. |
| Антохин Е.И. | Мезенцев Н.А. | Тувик А.Ф. |
| Ауслендер В.Л. | Немытов П.И. | Тумайкин Г.М. |
| Вейс М.Э. | Орешков А.Д. | Чернякин А.Д. |
| Гаврилов Н.Г. | Пархомчук В.В. | Ческидов В.Г. |
| Диканский Н.С. | Петриченков М.В. | Чуркин И.Н. |
| Золотарев К.В. | Петров В.М. | Шатунов Ю.М. |
| Иванов А.А. | Пиндюрин В.Ф. | Шеромов М.А. |
| Князев Б.А. | Салимов Р.А. | Широков В.В. |
| Кузнецов Г.И. | Сидоров В.А. | Шкаруба В.А. |
| Куксанов Н.К. | | |

“Физика плазмы и проблемы УТС”

Иванов А.А. (предс.)	Давыденко В.И.	Полосаткин С.В.
Багрянский П.А. (секр.)	Иванов И.А.	Попов С.С.
Аникеев А.В.	Кандауров И.В.	Поступаев В.В.
Аржанников А.В.	Капитонов В.А.	Приходько В.В.
Астрелин В.Т.	Князев Б.А.	Санин А.Л.
Ахметов Т.Д.	Константинов С.Г.	Синицкий С.Л.
Беклемишев А.Д.	Котельников И.А.	Скринский А.Н.
Бельченко Ю.И.	Кругляков Э.П.	Сорокин А.В.
Бочаров В.Н.	Кудрявцев А.М.	Таскаев С.Ю.
Бурдаков А.В.	Лизунов А.А.	Тимофеев И.В.
Бурмасов В.С.	Лотов К.В.	Хильченко А.Д.
Бучельникова Н.С.	Меклер К.И.	Чириков Б.В.
Волосов В.И.	Мурахтин С.В.	Широков В.В.
Вячеславов Л.Н.	Николаев В.С.	Шиянков С.В.
Димов Г.И.	Панасюк В.М.	

“Встречные пучки”

Пархомчук В.В. (предс.)	Купер Э.А.	Сидоров В.А.
Петров В.В. (секр.)	Куркин Г.Я.	Симонов Е.А.
Анашин В.В.	Левичев Е.Б.	Скринский А.Н.
Ауслендер В.Л.	Логачев П.В.	Смалюк В.В.
Барков Л.М.	Медведко А.С.	Солодов Е.П.
Беркаев Д.Е.	Мишнев С.И.	Старостенко А.А.
Бондарь А.Е.	Нестеренко И.Н.	Тихонов Ю.А.
Винокуров Н.А.	Никитин С.А.	Тумайкин Г.М.
Воблый П.Д.	Онучин А.П.	Хазин Б.И.
Горникер Э.И.	Острейко Г.Н.	Чириков Б.В.
Гуров С.М.	Переведенцев Е.А.	Шатилов Д.Н.
Диканский Н.С.	Пестриков Д.В.	Шатунов Ю.М.
Кооп И.А.	Петров В.М.	Шатунов П.Ю.
Киселев В.А.	Подгорный Ф.В.	Шварц Д.Б.
Краснов А.А.	Рева В.Б.	Шиянков С.В.
Кулипанов Г.Н.	Салимов Р.А.	Эйдельман Ю.И.

“Физика элементарных частиц”

Бондарь А.Е. (предс.)	Кооп И.А.	Силагадзе З.К.
Страховенко В.М. (секр.)	Кравченко Е.А.	Сковпень Ю.И.
Аульченко В.М.	Кузьмин А.С.	Скринский А.Н.
Ачасов М.Н.	Левичев Е.Б.	Солодов Е.П.
Байер В.Н.	Логашенко И.Б.	Соколов В.В.
Барков Л.М.	Лукин П.А.	Таюрский В.А.
Бару С.Е.	Мальшев В.М.	Тельнов В.И.
Блинов А.Е.	Масленников А.Л.	Тихонов Ю.А.
Блинов В.Е.	Мильштейн А.И.	Топорков Д.К.
Бузулуцков А.Ф.	Мучной Н.Ю.	Фадин В.С.
Букин А.Д.	Николенко Д.М.	Федотович Г.В.
Букин Д.А.	Онучин А.П.	Хабахпашев А.Г.
Воробьев А.И.	Пархомчук В.В.	Хазин Б.И.
Голубев В.Б.	Пахтусова Е.В.	Хриплович И.Б.
Гребенюк А.А.	Пелеганчук С.В.	Черняк В.Л.
Григорьев Д.Н.	Пестов Ю.Н.	Чириков Б.В.
Грозин А.Г.	Пивоваров С.Г.	Шамов А.Г.
Грошев В.Р.	Рачек И.А.	Шарый В.В.
Димова Т.В.	Редин С.И.	Шатунов Ю.М.
Дмитриев В.Ф.	Рыскулов Н.М.	Шварц Б.А.
Дружинин В.П.	Середняков С.И.	Шехтман Л.И.
Жилич В.Н.	Сидоров В.А.	Эйдельман С.И.
Катков В.М.		

“Автоматизация”

Тихонов Ю.А. (предс.)	Грозин А.Г.	Медведко А.С.
Купер Э.А. (зам. предс.)	Егорычев М.Н.	Мезенцев Н.А.
Балдин Е.М. (секр.)	Зайцев А.С.	Нестеренко И.Н.
Дубров С.В. (секр.)	Каплин В.И.	Неханевич Э.Л.
Сингатулин Ш.Р. (секр.)	Карнаев С.Е.	Ровенских А.Ф.
Алешаев А.Н.	Квашнин А.Н.	Сидоров В.А.
Амосов С.А.	Коваленко Ю.В.	Солодов Е.П.
Аульченко В.М.	Козак В.Р.	Тарарышкин С.В.
Банзаров В.Ш.	Кооп И.А.	Факторович Б.П.
Бару С.Е.	Король А.А.	Фроловская Н.Н.
Белов С.Д.	Купчик В.И.	Хильченко А.Д.
Беркаев Д.Е.	Курилин О.Ю.	Цуканов В.М.
Богданчиков А.Г.	Левичев Е.Б.	Шамов А.Г.
Болховитянов Д.Ю.	Логашенко И.Б.	Шатунов Ю.М.
Бузыкаев А.Р.	Максимова С.В.	Шувалов Б.Н.
Букин А.Д.	Мамкин В.Р.	Шукаев А.Н.

