

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное космическое агентство
Правительство Красноярского края
Совет ректоров вузов Красноярского края
Федерация космонавтики России
ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева»
ОАО «Красноярский машиностроительный завод»
ФГУП «Центральное конструкторское бюро «Геофизика»
Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук
Ассоциация вузов России «Национальный объединенный аэрокосмический университет»
Краевое государственное автономное учреждение «Красноярский краевой фонд
поддержки научной и научно-технической деятельности»
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева

РЕШЕТНЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

*Материалы XIV Международной научной конференции,
посвященной памяти генерального конструктора
ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева
(10–12 ноября 2010, г. Красноярск)*

В 2 ЧАСТЯХ. ЧАСТЬ 2

Красноярск 2010

УДК 629.7
ББК 30 + 2
Р47

Под общей редакцией
доктора физико-математических наук
Ю. Ю. ЛОГИНОВА

Редакционная коллегия:

Е. В. БЕЛЯКОВА, А. Ю. ВЛАСОВ, Е. Н. ГОЛОВЕНКИН, В. В. ДВИРНЫЙ, С. П. ЕРЕСКО,
Ю. В. ЕРЬГИН, Н. В. ИЛЮШИН, А. Н. ЛОВЧИКОВ, М. А. ЛУБНИН, М. В. ЛУКЪЯНЕНКО,
А. В. МЕДВЕДЕВ, В. Л. МЕДВЕДЕВ, А. Е. МИХЕЕВ, В. П. НАЗАРОВ, А. С. ПАРШИН,
Л. В. РУЧКИН, А. И. СУХИНИН, В. И. ХАЛИМАНОВИЧ, В. Х. ХАНОВ, В. Г. ЯЦУНЕНКО

Р47 **Решетневские чтения** : материалы XIV Междунар. науч. конф., посвящ. памяти генерал. конструктора ракет.-космич. систем академика М. Ф. Решетнева (10–12 нояб. 2010, г. Красноярск) : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2010. – Ч. 2. – 332 с.

Сборник содержит материалы XIV Международной научной конференции «Решетневские чтения», посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева, в которых представлены результаты исследований ученых и специалистов предприятий и организаций аэрокосмической отрасли, преподавателей, научных сотрудников, аспирантов и студентов высших учебных заведений Российской Федерации и стран ближнего и дальнего зарубежья.

Сборник рассчитан на научных сотрудников, работников промышленности, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений.

УДК 629.7
ББК 30 + 2

© Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, 2010

Секция
**«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ,
УПРАВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ДАННЫХ»**

А. В. Алексеев, В. С. Красников

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева
(Национальный исследовательский университет), Россия, Самара

УГЛОВОЕ ДВИЖЕНИЕ РАЗГОННОГО БЛОКА С ТОРОИДАЛЬНЫМ ТОПЛИВНЫМ БАКОМ

Представлен обзор используемых в настоящее время разгонных блоков. Предложена математическая модель движения вокруг центра масс разгонного блока с тороидальным баком, заполненным жидким топливом. Определены зависимости параметров движения от времени численным и аналитическим методами.

В настоящее время широкое распространение получили разгонные блоки (РБ) с жидкостными двигателями. Как показывает обзор используемых РБ, доля топлива в общей массе доходит до 70 %. Следовательно, это топливо существенно влияет на движение РБ при выполнении им поставленной задачи вывода полезного груза на заданную орбиту. В РБ с жидкостными двигателями используются баки, в основном, в форме тел вращения: цилиндров, сфер, торов. В работе исследуется угловое движение твердого тела с полостями, заполненными жидкостью, как модели РБ с топливными баками.

В настоящей работе ставится задача исследования движения РБ под влиянием топлива, состоящая в определении инерционно-массовых характеристик эквивалентных тел [1; 2], заменяющих действие жидкости на движение РБ, в том числе и при движении топлива в баках по заданному закону. При выборе разных режимов движения топлива в баках, осуществляемых насосами, можно управлять угловым движением всего разгонного блока, что позволяет упростить систему управления.

На основании теоремы об изменении кинетического момента построена математическая модель пространственного движения тела с жидкостью, проведено численное интегрирование дифференциальных уравнений движения, получены параметры эквивалентных тел для разных полостей и разных движений жидкости, а также управление для заданных режимов движения. Кроме того для частного случая РБ (осевая симметрия, плоскость бака перпендикулярна продольной оси) найдены точные аналитические решения дифференциальных уравнений движения вокруг центра масс.

Библиографические ссылки

1. Жуковский Н. Е. О движении твердого тела, имеющего полости, наполненные однородной капельной жидкостью // Собр. соч. Т. 2. Гидродинамика. М. : Гостехиздат, 1949.
2. Алексеев А. В., Дорошин А. В. Приведение спутника-гиростата с полостью с жидкостью к системам твердых тел с вязким трением // Полет. 2007. № 9. С. 26–33.

A. V. Alekseev, V. S. Krasnikov

Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolev
(National Research University), Samara, Russia

ANGULAR MOTION OF THE UPPER STAGE WITH A TOROIDAL FUEL TANK

A review of upper stage rockets is presented. The mathematical model of motion around the center of mass of the upper stage with a toroidal tank filled with liquid fuel is built. The dependence of motion parameters on time is defined by numerical and analytical methods.

© Алексеев А. В., Красников В. С., 2010

В. В. Андреев, Г. Е. Круглов, В. В. Юдинцев

ФГУП Государственный научно-производственный
ракетно-космический центр «ЦСКБ-Прогресс», Россия, Самара**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ
КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

Рассматривается задача моделирования подвижных элементов конструкции космического аппарата (КА) как системы твердых тел. Особенностью рассматриваемых систем является изменение их структуры с течением времени. Моделирование таких механических систем, как правило, требует применения ЭВМ, что определяет форму записи уравнений движения. Представлена форма матричной записи уравнений движения, которая удобна для построения машинных моделей механических систем КА с изменяющейся структурой.

В ракетно-космической технике существует множество задач, связанных с необходимостью анализа динамики подвижных элементов конструкции [1]. Примерами таких систем являются системы отделения отработавших блоков ракет-носителей (РН), отделения космических аппаратов от последних ступеней РН, раскрытия антенн, створок солнечных батарей. Особенностью этих систем, которую необходимо учитывать при формировании уравнений движения, является их переменная структура: в процессе движения меняется количество степеней свободы и структура соединений тел системы между собой. Динамика этих систем на разных режимах работы описывается разными дифференциальными уравнениями, и в процессе функционирования происходит переход от одного непрерывного режима к другому.

Для записи уравнений движения рассматриваемых систем могут быть использованы уравнения Лагранжа в обобщенных координатах или система уравнений Ньютона–Эйлера в избыточных координатах. В первом случае в качестве обобщенных координат обычно выбирают шарнирные координаты, задающие относительное положение смежных тел. Один из наиболее эффективных алгоритмов формирования уравнений движения этого типа представлен в известной монографии Й. Виттенбурга («прямой метод») [2]. Метод ориентирован на машинную реализацию алгоритма: в нем не используются аналитические операции дифференцирования, которые требуются при выводе, например, уравнений Лагранжа второго рода. Особенно эффективен этот метод для систем с незамкнутой структурой, он может быть использован для моделирования раскрытия крупногабаритных солнечных батарей.

Недостаток использования шарнирных координат для формирования уравнений движения механических систем КА проявляется при изменении структуры системы. В движении этих систем можно выделить этапы, различающиеся количеством и типами шарниров, числом степеней свободы. Очевидно, что каждый этап движения описывается собственным набором обобщенных координат и, следовательно, собственной системой дифференциальных уравнений. Таким образом, построение полной модели такой механической системы требует формирование набора систем уравнений для каждого этапа. Для моделиро-

вания систем с изменяющейся структурой целесообразно использовать уравнения Ньютона–Эйлера в избыточных координатах, которые задают положение центра масс тел и их ориентацию в пространстве. Поскольку движение тел систем не является независимым, уравнения движения необходимо дополнить уравнениями связи и учесть, что со стороны смежных тел на каждое тело системы действуют силы реакции. Уравнения связи устанавливаются зависимости между кинематическими параметрами тел системы. Уравнение движения системы будет иметь следующий вид [3]:

$$\begin{pmatrix} \mathbf{M} & \mathbf{Q}^T \\ \mathbf{Q} & \mathbf{0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{\mathbf{V}} \\ \mathbf{l} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{P} \\ \mathbf{b} \end{pmatrix},$$

где \mathbf{M} – блочно-диагональная матрица масс системы, включающая матрицы масс и тензоры инерции всех тел системы; $\mathbf{V} = (\mathbf{V}_1, \dots, \mathbf{V}_n)^T$ – столбец скоростей, включающий скорости центров масс тел по отношению к инерциальной системе координат и угловые скорости тел в связанных системах координат; \mathbf{l} – столбец множителей Лагранжа; \mathbf{Q} – матрица коэффициентов уравнений связи системы. Каждая строка этой матрицы соответствует одному уравнению связи и содержит коэффициенты при ускорениях смежных тел, соединенных соответствующим шарниром. При изменении структуры механической системы будет изменяться только структура матрицы \mathbf{Q} . Для часто встречающихся в практике типов шарниров может быть использован предлагаемый метод «конструирования» уравнений связи с использованием уравнения связи двух простейших типов, которые ограничивают относительное поступательное и вращательное движение смежных тел. Уравнение связи, ограничивающее относительное поступательное движение двух тел, записывается в виде [3]

$$\mathbf{Q}_{kp} \dot{\mathbf{V}}_p + \mathbf{Q}_{kc} \dot{\mathbf{V}}_c = b_k, \quad (1)$$

где

$$\begin{aligned} b_{cp} &= \mathbf{n}^{(p)T} (2 \tilde{\mathbf{m}}_p^{(p)} \mathbf{A}^{pT} \dot{\mathbf{c}}_p^{(0)} - \tilde{\mathbf{m}}_p^{(p)} \tilde{\mathbf{m}}_p^{(p)} \mathbf{A}^{pT} \mathbf{c}_p^{(0)} - \\ &\quad - \mathbf{A}^{pT} \mathbf{A}^c \tilde{\mathbf{m}}_c^{(c)} \tilde{\mathbf{m}}_c^{(c)} \mathbf{c}_c^{(c)}), \\ \mathbf{Q}_p &= (-\mathbf{n}^{(p)T} \mathbf{A}^{pT} | \mathbf{n}^{(p)T} \tilde{\mathbf{r}}^{(p)}), \\ \mathbf{Q}_c &= (-\mathbf{n}^{(p)T} \mathbf{A}^{pT} | -\mathbf{n}^{(p)T} \mathbf{A}^{pT} \mathbf{A}^c \tilde{\mathbf{r}}_c^{(c)}); \end{aligned}$$

где $\mathbf{n}^{(p)}$ – координатный столбец единичного вектора нормали к плоскости, связанной с телом p , по которой скользит точка, принадлежащая телу c и жестко с ним связанная; $\mathbf{c}_c^{(c)}$ – координатный столбец радиус-вектора этой точки в центральном базисе тела c . Уравнения связи (1) позволяют конструировать шарниры более сложных типов. Сферический шарнир моделируется тремя уравнениями (1), отличающимися только векторами $\mathbf{n}^{(p)T}$, которые выбираются взаимно ортогональными. Цилиндрический шарнир конструируется из сферического шарнира, добавлением дополнительных уравнений связи, ограничивающих относительное вращение двух тел вокруг двух осей ($\mathbf{n}_j^{(p)}$, $j=1, 2$). Матрицы коэффициентов уравнений связи для этого типа связи имеют следующий вид:

$$\mathbf{Q}_p = (0 | -\mathbf{n}_j^{(p)T}), \quad \mathbf{Q}_c = (0 | (\mathbf{A}^c \mathbf{A}^{pT} \mathbf{n}_j^{(p)})^T),$$

$$b_{cp} = \mathbf{n}_j^{(p)T} (\tilde{\mathbf{m}}_p^{(p)} \mathbf{A}^{pT} \mathbf{A}^c \tilde{\mathbf{m}}_c^{(c)} - \mathbf{A}^{pT} \mathbf{A}^c \tilde{\mathbf{m}}_c^{(c)} \tilde{\mathbf{m}}_c^{(c)}).$$

Таким образом, использование тех или иных алгоритмов формирования уравнений движения систем твердых тел определяется характером рассматриваемой

механической системы. Для систем с неизменяющейся структурой, к которым можно отнести, например, системы раскрытия створок солнечных батарей, целесообразно использовать эффективные алгоритмы, использующие шарнирные координаты, которые могут обеспечить наибольшую эффективность вычислительного алгоритма. Для систем с изменяющейся структурой, типа систем отделения обтекателей, систем отделения отработавших блоков РН, целесообразно использовать не зависящие от структуры системы наборы координат. Один из вариантов записи уравнений связи таких систем рассмотрен в данной работе.

Библиографические ссылки

1. Колесников К. С., Козлов В. И., Кокушкин В. В. Динамика разделения ступеней летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1977.
2. Виттенбург Й. Динамика систем твердых тел. М.: Мир, 1980.
3. Асланов В. С., Круглов Г. Е., Юдинцев В. В. Матричная форма уравнений движения систем РКТ // Полет. 2006. № 4.

V. V. Andreev, G. E. Kruglov, V. V. Yuditsev
SRPSRC «TsSKB-Progress», Russia, Samara

MODELLING MOVING ELEMENTS OF SPACECRAFT MECHANICAL SYSTEMS

The problem of modeling moving elements of spacecraft mechanical systems as solid bodies system is considered. The peculiarity of the systems is in changing their structures in a process of time. Modeling these mechanical systems requires applying computer that defines a motion equation recording format suitable for constructing a computer simulator of spacecraft mechanical systems with changing structures.

© Андреев В. В., Круглов Г. Е., Юдинцев В. В., 2010

УДК 004.021

О. В. Ахтямов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ РАЗМЕРНОСТИ ЗАДАЧИ

Рассматриваются особенности изменения эффективности генетического алгоритма оптимизации при изменении размерности в решении задач нахождения оптимума тестовых функций. Выявляется закономерность и степень влияния «проклятья размерности».

Целью работы является оценка эффективности генетического алгоритма (ГА) при изменении размерности задачи. Исследование эффективности алгоритмов оптимизации, к которым относится генетический алгоритм, при увеличении размерности решаемой задачи является актуальной научной проблемой, так как от свойств алгоритма при решении задач высокой размерности зависит его пригодность для решения реальных практических многопараметрических задач

оптимизации процессов в производстве, технике и экономике. Для многих алгоритмов оптимизации характерно явление «проклятья размерности». Оно заключается в том, что даже при незначительном увеличении размерности (количества переменных) ресурс, требуемый алгоритмом для отыскания оптимального решения, увеличивается катастрофически [1].

Основные методы, использованные в работе – это изучение, анализ, эксперимент, сопоставление.

В рамках данной работы была создана программа для тестирования генетического алгоритма [2; 3]. Для экспериментальных исследований были взяты три тестовые функции: функция Гриванка, функция Растригина и функция Розенброка [4]. Для всех этих тестовых функций проведены исследования изменения надежности решения задачи оптимизации генетическим алгоритмом при увеличении размерности задачи и с фиксированным ресурсом (произведение числа поколений на размер популяции). Для функций Гриванка и Растригина проведены исследования динамики изменения ресурса генетического алгоритма при увеличении размерности для сохранения высокого уровня надежности, а также исследования зависимости среднего номера поколения для нахождения решения алгоритмом от размерности.

На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Падение надежности ГА при увеличении размерности и фиксированном ресурсе зависит от задачи (гиперболический характер на функциях Розенброка и Растригина, линейный характер на функции Гриванка). Причем ГА эффективнее работает при нахождении глобального оптимума среди множества ярко выраженных локальных (функция Гриванка), чем при нахождении единственного, но слабо выраженного (функция Розенброка).

2. На функции Гриванка наблюдается кусочно-линейное увеличение ресурса и линейное увеличение числа поколений для отыскания решения с ростом размерности при сохранении уровня надежности 0,9. Следует отметить, что при увеличении размерности на один, объем поискового пространства увеличивался в 3 200 раз, а ресурс только в 1,5–2 раза. Это свидетельствует о превосходных характеристиках алгоритма при решении данной задачи.

3. На функции Растригина наблюдается параболическое увеличение ресурса и параболическое увели-

чение числа поколений для отыскания решения при сохранении уровня надежности 0,9. Это свидетельствует о неплохих характеристиках алгоритма для решения данной задачи.

4. На функции Розенброка наблюдается катастрофическое экспоненциальное увеличение ресурса и числа поколений для отыскания решения при сохранении уровня надежности 0,9. Надо также отметить, что объем поискового пространства при увеличении размерности на один увеличивается в 400 раз, а это меньше, чем в первых двух случаях. Результаты свидетельствуют о практически полной непригодности алгоритма для решения данной задачи.

В целом можно заключить, что при решении большинства задач оптимизации для генетического алгоритма не возникает проблемы «проклятья размерности»: при увеличении размерности на 1 необходимо увеличивать ресурс всего лишь в несколько раз.

Тем не менее, существуют задачи, при увеличении размерности которых ГА перестает быть эффективным («теорема о бесплатных обедах» – не существует алгоритма, эффективного абсолютно для любых задач) [5].

Библиографические ссылки

1. Семенкин Е. С., Семенкина О. Э., Коробейников С. П. Адаптивные поисковые методы оптимизации сложных систем. Красноярск : СИБУП, 1997.
2. Шилдт Г. Теория и практика C++. СПб. : ВHV-Санкт-Петербург, 1996.
3. Подбельский В. В. Язык C++. М. : Финансы и статистика, 2003.
4. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие. М. : Высш. образование, 2006.
5. Рубан А. И. Методы оптимизации : учеб. пособие. Красноярск : НИИ ИПУ, 2001.

O. V. Ahtyamov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

EVALUATING OF THE EFFICIENCY OF A GENETIC ALGORITHM FOR PROBLEM DEMENSION CHANGING

The features of changing efficiency of the genetic algorithm with changing demension in solving of the problem of test function optimum discovering are described. The regularity and degree of influence of the «demension curse» are detected.

© Ахтямов О. В., 2010

Т. Е. Балобан, К. В. Альшевский

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ РИСКОВ В АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Даны понятия анализа рисков, оценки рисков. Рассмотрены задачи оценки рисков. Приведены методы оценки рисков. Представлены атрибуты проекта оценки рисков и условия его выполнения.

В деятельности любого хозяйственного субъекта, особенно в сфере военно-технического сотрудничества, необходим индивидуальный подход при отборе рисков. С понятием «риск» тесно связано понятие ущерба. Если риск – это только возможное отрицательное отклонение, то ущерб – реально состоявшаяся потеря.

Анализ рисков является одним из элементов в системе управления рисками [1].

Анализ рисков – процедуры выявления факторов рисков и оценки их значимости, по сути, анализ вероятности того, что произойдут определенные нежелательные события и отрицательно повлияют на достижение целей проекта. Анализ рисков включает оценку рисков и методы снижения рисков или уменьшения связанных с ним неблагоприятных последствий.

Цель анализа рисков – дать необходимые данные для принятия решений о целесообразности проекта и выработки мер по защите от возможных финансовых потерь.

Оценка рисков – это определение количественным или качественным способом величины (степени) рисков.

Задачи оценки рисков разделяются на три типа:

– прямые, в которых оценка уровня рисков происходит на основании априори известной вероятностной информации;

– обратные, когда задается приемлемый уровень рисков и определяются значения (диапазон значений) исходных параметров с учетом устанавливаемых ограничений на один или несколько варьируемых исходных параметров;

– задачи исследования чувствительности, устойчивости результативных, критериальных показателей по отношению к варьированию исходных параметров (распределению вероятностей, областей изменения тех или иных величин и т. д.); это необходимо в связи с неизбежной неточностью исходной информации и отражает степень достоверности полученных при анализе проектных рисков результатов.

Существуют следующие методы оценки рисков [2]:

Качественная оценка может быть сравнительно простой, ее главная задача – определить возможные виды рисков, а также факторы, влияющие на уровень рисков при выполнении определенного вида деятельности. Кроме того, качественная оценка предполагает описание возможного ущерба, его стоимостной оценки и мер по снижению или предотвращению риска

(диверсификация, страхование рисков, создание резервов и т. д.).

Количественная оценка рисков предполагает использование математического аппарата, она должна дать возможность численно определить размеры отдельных рисков и риска проекта в целом.

Все многообразие рисков, с которыми сталкиваются участники дорогостоящих проектов, можно классифицировать по следующим группам: технические риски, финансовые риски, риски ответственности перед третьими лицами, политические риски.

Обобщенная процедура комплексного анализа всей совокупности рисков проекта включает в себя последовательное выполнение этапов качественного и количественного анализа рисков.

Качественный анализ начинается с содержательного описания проекта. При этом выявляются все характерные, с точки зрения влияния на размер возможных потерь, атрибуты проекта оценки рисков и условия его выполнения:

– используемое для реализации проекта оборудование;

– содержание и условия проведения работ по подготовке проекта;

– наличие программ обеспечения надежности и безопасности составных частей проекта;

– численность, квалификация и опыт работы привлекаемого персонала;

– перечень и характер опасностей и нежелательных событий, возникновение которых может привести к нанесению ущерба какой-либо из сторон при реализации проекта, возможные источники и условия их возникновения;

– ожидаемый доход от реализации проекта.

Рассмотрим идентификацию и оценку крупных рисков в системе военно-технического сотрудничества и авиационно-космической отрасли. Оценка предпринимательских рисков в сфере военно-технического сотрудничества характеризуется большим и не всегда четко определенным набором рискованных ситуаций, крупными размерами убытков при меньшей частоте их возникновения, а также усложненной и растянутой во времени системой определения размеров и причин возникновения этих убытков. Современная методология оценки предпринимательских рисков в этой сфере деятельности предприятий и организаций оборонно-промышленного комплекса включает учет статистики действительных ущербов, которые произошли в мировой промышленности.