Научные сотрудники и их публикации

Скринский А.Н.	1, 11, 12, 14, 17, 124, 208, 222, 266, 302, 305, 327, 339, 345, 400, 411, 459, 501, 502, 534, 12п, 21п, 45п, 110п	Акимов А.В.	149, 207, 215, 327, 329, 330, 331, 332
Анашин В.В.	225, 281, 282, 283, 302, 305, 110п	Акимов В.Е.	139, 149
Иванов А.А.	152, 155, 158, 159, 257, 403, 404, 405, 406, 415, 419, 421, 422, 423, 433, 435, 439, 447, 449, 454, 502, 543, 1п, 4п, 5п	Алешаев А.Н.	
Кругляков Э.П.	164, 231, 252, 257, 259, 260, 261, 423, 433, 435, 439, 447, 454, 456, 477	Алиновский Н.И.	321, 326, 209, 217
Кудрявцев А.М.	155, 159, 403, 404, 405, 406, 411, 422	Аникеев А.В.	158, 415, 416, 419, 421
Кулипанов Г.Н.	208, 345, 392, 400, 455, 503, 504, 525, 526, 527, 528, 529, 531, 533, 534, 546, 547, 548, 561, 562, 574, 582, 10п	Антохин Е.И.	518
Левичев Е.Б.	204, 222, 265, 266, 267, 269, 270, 271, 278, 302, 305, 339, 340, 394, 28п, 110п	Анчугов О.В.	356, 394, 513
Сидоров В.А.	1, 11, 12, 14, 17, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 101, 106, 109, 110, 111, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 229, 302, 305, 12п, 1п, 45п, 110п, 113п-120п, 121п-129п	Антошин А.В.	327
Тихонов Ю.А.	14, 17, 83, 87, 222, 226, 302, 305, 308, 309, 110п	Арапов Л.Н.	
Абдрашитов Г.Ф.		Арбузов В.С.	355, 357, 359, 378
Абдульманов В.Г.	517	Аржанников А.В.	160, 163, 165, 166, 258, 424, 429, 430, 431, 432, 434, 438, 440, 441, 444, 445, 446, 448, 450, 451, 453, 457, 458
Авербух И.И.		Аринштейн К.Э.	89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 98, 99, 100, 101, 105, 106, 107, 108, 113, 114, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 113п-118п
Авилов М.С.	10а	Астрелин В.Т.	162, 258, 424, 425, 427, 428, 429, 431, 434, 437, 438, 440, 441, 442, 448, 450, 453
Акбердин Р.Р.		Аульченко В.М.	1, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 101, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 214, 237, 302, 305, 314, 575, 576, 577, 12п, 21п, 45п, 110п, 113п, 115п-120п, 121п-129п
		Ауслендер В.Л.	140, 147, 176, 221, 383, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 517, 3п
		Ахметов Т.Д.	152
		Ахметшин Р.Р.	1, 124, 125, 127, 128, 12п, 21п, 45п, 129п

Ачасов М.Н.	11, 12, 13, 14, 17, 18	Бельченко Ю.И.	78, 79, 153, 155, 159, 403, 404, 405, 406, 422
Бабичев Е.А.	310, 315	Бердогин А.В.	11, 12, 14, 17, 19п
Багрянский П.А.	158, 248, 415, 416, 417, 419, 420, 421	Беркаев Д.Е.	238, 460, 461, 462 509, 510
Бажанова В.В.	572	Бехтенов А.А.	
Байер В.Н.	183, 184, 184а, 16п, 25п, 27п	Бехтенов Е.А.	143, 146, 211, 253, 337, 374, 502, 520
Бак П.А.	149, 215, 216, 327, 329, 330, 338, 344, 395, 514	Бирючевский Ю.А.	355
Балдин Е.М.	302, 305, 110п	Блинов А.Е.	62, 63, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 302, 305, 103п, 110п
Банзаров В.Ш.	1, 124, 12п, 21п, 45п	Блинов В.Е.	2, 3, 4, 5, 6, 7, 19-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60, 61-63, 222, 228, 233, 234, 249, 254, 255, 266, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 302, 305, 394, 46п-50п, 51п-60п, 61п-69п, 73п-80п, 81п-90п, 91п-103п, 110п
Барков Л.М.	1, 124, 214, 299, 9п, 12п, 71п	Блинов М.Ф.	343
Баркова В.Г.	277, 516	Бобров А.В.	302, 305, 110п
Барладян А.К.	302, 305, 364, 110п	Бобровников В.С.	247, 301, 302, 305, 313, 110п
Барняков А.Ю.	247, 301, 302, 305, 313, 110п	Бобылев В.Б.	431, 450
Барняков М.Ю.	247, 301, 302, 305, 313	Богдан А.В.	190, 197, 202, 40п
Бару С.Е.	124, 131, 133, 302, 305	Богданчиков А.Г.	12, 13, 14, 17
Барышев В.Б.		Богомягков А.В.	222, 266, 276, 302, 305, 394, 110п
Батазова М.А.	318, 319	Боженок А.В.	11, 12, 14, 17
Батраков А.М.	160, 224, 349, 365, 367, 380, 385, 388, 389, 390, 391, 533, 537, 538	Боймельштейн Ю.М.	327
Баштовой Н.С.	1, 124, 12п, 21п, 45п	Болховитянов Д.Ю.	135, 327, 4а
Баянов Б.Ф.	154, 408	Бондарев Д.В.	1, 124, 302, 305, 12п, 21п, 45п, 110п
Бедный И.В.	89, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 99, 101, 104, 105, 107, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 229, 302, 305, 110п, 113п-120п, 121п-128п	Бондаренко А.В.	210, 521, 522, 544, 550, 551
Безуглов В.В.	176, 221, 479, 3п	Бондарь А.Е.	1, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 118, 119, 120, 121,
Беклемишев А.Д.	258, 424, 438, 440, 448, 453, 7п		
Беликов О.В.	461		
Белобородов К.И.	235, 301, 19п		
Белобородова О.Л.	11, 12, 14, 17, 302, 305, 110п		
Белов В.П.	154, 408		
Белов С.Д.			
Белокриницкий С.А.	380, 505		