Комплексный анализ рисков призван решать задачи сбора, обобщения и представления первичной информации о наличии и путях проявления опасных факторов, способных наносить те или иные виды ущерба при реализации проектов, выявлять страховые риски и оценивать их количественные показатели.

Библиографические ссылки

1. Хохлов Н. В. Управление риском. М. : ЮНИТИ-Дана, 2007.
2. Ковалев В. В. Методы оценки инвестиционных проектов. М. : Финансы и статистика, 2008.

T. E. Balaban, K. V. Alshevskiy

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

RISKS ASSESSMENT IN AEROSPACE COMPLEXES

The concepts of risk analysis, risks assessments are given. Risks assessment tasks are considered. Risks valuation methods are presented. The attributes of the risks assessment project and the conditions of its accomplishment are presented.

© Балобан Т. Е., Альшевский К. В., 2010

УДК 62.506.1

Д. В. Безмен, Л. Н. Голуб, А. В. Медведев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

О СХОДИМОСТИ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КРИВОЙ РЕГРЕССИИ

Рассматриваются асимптотические свойства непараметрической оценки кривой регрессии по наблюдениям с ошибками. При этом требования сходимости непараметрических оценок несколько ослаблены, в частности, рассматривается класс непрерывных и недифференцируемых функций. Доказывается асимптотическая несмещенность оценки кривой регрессии и сходимость в среднем.

При моделировании дискретно-непрерывных процессов часто используются регрессионные модели. Рассмотрим непараметрическую оценку кривой регрессии и ее свойства.

Дана выборка $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_s, y_s)$ из s независимых наблюдений двумерной случайной величины (X, Y) с плотностью вероятности $p(x, y)$. Пусть $p(x), p(y)$ – плотности вероятностей случайных величин X, Y , а $y(x) = M\{y|x\}$ – кривая регрессии Y по X , где $M\{y|x\}$ – условное математическое ожидание. В дальнейшем будем считать $p(x)$ и $p(y)$ непрерывными во всей области определения.

Рассмотрим некоторые свойства непараметрической оценки кривой регрессии при $s \rightarrow \infty$. В качестве оценки кривой регрессии примем следующее [1]:

$$y_s(x) = \sum_{i=1}^s y_i(x) \Phi\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right) \cdot \left(\sum_{i=1}^s \Phi\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right)\right)^{-1}, \quad (1)$$

где $\Phi\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right)$ – некоторая функция («ядро»), обладающая следующими свойствами:

- 1) ограниченностью;
- 2) четностью;

$$3) \frac{1}{c_s} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right) dx = 1;$$

$$4) \frac{1}{c_s} \lim_{s \rightarrow \infty} \Phi\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right) = \delta(x-x_i);$$

$$5) \lim_{s \rightarrow \infty} s c_s = \infty;$$

$$6) \lim_{s \rightarrow \infty} c_s = 0.$$

Покажем, что $\lim_{s \rightarrow \infty} M\{y(x) - y_s(x)\} = 0$. Запишем формулу (1) в виде

$$y_s(x) \sum_{i=1}^s \Phi\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right) - \sum_{i=1}^s y_i(x) \Phi\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right) = 0.$$

Далее, заменим $y_s(x)$ на $y(x)$. Полученное выражение $y(x) \sum_{i=1}^s \Phi\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right) - \sum_{i=1}^s y_i(x) \Phi\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right)$ от- лично от нуля.

Покажем, что

$$\lim_{s \rightarrow \infty} M \left\{ y(x) \sum_{i=1}^s \Phi\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right) - \sum_{i=1}^s y_i(x) \Phi\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right) \right\} = 0. \quad (2)$$

Учитывая, что $y(x) = M\{y|x\}$, приходим к выражению

$$\lim_{s \rightarrow \infty} \frac{1}{c_s} \int_{\Omega(t)} y(x) \Phi\left(\frac{x-t}{c_s}\right) p(t) dt - \frac{1}{c_s} \int_{\Omega(t)} y(t) \Phi\left(\frac{x-t}{c_s}\right) p(t) dt = \Psi.$$

Воспользовавшись теоремой о среднем [2], получаем:

$$\lim_{s \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{c_s} y(x) \int_{x-c_s}^{x+c_s} \Phi\left(\frac{x-t}{c_s}\right) p(t) dt - \frac{1}{c_s} y(\theta) \times \int_{x-c_s}^{x+c_s} \Phi\left(\frac{x-t}{c_s}\right) p(t) dt \right) = \frac{1}{c_s} y(x) \int_{x-c_s}^{x+c_s} \Phi\left(\frac{x-t}{c_s}\right) p(t) dt - \frac{1}{c_s} y(x) \int_{x-c_s}^{x+c_s} \Phi\left(\frac{x-t}{c_s}\right) p(t) dt = 0, \quad \theta \in [x-c_s; x+c_s]$$

(с ростом s , $\theta \rightarrow x$).

Пользуясь теоремой о непрерывности [3], можно доказать, что $\lim_{s \rightarrow \infty} D\{y_s(x)\} = 0$.

Из

$$M\left\{\left(y(x) - y_s(x)\right)^2\right\} = \left(D\{y_s(x)\} + \left(y(x) - M\{y_s(x)\}\right)^2\right)$$

получаем, что $\lim_{s \rightarrow \infty} M\left\{\left(y(x) - y_s(x)\right)^2\right\} = 0$.

Таким образом, доказана сходимости в среднем.

Библиографические ссылки

1. Надарая Э. А. Непараметрические оценки кривой регрессии / АН ГрузССР. 1964. С. 56–68.
2. Медведев А. В. Непараметрические системы адаптации. Новосибирск : Наука, 1983. С. 21–34.
3. Курант Р. Курс дифференциального и интегрального исчисления. М. : Наука, 1970. Т. 2.

D. V. Bezmen, L. N. Golub, A. V. Medvedev

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

TO NONPARAMETRIC ESTIMATOR CONVERGENCE OF CURVE REGRESSION

The asymptotical properties of curve regression nonparametric estimator are considered. The convergence requirements of nonparametric estimators are expanded, the class of continuous approximated functions is particularly studied. Asymptotical nonbias of regression curve evaluation and convergence on the average are proved.

© Безмен Д. В., Голуб Л. Н., Медведев А. В., 2010

УДК 621.391

В. А. Бессонов, В. А. Пахотин, К. В. Власова, С. В. Молостова

Российский государственный университет имени И. Канта, Россия, Калининград

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА ПРИЕМНЫХ МНОГОКАНАЛЬНЫХ АНТЕНН

Представлены основы обработки пространственных сигналов с помощью многоканальных антенных систем. В рамках метода максимального правдоподобия анализируются оптимальные алгоритмы обработки, выводятся дисперсия Рао–Крамера для азимута и угла места пространственного сигнала. Определяется частотный диапазон и оптимальная конфигурация многоканальной антенной системы.

Фазированные антенные решетки (ФАР) широко известны. Они обеспечивают высокоэффективную обработку пространственных сигналов в области радиолокации. В области пеленгации ионосферных сигналов используются многоканальные антенные системы. Они отличаются от ФАР тем, что сигналы от элементарных вибраторов антенной системы с помощью многоканальных приемников и АЦП передаются в ЭВМ. В этом случае реализуется многоканальная антенная система, отображающая распределение напряженности поля по вибраторам. Основная обработка пространственной и временной информации при этом производится в цифровом виде в ЭВМ. Заменяя

элементарные вибраторы на элементы Гюйгенса и переходя к интегральным зависимостям, можно ввести представления о пространственно-временном сигнале и его обработке методами теории оптимального приема [1]. В результате оказывается возможным провести полный анализ эффективности приемных как дискретных, так и непрерывных (зеркальных) антенных систем с оценкой дисперсии азимута и угла места по выражению Рао–Крамера [2].

В работе изложены основы теории многоканальных приемных систем. Определяется оптимальный алгоритм обработки пространственной и пространственно-временной информации. Выводятся выражения

для дисперсии азимута и угла места плоской волны. Определяется оптимальное расположение в пространстве элементарных вибраторов и частотный диапазон антенной системы. Обсуждаются вопросы эффективности трехмерной антенной решетки.

Основой анализа многоканальных антенных систем является функция правдоподобия, записанная в дискретном или интегральном виде для пространственного или пространственно-временного принятого сообщения. Решая уравнения правдоподобия, можно получить оптимальный алгоритм обработки принятой информации. Двойное дифференцирование функции правдоподобия по азимуту и углу места позволяет получить оценки дисперсии азимута и угла места.

Если излучение приходит с направления $\alpha = 90^\circ$ (перпендикулярно оси X системы координат), тогда дисперсия азимута D_α и дисперсия угла места D_β определяются выражениями

$$\begin{aligned} D_\alpha &= \frac{48}{7(2\pi)^2} \frac{\sigma^2}{U^2 NM} \frac{\lambda^2}{X^2} \frac{1}{\cos^2 \beta}, \\ D_\beta &= \frac{48}{7(2\pi)^2} \frac{\sigma^2}{U^2 NM} \frac{\lambda^2}{Y^2} \frac{1}{\sin^2 \beta}, \end{aligned} \quad (1)$$

где σ^2 – дисперсия шума; U – амплитуда сигнала; λ – длина волны; N, M – количество вибраторов вдоль осей X и Y .

В выражениях (1) выделяются три сомножителя, определяющих дисперсии D_α и D_β . Первый сомножитель $\frac{\sigma^2}{U^2 NM}$ определяет отношение шум/сигнал или отношение дисперсии шума к энергии сигнала. Второй сомножитель $\frac{\lambda^2}{X^2}$ определяет относительную апертуру антенной системы в направлении X . Третий сомножитель $\frac{1}{\cos^2 \beta}$ определяет зависимость дисперсии азимута от угла места. Азимут теряет смысл при угле места $\beta = 90^\circ$. Для дисперсии D_β третий сомножитель $\frac{1}{\sin^2 \beta}$ определяет увеличение дисперсии при

малых углах места. Это проблема малых углов, характерная для практических измерений при пеленгации ионосферных сигналов.

При учете временных срезов данных, получаемых на вибраторах плоской решетки, выражения для дисперсий изменяются:

$$\begin{aligned} D_\alpha &= \frac{42}{5(2\pi)^2} \frac{\sigma^2}{U^2 NMK} \frac{\lambda^2}{X^2} \frac{1}{\cos^2 \beta}, \\ D_\beta &= \frac{42}{5(2\pi)^2} \frac{\sigma^2}{U^2 NMK} \frac{\lambda^2}{Y^2} \frac{1}{\sin^2 \beta}, \end{aligned} \quad (2)$$

где K – количество временных срезов данных ($K = \frac{T}{\tau}$), взятых через интервал корреляции τ .

Таким образом, добавка временных срезов данных через интервал $\Delta t = \tau$, полученных на антенной решетке размером $N \times M$, приводит к положительному результату. Появилась обратно пропорциональная зависимость от количества срезов данных K , и при $K > 2$ дисперсия D_α и D_β с учетом временных срезов будет меньше дисперсии без временных срезов. Следовательно, добавление срезов данных приводит к уменьшению дисперсии в оценке α и угла места β . Кроме того, при недостатке количества вибраторов $N \times M$ информацию можно дополнить за счет временных срезов K . В этом случае дисперсия D_α , а также D_β могут быть доведены до приемлемого уровня. Итак, получены аналитические выражения для дисперсии оценок параметров плоской волны. Совместная обработка сигнала увеличивает количество информации, а следовательно, и эффективность обработки данных.

Библиографические ссылки

1. Перов А. И. Статистическая теория радиотехнических систем : учеб. пособие для вузов. М. : Радиотехника, 2003.
2. Анализ эффективности многоканальных антенных систем / К. Ю. Королев [и др.] // Известия вузов России. Радиоэлектроника, 2006. Вып. 5. С. 44–49.

V. A. Bessonov, V. A. Pakhotin, K. V. Vlasova, S. V. Molostova
Russian State University named after I. Kant, Russia, Kaliningrad

THEORETICAL FRAMEWORK OF THE RECEPTION MULTICHANNEL ANTENNA ANALYSIS

The basis of the spatial signals processing using multichannel antenna systems is presented. In the maximum likelihood method the optimal processing algorithms are analyzed, the variance of the Cramer-Rao for the azimuth and elevation of the spatial signal is deduced. The frequency range and the optimal configuration of multi-channel antenna system are determined.

**ОБ АДАПТИВНЫХ МОДЕЛЯХ ПРОЦЕССА НАКОПЛЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ
В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ**

Рассматриваются некоторые классы адаптивных моделей процесса накопления вредных веществ, соответствующие различным уровням априорной информации. Проанализирован случай построения обучающихся моделей.

Существуют экологические факторы, негативно влияющие на организм человека, в том числе употребляемая пища [1]. Под вредными веществами, содержащимися в пище, будем подразумевать вещества, на расщепление, усвоение или нейтрализацию которых организм человека затрачивает дополнительные ресурсы здоровья, иммунитета и защитных систем [2].

Оценку факторов, влияющих на накопление вредных веществ в пище, проводят работники санитарно-эпидемиологической станции (смывы с рук работников и рабочих поверхностей, пробы масла для фритюра и т. д. (СанПИН 1.1.1058-01, СанПИН 2.3.6.1079-01)).

Процессы накопления вредных веществ в пище относятся к классу дискретно-непрерывных процессов. При моделировании подобных процессов естественно использовать теорию идентификации. Причем возможно построение как параметрических (идентификация в «узком смысле»), так и непараметрических (идентификация в «широком смысле») моделей [3]. В случае идентификации в «широком смысле» априорной информации для обоснованного выбора параметрической структуры недостаточно.

Пусть уравнение процесса имеет вид $g(u(t)) = A(u(t), \xi(t))$, где A – неизвестный оператор процесса, $u(t)$ – управляемая переменная; $\xi(t)$ – случайные помехи; $g(u(t))$ – выходная переменная; t – время.

Ниже мы остановимся на нескольких вариантах построения модели.

Параметрические модели. Первый вариант состоит в предварительном выборе (на основании имеющейся априорной информации) параметрической структуры модели $\bar{g}(u(t)) = \bar{A}(u(t), \alpha)$, где α – вектор параметров; \bar{A} – параметрический (выбранный на основании априорных сведений) оператор модели, и последующей оценке параметров α по выборке $\{g(t_i), u(t_i), i = 1, 2, \dots, n\} = \{\bar{g}(t_n), \bar{u}(t_n)\}$.

Регрессионные модели. Второй путь состоит в построении регрессионной модели как оценки условного математического ожидания выходной переменной в зависимости от входной $\bar{g}(t) = M\{g/u\}$. Если принять тот или иной вид условной плотности вероятности $p(g/u)$ (например, нормальный закон распределения), то оценив параметры условной плотности ве-

роятности, можно вычислить математическое ожидание \bar{g} при фиксированном u , т. е.

$$\bar{g}(t) = \int_{\Omega(g)} gp(g, \beta/u) dg,$$

где β – вектор параметров выбранной функции условной плотности вероятности.

Непараметрические модели. Третий путь состоит в непараметрическом оценивании кривой регрессии по данным наблюдений $\{\bar{g}(t_n), \bar{u}(t_n)\}$. В этом случае этап выбора параметрической структуры модели отсутствует, т. е. $g_n(u) = \bar{A}(u(t), \bar{g}(t_n), \bar{u}(t_n))$. В частности, непараметрическая модель исследуемого процесса имеет вид [3]:

$$g_s(u_1, \dots, u_n) = \sum_{i=1}^s g_i \prod_{j=1}^n \Phi\left(\frac{u_j - u_{ji}}{c_s}\right) / \sum_{i=1}^s \prod_{j=1}^n \Phi\left(\frac{u_j - u_{ji}}{c_s}\right),$$

где $u = (u_1, \dots, u_n)$ – вектор входных переменных;

$g_s(u_1, \dots, u_n)$ – выход модели; $\Phi\left(\frac{u_j - u_{ji}}{c_s}\right)$ – колоколо-

образные функции; c_s – параметр размытости – удовлетворяют некоторым условиям сходимости [3].

При наличии запаздываний в исследуемом процессе непараметрическая модель может быть представлена в следующем виде [4]:

$$g_s(u_1, \dots, u_n) = \sum_{i=1}^s g_i \prod_{j=1}^n \Phi\left(\frac{u_j - u_{ji-\tau_j}}{c_s}\right) / \sum_{i=1}^s \prod_{j=1}^n \Phi\left(\frac{u_j - u_{ji-\tau_j}}{c_s}\right).$$

Обучающиеся модели. Особым способом идентификации параметров моделей является адаптивный режим. При этом, по мере поступления измерений входа-выхода процесса, параметры корректируются. Пусть модель объекта описывается уравнением

$$\hat{g} = \sum_{i=1}^N \alpha_{in} \phi_i(u),$$

где \hat{g} – выход модели; α_{in} – вектор параметров; ϕ_i^* , $i = \overline{1, N}$ – система линейно независимых функций. Примем критерий оптимальности в виде

$$R(\alpha) = M\{(g - \hat{g})^2\} = M\{(g - \sum_{i=1}^N \alpha_i \phi_i(u))^2\} \rightarrow \min_{\alpha}.$$

Тогда рекуррентный алгоритм оценки параметров имеет вид [5]:

$$\alpha_{jn} = \alpha_{j(n-1)} + \gamma_{jn} (g_n - \sum_{i=1}^N \alpha_{i(n-1)} \phi_i(u_n)) * \phi_i(u_n), j = \overline{1, N},$$

где γ_n удовлетворяет условиям Роббинса и Монро. В качестве начальных значений α_0 принимаем значения параметров, полученных ранее по методу наименьших квадратов. Тем самым этот прием позволит реализовать идею построения обучающихся моделей [5]. Наряду с пассивным накоплением информации можно придать этому процессу также и активное накопление информации с целью уточнения поведения модели в интересующих нас областях протекания процесса.

Библиографические ссылки

1. Эйвери Д. Опасность продовольствия. Риск здравоохранения и окружающей среды / под ред. J. Моррис. Оксфорд : Butterworth-Heinemann, 1999.

2. Изменение растительных масел под воздействием высоких температур / А. Н. Лисицин [и др.] // Вестник Всерос. науч.-исслед. ин-та жиров. 2007. № 1. С. 7–10.

3. Надарая Э. А. Непараметрическое оценивание плотности вероятностей и кривой регрессии. Тбилиси : Изд-во Тбилис. ун-та, 1983.

4. Медведев А. В. Элементы теории непараметрических систем управления // Актуальные проблемы информатики, прикладной математики и механики. Ч. 3. Информатика. Новосибирск ; Красноярск : Изд-во СОРАН, 1996. С. 87–112.

5. Цыпкин Я. З. Основы информационной теории идентификации / Главная редакция физико-математической литературы. М. : Наука, 1984.

R. S. Boyko

Siberian state aerospace university named after M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

TO ADAPTIVE MODELS OF HARMFUL SUBSTANCES ACCUMULATION PROCESS IN FOOD PRODUCTS

Some classes of harmful substances accumulation adaptive models are viewed. These classes correspond to different levels of prior information. The case of educative models building is analyzed.

© Бойко Р. С., 2010

УДК 65.012.122

М. А. Бразговка

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПОСТРОЕНИИ МОДЕЛИ РОЗНИЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Описывается подход к построению математической модели зависимости объемов реализации розничного предприятия и его прибыли от цены и динамики изменения объемов реализации. Основное внимание уделяется определению максимально влияющих факторов.

Высокая динамика изменения современного рынка, постоянное и тесное взаимодействие предприятий различного профиля приводят к тому, что предприятие использует разнообразные стратегии поведения, вступая в кооперативные отношения с другими фирмами, ведя конкурентную борьбу за заказы и ресурсы. В этой ситуации крайне сложно построить жесткие бизнес-процессы, которые бы обеспечивали сохранение эффективности работы предприятия при постоянном изменении внешних условий. Таким образом, весьма актуальным является правильная организации учета и, что особенно важно в условиях самоокупаемости, организация анализа и планирования деятельности предприятия.

При проведении анализа необходимо изучить и обработать огромный объем информации, который в дальнейшем надо будет хранить. В связи с этим необходимо применять современные средства хранения и обработки данных. В данном направлении существует достаточно много исследований, результаты которых

отражены в российских и международных стандартах. Отмечается, что несмотря на универсальность информационных технологий, требуется приложить дополнительные усилия при их использовании для решения прикладных задач [1]. В этом случае моделирование на ЭВМ поведения некоторых систем является все более эффективным способом для исследования объекта, так как помогает получить ответы на вопросы, связанные с поведением объекта в условиях изменения некоторых факторов и условий на рынке. В ходе разработки модели системы необходимо построить мир предприятия, описать возможные отношения между отделами и, как результат, описать микроэкономику предприятия. В статье рассмотрены основные особенности применения моделирования для предприятия розничной торговли.

Под *моделированием* понимается процесс воспроизведения интересующих нас характеристик объекта на другом материальном или мысленном объекте с целью упрощения исследования объекта. Модель

есть отражение существенных сторон реальной системы в удобной форме, представляющее информацию о ней [2].

Модель, воспроизводящая объект, строится для предсказания поведения объекта. В качестве объекта здесь выступает потребительский рынок. Данная система характеризуется большим количеством входов (факторов влияния), большим влиянием случайных факторов.

При решении задачи построения модели потребительского спроса на товары учитывается следующее:

- информационная база, на которой строится модель, содержит однотипные данные о хозяйственных операциях, что является недостаточным для всестороннего изучения проблемы;

- в условиях неопределенности специалист не может иметь необходимую ему информацию, в связи с чем анализ потребительского спроса сводится к ретроспективному анализу деятельности предприятия;

- огромное количество исследуемых систем, определяемое широтой товарного ассортимента, диктует необходимость построения простой математической модели, не требующей значительных вычислительных затрат;

- однотипность информации в базе данных аналитического учета товаров позволяет построить математическую модель, учитывающую влияние лишь тех факторов, влияние которых на исследуемый объект максимально.