	122, 123, 124, 125, 127, 128, 246, 302, 305, 308, 309, 12п, 21п, 45п, 110п, 113п-120п, 121п-129п		
Борисов А.А.	462, 510	Бушуев А.А.	355
Ботов А.А.	16	Вагин П.В.	367, 380, 385, 388, 389, 390, 391
Бочаров В.Н.	496, 499, 501, 502	Валишев А.А.	508, 510, 12п
Брагин А.В.	1, 124, 223, 12п, 21п, 45п	Васильев А.В.	11, 12, 14, 17, 88, 314, 564, 575, 576,
Брызгунов М.И.	322, 323, 324, 495, 499, 501	Васичев С.С.	346, 351, 358
Брызгин А.А.	176, 221, 382, 474, 479, 3п	Веденев М.А.	322, 324, 492, 495, 498, 501, 502
Бублей А.В.	137, 322, 323, 324, 496, 499, 501, 502	Вейс М.Э.	470, 471, 472
Бузулуцков А.Ф.	83, 84, 85, 86, 87, 88, 308, 309, 576	Великанов Ю.М.	358
Бузыкаев А.Р.	247, 249, 301, 302, 305, 313, 110п	Веремеенко В.Ф.	325, 346, 347, 351, 358
Букин А.Д.	14, 16, 17, 19-30, 31-40, 41-50, 51-63, 65-70, 71-76, 228, 233, 234, 249, 254, 255, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 19п, 20п, 46п-50п, 51п-60п, 61п-69п, 73п-80р, 81п-90п, 91п-103п,	Виллевальд Г.С.	2п
Букин Д.А.	2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 14, 16, 17, 19п	Вечеславов В.В.	212
Букин М.А.	214, 314, 575, 576	Винокуров Н.А.	208, 232, 345, 361, 369, 379, 384, 400, 455, 515, 523, 525, 527, 528, 529, 531, 534, 546, 547, 548, 553, 6п, 10п, 11п
Булатов А.В.	139, 331	Воблый П.Д.	224, 267, 271, 349, 385, 388, 389, 390, 391, 537, 538
Будушев А.Ф.	209	Волков А.А.	273
Бурдаков А.В.	155, 159, 160, 161, 162, 163, 257, 258, 403, 404, 405, 406, 411, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 431, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 446, 447, 448, 449, 450, 453, 454	Волков А.Н.	349
Бурмасов В.С.	258, 424, 438, 440 448, 453, 456	Волков В.Н.	142, 354, 355, 359, 375, 376, 377, 398, 399, 401, 402
Бучельникова Н.С.		Волобуев С.В.	355
		Волосов В.И.	244
		Волохов В.Г.	358
		Воробьев А.И.	302, 305, 110п
		Воронин Л.А.	176, 221, 473, 474, 479
		Воскобойников Р.В.	248, 325, 347, 502
		Востриков В.А.	324, 339, 340, 459, 494, 501
		Всеволожская Т.А.	
		Вячеславов Л.Н.	230, 258, 424, 438, 440, 448, 453, 541, 542
		Габьшев Н.И.	1, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127,

	128, 12п, 21п, 45п, 113п-120п, 121п-129п	Давидовский В.Г.	13п, 14п
Гаврилов Н.Г.	400, 523, 548, 585, 586	Давыденко В.И.	152, 155, 159, 403, 404, 405, 406, 407, 422, 449, 543, 4п, 1а
Галимов Р.Х.	327	Дейчули П.П.	419, 421
Гвоздев А.А.	504	Дементьев Е.Н.	337, 361, 371, 374
Глаголев Г.Б.	221	Деревянкин Г.Е.	258, 424, 434, 438, 440, 441, 448, 449, 453
Глуховченко Ю.М.	305, 110п	Диканский Н.С.	327
Голковский М.Г.	169, 170, 171, 172, 468, 469	Димов Г.И.	206
Голубев В.Б.	2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 14, 16, 17, 19, 20-30, 31-40, 41-50, 51-60, 61-70, 71-77, 228, 233, 234, 249, 254, 255, 284-290, 291-298, 301, 52п-60п, 61п-69п, 73п-80п, 81п-90п, 91п-100п, 101п-103п	Димова Т.В.	11, 12, 14, 17
Голубенко Ю.И.	467, 471, 472	Дмитриев В.Ф.	193, 240, 242, 299, 9п, 34п, 71п
Гольденберг Б.Г.	574, 581, 582, 583	Долгушин В.М.	155, 404, 405, 406
Гончаров А.Д.	321, 325, 326, 347, 499, 502	Донин А.С.	
Горбачев Д.А.	1, 124, 12п, 21п, 45п	Дорохов Д.В.	364
Горбунов В.А.	147, 176, 221, 383, 477, 479, 3п	Достовалов Р.В.	281, 282
Горбунова Н.А.		Драничников А.Н.	155, 282, 404, 405, 406
Горнаков И.В.	147, 221, 473, 474, 479, 3п	Дружинин В.В.	460, 509
Горникер Э.И.	355, 357, 359	Дружинин В.П.	2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 14, 16, 17, 19-30, 31-40, 41-50, 51-63, 66-77, 167, 228, 233, 234, 249, 254, 255, 284-298, 19п, 46п-50п, 69п, 73п-80п, 81п-90п, 91-100п, 101п-104п
Горчаков К.М.	346	Дубровин А.Н.	385, 388, 390
Гостеев В.К.	501	Дюг М.В.	9п, 71п
Гребенюк А.А.	1, 83, 87, 124, 308, 309, 12п, 21п, 45п	Евстигнеев А.В.	282
Григорьев Д.Н.	1, 124, 167, 12п, 21п, 45п	Евтушенко Ю.А.	325, 346, 347, 502
Гришин О.В.	476	Елисеев В.С.	574, 581, 582, 583
Грозин А.Г.	200, 201	Еманов Ф.А.	517
Громов Р.Г.		Епифанов Д.А.	1, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 98, 101, 104, 105, 106, 108, 109, 113, 114, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 12п, 21п, 45п, 113п-120п, 121п-129п
Грошев В.Р.		Ерохин А.И.	151, 18п
Губин К.В.	134, 135, 316, 318, 9а	Ершов В.В.	499
Гудков Б.А.	368	Жариков А.А.	
Гулевич В.В.	305, 110п		
Гурко В.Ф.	397		
Гуров Д.С.	227, 274		
Гуров С.М.	327, 333, 337, 342		
Гусев Е.А.	142, 327, 336, 354		
Гусев И.А.	153, 381		

Жилич В.Н.	89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 108, 110, 113, 114, 115, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 229, 262, 266, 302, 305, 26п, 110п, 113п-120п, 121п-128п	Игнатов Ф.В.	1, 124, 245, 12п, 21п, 45п
Жиров О.В.	194, 195, 37п	Ильин И.В.	224, 385, 388, 389, 390, 391, 537, 538
Жмуриков Е.И.	316, 317, 341 15п	Исаева Л.Г.	282, 299, 9п, 71п
Жогин И.Л.	392, 555, 556, 24п	Казанин В.Ф.	1, 124, 12п, 21п, 45п
Жуланов В.В.	89, 90, 91, 101, 113, 114, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 237, 314, 392, 113п, 114п-120п, 121п-128п	Казарезов И.В.	139, 147, 329, 330, 331, 332, 501
Журавлев А.Н.	222, 305	Кайран Д.А.	208, 345
Журба В.К.	533	Калинин П.В.	165, 166, 430, 432, 444, 445, 451, 455, 457, 458, 581
Зайцев А.С.	1, 124, 12п, 21п, 45п	Кандауров И.В.	258, 424, 438, 440, 448, 449, 453
Зайцев В.Н.	477	Каплин В.И.	272
Запругаев И.А.		Карлин В.Э.	6п
Запяткин Н.П.	499, 502	Карнаев С.Е.	222, 266, 272, 302, 305, 372, 110п
Захваткин М.Н.	499	Карпов Г.В.	302, 305, 337, 350, 394, 17п, 110п
Зверев С.Г.	1, 124, 12п, 21п, 45п	Карпов С.В.	1, 124, 223, 302, 305, 12п, 21п, 45п
Зверев С.И.		Касаев А.С.	
Зеваков С.А.	299, 9п, 23п, 71п	Катков В.М.	183, 184, 184а, 16п, 27п
Землянский И.М.	462	Качалов П.И.	467
Зинин Э.И.	564, 565	Квардаков В.А.	204, 222, 269, 278
Золкин А.С.	239	Квашнин А.Н.	153, 248
Золотарев К.В.	243, 267, 271, 315, 504, 533, 566, 571	Кенжебулатов Е.К.	355, 359
Зубаиров Э.Р.	258, 424, 425, 434, 437, 438, 440, 441, 442, 443, 448, 453	Кириенко А.В.	416, 419, 421
Зубарев П.В.	153, 541	Кирилин Г.Г.	240, 44п, 6а
Зубков Н.И.	385, 390	Кирпотин А.Н.	460, 462, 512
Иваненко В.Г.	165, 258, 424, 432, 438, 440, 444, 448, 453, 458	Киселев А.В.	277, 516
Иванов А.В.	138, 140, 332	Киселев В.А.	222, 266, 302, 305, 340, 394, 397, 26п, 110п
Иванов И.А.	160, 163, 165, 258, 424, 425, 429, 431, 434, 437, 438, 440, 441, 442, 443, 448, 453	Клюев В.Ф.	209, 321, 326
Иванов С.А.	315	Клющев С.Н.	327
Иванцовский М.В.	161, 258, 389, 424, 434, 438, 440, 441, 448, 453	Князев Б.А.	208, 239, 241, 251, 345, 400, 455, 503, 523, 527, 528, 546, 548, 8п, 10п
		Кобец В.В.	152, 155, 159, 403, 404, 405, 406, 422
		Коваленко Н.В.	586
		Коваленко Ю.В.	2а
		Кожемякин А.В.	209, 217, 321, 326
		Козак В.Р.	346, 348, 349, 358, 361, 368, 372, 460, 461, 502, 22п