К числу таких факторов можно отнести ассортимент предлагаемых товаров, цену, сезонный фактор. Если исследуемый период имеет ограниченную продолжительность, то влиянием сезонного фактора можно пренебречь.

Поскольку любое исследование спроса имеет конечной целью максимизацию прибыли от продажи товаров, выходными параметрами модели должны являться показатели прибыли, основными из которых являются рентабельность и оборачиваемость.

Таким образом, данную задачу можно свести к определению зависимости объемов реализации и, как следствие, прибыли от цены и определению динамики изменения объемов реализации.

Характеристикой зависимости объемов реализации от цены является *эластичность спроса* – показатель, характеризующий на сколько процентов изменится спрос на свободном рынке при изменении цены на 1 %. Спрос, имеющий тенденцию изменяться в зависимости от незначительных изменений цен, называют эластичным и наоборот [3].

Простая математическая модель, например линейная, потребительского спроса может быть получена путем изучения динамики изменения спроса при изменении цены.

Необходимые исходные данные для такого исследования могут быть получены из базы данных автоматизированной системы учета. Данные о закупаемых партиях товаров могут быть получены из базы данных прихода товаров на склад, данные о реализации (объем ежедневной реализации и уровень розничных цен) – из базы данных расхода товаров. Введение количественного учета товаров в рознице позволит существенно повысить достоверность результатов исследования.

Системный подход заключается в рассмотрении предприятия не как отдельного элемента, а в совокупности с поставщиками и потребительским спросом. Это, в свою очередь, ведет к появлению новых задач или новых ограничений [2]. Например, для решения задачи организации своевременного закупа товаров достаточно ввести режим просмотра базы данных товаров в порядке возрастания предполагаемого срока реализации товара. При решении задачи формирования заявки на поставку товара от поставщика к предприятию, возникает задача формирования «портфеля поставщиков», с которыми будет работать предприятие в течение года.

Таким образом, модель розничного предприятия отображает потребности и возможности реальных объектов, но логику принятия решений следует задавать для каждого предприятия с учетом максимально влияющих факторов. Первоначально эта логика определяется в ходе системного анализа потребностей и возможностей реального предприятия, затем непрерывно корректируется в ходе обработки событий автоматически.

Библиографические ссылки

1. Казаковцев Л. А., Благодарь И. В. Подходы к автоматизации задач планирования ассортимента на торговом предприятии // Вестник НИИ СУВПТ, посвящ. 10-летию создания Рос. инж. акад. : сб. науч. тр. / под общ. ред. проф. Н. В. Василенко ; Красноярск : НИИ СУВПТ, 1999. Вып. 2. С. 127–144.
2. Системный анализ: проектирование, оптимизация и приложения / под общ. ред. А. Н. Антамошкина ; Сиб. аэрокосмич. акад. Красноярск, 1996. Т. 2.
3. Чеканский А. Н., Фролова Н. Л. Теория спроса, предложения и рыночных структур. М. : МГУ : ТЕИС, 1999.

M. A. Brazgovka

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE SYSTEMATIC APPROACH TO RETAIL ENTERPRISE MODEL CONSTRUCTING

Technique of making mathematical representation of dependence of retailer's volume on sales and its profit on price and volume of sales changing intensity are described. The main focus is on maximal influencing factors detection.

© Бразговка М. А., 2010

Т. В. Бурнышева

Новокузнецкий филиал – институт Кемеровского государственного университета, Россия, Новокузнецк

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ ФЕРМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Предлагается двухуровневая математическая модель расчета коэффициентов концентрации напряжений, основанная на аналитическом решении идеализированной задачи и получении поправок путем полного дискретного моделирования ферменных оболочечных конструкций из композиционных материалов. Поправочные коэффициенты позволяют учесть степень влияния обшивки, геометрии и размеров вырезов и окантовок на напряженно-деформированное состояние системы стержней и конструкций в целом.

Решается задача анализа концентрации напряжений в ферменных оболочечных конструкциях из композиционных материалов, содержащих вырезы технологического или конструктивного назначения. Конструкции рассматриваемого класса представляют собой систему коротких спиральных, кольцевых стержней из композиционных материалов и обшивку.

При проектировании таких конструкций наибольший интерес представляет исследование концентрации напряжений вблизи отверстий. Снижение напряжений на кромках вырезов требует их усиления окантовками, которые, в силу особенностей конструкций из композиционных материалов, также являются концентраторами напряжений. При исследовании концентрации напряжений вблизи вырезов необходимо учесть и отследить множество факторов, таких как размеры и геометрическая форма технологических отверстий, число окантовок и их геометрические и физико-механические параметры, а также приложенные к конструкции нагрузки. Провести анализ комплексного влияния всех этих факторов возможно только путем математического моделирования различных видов конструкции с учетом варьирования геометрии вырезов, количества окантовок, их размеров и материалов, нагрузок.

Предлагается двухуровневая математическая модель расчета концентрации напряжений, основанная на аналитическом решении идеализированной задачи и получении поправок путем полного дискретного моделирования системы стержней, обшивки, окантовок конструкции. Математическая модель реализована, в том числе, в пакете прикладных программ с использованием методов математического моделирования, численных методов решения краевых задач [1]. Поля напряжений в ферменных оболочках определяются численно, на основе метода конечных элементов [2]. Коэффициенты концентрации рассчитываются как отношение напряжений конструкции к фоновым напряжениям. В качестве фоновых выбираются напряжения в конструкции без учета вырезов.

На первом этапе решается задача расчетно-теоретического анализа фоновых напряжений в описанных оболочечных конструкциях при отсутствии обшивки. К полученным аналитическим оценкам напряжений и деформаций рассчитываются поправоч-

ные коэффициенты. Для их получения проводится полное дискретное моделирование конструкций.

В связи с наличием в рассматриваемых оболочках диагональных подкрепляющих элементов, представляющих собой стержни сплошного прямоугольного сечения из полимерных композиционных материалов с малым по величине модулем поперечного сдвига, наиболее подходящим для их моделирования представляется подход с использованием сдвиговой модели балки Тимошенко [3]. Задача решается в физически и геометрически линейной постановке. В качестве исходных принимаются следующие гипотезы: отличны от нуля только напряжения растяжения/сжатия и напряжения поперечного сдвига; плоские до деформации поперечные сечения стержня остаются после деформации плоскими, но перестают быть ортогональными к изогнутой оси. Деформирование обшивки и окантовок описывается на основе гипотезы Кирхгофа–Лява [4].

На втором этапе оценивается степень влияния обшивки на напряженно-деформированное состояние системы стержней и конструкций в целом. Получены упрощенные аналитические оценки напряжений в ферменной оболочке с обшивкой в безмоментном приближении и вычисленные к ним поправочные коэффициенты, учитывающие изгиб ферменной структуры. Получена оценка влияния модулей упругости обшивки, геометрических характеристик ферменной конструкции на напряженно-деформированное состояние оболочки.

На третьем этапе с использованием полнофакторного численного эксперимента получены поправочные коэффициенты напряжений и деформаций, позволяющие учесть геометрию, размеры вырезов и окантовок конструкции.

Практическая значимость полученных результатов заключается в построении методики расчета напряжений в конструкциях типа ферм, состоящих из коротких стержней из композиционных материалов. Описанная методика может быть использована при проектировании конструкций машиностроительного назначения.

Библиографические ссылки

1. Развитие пакета программ математического моделирования сопряженных задач механики неодно-

родных конструкций / Т. В. Бурнышева [и др.] // Вестник Кемеров. гос. ун-та. 2010. № 1 (41).

2. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике : пер. с англ. / под ред. Б. Е. Победри. М. : Мир, 1975.

3. Разработка методики, алгоритмов и программ для расчета напряженно-деформированного состоя-

ния конструкций из композиционных материалов. Статика конструкций : отчет о НИР / рук. Каледин В. О.; Новокузнецк, 1985. 102 с. № ГР 01850039154. Деп. в ВНИИЦ. Инв. № 02860024610.

4. Механика композитных материалов и элементов конструкций / А. Н. Гузь [и др.] : в 3 т. Т. 2. Механика элементов конструкций. Киев : Наук. думка, 1983.

T. V. Burnysheva

Kemerovo State University, Novokuznetsk Branch, Russia, Novokuznetsk

CALCULATION OF CONCENTRATION AT A STATIC DEFORMATION TRUSS OF COMPOSITE MATERIALS

The two-level mathematical model of calculation of the stress concentration coefficients based on the analytic solution of the idealized problem and obtaining the amendments by the full discrete model truss shell structures of composite materials is proposed. The correction indexes enable to take into account the degree of the cladding influence, the geometry and dimensions of cutouts and bordering on the stress-strain state of the system of rods and structures in general.

© Бурнышева Т. В., 2010

УДК 681.3:16:62-52

В. В. Веселов

ОАО «Красноярский машиностроительный завод», Россия, Красноярск

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА НОРМ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ

Представлена программа, позволяющая рассчитывать норму расхода материалов на деталь без разработки технологического процесса. Программа предназначена для машиностроительных предприятий.

На современном производстве одной из важнейших составляющих себестоимости изделия является норма расхода материалов, быстрый и качественный расчет которой является залогом верного расчета себестоимости изделия. Эта работа должна быть проведена максимально быстро и точно. Если норма расхода, а соответственно, и цена будут завышены, то заказчик уйдет к другому производителю, а с другой стороны, норма если окажется заниженной, то страдает производитель.

Большая часть современного программного обеспечения системы технологической подготовки производства, представленного на рынке, предлагает выполнять поддетальный расчет норм расхода материалов на основе разработанного технологического процесса. Но несмотря на то, что разработка технологического процесса позволяет определить все используемые в производстве детали материалы, включая вспомогательные, такие сроки разработки норм расхода оказываются слишком велики. Так как основную стоимость составляет основной материал детали, а разработка технологических процессов на каждую деталь и сборочную единицу изделия требует существенных затрат времени, целесообразным является разработка поддетальных норм расхода на основании чертежей и соответствующих нормативов припусков на обработку [1].

Представленная программа позволяет рассчитывать норму расхода и размеры необходимой заготовки

для деталей, не требующих деформирующих методов обработки (ковка, гибка и т. п.). По определению, *норма расхода материалов на изделия (детали)* – максимально допустимое плановое количество материала на изготовление изделия (детали) при установленном качестве и условиях производства [2]. Соответственно, для определения норм расхода по установленным нормативам возможно использование максимальных значений припусков, исходя из имеющегося на предприятии оборудования.

Исходными данными для расчета в программе являются габаритные размеры детали по чертежу, тип заготовки (лист, труба, круг и т. д.), а также указание необходимых методов обработки (разрезка, подрезка торцов, шлифовка и т. п.). После чего формируется SQL-запрос к базе данных нормативных припусков и рассчитываются размер заготовки и норма расхода материала.

Внедрение данного программного продукта позволит значительно сократить время разработки норм расхода материалов, снизить вероятность ошибок инженера и, кроме того, сократить время обучения работника бюро материальных нормативов.

Основной проблемой при разработке программы оказалась разработка универсального алгоритма для выбора требуемых припусков, а также адаптация отраслевых справочников для работы с данным алгоритмом.

Библиографический список

1. Нормирование расхода материалов : учеб. пособие / под ред. С. А. Кулиша, А. К. Шубникова. М. : Высш. шк., 1976.

2. Материалоемкость изделий машиностроения. Термины и определения : ГОСТ 27782–88. Введ. 1989–01–01. М. : Гос. комитет СССР по стандартам : Изд-во стандартов, 1988.

V. V. Veselov

JSC «Krasnoyarsk machine-building plant», Russia, Krasnoyarsk

PROGRAM CALCULATION OF MATERIAL REQUIREMENT

This program is intended for calculation of material requirements for a detail without development of technological process. The program is designed for the machine-building enterprises

© Веселов В. В., 2010

УДК 539.374

О. В. Гомонова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

НОВОЕ ПОЛЕ СКОРОСТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРАНДТЛЯ*

Построено новое поле скоростей для плоской задачи идеальной пластичности, которое может быть использовано для описания сжатия тонкого пластического слоя между двумя жесткими и шероховатыми плитами.

Система уравнений двумерной задачи идеальной пластичности при условии текучести Мизеса имеет следующий вид [1]:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

$$(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau^2 = 4k^2,$$

$$2\tau \left(\frac{\partial v_x}{\partial x} - \frac{\partial v_y}{\partial y} \right) = (\sigma_x - \sigma_y) \left(\frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x} \right), \quad (2)$$

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} = 0,$$

где σ_x, σ_y, τ – компоненты тензора напряжений; v_x, v_y – компоненты вектора скорости деформации частиц среды; k – постоянная пластичности.

Одним из наиболее известных и практически важных решений уравнений (1) является решение, найденное Л. Прандтлем:

$$\sigma_x = -p - k \left(x - 2\sqrt{1 - y^2} \right), \quad \sigma_y = -p - kx, \quad \tau = ky, \quad (3)$$

где p – произвольная постоянная. Это решение описывает, в частности, сжатие тонкого слоя пластического материала между жесткими и шероховатыми плитами.

Для решения (3) уравнения (2) запишутся следующим образом:

$$y \left(\frac{\partial v_x}{\partial x} - \frac{\partial v_y}{\partial y} \right) = \sqrt{1 - y^2} \left(\frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x} \right), \quad (4)$$

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} = 0.$$

В настоящее время известно два класса решений этой системы уравнений: решение Надаи [1] и решение Ивлева–Сенашова [2], которые имеют вид:

$$v_x = -\alpha x + \beta x - \alpha \arcsin y - \alpha y \sqrt{1 - y^2} - 2\beta \sqrt{1 - y^2} + C_1,$$

$$v_y = \alpha \left(\frac{x^2}{2} + \frac{y^2}{2} \right) - \beta y + C_2,$$

где α, β, C_1, C_2 – произвольные постоянные (при $\beta = 0$ получаем решение Надаи).

В работе получено новое поле скоростей, которое можно использовать для описания течения пластической среды между плитами, сближающимися с постоянными скоростями. Для этого случая рассматривались следующие граничные условия:

$$v_x|_{y=1} = v_1, \quad v_y|_{y=-1} = v_2,$$

где v_1, v_2 – некоторые постоянные, описывающие скорости движения соответствующих плит.

*Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (код проекта П1121).

Найденное новое поле скоростей имеет вид

$$v_x = \left(v_1 \cos \theta - \frac{1}{2k} (v_1 + v_2) \sigma \sin \theta \right) \cos \theta - \left(\frac{1}{2k} (v_1 + v_2) \sigma \cos \theta - v_2 \sin \theta \right) \sin \theta,$$

$$v_y = \left(\frac{1}{2k} (v_1 + v_2) \sigma \cos \theta - v_2 \sin \theta \right) \cos \theta - \left(v_1 \cos \theta - \frac{1}{2k} (v_1 + v_2) \sigma \sin \theta \right) \sin \theta,$$

где

$$\sin \theta = \sqrt{\frac{1-y}{2}}, \quad \cos \theta = \sqrt{\frac{1+y}{2}}, \quad \sigma = -p - kx - \sqrt{1-y^2}.$$

Библиографические ссылки

1. Соколовский В. В. Теория пластичности. М. : Высш. шк., 1969.
2. Предельное состояние деформированных тел и горных пород / Д. Д. Ивлев [и др.]. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008.

O. V. Gomonova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russia

NEW VELOCITIES FIELD FOR PRANDTL SOLUTION

It is constructed a new velocities field for 2-dimensional ideal plasticity equations which can be used for a description of a thin layer material pressing between rough and rigid plates.

© Гомонова О. В., 2010

УДК 519.8

Я. И. Демченко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

О СХОДИМОСТИ ОДНОГО КЛАССА НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ОЦЕНОК КРИВОЙ РЕГРЕССИИ

Рассматривается задача идентификации многомерных статических процессов в условиях непараметрической неопределенности. Приводятся некоторые новые робастные непараметрические оценки кривой регрессии и краткая схема доказательства сходимости.

Задача идентификации дискретно-непрерывных процессов тесно связана с восстановлением функции регрессии по наблюдениям. Необходимость исследования новых непараметрических оценок кривой регрессии возникает в связи с тем, что на практике нужно работать с малым количеством наблюдений в выборке входных-выходных статистически независимых переменных процесса $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_s, y_s)$, где s – объем выборки, в которых присутствуют сгущения, выбросы и разреженности. В этом случае известные оценки регрессии [1] дают недостаточно хорошие результаты, и поэтому предлагается использовать новые непараметрические оценки кривой регрессии [2]:

$$\tilde{y}_s(x) = \frac{\sum_{i=1}^s y_i \left(\Phi_1 \left(\frac{x-x_i}{C_s} \right) + \Phi_2 \left(\frac{x-x_i}{C_s} \right) \right)}{\sum_{i=1}^s \left(\Phi_1 \left(\frac{x-x_i}{C_s} \right) + \Phi_2 \left(\frac{x-x_i}{C_s} \right) \right)}, \quad (1)$$

где знаменатель – оценка плотности распределения вероятности $p(x) > 0$ – $\tilde{p}_s(x)$ с точностью до $s^{-1}C_s^{-1}$; числитель с точностью до $s^{-1}C_s^{-1}$ обозначим оценкой

$\tilde{\varphi}_s(x)$; интегрируемые с квадратом ограниченные четные дельтаобразные функции $\Phi_1(C_s^{-1}(x-x_i))$, $\Phi_2(C_s^{-1}(x-x_i))$ и параметр C_s (коэффициент размытости) удовлетворяют условиям сходимости [1] и:

$$\lim_{s \rightarrow \infty} C_s^{-1} \Phi_1(C_s^{-1}(x-x_i)) = \delta(x-x_i),$$

$$\lim_{s \rightarrow \infty} C_s^{-1} \Phi_2(C_s^{-1}(x-x_i)) = \delta(x-x_i). \quad (2)$$

Для непараметрической оценки кривой регрессии по наблюдениям $\tilde{y}_s(x)$ (1) имеет место следующая **теорема**. Пусть $y(x)$ дважды дифференцируема и с вероятностью единица $p(x) > 0 \quad \forall x \in \Omega(x)$, а функции $\Phi_1(C_s^{-1}(x-x_i))$, $\Phi_2(C_s^{-1}(x-x_i))$ и параметр C_s удовлетворяют условиям сходимости (2) и свойству $C_s^{-1} \int_{\Omega(x)} \left(\Phi_1 \left(\frac{x-x_i}{C_s} \right) + \Phi_2 \left(\frac{x-x_i}{C_s} \right) \right) dx = 1$, тогда:

$$\lim_{s \rightarrow \infty} M \{ (y(x) - \tilde{y}_s(x))^2 \} = 0, \quad \forall x \in \Omega(x).$$

Доказательству теоремы предположим **лемму**.

Оценка $\tilde{y}_s(x)$ в условиях теоремы является асимптотически несмещенной.

Для доказательств воспользуемся тождеством, предложенным в [1].

Произведя простые преобразования, можно показать, что:

$$M\{y_s(x)\} = \frac{M\{\varphi_s(x)\}}{M\{p_s(x)\}} + o(x, s, C_s). \quad (3)$$

Используя схему доказательства, изложенную в [1], нетрудно показать, что:

$$\lim_{s \rightarrow \infty} M\{p_s(x)\} = p(x), \quad \lim_{s \rightarrow \infty} M\{\varphi_s(x)\} = \varphi(x), \quad (4)$$

а также:

$$\lim_{s \rightarrow \infty} M\{p_s^2(x)\} = p^2(x), \quad \lim_{s \rightarrow \infty} M\{\varphi_s^2(x)\} = \varphi^2(x), \quad (5)$$

где $p(x)$ – плотность распределения; $\varphi(x) = p(x)y(x)$; $y(x)$ – значения выходной переменной процесса.

Воспользовавшись выражениями (3) и (4), получим $\lim_{s \rightarrow \infty} M\{y_s(x)\} = y(x)$. Таким образом, лемма доказана.

С учетом леммы и выражения (5), имеем следующее: $\lim_{s \rightarrow \infty} M\{y_s^2(x)\} = y^2(x)$. Таким образом, теорема доказана.

Аналогично выглядит доказательство теоремы для оценки кривой регрессии типа оценки $\tilde{y}_s(x)$ (1), когда

вместо суммы двух функций $\Phi_1\left(\frac{x-x_i}{C_s}\right) + \Phi_2\left(\frac{x-x_i}{C_s}\right)$

имеем сумму n функций

$$\Phi_1\left(\frac{x-x_i}{C_s}\right) + \Phi_2\left(\frac{x-x_i}{C_s}\right) + \dots + \Phi_n\left(\frac{x-x_i}{C_s}\right),$$

где $n > 2$ и все n функций удовлетворяют условиям сходимости (2) и свойству $C_s^{-1} \int_{\Omega(x)} \sum_{j=1}^n \Phi_j\left(\frac{x-x_i}{C_s}\right) dx = 1$.

Теорема приведена для оценки кривой регрессии $\tilde{y}_s(x)$ (1), когда x – скалярная величина. В случае, когда x – вектор размерности k , оценка кривой регрессии выглядит как

$$\tilde{y}_s(\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^s y_i \prod_{j=1}^k (\Phi_1\left(\frac{x_j - x_j^i}{C_s}\right) + \Phi_2\left(\frac{x_j - x_j^i}{C_s}\right))}{\sum_{i=1}^s \prod_{j=1}^k (\Phi_1\left(\frac{x_j - x_j^i}{C_s}\right) + \Phi_2\left(\frac{x_j - x_j^i}{C_s}\right))}. \quad (6)$$

Доказательства для $\tilde{y}_s(\bar{x})$ (6) имеют такую же схему, что и для оценки $\tilde{y}_s(x)$ (1).