Козлинская Т.В.	162, 258, 424, 428, 438, 440, 448, 453		
Козлов М.Г.	198, 41п		
Козырев А.Н.			
Козырев Е.В.	236, 396, 530		
Кокин Е.Н.	221		
Кокоулин В.И.	502		
Колесников Е.Ю.	415		
Коллегоев М.В.	372		
Колмогоров В.В.	325, 347, 502		
Колобанов Е.И.	208, 345, 384, 400, 515, 6п		
Колокольников Ю.М.	224, 537, 538, 580		
Кондаков А.А.	355, 359		
Кондауров М.Н.	151, 325, 347, 502		
Кондратьев В.И.	569, 579, 583		
Кононов С.А.	247, 302, 305, 313, 110п		
Константинов Е.С.	209		
Константинов С.Г.	155, 209, 217, 404, 405, 406, 496, 499, 502		
Колышев К.А.	583		
Конюхов В.В.	258, 424, 438, 440, 448, 453		
Кооп И.А.	1, 11, 238, 355, 459, 460, 462, 464, 509, 510, 12п, 21п, 28п, 45п		
Корепанов А.А.	139, 149, 215, 327, 330, 331, 332		
Коробейников М.В.	147, 176, 383, 476, 478, 480		
Король А.А.	11, 12, 13, 14, 17, 19п		
Корчагин А.И.	135, 168, 173, 174, 175, 468, 469		
Косов А.В.	540, 557, 558, 563, 588		
Кот Н.Х.	135, 142, 327, 354		
Котельников И.А.	241, 250, 256, 258, 424, 438, 440, 448		
Котенков В.В.	208, 345, 400, 525, 529, 531, 547, 11п		
Котов К.Ю.	302, 305, 110п		
Кошуба С.В.	11, 12, 14, 17		
Кравченко Е.А.	62, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 228, 247, 301, 302,		305, 313, 103п, 110п
		Кремянская Е.В.	222, 266, 302, 305, 110п
		Кривенко А.С.	155, 206, 404, 405, 406, 407
		Кроковный А.П.	1
		Кроковный П.П.	89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 104, 105, 107, 108, 113, 114, 115, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 229, 12п, 21п, 45п, 113п-120п, 121п-129п
		Крутихин С.А.	142, 354, 355, 357, 359, 378, 384, 6п
		Крючков А.М.	209, 321, 325, 326, 347, 501, 502
		Крючков Я.Г.	355, 359, 375, 377
		Кубарев В.В.	207, 208, 345, 400, 455, 525, 528, 529, 531, 546, 547, 548, 549, 581
		Кузин Г.И.	236
		Кузин М.В.	146, 211, 253, 310
		Кузнецов А.С.	165, 166, 258, 432, 440, 444, 448, 451, 458
		Кузнецов Г.И.	140, 144, 147, 149, 318, 319, 320, 332, 383, 395, 475
		Кузнецов С.А.	165, 258, 424, 430, 432, 438, 440, 444, 448, 453, 455, 457, 458, 581
		Кузьмин А.В.	345
		Кузьмин А.С.	1, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 229, 12п, 21п, 45п, 113п-120п, 121п-129п
		Куклин К.Н.	258, 424, 425, 437, 438, 440, 442, 448, 452, 453

Куксанов Н.К.	168, 173, 174, 468, 469, 470, 471		
Куленко Я.В.	149		
Куликов В.Ф.	302, 305, 110п		
Купер К.Э.	315		
Купер Э.А.	145, 150, 302, 305, 349, 361, 369, 372, 373, 382, 386, 387, 460, 502, 533, 578, 110п		
Купцов И.В.	142, 354, 355, 357, 359		
Курилин О.Ю.			
Куркин Г.Я.	142, 305, 354, 355, 357, 359, 368, 379, 384, 6п, 11п, 110п		
Лаврухин А.В.	135, 168, 173, 174 468, 469		
Лазаренко Б.А.	299, 9п, 23п, 71п		
Лапик Р.М.	343		
Лебедев Н.Н.	135		
Лев В.Х.	145, 386, 533		
Левичев А.Е.	511		
Легкодымов А.А.			
Ли Р.Н.	186, 188, 190, 210, 32п		
Лизунов А.А.	158, 248, 415, 416, 419, 421, 543		
Листопад А.А.	416		
Логачев П.В.	134, 135, 139, 156, 316, 317, 318, 327, 328, 333, 337, 341, 411		
Логашенко И.Б.	1, 124, 167, 12п, 21п, 45п		
Ломакин А.А.	499		
Лотов К.В.	156, 157, 164, 258, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 440, 448		
Лукин А.Н.	147, 221, 383, 475		
Лукин П.А.	1, 124, 12п, 21п, 45п		
Лупашина И.С.			
Лысенко А.П.	1, 11, 460, 462, 509		
Лях В.В.	558, 580, 12п, 21п, 45п		
Макаров А.Г.	258, 424, 438, 440, 448, 453		
Макаров И.Г.	140, 142, 144, 147, 353, 354, 383, 474,		
			475
		Максимов В.В.	415, 416
		Максимов Д.А.	110п
		Максимов С.А.	147, 221, 305, 383, 3п
		Мальшев В.М.	302, 305, 110п
		Малютин Д.А.	139, 328, 331
		Мамкин В.Р.	349, 360
		Мартышкин П.В.	135, 318
		Масленников А.Л.	302, 305, 110п
		Матвеев Ю.Г.	148, 513
		Матвеевко А.Н.	208, 345, 400, 515, 525, 527, 528, 529, 531, 547, 10п, 11а
		Матяш Н.В.	142, 147, 148, 354, 383
		Медведев Л.Э.	208, 345, 379, 400, 11п
		Медведко А.С.	151, 152, 236, 302, 305, 325, 337, 346, 347, 350, 356, 361, 368, 371, 381, 461, 502, 17п, 18п, 110п
		Мезенцев Н.А.	145, 146, 150, 211, 253, 386, 387, 504, 510, 519, 520, 533, 536
		Меклер К.И.	160, 258, 424, 425, 429, 434, 437, 438, 440, 441, 442, 448, 453
		Мешков О.И.	222, 266, 302, 305, 397, 26п, 110п
		Мигинская Е.Г.	145, 146, 150, 211, 253, 273, 363, 520, 533
		Мигинский С.В.	203, 208, 210, 345, 386, 387, 400, 506, 521, 522, 544, 545, 550, 551
		Мильштейн А.И.	1, 186, 187, 188, 189, 240, 12п, 21п, 30п, 31п, 32п, 33п, 34п, 45п
		Мироненко Л.А.	142, 208, 345, 379, 400, 502, 11п
		Митянина Н.В.	141, 355
		Михайлов К.Ю.	1, 124, 12п, 21п, 45п
		Мишагин В.В.	