При исследовании методом статистического моделирования были получены результаты работы известной оценки кривой регрессии [1] и оценки $\tilde{y}_s(x)$ (1) в условиях малого объема выборки и наличия в ней сгущений, выбросов и разреженностей. Ошибка аппроксимации оценивалась с помощью квадратичного критерия. Оценка $\tilde{y}_s(x)$ (1) дает лучшие результаты.

Библиографические ссылки

1. Надарая Э. А. Непараметрические оценки кривой регрессии // Некоторые вопросы теории вероятностных процессов / АН Груз. ССР 1965. Вып. 5. С. 56–68.
2. Demchenko Ya. I., Medvedev A. V. Some non-parametric estimation in identification problems for stochastic systems // Probability Theory, Mathematical Statistics And Their Applications, science articles collection. Vol 3. Minsk : RIVSh, 2010. P. 86–91.

Ya. I. Demchenko

Siberian state aerospace university named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

TO CONVERGENCE OF ONE CLASS OF NON-PARAMETRIC ESTIMATIONS OF REGRESSION CURVE

An issue of multidimensional static identification processes in non-parametric uncertainty conditions is viewed. Some new robust non-parametric estimations of regression curve and a short scheme of convergence proof are presented.

© Демченко Я. И., 2010

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ИССЛЕДОВАНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ОРБИТ АСТЕРОИДОВ*

Описывается разработанный программный комплекс, автоматизирующий процесс вычисления эволюции орбит астероидов. Разработанные приложения позволяют вести вычисления в автоматическом режиме на нескольких компьютерах одновременно. Также была проведена работа по оптимизации реализации используемых алгоритмов.

В работе рассматривается разработка программного обеспечения для математического моделирования движения малых небесных тел Солнечной системы и автоматизации этого процесса.

Был создан банк данных эфемерид астероидов групп Аполлона, Амура и Атона и их тесных сближений на интервале времени с 1800 по 2206 гг. Проведено исследование эволюции орбит 7 027 малых тел. Среди них выявлено 985 объектов, тесно сближающихся с внутренними планетами, из которых 739 проходят через сферу действия Земли [1]. Полученная информация была представлена на сайте SmallBodies.ru [2]. Эти данные могут быть использованы для оценки вероятности столкновения астероидов с Землей, изучения эволюции орбит астероидов, поэтому данная задача является актуальной.

В качестве математической модели, описывающей движение астероида, использованы дифференциальные уравнения с учетом гравитационных и релятивистских эффектов в барицентрической системе координат. Эти 72 уравнения решались модифицированным методом Эверхарта 27 порядка с переменным шагом интегрирования, адаптированным для решения астероидной задачи. Критерием изменения шага служило минимальное расстояние между исследуемым объектом и объектами Солнечной системы [1]. О точности вычислений говорит тот факт, что вычисленные координаты и скорости планет были согласованы с DE405 – одной из самых точных численных теорий движения больших планет, Луны и Солнца.

Исходные данные элементов орбит астероидов были взяты из банка данных DASTCOM (Database of ASTeroids and COMets) американской Лаборатории реактивного движения на различные моменты времени.

С течением времени обнаруживаются новые объекты и уточняются орбиты существующих, потому база данных периодически пополняется. Так, с периодичностью раз в 100 дней нами производится расчет эволюции астероидов, имеющих тесные сближения с внутренними планетами, по новым (уточненным) данным. В связи с этим возникает задача расчета эволюции орбит порядка 1 500 объектов при каждом обновлении банка данных. Эта задача довольно трудоемкая, поэтому требует программного обеспечения, автоматизирующего данный процесс [3].

Алгоритм вычислений был реализован на языке C++ [3]. Было принято решение о смене компилятора с Borland C++Builder 2006 на Microsoft Visual Studio 2008 Express Edition. Так как компилятор от Microsoft отличается более высокой степенью оптимизации, как следствие, значительно возрастает быстродействие получаемой программы. Помимо этого была проделана работа по рефакторингу и оптимизации кода. В результате, быстродействие программы возросло в 4,3 раза. Так, эволюция орбиты астероида 99942 Aopphis на интервале времени с 05.01.1800 по 05.08.2206 предыдущей версией программы вычислялась за 960 с, а новой – за 110 с (при сравнении быстродействия данное значение следует умножить на два, так как новая программа ведет вычисления в два параллельно выполняющихся потока, тогда как старая создает по одному ведущему вычисления потоку на каждый объект).

Была также переработана программа, автоматизирующая процесс вычислений, с учетом того, что вычисления производятся сразу на нескольких ПК [3]. Было решено хранить задания в базе данных (в текущей версии это СУБД MySQL5, размещенное в локальной сети, однако сейчас ведется работа для адаптации работы приложений также с базой данных, размещенной на нашем сайте SmallBodies.ru). Само приложение разделено на клиентскую и серверную части. Программа, реализующая серверную часть логики, может добавлять, изменять и удалять задания на вычисления. Это приложение также может отслеживать текущий процесс вычислений и обрабатывать его результаты. Клиентское приложение производит непосредственно интегрирование эволюции движения объектов, запрашивая задания из базы данных, а по их завершении записывает в нее результаты.

Для обеспечения большей гибкости разработанных приложений часть логики была вынесена в отдельные динамические библиотеки. Так, алгоритмы интегрирования эволюции орбит астероида вынесены в библиотеку calc_dll.dll. Аналогичным образом алгоритмы перевода юлианских дат в григорианские и обратно, преобразований координат и скоростей в элементы орбит и обратно были реализованы в виде библиотеки calc_utils.dll.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального агентства по образованию (проект РНП.2.1.1//745).

Помимо этого алгоритмы сохранения и получения данных были вынесены в соответствующие динамические библиотеки. Эти библиотеки используются как серверной, так и клиентской частью. Тем самым нет дублирования кода, и при их изменении (исправлении или оптимизации алгоритмов) потребуется всего лишь подложить новую версию библиотеки без перекомпиляции всех приложений.

Таким образом, был разработан комплекс приложений, автоматизирующий процесс вычисления эволюции орбит астероидов. Данный комплекс программ был разработан с учетом роста числа ядер в современных процессорах (т. е. предпочтение отдавалось многопоточным алгоритмам работы) и того, что вычисления ведутся на нескольких компьютерах одновременно (т. е. была решена задача о синхронизации их работы). Также был значительно оптимизирован алгоритм вычислений.

S. S. Denisov

Samara State Technical University, Russia, Samara

THE DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE FOR AUTOMATIZATION OF THE ASTEROIDS' ORBITAL EVOLUTION RESEARCH PROCESS

The software system that automates the process of calculating the asteroids' orbital evolution is described. These applications allow calculating automatically on multiple computers simultaneously. Also the work on the optimization of the algorithms implementation is carried on.

© Денисов С. С., 2010

УДК 621.9.02:519.15

С. В. Ермакова

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

В. Б. Ясинский

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

ФОРМИРОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СИНТЕЗА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Рассмотрена информационная модель конструкций режущего инструмента на основе морфологических таблиц, организованных на базе фасетной системы классификации. Описаны конструктивные параметры режущего инструмента и способы синтеза объектов рассматриваемого класса.

Структурный синтез заключается в преобразовании описаний проектируемого объекта: исходное описание содержит информацию о требованиях к свойствам объекта, об условиях его функционирования, ограничениях на элементный состав и т. п., а результирующее описание должно содержать сведения о структуре, т. е. о составе элементов и способах их соединения и взаимодействия.

Выбирая режущий инструмент для выполнения операции, необходимо рассмотреть следующее:

– конструктивные элементы детали и их расположение относительно режущего инструмента;

Библиографические ссылки

1. Заусаев А. Ф., Абрамов В. В., Денисов С. С. Каталог орбитальной эволюции астероидов, сближающихся с Землей с 1800 по 2204 гг. М. : Машиностроение–1, 2007.

2. Денисов С. С. Разработка базы данных и программного обеспечения для web-сайта в задаче моделирования астероидной и кометной безопасности Земли // Математическое моделирование физических, экономических, технических, социальных систем и процессов : Тр. VII Междунар. конф. Ульяновск, 2009. С. 91–93.

3. Денисов С. С. Создание банков данных астероидов, сближающихся с Землей // 100 лет Тунгусскому феномену: прошлое, настоящее, будущее : тез. докл. Междунар. конф. М., 2008. С. 114–115.

– состояние обрабатываемого материала (его физико-механические свойства);

– последовательность выполнения переходов для получения поверхностей конструктивных элементов.

Вышеперечисленные факторы определяют конструкцию режущего инструмента и инструментальный материал.

В работе рассмотрена информационная модель конструкций токарного инструмента на основе морфологических таблиц, организованных на базе фасетной системы классификации, в которой описаны кон-

структивные параметры режущего инструмента в соответствии со стандартом ISO 1832-1991 [1].

Морфологическая таблица (F) представляет собой обобщенную структуру в виде множества признаков, которыми обладают синтезируемые объекты рассматриваемого класса конструкций токарного режущего инструмента, и подмножеств способов их реализации.

Формализованное описание конструкций режущего инструмента представляет характеристическую функцию F^{PI}_{ij} , которая отражает определенный i -й признак конструкции режущего инструмента, который, в свою очередь, принимает конкретное дискретное значение j ($j = 1, 2, \dots, m$) рассматриваемого k -го режущего инструмента. Каждый k -й режущий инструмент описывается характеристической формулой $F^{PI}_{ij} = \{F^{PI}_{1j}, F^{PI}_{2j}, F^{PI}_{3j}, F^{PI}_{4j}, F^{PI}_{5j}, F^{PI}_{6j}, F^{PI}_{7j}, F^{PI}_{8j}\}$, в которой каждая функция F^{PI}_{ij} соответствует определенному признаку классификации и принимает конкретное значение i, j .

Любую морфологическую таблицу можно представить в виде дерева. Очевидно, что таблица представляет множество однотипных объектов, поскольку все они характеризуются одним и тем же множеством функций.

Алгоритмизация синтеза требует введения правил выбора альтернатив в каждой вершине, и эти правила могут отражать запреты на сочетания определенных компонентов структур.

Трудность эффективного решения задачи представляет наличие ограничений, типичными среди которых являются ограничения на совместимость способов реализации разных функций, т. е. ограничения вида C_{ij} and $C_{pq} = false$, где $C_{ij} = true$, если в оцениваемый вариант вошел элемент \mathcal{E}_{ij} , иначе $C_{ij} = false$. Условие означает, что в допустимую структуру не могут входить одновременно элементы \mathcal{E}_{ij} и \mathcal{E}_{pq} . Совокупность ограничений можно представить как систему логических уравнений с неизвестными C_{ij} . Тогда задачу синтеза можно решать, если предварительно или одновременно с ней решить систему логических уравнений (задан матрицы совместимости между уровнями).

Характеристическую формулу конструкции режущего инструмента в общем виде можно записать как

$$F^{PI} = \langle F^{PI}_{1j}, F^{PI}_{2j}, F^{PI}_{3j}, F^{PI}_{4j}, F^{PI}_{5j}, F^{PI}_{6j}, F^{PI}_{7j}, F^{PI}_{8j} \rangle = \langle 1j 2j 3j 4j 5j 6j 7j 8j \rangle.$$

Например, токарный резец PCBNR4040S25 [1] будет иметь следующую характеристическую формулу:

$$F^{PCBNR4040S25} = \langle F_{13}, F_{21}, F_{313}, F_{41}, F_{52}, F_{61}, F_{75}, F_{813} \rangle = \langle 13 21 313 41 52 61 75 813 \rangle.$$

На основе характеристических функций формируется модель морфологического классификатора (МК) режущего инструмента, которая описывает все возможные варианты конструкции инструментов.

«Разрешенные» МК дерева описываются характеристическими формулами, в соответствии которым ставятся реальные конструкции режущих инструментов. Таким образом, МК режущего инструмента является информационным обеспечением базы данных, являющейся основой системы автоматизированного выбора режущего инструмента на этапе разработки технологического процесса. Путем правильного выбора j -х элементов на i -х уровнях конструктивных признаков обеспечивается возможность выбора наиболее целесообразного режущего инструмента для заданных условий обработки.

С целью оптимизации по принятому критерию эффективности каждому элементу при выборе из нескольких возможных вариантов присваивается вес, характеризующий критерий предпочтительности той или иной конструкции.

Данные о конструкциях, инструментальных материалах могут быть представлены в характеристических формулах для структурно-параметрической оптимизации технологического процесса механической обработки резанием деталей машин.

Библиографические ссылки

1. CoroKey guide 2010 : справ. по металлообработке и режущий инструмент Sandvik Coromant [Электронный ресурс]. 2010. 216 с. URL: http://www2.coromant.sandvik.com/coromant/downloads/catalogue/RUS/CoroKey_2010.pdf.

S. V. Yermakova

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

V. B. Yasinskiy

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

THE FORMATION OF MORPHOLOGICAL STRUCTURES OF THE CUTTING TOOL FOR AUTOMATED SYNTHESIS OF PROJECT RESPOND TO TECHNOLOGICAL PROBLEMS

The paper considers the information model designs of cutting tools based on morphological tables, organized on the basis of faceted classification system. The design parameters of cutting tools and methods of synthesis of objects of this class are presented.

© Ермакова С. В., Ясинский В. Б., 2010

УДК 621.78

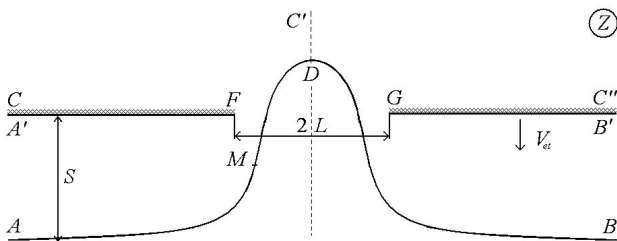
В. П. Житников, Н. М. Шерыхалина, С. С. Поречный, Р. Р. Муксимова

Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия, Уфа

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ УПЛОТНЕНИЙ
ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ (С ОЦЕНКОЙ ПОГРЕШНОСТЕЙ
ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ)**

Рассмотрены вопросы, связанные с определением временных характеристик решений нестационарных задач электрохимического формообразования. Применены усовершенствованные методы фильтрации результатов численного эксперимента, что дало возможность существенно уточнить решение. Это позволило получить оценки параметров формообразования, что было бы невозможно осуществить путем прямого вычисления из-за большого уровня погрешности.

Рассмотрим плоскую задачу электрохимической обработки (ЭХО), схема межэлектродного пространства (МЭП) которой в сечении изображена на рисунке. Данная задача моделирует процесс изготовления уплотнений газотурбинного двигателя (ГТД) из монолитной заготовки с помощью электрода-инструмента (ЭИ) в виде фольги со щелью [1].



Формирование выступов с помощью плоского ЭИ со щелью

Электрод-инструмент $A'CB'$ движется вертикально вниз со скоростью $V_{э}$, МЭП заполнено электролитом с электропроводностью κ , к электродам приложено постоянное или импульсное напряжение U . Обрабатываемая поверхность ADB изменяется во времени за счет электрохимического растворения согласно закону Фарадея. Предполагается, что векторное поле электрической напряженности является потенциальным и соленоидальным. Функция, описывающая поле, в каждый момент времени ищется в виде аналитической функции комплексного переменного $W(Z)$, где $Z = X + iY$; X, Y – декартовы координаты точек МЭП; $W = \Phi(X, Y) + i\Psi(X, Y)$ – комплексный потенциал; Φ – потенциал электрического поля; Ψ – функция тока. Решение нестационарной задачи сводится к поиску функции $W(Z, t)$, аналитической на области Z (форма которой зависит от времени), удовлетворяющей заданным краевым условиям. Поверхности ЭИ и обрабатываемой детали считаются эквипотенциальными. В [2] показано, что закон Фарадея приводит к уравнению

$$\operatorname{Im} \left(\frac{\partial z}{\partial \tau} \frac{\partial \bar{z}}{\partial \sigma} \right) = - \frac{\partial \psi}{\partial \sigma}, \quad (1)$$

где z, τ, ψ – безразмерные координаты, время и функция тока; σ – безразмерный параметр, определяющий положение точки на обрабатываемой поверхности.

В [1] предложены численно-аналитические методы, основанные на конформном отображении области МЭП на параметрическую область простой геометрической формы. Конформное отображение осуществляется с помощью сплайн-аппроксимации и интеграла Шварца.

Анализ численных результатов сводится к решению задачи идентификации, которая ставится на основе математической модели зависимости параметров переходных процессов, например,

$$z_{\tau} = c_0 + c_1 \tau^{-k_1} + c_2 \tau^{-k_2} + \dots + c_L \tau^{-k_L} + \Delta(\tau), \quad (2)$$

где c_0 – предельное значение; z_{τ} – приближенный результат, полученный для данного τ ; k_j – произвольные действительные числа ($k_1 < k_2 < \dots < k_L$).

Если имеется конечная последовательность $z_{\tau_i}^{(0)} = z_{\tau_i}$, $i = 1, \dots, I$ результатов, вычисленных при возрастающих значениях безразмерного времени τ_i , то можно сформировать задачу фильтрации численных результатов для оценки погрешности и уточнения результатов [3].

Для уменьшения неопределенности предложено разделить этапы оценки погрешности и определения предельного значения c_0 (эталоны). Для этого на первом этапе проводится фильтрация по формуле $z_{\tau_i}^{(1)} = z_{\tau_i}^{(0)} - z_{\tau_{i-1}}^{(0)}$, устраняющая из последовательности $z_{\tau_i}^{(0)}$ неизвестное искомое c_0 . Дальнейшая фильтрация по формуле Ричардсона служит оценкой погрешностей, независимой от выбора эталона. Полученная этим способом оценка позволяет выбрать наилучшие, с точки зрения минимума погрешности (или комбинации близких по погрешности значений), соотношения τ_i и $l = l_0$, которые используются на втором этапе – фильтрации исходной последовательности по формуле Ричардсона для определения эталона $z_{\tau_i}^{(l_0)}$.

Таким образом, на основе решения нестационарных задач об электрохимическом формировании выступов на обрабатываемой поверхности с помощью плоского ЭИ со щелью и предложенного метода идентификации математической модели искомой зависимости путем повторной численной фильтрации последовательности результатов решения задач, соот-

ветствующих различным значениям времени обработки, получены характеристики временных зависимостей параметров, определяющих форму выступов на обрабатываемой поверхности, что ранее было недоступно из-за погрешности.

Библиографические ссылки

1. Поречный С. С., Муксимова Р. Р., Маннапов А. Р. Моделирование процесса формообразования высту-

пов при электрохимической обработке // Вестник УГАТУ. 2010. Т. 14, № 2 (37). С. 195–201.

2. Житников В. П., Зайцев А. Н. Импульсная электрохимическая размерная обработка. М. : Машиностроение, 2008.

3. Житников В. П., Шерыхалина Н. М. Моделирование течений несжимаемой жидкости с применением методов многокомпонентного анализа. Уфа : Гилем, 2009.

V. P. Zhitnikov, N. M. Sherykhalina, S. S. Porechny, R. R. Muksimova
Ufa State Aviation Technical University, Russia, Ufa

THE INVESTIGATION OF NON-STATIONARY ELECTROCHEMICAL PROCESS OF GAS TURBINE ENGINES SHAPING (WITH ERROR ESTIMATION OF NUMERICAL SOLUTION)

Time characteristics of non-stationary electrochemical problems are defined. Improved methods of numerical results filtration are used. It gives the opportunity of essential sharpening of solution and to obtain estimates of shaping parameters. It would be impossible by direct calculation due to error of a high level.

© Житников В. П., Шерыхалина Н. М., Поречный С. С., Муксимова Р. Р., 2010

УДК 518.6

В. Б. Звонков, Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

АДАПТИВНАЯ ГИБРИДНАЯ СТОХАСТИЧЕСКАЯ ПРОЦЕДУРА

Предлагается адаптивная гибридная стохастическая процедура в виде модификации самонастраивающегося генетического алгоритма. Процедура прошла проверку на тестовых задачах многокритериальной оптимизации. Данный алгоритм сравнивался со стандартным и самонастраивающимся генетическими алгоритмами.

Зачастую при эксплуатации реальных систем, объектов, при работе технологических процессов их состояние описывается не одним критерием эффективности (целевой функцией, показателем качества), а несколькими критериями, которые должны быть оптимизированы одновременно. Существуют различные случаи взаимодействия таких критериев: критерии бывают согласованными, нейтральными и противоречивыми. В случае *согласованных* целевых функций (функционалов, критериев качества) улучшение (оптимизация) одной из них способствует улучшению (оптимизации) других. В случае *нейтральных* критериев оптимизация каждого из критериев не связана с оптимизацией остальных критериев. В работе рассматривается случай *конфликтующих* критериев, который является наиболее сложным и значимым в условиях современной эпохи развития науки и техники. В данном случае необходимо принимать решение на основании компромисса (теория Парето-доминирования), поскольку улучшение одного показателя приводит к ухудшению другого (других) показателей качества.

В качестве инструмента решения широкого класса задач оптимизации, моделирования и управления сложными системами по праву считаются эволюци-

онные алгоритмы, являющиеся эвристическими стохастическими процедурами прямого поиска и моделирующие процессы естественной эволюции с использованием ЭВМ [1].

Эволюционные процедуры являются универсальным методом, обладают высокой эффективностью и адаптивностью. Они могут применяться в тех задачах, где стандартные методы непрерывной оптимизации, алгоритмы дискретной оптимизации и метод полного перебора не могут обеспечить приемлемого решения при разумных затратах ресурсов. Но генетические алгоритмы требуют тщательной настройки (осуществляемой в большинстве случаев опытным экспертом) под каждую конкретную задачу с целью получения приемлемого решения для ЛПР. Без настройки эффективность эволюционных алгоритмов изменяется в широких пределах, что недопустимо при решении реальных задач [2; 3].

Нами был предложен алгоритм, обеспечивающий автоматическую настройку основных параметров в ходе решения задачи оптимизации [4] для класса задач безусловной и условной однокритериальной оптимизации. В работе предлагается адаптивная гибридная стохастическая процедура, нацеленная на класс задач многокритериальной оптимизации. Отли-

чие данной процедуры от известных состоит в способе автоматического выбора настроек и использовании локального поиска для улучшения («лечения») точек результирующего Паретовского множества, полученного генетическим алгоритмом на каждом поколении (в то время как в классическом подходе локальный поиск используется по окончании работы генетического алгоритма).

В качестве тестовых задач безусловной и условной многокритериальной оптимизации рассматривались двух-, трех-, четырех-, пятикритериальные задачи с квадратичными целевыми функциями и нелинейными ограничениями. Тестовые задачи являются задачами многокритериальной нелинейной оптимизации функций многих вещественных переменных (после бинаризации длина хромосом составляет 48 бит, что свидетельствует о высокой размерности задач). Для каждой многокритериальной задачи проводилось 100 независимых прогонов алгоритма, ресурсы алгоритма – 100 индивидов на 100 поколений. Размер недоминируемого внешнего множества варьировался на каждой задаче с целью определения наиболее эффективного.

Для проверки работоспособности и сравнения эффективности алгоритмов проводились полные наборы тестов на каждой задаче, включающие все возможные комбинации параметров рассматриваемого алгоритма с последующим усреднением показателей эффективности (процент Паретовских точек, процент допустимых точек, равномерность заполнения множества Парето, время работы) по независимым прогонам и статистическим анализам в пакете Statistica (с целью проверки статистической значимости расхождения критериев эффективности между различными настройками и алгоритмами).

Согласно результатам данной работы, можно сделать следующие выводы:

1. Разработанный самонастраивающийся генетический алгоритм [4] в сочетании с методом учета многокритериальности SPEA [5] обеспечивает наилучшую аппроксимацию множества Парето (высокая равномерность заполнения истинного множества Парето, подавляющее большинство точек являются

Паретовскими) в сравнении со стандартным генетическим алгоритмом на классе задач безусловной многокритериальной оптимизации.

2. Разработанная адаптивная гибридная стохастическая процедура обеспечивает лучшую аппроксимацию множества Парето (высокая равномерность заполнения истинного множества Парето, все точки являются допустимыми и Паретовскими) в сравнении с самонастраивающимся [4] и стандартным генетическими алгоритмами на классе задач безусловной и условной многокритериальной оптимизации.

3. При тестировании всех алгоритмов наблюдалась статистическая устойчивость (согласно непараметрическим критериям Уилкоксона, Манна–Уитни, критерию знаков).

Итак, самонастраивающееся ядро алгоритма не требует затрат на выбор селекции, мутации и скрещивания, а использование метода учета многокритериальности задачи SPEA [5] в сочетании с оригинальным использованием локального спуска обеспечивает репрезентативную аппроксимацию истинного множества Парето и не требует выбора параметров при учете ограничений задачи.

Библиографические ссылки

1. David E., Goldberg J., Koza R. The Design of Innovation (Genetic Algorithms and Evolutionary Computation). Springer, 2002.
2. Booker L. Improving search in genetic algorithms. In L. Genetic algorithms and Simulated Annealing. London : Pitman, 1987. P. 61–73.
3. Haupt R. L., Haupt S. E. Practical Genetic Algorithms. 2ed. Wiley, 2004.
4. Звонков В. Б. Самонастраивающийся генетический алгоритм решения сложных задач оптимизации // Всероссийский конкурс компьютерных программ : тр. III тура Всерос. студ. олимпиады (19–21 мая 2010, г. Вологда). Вологда, 2010.
5. Zitzler E., Thiele L. Multiobjective evolutionary algorithms: A comparative case study and the strength Pareto approach // IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 1999. Vol. 3, № 4. P. 257–271.

V. B. Zvonkov, E. S. Semenkin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE ADAPTIVE HYBRID STOCHASTIC PROCEDURE

The adaptive hybrid stochastic procedure as a modification of algorithm with automatic adjustment of selection type, crossover type and mutation level is suggested. This procedure has been examined with test tasks of multicriteria optimization. This algorithm is compared with standard and automatically adjustment genetic algorithms.

© Звонков В. Б., Семенкин Е. С., 2010

УДК 537.613

В. А. Фельк

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

А. Н. Фомин

Лаборатория информационных решений Effetto, Россия, Красноярск

АППРОКСИМАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ КАТУШЕК РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Предложена аппроксимация пространственного распределения магнитного поля плоской дисковой и цилиндрической катушек в окрестности их осевых и радиальных линий. Численно исследованы изменения радиальной и осевой составляющих магнитной индукции.

Магнитные поля коротких цилиндрических и дисковых катушек с током используют в качестве магнитных линз просвечивающих электронных микроскопов и в ионно-плазменных устройствах, таких как источники вакуумно-эрозионной плазмы и лазерно-плазменные источники ионов [1]. Применительно к этим устройствам топография осесимметричных стабилизирующих и фокусирующих магнитных полей в системе соосных коротких цилиндрических катушек с намагничивающими токами существенно влияет, в частности, на эффективность процессов генерации, ускорения и фокусирования плазмы [2]. Эта проблема также является актуальной при расчете систем фокусирования плазмы в ионно-плазменных двигателях космических аппаратов.

В работе предложена возможная схема замещения катушек эквивалентными намагничивающими контурами, что позволяет свести точные выражения для полей, содержащих эллиптические интегралы 1-го и 2-го рода к системе линейных уравнений. Этот подход

с некоторыми модификациями возможно применить для расчета магнитных полей катушек различной геометрии. Полученные аппроксимации в некоторых диапазонах параметров с высокой степенью точности совпадают с точными зависимостями. Применительно к системам катушек вакуумно-дуговых источников плазмы [2], полученные соотношения позволяют упростить анализ геометрии осесимметричных магнитных полей, что приводит к существенному сокращению времени программного моделирования. Дальнейшее развитие подхода возможно применительно к моделям к системам контуров с учетом взаимодействия.

Библиографические ссылки

1. Цыбин А. С. Физические основы плазменной и лазерной технологий. М. : МИФИ, 2002.
2. Особенности формирования потоков углеродной плазмы вакуумно-дуговыми источниками / М. С. Аксенов [и др.] // Тр. Харьков. нанотехнол. ассамблеи. 2006. С. 132–144.

V. A. Felk

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

A. N. Fomin

Laboratory of information decisions «Effetto», Russia, Krasnoyarsk

THE APPROXIMATION OF THE SPATIAL DISTRIBUTION FIELDS OF DIFFERENT GEOMETRY COILS

The approximation of the spatial distribution magnetic field of plain disk-shaped and cylindrical coils about a point of their center and radial lines is suggested. The radial and center components of the magnetic induction are numerically investigated.

© Фельк В. А., Фомин А. Н., 2010

Ю. И. Кириллов, А. В. Руднев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск**СЕТИ ПЕТРИ КАК СПОСОБ РЕАЛИЗАЦИИ
СЕАНСНО-ВРЕМЕННОГО МЕТОДА АВТОНОМНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Рассматривается реализация сеансно-временного метода автономного управления, используемого для оптимизации работы спутниковых навигационных систем по временному критерию. В качестве способа реализации предлагается использование сетей Петри.

Оптимизация спутниковых систем навигации по временному критерию выполняется на основе использования сеансно-временного метода автономного управления. Для реализации данного метода предлагается использование сетей Петри, которые будут рассмотрены в работе.

Модель управления, представляющая базу знаний производственной системы и лежащая в основе реализации сеансно-временного метода, должна обеспечивать процесс управления совокупностью большого количества функциональных элементов, характеризующихся многочисленными причинно-следственными связями между множеством параллельно протекающих процессов. Поэтому с учетом требований данного метода, для разработки математической модели управления целесообразно применение сетей Петри. Сети Петри являются мощным средством моделирования дискретных систем и используются в самых различных областях техники, в том числе и при моделировании процессов управления и контроля космических аппаратов.

Сеть Петри задается следующей совокупностью множеств $N = (P, T, \alpha, \beta, \bar{M}_0)$, где P – множество позиций, $P \neq \emptyset, |P| = m$; T – множество переходов, $T \neq \emptyset, |T| = n, P \cap T = \emptyset$; α – функция входных инцидентов; β – функция выходных инцидентов; \bar{M}_0 – вектор начального маркирования.

Процесс управления состоит в пошаговом движении изображающей точки, характеризующей состоя-

ние объекта управления, в заданную область. При этом состояние объекта в каждый момент времени характеризуется точкой в фазовом пространстве x_n , а положение управляющих функций – точкой $U = (U_1, \dots, U_r)$ в пространстве управлений U размерности r . Технические ограничения приводят к выделению в пространстве управлений U области допустимых управлений U_d .

В фазовом пространстве координат x_n можно для каждой точки x_i выделить систему $B_i(E)$ областей E , из которых возможен переход в точку x_i при $U \in U_d$. Для реальных объектов необходимо говорить не о конечной точке x_i , а о конечной области Q_i . Задача управления состоит в том, чтобы в заданный момент времени t сформировать такое $U \in U_d$, которое обеспечивает переход изображающей точки в конечную область Q_i , при условии, что начальное положение $x_0 \in B_i(E)$.

На основании изложенного подхода к реализации модели управления предлагается функциональная схема средств реализации, которые представляют собой совокупность функциональных блоков, связанную с объектом управления по выдаче управляющих воздействий и съему параметров объекта управления и связанную с внешним контуром управления посредством программы работы и формируемых выходных параметров процесса управления.

Yu. I. Kirillov, A. V. Rudnev

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

**PETRI NETS AS A WAY TO IMPLEMENT A SESSION BEAN-TIME
METHOD OF AUTONOMOUS CONTROL**

The implementation of session bean-time method of autonomous control that is used to optimize the operation of satellite navigation systems on the time criterion are considered. As a way of implementing Petri nets are proposed to be used.

© Кириллов Ю. И., Руднев А. В., 2010

УДК 621.39:621.391.82

А. В. Кузовников, А. Л. Дерябин, В. А. Шатров, В. Ю. Баженов

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСШИРЕНИЯ ШИРИНЫ ПОЛОСЫ СИГНАЛОВ, МОДУЛИРОВАННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ВЕЙВЛЕТ-ФУНКЦИЙ

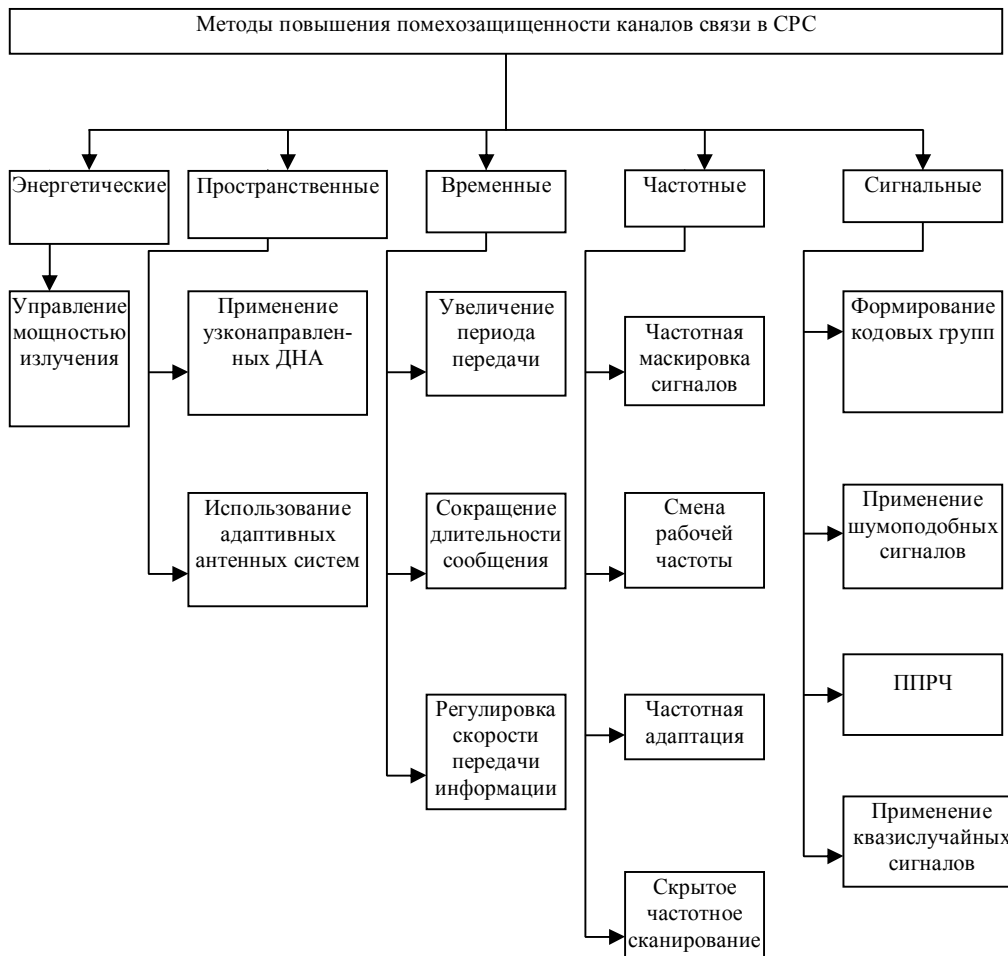
Проведен анализ способов расширения спектра сигнала с использованием различного типа модулирующих функций. Показано, что при модуляции сигнала негармонической несущей происходит существенное расширение спектра формируемого сигнала.

Известны различные методы повышения помехозащищенности систем радиосвязи (СРС) (см. рисунок). Все методы можно классифицировать на энергетические, пространственные, временные, частотные и структурные. В свою очередь, в каждой из перечисленных групп имеются несколько вариантов повышения помехозащищенности каналов связи. Выбор конкретного метода в каждом конкретном случае определяется с учетом технической сложности реализации поставленных задач и возможностей разрабатываемой системы связи. Наибольшей эффективностью обладают системы, использующие комбинацию различных методов повышения помехозащищенности. Одним из наиболее перспективных направлений является

исследование сигнальных методов увеличения помехоустойчивости.

В работе В. Н. Болотова показано, что помехоустойчивость систем связи можно повысить, изменив вид модулирующей функции [1]. Проведен анализ помехоустойчивости сигнала, формируемого различными типами вейвлет-функций. Отличительной особенностью модуляции негармонической несущей является возможность существенного расширения спектра полезного сигнала и, как следствие, повышение его помехозащищенности.

В таблице приведены результаты оценки ширины полосы при модуляции сигнала различными типами вейвлет-функций.



Основные методы повышения помехоустойчивости СРС

Результаты исследования расширения спектра сигналов, модулированных различными типами вейвлет-функций

Тип вейвлета	Ширина полосы
Хаара	310 МГц
Симлета	320 МГц
Мейера	320 МГц
Гаусса	80 МГц
Морлета	300 МГц
Шеннона	650 МГц
Комплексный Морлета	71 МГц
Койфлета	520 МГц
Дискретная аппроксимация вейвлета Мейера	363 МГц
Мексиканская шляпа	360 МГц
Комплексный Гаусса	80 МГц
Частотный В-сплайновый	230 МГц
Фрактальный	530 МГц

Проведенный анализ показал, что использование вейвлет-функций в качестве модулирующих существенно расширяет спектр формируемого сигнала и повышает его потенциальную помехоустойчивость. Наиболее эффективными являются фрактальный вейвлет и вейвлет Шеннона.

Библиографическая ссылка

1. Болотов Н. В., Ткач Ю. В. Генерирование сигналов с фрактальными спектрами // Журнал технической физики. Т. 76. 2006. Вып. 4. С. 91–98.

A. V. Kuzovnikov, A. L. Deryabin, V. A. Shatrov, V. Y. Bazhenov

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

THE ESTIMATION OF EFFICIENCY OF EXPANSION OF THE BANDWIDTH OF THE SIGNALS MODULATED BY VARIOUS TYPES OF WAVELET-FUNCTIONS

The analysis of expansion methods of a signal spectrum with use of various type of modulating functions is carried out. It is shown that at modulation of nonharmonic catenarian signal there is an essential expansion of the formed signal spectrum.

© Кузовников А. В., Дерябин А. Л., Шатров В. А., Баженов В. Ю., 2010

УДК 519.68

Р. И. Кузьмич

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАЖНОСТИ ПРИЗНАКОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПАТТЕРНОВ В ЗАДАЧЕ КЛАССИФИКАЦИИ

Рассматривается важность каждого признака при формировании позитивных и негативных паттернов в задаче прогнозирования осложнения инфаркта миокарда – фибрилляции желудочков.

Рассмотрим задачу следующего вида. Имеется выборка данных, которая состоит из двух непересекающихся множеств Ω^+ и Ω^- n -мерных векторов. Каждый вектор соответствует некоторому наблюдению. Компоненты векторов (называемые признаками, переменными, характеристиками или атрибутами) представляют собой результаты определенных измерений, тестов.

Задача состоит в том, чтобы для некоторого нового наблюдения, являющегося также вектором n переменных, определить, к какому классу он принадлежит.

В основе предлагаемого подхода к классификации данных лежит метод, происходящий из теории комбинаторной оптимизации и называемый *логическим анализом данных*.

В основе рассматриваемого метода лежит понятие *паттерна*. Позитивным паттерном называется подкуб пространства булевых переменных B_2^t , который пересекается со множеством Ω^+ и не имеет общих элементов со множеством Ω^- . Негативный паттерн задается аналогично [1].

Метод анализа данных рассмотрим на примере прогнозирования осложнения инфаркта миокарда – фибрилляции желудочков.

Для проведения испытаний использовалась выборка данных, состоящая из 70 пациентов с осложнением (позитивные объекты) и 70 пациентов без указанного осложнения (негативные объекты). Каждый пациент характеризовался 112 разнотипными признаками (бинарными, номинальными, метрическими). Пятнадцатая часть от выборки данных использовалась для контроля и в построении решающей модели не участвовала.

Проведены исследования с целью определения важности признаков при формировании позитивных и негативных паттернов в данной задаче классификации.

В результате исследований было получено расположение признаков в порядке увеличения частоты участия при формировании позитивных и негативных

паттернов. Приведем 5 самых важных признаков и 5 признаков, которые не встречаются при построении паттернов в данной задаче классификации (табл. 1, 2).

По результатам, указанным в табл. 1, 2, можно увидеть, какие признаки являются важными при формировании позитивных и негативных паттернов, какие не встречаются при формировании паттернов, какие встречаются при формировании негативных и отсутствуют при построении позитивных факторов. Необходимо проведение дальнейших исследований, которые помогут выявить, как повлияет на точность прогноза исключение признаков, не встречающихся при формировании паттернов.

Библиографическая ссылка

1. Масич И. С. Комбинаторная оптимизация в задаче классификации // Системы управления и информационные технологии. 2009. № 1, 2 (35). С. 283–288.

Таблица 1

Важность признаков при построении позитивных паттернов

Название признака	Расшифровка названия	Важность, %
NA_R_2	Применение наркотических анальгетиков в ОРИТ во 2-е сутки	29,69
TIME_B_S	Время, прошедшее от начала ангинозного приступа до поступления в стационар	28,13
STENOK_AN	Стенокардия напряжения в анамнезе	23,44
GB	Наличие гипертонической болезни	23,44
ANT_IM	Наличие инфаркта передней стенки левого желудочка	23,44
SIM_GIPER	Симптоматическая гипертония	0
NR_11	Нарушения ритма в анамнезе	0
NP_05	Блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса в анамнезе	0
D_AD_ORIT	Диастолическое АД по данным ОРИТ	0
B_BLOK_S	Прием блокаторов в ОРИТ	0

Таблица 2

Важность признаков при построении негативных паттернов

Название признака	Расшифровка названия	Важность, %
D_AD_ORIT	Диастолическое АД по данным ОРИТ	65,45
AST_BLOOD	Содержание Na в сыворотке крови	36,36
ENDOCR_01	Сахарный диабет в анамнезе	25,45
TIME_B_S	Время, прошедшее от начала ангинозного приступа до поступления в стационар	21,82
LID_S_N	Введение лидокаина в ОРИТ	21,82
SIM_GIPER	Симптоматическая гипертония	0
NR_11	Нарушения ритма в анамнезе	0
NR_02	Желудочковая экстрасистолия в анамнезе	0
FIBR_TER_03	Проведение фибринолитической терапии стрептодеказой 3 млн ед	0
NA_KB	Применение наркотических анальгетиков кардибригадой	0

R. I. Kuzmich

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE DETERMINATION OF FACTORS SIGNIFICANCE WHILE CREATING THE PATTERNS IN THE CLASSIFICATION TASK

The significance of each factor on positive and negative spectrum factors creation is considered in prediction task of myocardial infarction complication – ventricular fibrillation.

© Кузьмич Р. И., 2010

П. К. Лопатин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, КрасноярскУПРАВЛЕНИЕ МАНИПУЛЯЦИОННЫМ РОБОТОМ В СРЕДЕ
С НЕИЗВЕСТНЫМИ ПРЕПЯТСТВИЯМИ

Приведен алгоритм управления n -звенным манипуляционным роботом в неизвестной среде. Алгоритм гарантирует достижение цели за конечное число шагов и сводится к исполнению конечного числа задач ПИ планирования пути в известной среде. Для задачи ПИ взят алгоритм фронта волны.

При управлении манипуляционным роботом (МР) типичной является следующая задача: даны стартовая конфигурация МР $\mathbf{q}^0 = (q_1^0, q_2^0, \dots, q_n^0)$ и целевая $\mathbf{q}^T = (q_1^T, q_2^T, \dots, q_n^T)$, требуется передвинуть МР из \mathbf{q}^0 в \mathbf{q}^T за конечное число шагов.

Функционирование МР должно происходить в пределах ограниченной области X , которая имеет вид гиперпараллелепипеда, т. е. для любого $\mathbf{q} \in X$ выполняется неравенство:

$$\mathbf{a}^1 \leq \mathbf{q} \leq \mathbf{a}^2, \quad (1)$$

где \mathbf{a}^1 и \mathbf{a}^2 – соответственно, нижние и верхние ограничения на значения обобщенных координат. Все точки вне неравенства (1) будем считать запрещенными.