Мишнев С.И.	222, 266, 299, 302, 305, 393, 9п, 71п, 110п	Орешонок В.В.	336
Морозов И.И.	226, 266, 272, 273, 274, 305, 110п	Орлов И.О.	302, 305, 110п
Морозов С.Н.	135	Осипов А.А.	110п
Мотыгин С.В.	142, 354, 355, 359	Осипов В.Н.	142, 354, 355, 357, 359
Муравлянский Д.А.	302	Острейко Г.Н.	142, 144, 147, 148, 353, 354, 356, 383, 475
Мурахтин С.В.	158, 415, 416, 419, 421	Отбоев А.В.	1, 9, 10, 11, 12, 218, 463, 12п, 21п, 29п, 45п, 72п
Мучной Н.Ю.	222, 262, 266, 302, 305, 397, 26п, 110п	Охалкин В.С.	1, 124, 12п, 21п, 45п
Науменков А.И.	222, 302	Павлов В.М.	320, 501
Нейфельд В.В.	222, 110п	Павлюченко Д.В.	83, 86, 87, 308, 309
Немытов П.И.	465, 467, 470, 471, 472	Пальчиков В.Е.	
Нестеренко И.Н.	1, 462, 12п, 21п, 45п	Панасюк В.М.	137, 138, 322, 323, 324, 495, 496, 499, 501, 502
Неустроев В.А.		Панфилов А.Д.	140, 147, 176, 221, 383, 474, 475, 479, 517, 3п
Нефедов Н.Б.	380, 389, 391	Панченко В.Е.	
Нехаев В.Е.	176, 221, 474, 479	Папушев П.А.	314, 576
Неханевич Э.Л.		Пархомчук В.В.	136, 137, 138, 209, 217, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 334, 339, 340, 347, 459, 492, 493, 494, 495, 496, 499, 500, 501, 502
Никитин С.А.	222, 262, 263, 264, 265, 266, 275, 276, 302, 305, 394, 110п	Пахтусова Е.В.	11, 12, 14, 17
Николаев В.С.	258, 424, 438, 440	Пачков А.А.	149, 329, 331, 338, 514
Николаев И.Б.	222, 263, 266, 302, 305, 394, 110п	Пелеганчук С.В.	302, 305, 110п
Николенко А.Д.	213, 580, 587	Переведенцев Е.А.	1, 462, 510, 12п, 21п, 45п
Николенко Д.М.	8, 299, 9п, 23п, 71п	Персов Б.З.	
Никулин М.А.	1, 124, 12п, 21п, 45п	Пестов Ю.Н.	
Нифонтов В.И.		Пестриков Д.В.	219, 220, 335, 501
Овчар А.В.	361	Петренко А.В.	156, 411
Овчар В.К.	161, 208, 345, 349, 373, 384, 400, 6п	Петриченков М.В.	209, 321, 326
Огурцов А.Б.	225, 227, 274	Петров В.В.	226, 227, 274, 305, 110п
Онучин А.П.	2, 3, 4, 5, 6, 7, 19, 20-30, 31-40, 41-50, 51-63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 228, 233, 234, 247, 249, 254, 255, 284-298, 301, 302, 305, 313, 46п-50п, 51п-60п, 61п-69п, 73п-80п, 81п-90п, 91п-103п, 110п	Петров В.М.	142, 354, 355, 357, 359, 375, 376, 377
Орешкин С.Б.	302, 305, 110п	Петров С.П.	325, 346, 347, 358
Орешков А.Д.	208, 345, 361, 369, 379, 400, 11п,	Петрова Е.В.	574, 581, 583
		Петросян С.С.	302, 305, 110п
		Пивоваров И.Л.	327
		Пивоваров С.Г.	124, 302, 305, 110п

Пилан А.М.	355, 357, 359	Прудников В.В.	470, 471, 472
Пилипенко Р.В.	151	Пупков Ю.А.	225, 340
Пиминов П.А.	222, 265, 267, 270, 305, 28п, 110п	Пурескин Д.Н.	381
Пиндюрин В.Ф.	213, 503, 574, 580, 581, 582, 583, 587	Пята Е.Э.	
Пирогов О.В.	336	Радченко В.М.	221, 473
Пищенко С.М.	362	Разоренов В.В.	206
Плотников О.А.	273	Ракшун Я.В.	7а
Подгорный Ф.В.	509	Рассохин А.В.	416
Подобаев В.С.	176, 479, 517, 3п	Растигеев С.А.	209, 217, 321, 326, 339, 494
Подыминогин А.А.	1п	Рачек И.А.	299, 9п, 70п, 71п
Полосаткин С.В.	160, 161, 163, 258, 424, 425, 429, 434, 436, 437, 438, 440, 441, 442, 443, 448, 453, 456	Рачков А.А.	216
Полуэктов А.О.	89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 98, 101, 105, 108, 114, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 246, 302, 305, 110п 113п-120п, 121п-128п	Ращенко В.В.	153
Померанский А.А.	180, 196, 39п	Рева В.Б.	136, 137, 138, 209, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 347, 492, 494, 495, 498, 499, 501, 502
Попик В.М.	208, 345, 400, 528, 532, 552, 574, 10п	Редин С.И.	1, 124, 167, 12п, 21п, 45п
Попов А.С.	1, 124, 12п, 21п, 45п	Резниченко А.В.	198, 41п
Попов А.М.	142, 354, 355, 359	Репков А.В.	369
Попов В.М.		Репков В.В.	145, 150, 351, 363, 382, 386, 387, 533
Попов Д.С.	258	Ровенских А.Ф.	160, 161, 163, 258, 424, 425, 429, 434, 437, 438, 440, 441, 442, 443, 448, 453
Попов С.С.	424, 438, 440, 448, 453	Роговский Ю.А.	460, 462
Попов Ю.С.	223	Ромашко Н.Д.	221, 3п
Попова Н.И.	407	Роот Н.И.	1, 124, 12п, 21п, 45п
Поросев В.В.	310, 313, 315	Ротов Е.А.	142, 354, 355, 359
Поспелов Г.Э.	302, 305, 110п	Рубан А.А.	1, 124, 222, 302, 305, 12п, 21п, 45п, 110п
Поступаев В.В.	160, 163, 258, 424, 425, 429, 434, 437, 438, 440, 441, 442, 443, 446, 448, 453	Рубан Г.Ю.	178, 483
Присекин В.Г.	302, 305	Рувинский Е.С.	224, 225, 227, 274, 505
Приходько В.В.	158, 415, 416, 419, 421	Рувинский С.И.	144, 148, 353, 356
Прокопенко А.А.		Рудыч П.Д.	523, 524, 528, 546, 548, 8п
Просветов В.П.	346, 355, 462, 509	Рыскулов Н.М.	1, 124, 167, 12п, 21п, 45п
Проскураина О.А.	346	Савинов Г.А.	302, 305, 310, 110п
Проник Р.З.	346	Савкин В.Я.	153, 155, 159, 403, 404, 405, 406, 422
Протопопов А.Ю.	381	Садыков Р.Ш.	299, 9п, 23п, 71п
		Сазанский В.Я.	160
		Саликова Т.В.	208, 345, 361, 369, 379, 400, 515, 525, 529, 531, 547, 11п