Итак, требуется передвинуть МР за конечное число шагов из \mathbf{q}^0 в \mathbf{q}^T , результирующий путь не должен налегать ни на одну из запрещенных точек, присутствующих в гиперпараллелепипеде (1) и должен удовлетворять неравенству (1). Все движение должно осуществляться по разрешенным точкам. Примем следующие допущения:

1. Препятствия неподвижны.
2. В пространстве обобщенных координат можно найти хотя бы одну линию, соединяющую \mathbf{q}^0 и \mathbf{q}^T и не налегающую ни на одно запрещенное состояние.
3. МР снабжен сенсорной системой (СС), позволяющей определять, налегает или не налегает МР на препятствия в каждой из конфигураций, лежащих в небольшой r -окрестности текущей конфигурации (в том числе, налегает ли на препятствия текущая конфигурация). Под r -окрестностью будем понимать гипершар радиуса r в пространстве конфигураций с центром в текущей конфигурации.
4. Множество всех конфигураций из r -окрестности некоторой конфигурации \mathbf{q} обозначим как $Y(\mathbf{q})$. Множество всех запрещенных, т. е. налегающих на препятствия либо не удовлетворяющих условию (1) конфигураций из $Y(\mathbf{q})$, обозначим как $Z(\mathbf{q})$, множество всех разрешенных конфигураций из $Y(\mathbf{q})$ обозначим как $Q(\mathbf{q})$.

5. Считаем, что у нас есть программная процедура ПИ ($\mathbf{q}^n, \mathbf{q}^T, ZAPR$), где \mathbf{q}^n – текущая конфигурация МР; \mathbf{q}^T – целевая конфигурация МР; $ZAPR$ – множество всех известных на момент вызова ПИ() запрещенных точек в X . ПИ() генерирует в X путь $L(\mathbf{q}^n, \mathbf{q}^T)$, удовлетворяющий следующим условиям:

- 1) $L(\mathbf{q}^n, \mathbf{q}^T)$ исходит из \mathbf{q}^n и приходит в \mathbf{q}^T ;
- 2) $L(\mathbf{q}^n, \mathbf{q}^T) \cap ZAPR = \emptyset$, т. е. $L(\mathbf{q}^n, \mathbf{q}^T)$ ни одной своей точкой не налегает ни на одну из известных запрещенных точек;
- 3) $L(\mathbf{q}^n, \mathbf{q}^T)$ удовлетворяет условию (1).

При этом предполагается, что для любых $\mathbf{q}^n \in X$ и $\mathbf{q}^T \in X$ в X существует по крайней мере один путь $L(\mathbf{q}^n, \mathbf{q}^T)$, удовлетворяющий условиям 1–3.

В качестве алгоритма для ПИ() приводится алгоритм фронта волны [1].

Алгоритм. При дальнейшем изложении точки \mathbf{q}^n , $n = 0, 1, 2, \dots$ есть точки, в которых происходит генерация нового пути, и мы будем называть их точками смены пути. Перед началом работы алгоритма $n = 0$ и, соответственно, $\mathbf{q}^n = \mathbf{q}^0$.

ШАГ 1. При нахождении МР в \mathbf{q}^n , $n = 0, 1, 2, \dots$ его СС доставляет информацию об r -окрестности точки \mathbf{q}^n , и формируются множества $Y(\mathbf{q}^n)$, $Z(\mathbf{q}^n)$, $Q(\mathbf{q}^n)$. Затем вызывается процедура ПИ ($\mathbf{q}^n, \mathbf{q}^T, \bigcup_{i=0}^n Q(\mathbf{q}^i)$), которая генерирует путь $L(\mathbf{q}^n, \mathbf{q}^T)$. Переход на шаг 2.

ШАГ 2. МР начинает двигаться вдоль $L(\mathbf{q}^n, \mathbf{q}^T)$. При движении по $L(\mathbf{q}^n, \mathbf{q}^T)$ возможны два исхода:

- а) МР не встретит ранее неизвестных запрещенных состояний и, как следствие, достигнет \mathbf{q}^T ; по достижении \mathbf{q}^T алгоритм заканчивает свою работу;
- б) МР придет в такую точку (предварительно выполнив $n := n + 1$, обозначим ее \mathbf{q}^n , $n = 1, 2, \dots$), что следующая точка исполняемого пути является запрещенной. Переход на шаг 1. Конец алгоритма.

Теорема. Если МР будет двигаться по вышеприведенному алгоритму, то он перейдет из \mathbf{q}^0 в \mathbf{q}^T за конечное число шагов. Доказательство приведено в [2].

Алгоритм фронта волны. Рассмотрим алгоритм фронта волны:

1. В список WF (фронт волны) помещается целевая конфигурация \mathbf{q}^T , которой присваивается значение потенциала $v_p(\mathbf{q}^T) = 0$. Список NWF (новый фронт волны) пуст. Переменной v (текущее значение потенциала) присваивается значение 1.

2. Для каждой конфигурации \mathbf{q} из списка WF формируется список N конфигураций, соседних с ней.

3. Каждой конфигурации n из списка N , если она является разрешенной и для нее еще не установлено значение потенциала, присваивается значение потенциала $v_p(n) = v$, после чего конфигурация n заносится в список NWF .

4. После того, как рассмотрены все конфигурации из списка N , происходит переход к следующей конфигурации q на шаге 2.

5. После того, как рассмотрены все конфигурации из списка WF , если список NWF пуст, то алгоритм заканчивает свою работу. В противном случае список WF очищается, содержимое списка NWF копируется в список WF , список NWF очищается, значение переменной v увеличивается на 1, и алгоритм продолжает свою работу с шага 2.

Библиографические ссылки

1. Barraquand J., Latombe J.-C. Robot Motion Planning: A Distributed Representation Approach // Int. J. of Rob. Res. 1991. Vol. 10. № 6. P. 628–649.
2. Lopatin P. K. Algorithm of a manipulator movement amidst unknown obstacles / Proc. of the 10th Intern. Conf. on Advanced Robotics (ICAR 2001) (August 22–25, 2001, Budapest). Budapest, 2001. P. 327–331.

P. K. Lopatin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

MANIPULATING ROBOT CONTROL IN AN ENVIRONMENT WITH UNKNOWN OBSTACLES

An algorithm for a n -link manipulating robot (MR) control in the unknown environment is presented. The algorithm guarantees reaching the target in a finite number of steps and is reduced to an execution of a finite number of problems PI of a path planning in the known environment. For the PI problem the wave front algorithm was considered.

© Лопатин П. К., 2010

УДК 519.713

П. К. Лопатин, Д. С. Новиков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ РОБОТОВ

Описан подход к визуализации движения манипуляционных роботов в пространстве. Процесс визуализации облегчает тестирование алгоритмов управления роботами в известной и неизвестной средах.

Для тестирования алгоритмов управления роботами целесообразно разрабатывать программы визуализации движения робота. Требовалось разработать приложение, которое бы получало вектор обобщенных координат, характеризующий текущую конфигурацию робота, и параметры, характеризующие положение и ориентацию препятствий относительно базовой системы координат. Программа должна изображать препятствия и манипулятор в текущей конфигурации.

Манипуляционный робот представляется программой в виде совокупности звеньев, объединенных в кинематические пары 5-го класса. Количество звеньев манипулятора программой не ограничивается. Робот отображается в моделируемом пространстве в виде множества точек, соединенных попарно отрезками, либо по четыре – параллелепипедами. Режим отобра-

жения манипулятора пользователь может выбирать в ходе выполнения программы. Программа отображает исполнение пути манипулятора, рассчитанного сторонней программой планирования, и отображает путь.

Реализована возможность вращать сцену при помощи мыши для того, чтобы можно было рассмотреть все детали модели. Для упрощения ориентации пользователя в моделируемом пространстве, в окне в течение всего времени работы программы отображаются оси координат, а также на плоскость XOY нанесена координатная сетка с шагом 10 единиц.

Программный продукт разработан с использованием бесплатной графической библиотеки OpenGL и может быть использован на такой распространенной платформе, как MS Windows. Для создания и обработки окна использованы функции WinAPI.

P. K. Lopatin, D. S. Novikov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

VISUALISATION OF MANIPULATING ROBOTS' MOVEMENT

An approach to visualisation of manipulating robots' movement is described. The process of visualisation facilitates testing of algorithms for robots' control in known and unknown environment.

© Лопатин П. К., Новиков Д. С., 2010

Д. В. Малухин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск**РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ РАНЖИРОВАНИЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА**

Предложен способ ранжирования музыкальных произведений на основе их тональности, частотного диапазона и скорости исполнения. Проведена кластеризация музыкальных произведений на основе данных критериев.

Задача генерации музыкальных произведений определенного стиля может быть успешно решена с использованием методов нейросетевого моделирования. Для того чтобы обучить нейронную сеть генерировать музыкальные композиции определенного стиля, необходимо на вход алгоритма обучения подавать обучающие выборки, соответствующие данному стилю. Сложность поставленной задачи состоит в отсутствии четких критериев, согласно которым базу данных музыкальных произведений представляется возможным разбить на определенные стили и таким образом выделить из базы данных композиции, пригодные для обучения нейронной сети.

На данном этапе работы рассматривалось три критерия ранжирования музыкальных произведений: тональность, разнообразие частот и скорость исполнения произведения.

Под *тональностью* будем понимать «среднюю частоту» восприятия музыкального произведения. Для примера отобразим по оси абсцисс номер частоты ноты, по оси ординат – количество нот с данной частотой в произведении Моцарта «Фигаро» (рис. 1).

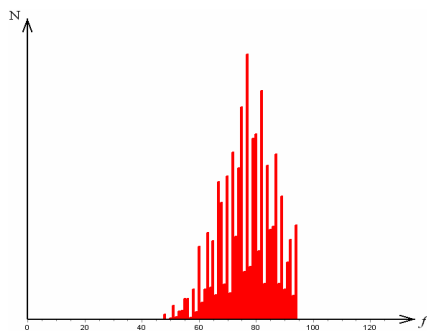


Рис. 1. Распределение частот в произведении В. А. Моцарта «Фигаро»

Частота ноты является случайной величиной X , таким образом, мы можем найти основные характеристики случайной величины. Математическое ожидание случайной величины определяется по формуле

$$M(X) = \sum_i x_i \cdot p_i = \sum_i x_i \frac{n_i}{\sum_i n_i} = \frac{\sum_i x_i \cdot n_i}{\sum_i n_i},$$

где n_i – количество нот с частотой x_i в произведении. $M(X)$ – это численная характеристика «средней частоты» восприятия музыкального произведения.

Таким образом, чем выше нам кажется исполнение произведения, тем больше величина $M(X)$.

Чем больше частот используется в музыкальном произведении, тем оно нам кажется «богаче». Для оценки *разнообразия частот* (ширины частотного диапазона) будем использовать среднеквадратичное отклонение случайной величины X :

$$\delta(X) = \sqrt{D(X)} = \sqrt{M(X^2) - M^2(X)} = \sqrt{\frac{\sum_i x_i^2 \cdot n_i}{\sum_i n_i} - \left(\frac{\sum_i x_i \cdot n_i}{\sum_i n_i}\right)^2}.$$

Таким образом, чем шире частотный диапазон музыкального произведения, тем больше будет величина $\delta(X)$.

Под *скоростью исполнения* будем понимать количество нот, проигрываемое в секунду: $v = \frac{N}{T}$, где N – количество нот в произведении; T – длительность произведения.

По трем вышеперечисленным измерениям была выполнена кластеризация 31 музыкального произведения различных стилей с использованием самоорганизующихся карт Кохонена [1]. Перед кластеризацией была проведена нормализация входных величин обучающего множества. Результат кластеризации приведен на рис. 2.

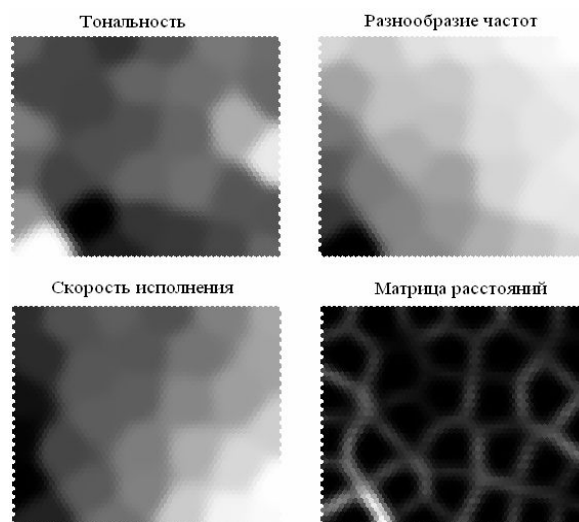


Рис. 2. Результат кластеризации музыкальных произведений

Размер слоя Кохонена был выбран 50×50 нейронов. Поскольку размер выборки не слишком большой для данного размера карт, на матрице расстояний зоны просматриваются достаточно четко. Каждая зона соответствует определенному вектору обучающей выборки (музыкальному произведению). Чем более темная граница между двумя соседними зонами на матрице расстояний, тем более похожи друг на друга две композиции, соответствующие этим зонам.

Таким образом, задавая меру близости зон, матрицу расстояний можно разбить на кластеры, в каждом из которых будут находиться схожие композиции.

По результатам работы можно сделать вывод, что данная методика ранжирования музыкальных произведений пригодна для проведения их кластеризации, но для выделения кластеров, соответствующих определенным стилям музыки, необходимы критерии, более точно описывающие особенности различных стилей с точки зрения гармонии и семантической структуры музыкального произведения.

Библиографическая ссылка

1. Kohonen T. Self-organizing maps. 3ed. Berlin, 2001.

D. V. Malukhin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE DEVELOPMENT OF THE CRITERIA OF RANGING THE MUSIC PIECES FOR CLUSTER ANALYSIS

The method of ranging of music pieces on the basis of their tonality, a frequency range and playing speed is dealt with. The clusterization of music pieces on the basis of the given criteria is carried out.

© Малухин Д. В., 2010

УДК 621.892

Т. В. Мальцева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

Н. Ф. Орловская, Д. А. Шупранов

Институт нефти и газа Сибирского федерального университета, Россия, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКРОСКОПИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ОКИСЛЕНИЯ ГЕКСАДЕКАНА

Исследован процесс жидкофазного окисления гексадекана как традиционной модели нефтяных углеводородов. Состав продуктов окисления определен с помощью газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. Для дальнейшего изучения процесса необходимы дополнительные измерения, получение которых является весьма трудоемким и дорогостоящим делом, что приводит к необходимости планирования эксперимента, позволяющего получить максимальную информацию по минимальному числу экспериментов. Для этой цели было решено построить математическую модель процесса.

Наряду с наличием вырожденных разветвлений реакции окисления углеводородов характеризуются и многими другими осложнениями классической схемы развития цепного процесса. К этим осложнениям, прежде всего, относятся явления макроскопической стадийности при окислении углеводородов и особенно наличие разделяющихся во времени макроскопических стадий [1].

Исследование этих макроскопических закономерностей до сих пор актуально с практической точки зрения. Процессы окисления углеводородов, представляющие собой прямой путь для получения важнейших кислородсодержащих продуктов (органические кислоты, спирты, альдегиды, кетоны, пероксиды), являются одновременно весьма благодарным объектом для исследования меха-

низмов сложных цепных реакций. Одной из главных целей научных исследований в области окисления углеводородов является получение информации, необходимой для развития теории и методов управления этими процессами. Прикладное значение моделирования состоит, в частности, в том, что на его основе могут быть разработаны новые методы тестовых испытаний термоокислительной стабильности углеводородов и ингибирующей активности антиоксидантов. Основное преимущество этих методов по сравнению с существующими заключается в том, что при достаточной оперативности они позволят получать важную информацию о механизме исследуемого процесса и, следовательно, делать более достоверные выводы из результатов испытаний.

Высокотемпературное (150–170 °С) жидкофазное окисление гексадекана кислородом в реакторе барботажного типа проводили с отбором летучих продуктов (конденсата) с использованием воздушного термостата. Это позволило исследовать начальные стадии процесса после 2, 4, 5, 6, 7 и 8 ч окисления. Состав продуктов окисления в конденсате и реакционной массе определяли с помощью газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ/МС). Хромато-масс-спектрометр – газовый хроматограф Agilent 7890А с квадрупольным детектором Agilent 5975С.

Первоначально была поставлена задача построения математической модели для сложного процесса, состоящего из последовательных стадий (гексадекан – пероксиды – спирты – карбонильные соединения – кислоты – лактоны), по результатам измерений концентраций соответствующих веществ в определенные моменты времени.

Рассматривая последовательные реакции как закрытую безградиентную систему с постоянным объемом и учитывая порядок и характер реакций [2], была получена система кинетических уравнений реакций и система ограничений Ω (начальных и граничных условий) в следующем виде:

$$\begin{cases} \frac{dC^A}{dt} = -k_1 \cdot C^A, \\ \frac{dC^B}{dt} = k_1 \cdot C^A - k_2 \cdot C^B, \\ \frac{dC^C}{dt} = k_2 \cdot C^B - k_3 \cdot C^C, \\ \frac{dC^D}{dt} = k_3 \cdot C^C - k_4 \cdot C^D, \\ \frac{dC^E}{dt} = k_4 \cdot C^D - k_5 \cdot C^E, \\ \frac{dC^F}{dt} = k_5 \cdot C^E; \end{cases} \quad \Omega: \begin{cases} C_0^A > 0, \quad C_0^B = C_0^C = C_0^D = C_0^E = C_0^F = 0, \\ k_i > 0, \quad i = \overline{1,5}, \\ 0 \leq C^J(t) \leq C_0^A, \quad J = \{B, C, D, E, F\}, \\ 0 < C^A(t) + C^B(t) + C^C(t) + C^D(t) + \\ + C^E(t) + C^F(t) \leq C_0^A. \end{cases} \quad (1)$$

Однако нас интересовало конкретно соотношение спиртов и карбонильных соединений (третье и четвертое уравнение), и так как реакции протекали последовательно, представлялось целесообразным упро-

стить поставленную задачу моделирования и рассматривать «сокращенную» цепочку реакций – первые четыре уравнения системы (1).

Находим решение сокращенной системы уравнений в общем виде, используя начальные условия (1) [3]:

$$\begin{cases} C^A(t) = C_0^A \cdot e^{-k_1 \cdot t}, \\ C^B(t) = C_0^A \frac{k_1}{k_2 - k_1} (e^{-k_1 \cdot t} - e^{-k_2 \cdot t}), \\ C^C(t) = C_0^A \cdot k_1 \cdot k_2 \left(\frac{e^{-k_1 \cdot t}}{(k_1 - k_2) \cdot (k_1 - k_3)} + \right. \\ \left. + \frac{e^{-k_2 \cdot t}}{(k_2 - k_1) \cdot (k_2 - k_3)} + \frac{e^{-k_3 \cdot t}}{(k_3 - k_1) \cdot (k_3 - k_2)} \right), \\ C^D(t) = -C_0^A \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \times \\ \times \left(\frac{e^{-k_1 \cdot t}}{(k_1 - k_2) \cdot (k_1 - k_3) \cdot (k_1 - k_4)} + \right. \\ \left. + \frac{e^{-k_2 \cdot t}}{(k_2 - k_1) \cdot (k_2 - k_3) \cdot (k_2 - k_4)} + \right. \\ \left. + \frac{e^{-k_3 \cdot t}}{(k_3 - k_1) \cdot (k_3 - k_2) \cdot (k_3 - k_4)} + \right. \\ \left. + \frac{e^{-k_4 \cdot t}}{(k_4 - k_1) \cdot (k_4 - k_2) \cdot (k_4 - k_3)} \right). \end{cases} \quad (3)$$

Теперь задача сводится к нахождению оценок четырех констант скорости k_i по данным проведенных экспериментов, что можно сделать, используя эволюционный алгоритм.

Отметим, что полученная модель системы не является окончательной, а служит непосредственно для планирования эксперимента, что может сократить временные и материальные затраты на проведение последнего.

Библиографические ссылки

1. Эмануэль Н. М. Окисление углеводородов в жидкой фазе. М. : Изд-во АН СССР, 1959.
2. Романовский Б. В. Основы химической кинетики. М. : Экзамен, 2006.
3. Черненко В. Д. Высшая математика в примерах и задачах : учеб. пособие для вузов: в 3 т. Т. 2. СПб. : Политехника, 2003.

T. V. Maltseva

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

N. F. Orlovskaya, D. V. Shupranov

Siberian Federal University, Institute of Petroleum and Natural Gas Engineering, Russia, Krasnoyarsk

MODELLING MACROSCOPICAL LAWS OF HEXADECANE OXIDATION

The process of oxidation in a liquid phase of hexadecane as a traditional model of oil hydrocarbons must be investigated. The structure of products of oxidation by means of Chromatography/Mass Spectrometry is defined. For the further investigation process it's necessary to get additional measurements that are quite expensive and laborious. The latter fact leads to the necessity of planning that allows getting the maximal information with a minimal number of experiments. A mathematical modeling was used for this purpose.

© Мальцева Т. В., Орловская Н. Ф., Шупранов Д. А., 2010

Е. С. Мангалова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ

Рассматривается применение гипотезы «замораживания» коэффициентов как один из методов исследования линейных нестационарных систем, а также решение вызванной применением этой гипотезы задачи учета ненулевых начальных условий.

Одним из способов исследования нестационарных систем является применение методов теории стационарных систем. Чтобы применить эти методы, нестационарную систему заменяют стационарной. Это достигается «замораживанием» коэффициентов дифференциальных уравнений динамики – заменой непрерывной нестационарной системы кусочно-стационарной, коэффициенты которой на определенных интервалах времени принимаются постоянными и конечные значения координат системы на предыдущем интервале принимаются за начальные значения последующего интервала [1]. Ни интеграл Дюамеля, ни интегральный оператор Коши не учитывают начальные условия, что делает возможным построение модели в форме интеграла Дюамеля или интегрального оператора Коши только для первого интервала стационарности. К тому же гипотезы о стационарности на определенных интервалах в данном случае будут приниматься только на основе начальных отрезков реакций системы на определенное воздействие, приложенное в разные моменты времени. Поэтому возникает необходимость учета ненулевых начальных условий.

Записывая реакции системы в дискретном виде на некоторое постоянное воздействие, приложенное в моменты времени 0 и φ , и сравнивая их, получаем, что, начиная с момента времени φ , параметры систем идентичны и все различия реакций обусловлены различными начальными условиями (ненулевыми для первой реакции и нулевыми для второй):

$$x[0, t_i] - x[\varphi, t_i] = \sum_{s=0}^{\varphi/\Delta-1} u[\tau_s] h[\tau_s, t_i] \Delta,$$

$$i = \overline{0, N}, t_i \geq t_\varphi,$$

где $h[\tau, t]$ – импульсная переходная функция.

Выразим одну реакцию через другую:

$$x[0, t_i] = \sum_{s=0}^{\varphi/\Delta-1} u[\tau_s] h[\tau_s, t_i] \Delta + x[\varphi, t_i],$$

$$i = \overline{0, N}, t_i \geq t_\varphi.$$

Таким образом, реакцию системы на некоторое воздействие при ненулевых начальных условиях можно представить как сумму реакции на это же воздействие при нулевых начальных условиях и свободных колебаний из положения, заданного начальными условиями.

Тогда с учетом возможности любых начальных условий:

$$x[0, t_i] = \sum_{r=0}^{\varphi/\Delta-1} u[\tau_r] h[\tau_r, t_i] \Delta + \sum_{s=\varphi/\Delta}^{t_i/\Delta-1} u[\tau_s] h[\tau_s, t_i] \Delta,$$

$$t_i \geq t_\varphi, i = \overline{0, N}.$$

Задача сводится к отысканию управления, переводящего систему в заданное начальными условиями положение, что возможно сделать за число тактов, не меньше порядка дифференциального уравнения, описывающего систему. При этом знание порядка дифференциального уравнения не является значимым фактором, достаточно предположения о порядке, который заведомо выше истинного.

Нахождение данного управления – это решение системы линейных уравнений:

$$x[0, t_i] = \sum_{r=0}^{t_i/\Delta-1} u[\tau_r] h[\tau_r, t_i] \Delta, t_i \leq t_\varphi.$$

Вектор $u[\tau_i]$ неизвестен, также неизвестна реакция $x[0, t_i]$ до некоторого момента времени, с которого реакция $x[0, t_i]$ определяется заданными начальными условиями.

Так как число неизвестных больше числа уравнений, то решений системы бесконечно много. Рассмотрим два способа доопределения системы.

Первый способ: точное задание траектории перевода системы в заданное положение. В силу вида матрицы H метод с заданием $x[0, t]$ не работоспособен для систем высоких порядков.

Второй способ: отыскание управления в виде кусочно-постоянной функции. В отличие от первого способа никаких дополнительных требований к траектории перевода не предъявляется, зато требование кусочно-постоянного управления фактически эквивалентно достаточно равномерному распределению управления или, по крайней мере, ограниченности управления (чего не происходит при задании траектории для систем высоких порядков).

Кусочно-постоянное управление, переводящее систему в заданное положение, позволяет с достаточной точностью определять свободные колебания из заданного положения

$$x^*[0, t_i] = \sum_{s=0}^{t_i/\Delta-1} u^*[\tau_s] h[\tau_s, t_i] \Delta,$$

а следовательно, и реакцию системы на некоторое воздействие при любых начальных условиях.

С учетом ненулевых начальных условий применение гипотезы «замораживания» коэффициентов становится действительно обоснованным. Кроме того,

возможно получать в результате разбиения не отрезки переходных характеристик, что является бессмысленным при достаточно быстром изменении коэффициентов, а переходные характеристики на всей временной области.

Библиографическая ссылка

1. Многорежимные и нестационарные системы автоматического управления / Б. Н. Петров [и др.] ; под ред. акад. Б. Н. Петрова. М. : Машиностроение, 1978.

E. S. Mangalova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE RESEARCH OF LINEAR NON-STATIONARY SYSTEMS

The appliance of «freezing» coefficients hypothesis as a solution method to calculate non-zero initial values' problem which causes the hypothesis appliance is examined.

© Мангалова Е. С., 2010

УДК 519.233.5:621.791.92

О. А. Масанский, А. М. Токмин, П. О. Шалаев

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПАРАМЕТРОВ ИНДУКЦИОННОЙ НАПЛАВКИ

Применение метода регрессионного анализа для определения функциональных зависимостей между параметрами проведения наплавки позволяет рассчитать, какой должна быть скорость наплавки и толщина наплавленного слоя для получения требуемой величины повышения износостойкости материала.

Одним из практических способов повышения эксплуатационных свойств изделий, работающих в условиях ударно-абразивного износа, является наплавка рабочих частей, которые в наибольшей степени подвержены такому воздействию.

В ходе экспериментальных исследований были получены данные, характеризующие комплексную взаимосвязь между следующими параметрами: скоростью наплавки, толщиной наплавленного слоя, величиной повышения износостойкости материала и твердостью материала (см. таблицу).

Для определения функциональных зависимостей между этими величинами использован метод регрессионного анализа.

Зависимость толщины наплавленного слоя от скорости наплавки (т. е. функция $y(x)$) определялась с помощью нелинейной регрессии. Интерпретирование значений параметров, представленных в таблице, осуществлялось как значения случайных величин x и y , которые имеют некоторое совместное распределение вероятностей (эти значения будем обозначать x_i и y_i , $i = 1 \dots 10$).

Проанализировав расположение точек (x_i, y_i) в системе координат, предположим, что зависимость y от x имеет вид

$$y(x) = D_0 \cdot e^{D_1 \cdot x},$$

где D_0 и D_1 – некоторые регрессионные параметры, которые нам необходимо найти. Найдем их в соответствии с принципами средней квадратической регрессии, т. е. с помощью метода наименьших квадратов.

В качестве статистических оценок параметров D_0 и D_1 выбираем такие значения $\overline{D_0}$ и $\overline{D_1}$, которые обращают в минимум выражение $\sum_{i=1}^{10} (y_i - y(x_i))^2$. Задачу минимизации решаем с помощью пакета Mathcad 12.0 и в результате получаем, что минимум данного выражения достигается при значениях $\overline{D_0} = 500,102$ и $\overline{D_1} = -0,788$. Для оценки точности построения регрессии можно найти несмещенную оценку среднеквадратического отклонения σ^2 . Она вычисляется по формуле

$$\overline{y^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y(x_i))^2}{n - m},$$

где $m - 1$ – число неизвестных регрессионных параметров (в нашем случае $m - 1 = 2$); n – объем выборки (в нашем случае $n = 10$). Получаем, что $\overline{y^2} = 7,172 \cdot 10^{-3}$.

Итак, искомая функциональная зависимость $y(x)$ имеет вид

$$y(x) = 500,102 \cdot e^{-0,788 \cdot x}.$$

Проведем аналогичную процедуру, чтобы определить функциональную зависимость между толщиной наплавленного слоя y и величиной повышения износостойкости z . Получим:

$$z(y) = 47,114 \ln(y + 1,263) - 10,415.$$

Экспериментальные данные взаимосвязи параметров

Скорость наплавки, x	8,5	8,0	7,5	7,0	6,7	6,5	6,3	6,1	6,0
Толщина наплавленного слоя, y	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Величина повышения износостойкости, z	18	27,6	36,7	44,6	52,2	58,4	63,2	68,2	71,8
Значение твердости, r	58	57	56	54	53	51	49	47	45

Несмещенная оценка среднеквадратического отклонения равна

$$\overline{\sigma^2} = 0,632.$$

Зависимость твердости материала от толщины наплавленного слоя линейна и имеет вид

$$r(y) = -3,353y + 60,553.$$

Несмещенная оценка среднеквадратического отклонения равна

$$\overline{\sigma^2} = 5,825 \cdot 10^{-3}$$

Результирующая износостойкость может быть вычислена как

$$Z = z_0 + z,$$

где z_0 – износостойкость исследуемого материала до проведения наплавки; z – величина повышения

износостойкости материала при проведении наплавки.

Получаем, что зная требуемую износостойкость, мы можем найти соответствующую необходимую толщину наплавки $y(Z)$ и скорость $x(Z)$ по следующим формулам:

$$y(Z) = 1,267e^{0,021(Z-z_0)} - 1,282,$$

$$x(Z) = -1,269 \ln(1,267e^{0,021(Z-z_0)} - 1,282) + 7,887.$$

Практическое применение полученных функциональных зависимостей состоит в том, что с их помощью легко рассчитать, какой должна быть скорость наплавки и толщина наплавленного слоя для получения требуемой величины повышения износостойкости материала.

O. A. Masansky, A. M. Tokmin, P. O. Shalaev

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

DEFINITION OF FUNCTIONAL DEPENDENCES OF INDUCTION SURFACING PARAMETERS

The application of the method of regression analysis for the definition of functional dependences between the parameters of the surfacing enables to calculate the speed of the surfacing and the thickness of deposited layer for reception of the demanded size to increase the material wear resistance.

© Масанский О. А., Токмин А. М., Шалаев П. О., 2010

УДК 519.854.33

И. С. Масич

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

КОМБИНАТОРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ В СИСТЕМАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИАГНОСТИКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ*

Исследуется метод классификации данных, основанный на поиске и использовании логических правил. Решающее правило классификации базируется на модели, получаемой в результате решения ряда задач комбинаторной оптимизации. Для решения этих задач разработаны и исследованы поисковые алгоритмы условной псевдобулевой оптимизации.

Большое количество задач распознавания, привлекающих внимание исследователей во множестве различных областей, может быть сформулировано следующим образом. Имеется выборка данных, которая состоит из двух непересекающихся множеств n -мерных векторов. Компоненты векторов (называемые признаками, переменными, характеристиками или

атрибутами) представляют собой результаты определенных измерений, тестов, показаний. Эти компоненты могут быть численными, номинальными или бинарными. Задача состоит в том, чтобы на основании имеющейся выборки данных (классифицированных ранее наблюдений) извлечь информацию о «новом» наблюдении, которое не содержится в выборке.

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ (код проекта МК-463.2010.9).

Для решения этой задачи исследуется метод анализа данных, в основе которого лежит принцип вывода логических закономерностей или правил. Каждое правило должно покрывать достаточно много объектов одного класса и практически не покрывать объекты другого класса. Взяв вместе некоторое количество правил, можно получить алгоритм (модель, решающее правило), который будет решать поставленную задачу классификации.

В основе предлагаемого подхода к классификации данных лежит метод, вытекающий из теории комбинаторной оптимизации и называемый *логическим анализом данных* (Logical Analysis of Data – LAD) [1]. Этот метод успешно использовался для решения ряда задач из различных областей [1; 2]. Основная идея метода заключается в совместном использовании действий по «дифференцированию» и «интегрированию», производимых на области пространства исходных признаков, содержащей заданные *позитивные* и *негативные* наблюдения. На шаге «дифференцирования» определяется семейство малых подмножеств, обладающих характерными позитивными и негативными чертами. На шаге «интегрирования» формируемые определенным образом объединения этих подмножеств рассматриваются как аппроксимации областей пространства признаков, содержащих позитивные и, соответственно, негативные наблюдения.

Отличительной особенностью предлагаемого метода является то, что вместо того, чтобы просто ответить на вопрос, к какому из классов принадлежит новое наблюдение, он строит аппроксимацию областей пространства признаков, содержащих наблюдения соответствующих классов. Наиболее важные преимущества такого подхода – это возможность дать объяснение для любого решения, полученного данным методом, возможность выявления новых классов наблюдений, возможность анализа роли и природы признаков.

Построение эффективных правил и модели классификации является сложной комбинаторной задачей. Результаты ее решения определяются видом сформированных критериев и ограничений, а также используемыми алгоритмами оптимизации.

Разработанный алгоритм классификации данных состоит из этапов, на каждом из которых требуется решение серии задач комбинаторной оптимизации [3]. Критерий и ограничения в задачах заданы псевдобулевыми функциями, характеризующимися наличием свойств унимодальности и монотонности, что выделяет их в особый класс задач, в которых допустимое множество является связным. Сложность заключается в том, что функции эти в общем случае зада-

ются алгоритмически, т. е. вычисляются через определенную последовательность операций. От эффективности решения этих задач зависит точность и трудоемкость метода.

Для решения задачи оптимизации использовались алгоритмы оптимизации, основанные на поиске граничных точек допустимой области [4; 5]. Эти алгоритмы были разработаны специально для этого класса задач и основаны на поведении монотонных функций модели оптимизации в пространстве булевых переменных. Алгоритмы поиска граничных точек являются поисковыми, т. е. не требуют задания функций в явном виде, с помощью алгебраических выражений, а используют вычисления функций в точках. Разработанные поисковые алгоритмы, основанные на поиске граничных точек допустимой области, эффективно решают задачи рассматриваемого класса, повышая тем самым эффективность всего метода классификации данных.

Проводилось экспериментальное исследование разработанного алгоритма классификации на практических задачах прогнозирования. Задачи были решены с точностью, сопоставимой с точностью решения посредством искусственных нейронных сетей. При этом логический анализ данных дает ряд преимуществ при практическом использовании. Прежде всего, в явном виде известны правила, по которым принимается решение о принадлежности к какому-либо классу. Кроме того, при применении модели классификации к новому объекту, по тому, каким числом паттернов покрывается этот объект, можно судить о вероятности возможной ошибки при распознавании.

Библиографические ссылки

1. Hammer P. L., Bonates T. Logical Analysis of Data: From Combinatorial Optimization to Medical Applications // RUTCOR Research Report. 2005. № 10.
2. An Implementaion of Logical Analysis of Data / E. Boros [et al.] // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. 2000. № 12(2). P. 292–306.
3. Масич И. С. Комбинаторная оптимизация в задаче классификации // Системы управления и информационные технологии. 2009. № 1, 2(35). С. 283–288.
4. Antamoshkin A. N., Masich I. S. Heuristic search algorithms for monotone pseudo-boolean function conditional optimization // Engineering & automation problems. 2006. Vol. 5, № 1. P. 55–61.
5. Antamoshkin A. N., Masich I. S. Pseudo-Boolean optimization in case of unconnected feasible sets // Models and Algorithms for Global Optimization. Series: Springer Optimization and Its Applications / ed. by A. Törn, J. Žilinskas. Springer, 2007. Vol. 4. P. 111–122.

I. S. Masich

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE COMBINATORY OPTIMISATION OF THE RECOGNITION SYSTEMS FOR THE DIAGNOSTICS AND PROGNOSIS PROBLEM SOLUTION

The data classification method based on the search and use of logical rules is considered in the paper. The crucial rule is based on the model received by solving combinatorial optimization problems. The search algorithms of conditional pseudo-Boolean optimization are designed and investigated for solving these problems.

© Масич И. С., 2010

**КОРРЕКТИРОВКА ИЗМЕРЕННЫХ ДАННЫХ ПРИ НАЛИЧИИ
АПРИОРНО ЗАДАННЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ НИМИ**

Рассматривается задача согласования результатов измерений с заранее заданными связями/уравнениями между измеряемыми переменными. Предложен подход к построению алгоритма уточнения измеренных данных, исходящий из геометрической интерпретации априорно заданных связей.

Измеряемая информация в задачах моделирования процессов представляется в виде числовых рядов в массивах данных, записанных с некоторым шагом дискретизации по времени. Наряду с этим, между измеряемыми переменными (числовыми рядами) часто существует априорная избыточность в виде заранее заданных связей между ними (уравнений). Эта избыточность может быть использована для уточнения и корректировки измеренных данных, как указывается в [1]. Алгоритмы такого согласования данных рассматриваются в [1] только для некоторых частных случаев. В работе обосновывается более общий подход, основанный на геометрических представлениях.

Чаще всего связи между рядами переменных представлены в виде алгебраических и дифференциальных уравнений. Предлагаемый подход к уточнению измеренных данных можно проиллюстрировать на модельном примере дифференциальной связи. Геометрически, общим решением обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ) первого порядка является семейство функций одной переменной. Из этого семейства можно выделить одну из функций $y(t)$ – частное решение, которое определяется как исходящее из некоторой начальной точки $\{t_0, y_0\}$ (задача Коши) или как удовлетворяющее значениям y_i при различных значениях t_i , чаще конечных (краевая задача).

Пусть, исходя от обратного, общее решение ОДУ заранее известно и представляет собой однопараметрическое семейство простых парабол:

$$y = (t - c)^2.$$

Отсюда

$$y' = 2(t - c). \tag{1}$$

После преобразования соотношения (1) с целью исключения параметра c получается соответствующее дифференциальное уравнение:

$$(y')^2 - 4y = 0. \tag{2}$$

Геометрическое многообразие, составляющее область определения уравнения (2), представляет собой некоторую желобообразную поверхность в трехмерном пространстве с координатами t, y, p , где $p = y'$. В первую очередь, результаты измерений должны принадлежать этой поверхности. Во вторую очередь, измеренные значения должны располагаться на одной из линий семейства кривых линий, составляющих эту поверхность и имеющих проекции на координатные плоскости вида (1). На третьем этапе измеренные данные должны совмещаться с точками пересечения

полученной линии с плоскостями, ортогональными оси координат t и чередующимися с нужным шагом дискретизации. В итоге, применительно к рассматриваемому примеру, измеренные данные в каждой точке t_k должны удовлетворять системе двух уравнений:

$$\begin{cases} p_k^2 - 4y_k = 0, & \text{в пределах плоскости } t_k \text{ } y \text{ } p; \\ p_k - y'_k = 0, & \text{исходя из положений соседних} \end{cases} \tag{3}$$

точек в направлении оси t .

В задачах моделирования полета априорные связи традиционно представляются в виде уравнений движения центра масс и вращения вокруг центра масс недеформируемого тела. Эти уравнения движения в векторном виде [2], относительно подвижной проекционной системы координат (СК), можно разделить на две группы:

Динамические уравнения, служащие для описания перемещения центра масс под воздействием суммарного вектора внешних сил \mathbf{R} и вращения вокруг центра масс под воздействием суммарного момента \mathbf{M} от этих внешних сил:

$$m \left(\frac{d\mathbf{V}}{dt} + \boldsymbol{\omega} \cdot \mathbf{V} \right) = \mathbf{R}, \quad \frac{d\mathbf{L}}{dt} + \boldsymbol{\omega} \cdot \mathbf{L} = \mathbf{M},$$

где $\mathbf{L} = \mathbf{I} \cdot \boldsymbol{\omega}$.

Кинематические уравнения, связывающие параметры движения проекционной СК, в качестве которой обычно выбирается связанная СК, относительно инерциальной [3]:

$$\frac{d\mathbf{r}}{dt} = \mathbf{V}, \quad \frac{d\boldsymbol{\omega}}{dt} = \boldsymbol{\omega}$$

где $\mathbf{V} = \{V_x, V_y, V_z\}$ – вектор скорости перемещения проекционной СК относительно инерциальной в проекциях на оси связанной СК; $\boldsymbol{\omega} = \{\omega_x, \omega_y, \omega_z\}$ – вектор скорости вращения проекционной СК относительно инерциальной в проекциях на оси связанной СК; $\mathbf{r} = \{L, H, Z\}$ – вектор положения проекционной СК (центра масс ВС) в проекциях на оси инерциальной СК; $\boldsymbol{\varphi} = \{\psi, \vartheta, \gamma\}$ – вектор угловой ориентации ВС (угловые координаты) в проекциях на оси промежуточных СК (в общем случае не ортогональных между собой).

Представления правых частей динамических уравнений (их сложность и полнота) зависят от характера решаемой задачи, в то время как кинематические уравнения являются совершенно точными. Поэтому, в первую очередь, следует согласовывать результаты

измерений параметров полета с существующими кинематическими связями.

Область определения кинематических уравнений представляет собой некоторое геометрическое многообразие в 25-мерном пространстве с координатами:

$$t, \mathbf{y} = (V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, L, H, Z, \psi, \vartheta, \gamma),$$

$$\mathbf{p} = (V'_x, V'_y, V'_z, \omega'_x, \omega'_y, \omega'_z, L', H', Z', \psi', \vartheta', \gamma').$$

Два векторных, следовательно, 6 скалярных кинематических уравнений определяют в нем 19-мерное подмножество. Измеренные параметры полета, в первую очередь, должны находиться в этом подмножестве. Еще 12 составляющих векторного уравнения

$\mathbf{y}' = \mathbf{p}$ сокращают размерность подмножества до 7. Окончательно, в точках t_k , согласованные данные из 25-мерного пространства должны находиться в подмножествах размерности 6.

Библиографические ссылки

1. Касьянов В. А. Моделирование полета : монография. НАУ, 2004.
2. Халфман Р. Динамика : пер. с англ. М. : Наука, 1972.
3. Расчет и анализ движения летательных аппаратов. Инженерный справочник / С. А. Горбатенко [и др.]. 1971.

V. V. Mityukov

The Ulyanovsk Higher Civil Aviation School (Institute), Russia, Ulyanovsk

ADJUSTMENT OF THE MEASURED DATA HAVING ANTECEDENTLY DEFINED RELATIONS AMONG THEM

The problem of accommodation of measurement results with existing (defined in advance) relations/equations between measured variables is considered. An approach to development of the algorithm for making measured data more precise originating from geometrical interpretation of antecedently defined relations is proposed.

© Митюков В. В., 2010

УДК 629.78.051

Д. А. Мутасов

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИБКИХ ПЕЧАТНЫХ КАБЕЛЕЙ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Рассмотрены модели RLCG-цепей с распределенными параметрами гибких печатных кабелей бортовой аппаратуры космических аппаратов.