Салимов Р.А.	168, 171, 172, 173, 174, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472		
Сандырев В.К.	305, 110п		
Санин А.Л.	153, 155, 230, 405, 406, 424, 438, 449, 453, 541, 542		
Седляров И.К.	142, 354, 355, 357, 359		
Селиванов А.Н.	362, 372, 397		
Селиванов П.А.	360, 361		
Семенов Е.П.	224, 380, 505, 538		
Семенов Ю.И.	327		
Сеньков Д.В.	193, 381		
Сеньков Р.А.	39п		
Сербин В.И.	477, 478		
Сердобинцев Г.В.	142, 144, 147, 148, 353, 354, 356, 368, 383, 396		
Середняков С.И.	2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 14, 16, 17, 228, 233, 234, 235, 249, 254, 255, 284, 285, 286, 287, 288, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 301, 46п-50п, 51п-69, 73п-80п, 81п-90п, 92п-103п		
Середняков С.С.	19, 20-30, 31-40, 41-50, 51-63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 208, 345, 361, 384, 400, 515, 525, 529, 531, 547, 6п		
Сибиданов А.Л.	1, 124, 125, 539, 12п, 21п, 45п		
Сидоров А.В.	147, 221, 383, 479		
Силагадзе З.К.	11,12, 14, 15, 17, 78, 79, 19п		
Симонов Е.А.	222, 266, 302, 305, 394, 110п		
Сингатулин Ш.Р.	151		
Синицкий С.Л.	160, 163, 165, 166, 258, 424, 430, 431, 432, 434, 438, 440, 441, 444, 445, 446,		448, 450, 451, 453, 457, 458
			Синяткин С.В.
			222, 267, 305, 356, 380, 505, 110п
			Скарбо Б.А.
			136, 395, 499, 502
			Сковпень Ю.И.
			2, 3, 4, 5, 6, 7, 16, 19-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-63, 65-77, 284, 285, 286, 287, 288, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 302, 305, 46п-50п, 51п-60п, 61п-69п, 73п-80п, 81п-90п, 91п-103п, 110п
			Скоробогатов Д.Н.
			151, 152, 18п
			Смалюк В.В.
			222, 266, 279, 280, 302, 305, 371, 394, 397, 26п, 28п, 110п
			Снопков И.Г.
			1, 124, 302, 308, 309, 12п, 21п, 45п
			Снопков Р.Г.
			83, 87
			Соколов В.В.
			35п, 36п
			Соколов Ю.А.
			121п
			Соколова Т.В.
			2п
			Солдаткина Е.И.
			417, 420
			Солодов Е.П.
			1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 19, 21-30, 31-40, 41-50, 51-63, 124, 167, 228, 233, 234, 249, 254, 255, 284, 12п, 21п, 45п-50п, 51п-60п, 61п-69п, 73п-80п, 81п-90п, 91п-103п
			Соломахин А.Л.
			158, 248, 416, 419, 421
			Сорокин А.В.
			419, 421
			Сорокин И.Н.
			155, 404, 405, 406
			Старостенко А.А.
			135, 139, 328, 331, 12а
			Старостенко Д.А.
			378
			Степанов В.Д.
			165, 166, 258, 424, 430, 431, 432, 438, 440, 444, 448, 450, 453, 457, 458
			Степанов Д.Н.
			Стешов А.Г.
			224, 356, 380, 505, 535, 537, 538

Страховенко В.М.	185, 186, 485а, 485b		73п-80п, 81п-90п, 91п-101п
Стручалин М.В.	305, 394, 110п	Токарев Ю.Ф.	381
Ступишин Н.В.	416, 419, 421	Топорков Д.К.	8, 9, 10, 299, 300, 9п, 23п, 29п, 71п, 72п
Суляев Ю.С.	160, 258, 424, 425, 429, 434, 437, 438, 440, 441, 442, 448, 453	Трибендис А.Г.	355, 359, 375, 377
Суханов А.В.	227, 274	Трунев Ю.А.	258, 424, 434, 438, 440, 441, 443, 448, 453
Суханов Д.П.	336, 371	Тувик А.А.	147, 176, 221, 383, 474, 479, 3п
Сухарев А.М.	302, 305, 110п	Тумайкин Г.М.	222, 266, 302, 305, 394, 110п
Сухина Б.Н.	209, 499, 501, 502	Украинцев Ю.Г.	131, 132, 133, 310, 311, 212
Сыроватин В.М.	386, 533	Усов Ю.В.	89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 98, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 214, 302, 305, 110п, 113п-128п
Тальшев А.А.	302, 305, 110п	Уткин А.В.	385, 388, 389, 390, 391
Тарарышкин С.В.	356, 361, 364, 368, 369, 370, 384, 6п	Ушаков В.А.	148, 356, 368
Тарнецкий В.В.	140, 142, 144, 147, 353, 354, 383, 475	Фадеев С.Н.	135, 168, 173, 174, 468, 469, 471
Таскаев С.Ю.	154, 155, 159, 403, 408, 422	Фадин В.С.	197, 198, 199, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 40п, 41п, 42п, 43п
Талорский В.А.	302, 305, 110п	Факторович Б.Л.	147, 176, 221, 382, 383, 474, 479, 517, 3п
Тельнов В.И.	80, 81, 82, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 105п, 106п, 107п, 108п, 109п, 110п, 111п, 112п	Федотов М.Г.	161, 362, 392, 393
Терехов И.С.	33п, 5а	Федотович Г.В.	1, 124, 127, 167, 202, 245, 12п, 21п, 45п
Тимофеев И.В.	157, 258, 409, 413, 414, 440, 448	Федурин М.Г.	
Титов В.М.	124, 314, 392, 555, 556	Филипченко А.В.	148, 356, 368, 380, 505
Тиунов М.А.	138, 140, 144, 147, 149, 152, 155, 325, 332, 347, 353, 383, 395, 404, 405, 406, 475, 497, 4п	Фролов А.Р.	142, 327, 354, 374
Ткаченко В.О.	147, 176, 221, 383, 473, 474, 475, 477, 479, 481	Хабахпашев А.Г.	310
Тодышев К.Ю.	2, 3, 4, 5, 6, 7, 19, 20-30, 31-40, 41-50, 51-61, 63, 65, 228, 233, 234, 249, 354, 255, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 302, 305, 46п-50п, 51п-69п,	Хавин Н.Г.	385, 388, 389, 390, 391
		Хазин Б.И.	1, 124, 167, 12п, 21п, 45п
		Хацимовский В.М.	191, 192, 38п

Хильченко А.Д.	153, 155, 248, 397, 404, 405, 406, 541		
Холопов М.А.	390		108, 109, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 214, 302, 305, 12п, 21п, 45п, 110п, 113п-129п
Хриплович И.Б.	177, 178, 179, 180, 240, 482, 483, 484, 485		
Хрущев С.В.	145, 146, 211, 253, 386, 520, 533	Шварц Д.Б.	462, 509, 510
Цидулко Ю.А.	415, 418	Шведов Д.А.	513
Цуканов В.М.	145, 146, 150, 211, 253, 273, 349, 386, 387, 520, 533	Шевченко О.А.	208, 345, 400, 515
Цыганов А.С.	327	Шеромов М.А.	205, 392, 555, 556, 559, 560, 578, 579, 580, 585, 586, 24п
Цыганов Д.А.	247	Шестаков Ю.В.	299, 9п, 23п, 71п
Чащин М.С.	7п	Шехтман Л.И.	84, 88, 310, 314, 392, 576, 577
Черепанов В.П.	305, 366, 371, 394, 110п	Широков В.В.	155, 159, 403, 404, 405, 406, 422
Черепков В.Г.	467, 468, 469, 471	Шиховцев И.В.	1п
Черепков В.В.	168, 173, 174, 175	Шичков Д.С.	367, 380, 388, 389, 390, 391
Чернов К.Н.	142, 144, 147, 148, 353, 354, 356, 383	Шиянков С.В.	135, 327
Черняк В.Л.	181, 182	Шкаруба В.А.	145, 146, 211, 253, 386, 520, 533
Чернякин А.Д.	358	Шошин А.А.	163, 164, 258, 389, 424, 434, 437, 438, 440, 441, 442, 448, 453
Ческидов В.Г.	147, 221, 383, 400, 475, 479, 3п	Штарклев Е.А.	473
Чириков Б.В.		Штейнке А.Р.	142, 354
Чудаев В.Я.	277, 516	Шубин Е.И.	305, 350, 361, 394, 110п
Чупыра А.Г.		Шувалов Б.Н.	124
Чуркин И.Н.	224, 356, 380, 505, 507, 535, 537, 538, 554	Шукаев А.Н.	
Шамов А.Г.	1, 124, 266, 276, 302, 305, 12п, 21п, 45п, 110п	Шульженко Г.И.	5п
Шапоренко А.Д.	572, 573, 584	Щеглов М.А.	208, 345, 379, 400, 525, 528, 529, 531, 532, 547, 574, 10п, 11п
Шарафутдинов М.Р.	392, 575, 579, 586	Щеголев Л.М.	282, 505
Шатилов Д.Н.	265, 266, 268, 302, 305, 28п, 110п	Эйдельман С.И.	1, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126,
Шатунов П.Ю.	218, 460, 462, 463, 509, 510		
Шатунов Ю.М.	1, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 124, 167, 218, 459, 460, 462, 463, 464, 509, 510, 12п, 21п, 29п, 45п, 72п		
Шварц Б.А.	1, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 98, 99, 101, 104, 105, 106, 107,		

	127, 128, 129, 130, 229, 235, 302, 305, 12п, 21п, 45п, 110п, 113п-120п, 121п-130п		
Эйдельман Ю.И.			
Юдин В.Д.	356, 381	Юдин Ю.В.	1, 124, 356, 381, 12п, 21п, 45п, 3а
		Юрченко Ю.Б.	32, 132, 311
		Юшков А.Н.	62, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 103п, 110п
		Яскина Т.А.	342

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИИ НАУК

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
им. Г.И. Будкера СО РАН

ЕЖЕГОДНЫЙ ОТЧЕТ

2006

Обложка Е.Д. Бендер
Рисунки на шмуцтитулах А.С. Попов

Ответственный за выпуск А.М. Кудрявцев
Работа поступила 21.01. 2006 г.

Сдано в набор 21.02. 2006 г.

Подписано в печать 6.03. 2006 г.

Формат бумаги 60×90 1/8 Объем 19,1 печ.л., 18,3 уч.-изд.л.

Тираж 250 экз. Бесплатно. Заказ № 9

Обработано на РС и отпечатано на
ротапринте “ИЯФ им. Г.И. Будкера” СО РАН,
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.