Тенденция микроминиатюризации элементов бортовой аппаратуры (БА) космических аппаратов (КА) за счет применения интегральных микросхем, микропроцессорных модулей и сборок с большой концентрацией последних на печатных платах позволяет уменьшить массогабаритные характеристики блоков и приборов БА.

Эта тенденция расширяет функциональность бортовой аппаратуры по увеличению количества команд и сигналов, передаваемых по бортовой кабельной сети, но при этом в БА усложняется печатный монтаж и увеличивается количество приборных соединителей (жгутов), по которым передаются эти команды и сигналы.

Увеличение объема жгутов неизбежно ведет к росту массы бортовой аппаратуры даже при использовании проводников минимального сечения.

Использование гибких печатных кабелей (ГПК) вместо проводных кабелей и жгутов в качестве соединителей между блоками прибора и приборами по-

зволяет снизить массу БА. В основном ГПК распаивается на разъемы (вилки и розетки), а также фиксируется в контактирующих устройствах. Общий вид ГПК представлен на рис. 1.

В связи с тем, что ГПК не имеет летной квалификации, в настоящее время проходит его наземно-экспериментальная отработка в составе приборов и автономно.

Форсированные испытания ГПК показали изменение его электрических параметров во времени. В этой связи могут быть отмечены два обстоятельства: во-первых, внезапные отказы печатных проводников могут быть учтены путем их резервирования; влияние же временных зависимостей, эквивалентных R_0 , L_0 , C_0 , G_0 (ГПК как элемент линии с распределенными параметрами), требует исследований с точки зрения влияния на моночастотные и поличастотные сигналы (импульсные с учетом разложения Фурье) в процессе длительного функционирования (рис. 2), где R_0 , L_0 , C_0 , G_0 – параметры единицы длины ГПК.



Рис. 1. Общий вид ГПК

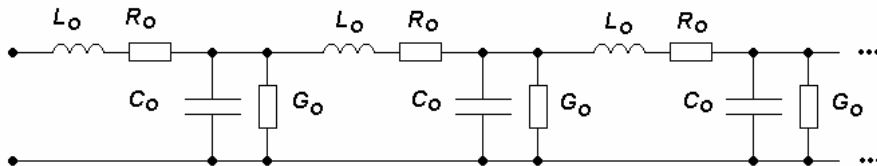


Рис. 2. Эквивалентная схема ГПК

В MicroCap построены модели RLCG-цепей с распределенными параметрами для разных длин ГПК. В качестве исходных данных для построения моделей были взяты параметры, полученные при автономных испытаниях ГПК: удельные электрические сопротивления, емкости, индуктивности и проводимости проводников ГПК. Модели позволяют получить изменения (искажения) формы и параметров сигналов (амплитуда, длительность, период и т. д.) передаваемых сигналов на выходе ГПК при известных параметрах сигналов на входе. Далее выходные сигналы ГПК являются входными сигналами для функциональных узлов (ФУ) БА.

Анализ форм и параметров входных сигналов ФУ, полученных на выходе ГПК, позволяет сделать прогноз о пределах работоспособности ФУ, т. е. о надежности функционирования участка «Вход соединителя ГПК – Вход ФУ».

Моделирование RLCG-цепей с распределенными параметрами позволяет получить количественную характеристику влияния гибких печатных кабелей на форму и параметры передаваемого ими сигнала, а также о возможности применения ГПК в конкретных цепях с заданными граничными условиями.

Первый этап показал, что существуют временные зависимости $R_o(t)$, $L_o(t)$, $C_o(t)$, $G_o(t)$, и это позволяет моделировать процессы в ГПК и анализировать их влияние на передаваемые сигналы.

На втором этапе необходимо оценить, каким реальным временным продолжительностям эквивалентны форсированные изменения параметров гибких печатных кабелей и достаточны ли они для обеспечения нормального функционирования БА в течение 10–15 лет активного существования космических аппаратов.

D. A. Mutasov

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

MODELLING OF FLEXIBLE PRINTING CABLES OF ONBOARD EQUIPMENT OF SPACE VEHICLES

Models RLCG-chains with the distributed parameters of flexible printing cables of onboard equipment in space vehicles are considered.

© Мутасов Д. А., 2010

УДК 621.89

И. В. Надейкин, Н. Ф. Орловская

Институт нефти и газа Сибирского федерального университета, Россия, Красноярск

Т. В. Мальцева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск**УДАЛЕНИЕ СЕРНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ И СМОЛ
ИЗ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА СОРБЕНТАМИ**

Исследовалась эффективность удаления соединений серы из дизельного топлива с массовой концентрацией серы 0,1 % порошковыми сорбентами с различным содержанием активных центров. Имелись неполные квадратичные модели, отражающие зависимость полного содержания серы и смол в топливе от ряда факторов. При попытке интерпретации результатов появились сомнения в адекватности имеющихся моделей, для устранения которых было решено обратиться к проверке статистических гипотез.

Ужесточение требований к содержанию серы в моторных топливах стимулирует поиск новых путей очистки углеводородного сырья от сернистых соединений и совершенствование существующих технологических процессов обессеривания. Из дизельного топлива сера обычно удаляется с помощью гидрообессеривания при 350...450 °С и давлении водорода 3 МПа в присутствии нанесенных на оксид алюминия Со–Мо или Ni–Мо-катализаторов. Этот процесс является дорогостоящим как с точки зрения капитального строительства, так и с точки зрения эксплуатационных расходов (расходуются значительные количества водорода). Использование этой технологии позволяет снизить содержание серы в топливе до 300...500 мг/кг, для более глубокой очистки необходимо применять другие, уже безводородные, технологии.

Основными классами сернистых соединений, содержащихся в нефтяных фракциях, являются тиолы, диалкил- и циклоалкилсульфиды, алкиларилсульфиды, а также гетероароматические соединения – производные тиофена. Сернистые соединения, которые необходимо удалить из фракций дизельного топлива, чтобы снизить содержание серы в них с 300...500 мг/кг до уровня в 10...50 мг/кг, представлены в основном бензотиофеном, дибензотиофеном и их алкильными производными.

Мы исследовали эффективность удаления соединений серы из дизельного топлива (ТУ 38.1011348) с массовой долей серы 0,1 % порошковыми сорбентами с различным содержанием активных центров. Задачи исследования: изучить связи содержания серы и смол в топливе и факторов (расход адсорбента, время обработки, температура, наличие активных центров), найти условия, при которых значения перечисленных выше показателей стремятся к минимуму, для чего первоначально требовалась математическая модель рассматриваемых процессов. Для построения модели использовался многоуровневый факторный план D₉ (3⁴//9/16) [1]. В результате моделирования были получены неполные квадратичные модели содержания серы в топливе и содержания в нем смол вида

$$\tilde{y} = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_{11} \cdot z_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_{22} \cdot z_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_{33} \cdot z_3 + \beta_4 \cdot x_4 + \beta_{44} \cdot z_4, \quad (1)$$

где x_i – кодированное значение i -го фактора; $z_i = 3 \cdot x_i^2 - 2$ – квадратичная зависимость от кодированного фактора, $i = \overline{1, 4}$.

В имеющихся неполных квадратичных моделях (1) требовалось проверить значимость коэффициентов, а также ряд других статистических гипотез. Сложность заключалась в том, что указанный план не является центрированным, а число опытных точек совпадает с числом оцениваемых параметров, что, в свою очередь, приводит к недостаточности числа степеней свободы для осуществления, например, проверки модели на адекватность. Использованный план не является центрированным, а значит «недостающие» повторные опыты не могут быть произведены в одной из точек плана, что приводит к невозможности построения оценки дисперсии выхода модели. Было решено провести повторные измерения во всех опытных точках. В каждой опытной точке проводилось по два дублирующих опыта с одним измерением в каждом.

Имеются данные, что случайная погрешка выхода имеет нормальное распределение $N(m_y, \sigma_y^2)$. В связи со спецификой выбранного плана дисперсия выхода модели в данном случае рассматривалась как средняя дисперсия воспроизводимости [2] (дисперсии в серии признаны однородными по статистике Кочрена при уровне значимости 0,05).

Так как выход модели (1) имеет нормальное распределение, для проверки значимости коэффициентов применялась статистика Стьюдента [3], которая привела, в конечном счете, при уровне значимости 0,05 к следующим моделям:

$$\tilde{y}_S = 942,4 - 15x_2 - 12,5x_4, \quad (2)$$

$$\tilde{y}_{OP} = 0,2339 - 0,0067x_2 - 0,0072z_2 - 0,0083x_3 - 0,0192x_4 + 0,0069z_4. \quad (3)$$

Уменьшение числа оцениваемых параметров в моделях (2) и (3) устраняет «недостаток» степеней свободы и позволяет произвести проверку ряда статистических гипотез, в частности проверку адекватности и информационной способности моделей по критерию Фишера [2]. В результате обе модели были признаны адекватными и полезными при уровне значимости

0,05. Следует отметить, что информационная ценность модели содержания серы в топливе подтвердилась лишь при техническом осмысливании результата [2] (снижение ошибки прогноза по сравнению с моделью с постоянным выходом составляет 62,2 %). Отметим также, что результаты, полученные при использовании моделей (2) и (3) лучше поддаются интерпретации, нежели при использовании первоначальных моделей вида (1).

Библиографические ссылки

1. Бродский В. З. Введение в факторное планирование эксперимента. М. : Наука, 1976.
2. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. М. : Финансы и статистика, 1981.
3. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ : пер с англ. 3-е изд. М. : Вильямс, 2007.

I. V. Nadeykin, N. F. Orlovskaya

Siberian Federal University, Institute of Petroleum and Natural Gas Engineering, Russia, Krasnoyarsk

T. V. Maltseva

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE REMOVAL OF SULPHUROUS COMPOUNDS AND PITCHES FROM DIESEL FUEL BY SORBENTS

Efficiency of removal of sulfur from diesel fuel with sulfur contents of 0,1 % by powder sorbents with the various contents of the active centers was researched. The research problem was to study connections of the total sulfur contents in fuel and the contents of pitches in fuel with a number of factors. Some doubts about the existing models adequacy occurred when the results were interpreted. Testing of some statistical hypotheses was used in order to remove these doubts.

© Надейкин И. В., Мальцева Т. В., Орловская Н. Ф., 2010

УДК 519.62

В. А. Нестеров, А. В. Лопатин

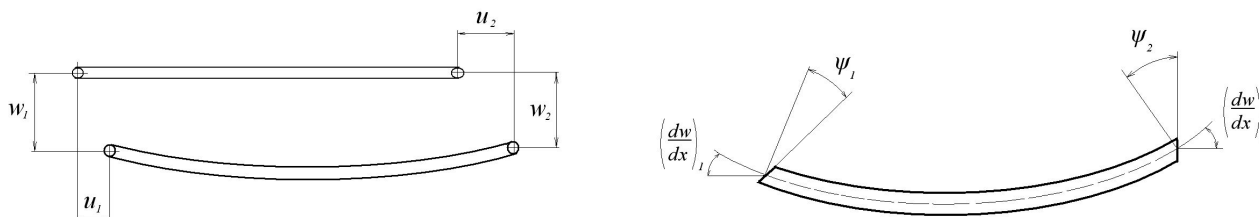
Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫХ МОДЕЛЕЙ БАЛОК С НИЗКОЙ ТРАНСВЕРСАЛЬНОЙ СДВИГОВОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ

Сравниваются конечно-элементные расчеты, выполненные для изгибаемой балки по различным моделям. Учитываются трансверсальные сдвиговые деформации.

В работе исследуется конечно-элементная модель изгибаемой в плоскости балки, податливой при трансверсальном сдвиге. Конечно-элементное решение базируется на положениях математической теории пластин Рейсснера–Мидлина [1; 2], которая нашла отражение и развитие в ряде современных работ, посвященных расчету многослойных композитных и трехслойных (sandwich) конструкций [3]. Разрешающие уравнения теории МКЭ получены вариационным методом. Выполнено сравнение конечно-элементных

расчетов шарнирно опертой балки по различным моделям, отличающимся различным сочетанием узловых неизвестных. В первой из них в качестве основных узловых неизвестных рассматривается прогиб w , угол наклона касательной к упругой линии балки dw/dx , угол трансверсального сдвига ψ и продольное перемещение u (см. рисунок). При этом полагается, что прогиб изменяется по кубическому закону вдоль длины элемента, а угол сдвига ψ и продольное перемещение u – по линейному закону.



Линейные и угловые перемещения в узлах балочного элемента

Вектор узловых неизвестных произвольного узла содержит четыре компоненты:

$$\delta_i = \left\{ w_i \quad \left(\frac{dw}{dx} \right)_i \quad \psi_i \quad u_i \right\}^T.$$

Полный угол наклона сечения θ определяется как сумма угла наклона за счет изгиба dw/dx и угла наклона за счет трансверсального сдвига:

$$\theta = \psi - \frac{dw}{dx}.$$

При этом оказывается, что при вычислении угла наклона сечения θ по представленной выше формуле суммируются функции различных степеней. На самом деле, угол сдвига ψ описывается полиномом первой степени, а угол изгиба dw/dx – полиномом второй степени, поскольку для прогиба мы приняли кубический закон изменения по длине элемента. Необходимо выяснить, повлияет ли повышение степени интерполирующего полинома для ψ на результат расчетов. Для этого вводится вторая модель с тем же набором основных кинематических параметров, что и в первой, но с квадратичным законом изменения для угла сдвига.

При строгом анализе можно заключить, что в рассматриваемом случае аппроксимирующая квадратная функция для трансверсального сдвига может иметь только следующий вид:

$$\psi(x) = a + bx^2.$$

Это объясняется тем, что, во-первых, дифференциальное уравнение равновесия, соответствующее ψ , имеет второй порядок, поэтому мы можем законно удовлетворить только два граничных условия по ψ , а, во-вторых, при $x = 0$ (x – координата вдоль длины элемента) угол ψ должен иметь определенное ненулевое значение.

В третьей модели двухузлового балочного конечного элемента принят для ψ кубический закон изменения по x (локальной системы координат), такой же, как и для функции прогибов. Для продольных перемещений по-прежнему сохраняется линейный закон:

$$w(x) = \alpha_1 + \alpha_2 x + \alpha_3 x^2 + \alpha_4 x^3;$$

$$\psi(x) = \alpha_5 + \alpha_6 x + \alpha_7 x^2 + \alpha_8 x^3;$$

$$u(x) = \alpha_9 + \alpha_{10} x.$$

В этом случае нам необходимо рассматривать вектор основных кинематических переменных с пятью компонентами:

$$\delta = \left\{ w \quad \frac{dw}{dx} \quad \psi \quad \frac{d\psi}{dx} \quad u \right\}^T.$$

Кроме того, исследовались еще две модели со следующими сочетаниями узловых неизвестных:

– $w, dw/dx, \theta, u$ (с квадратичным законом распределения для ψ);

– w, θ, ψ, u (с линейным законом распределения для ψ).

Тестовые решения, выполненные для шарнирно опертой балки по различным моделям, дали совпадающие результаты. Это совпадение имело место как для изотропной балки, так и для балки с уменьшенной трансверсальной жесткостью, а также для трехслойной конструкции с весьма податливым наполнителем.

Анализ полученных результатов позволяет сделать еще один вывод: повышение степени аппроксимирующей функции для угла сдвига не вносит заметных изменений в конечно-элементные расчеты.

Результаты оригинальных решений подтверждены расчетами, выполненными в пакете COSMOS/M с привлечением усложненных моделей.

Библиографические ссылки

1. Reissner E. The Effect of Transverse Shear Deformation on the Bending of Elastic Plates // Trans. ASME: Journal of Applied Mechanics. 1945. Vol. 12 (2). P. 69–77.
2. Midlin R. D. Influence of Rotary Inertia and Shear on Flexural Motions of Elastic Plates // Trans. ASME: Journal of Applied Mechanics. 1951. Vol. 18. P. 31–38.
3. Васильев В. В. Механика конструкций из композиционных материалов. М.: Машиностроение, 1988.

V. A. Nesterov, A. V. Lopatin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE RESEARCH OF VARIOUS FINITE ELEMENT BEAM MODELS WITH LOW TRANSVERSE SHEAR STIFFNESS

The finite element analysis executed for the bent beam on various models is compared. Transverse shear strains are considered.

Нестеров В. А., Лопатин А. В., 2010

УДК 519.62

В. А. Нестеров

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

РАСЧЕТ БАЛОК С НИЗКОЙ ТРАНСВЕРСАЛЬНОЙ СДВИГОВОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ И НЕКЛАССИЧЕСКИМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ

Рассматриваются конечно-элементные расчеты, выполненные для изгибаемой балки с различными способами закрепления торцов. В неклассических вариантах учитываются граничные условия для углов трансверсального сдвига.

Рассматриваются конечно-элементные расчеты изгибаемой в плоскости балки, податливой при трансверсальном сдвиге. Разрешающие уравнения получены на основе математической теории пластин Рейснера–Мидлина, описанной в [1]. В качестве основных узловых неизвестных рассматривается прогиб w , угол наклона касательной к упругой линии балки dw/dx , угол трансверсального сдвига ψ и продольное перемещение u . Вектор узловых неизвестных произвольного узла содержит эти же четыре компонента, которые позволяют моделировать как традиционные варианты граничных условий (зашемление, шарнирное опирание и свободный край), так и закрепления неклассического вида, когда на торцах регламентируется поведение угла трансверсального сдвига: шарнирное опирание с фиксированным сдвигом и зашемление с освобожденным сдвигом.

С помощью оригинальной конечно-элементной модели выполнены серии расчетов по анализу деформирования изотропных, композитных и трехслойных конструкций с различными сочетаниями торцевых граничных условий. Результаты оформлены в виде многочисленных таблиц и графиков.

Проведенные численные исследования показывают, что в общем случае имеется заметное расхождение в расчетах балок с классическими граничными условиями и соответствующими им граничными условиями, где дополнительно определяется поведение угла трансверсального сдвига. Это обстоятельство доказывает актуальность разработанной конечно-элементной модели, позволяющей учитывать граничные условия неклассического вида.

В частности, выполнен расчет монолитной балки, изготовленной из однонаправленного композита (уг-

лепластика), обладающего низкой трансверсальной сдвиговой жесткостью ($E = 180$ ГПа, $G = 5$ ГПа). Выбраны следующие геометрические параметры балки: длина – 1 м, толщина (высота сечения) – 1 см, ширина сечения – 1 мм. Задана погонная нагрузка $q = 10$ Н/м. Коэффициенты жесткости балки вычислены в предположении конструкции условно однородной и состоящей из одного слоя:

$$B = E b h, \quad D = \frac{E b h^3}{12}, \quad K = G b h,$$

где b – ширина сечения балки; B – мембранная жесткость; D – изгибная жесткость; K – жесткость балки при трансверсальном сдвиге.

Выполнены расчеты для двух вариантов зашемления: классического и с освобожденным сдвигом. Соответствующие результаты представлены графически (рис. 1, 2). Они имеют существенное расхождение как по прогибам, так и углу наклона сечений.

На рис. 3 приведена расчетная модель и распределение прогибов из решения, выполненного в пакете COSMOS/M для классического зашемления. Балка моделировалась элементами PLANE2D, для которых были заданы ортотропные механические свойства. Это решение по прогибу имеет идеальное совпадение с тем, что показано на рис. 1.

Показано, что по мере увеличения сдвиговой жесткости разница решений, соответствующих различным вариантам зашемления (классического и с освобожденным сдвигом), уменьшается.

Библиографическая ссылка

1. Васильев, В. В. Механика конструкций из композиционных материалов. М. : Машиностроение, 1988.

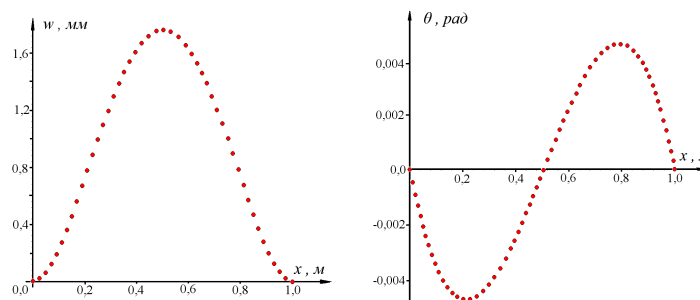


Рис. 1. Результаты расчета для классического зашемления торцов ($w_{\max} = 1,76$ мм)

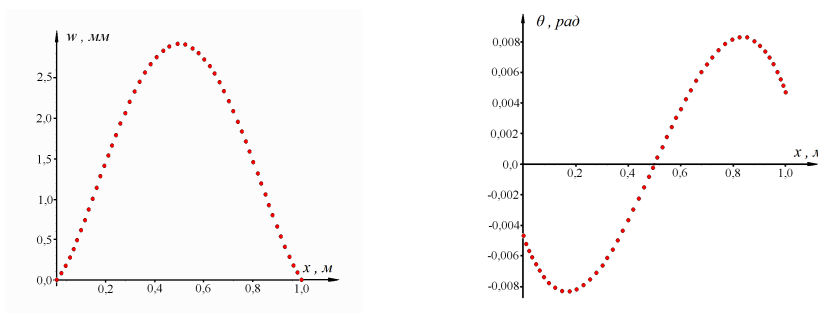


Рис. 2. Результаты расчета для заземленных торцов с освобожденным сдвигом ($w_{\max} = 2,92$ мм)



Рис. 3. Распределение прогибов при классическом заземлении торцов

V. A. Nesterov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE ANALYSIS OF BEAMS WITH LOW TRANSVERSE SHEAR STIFFNESS AND NONCLASSICAL BOUNDARY CONDITIONS

The finite element analysis executed for the bent beam with various ways of end faces fastening is considered. In nonclassical variants boundary conditions transverse shear strains are taken into account.

Нестеров В. А., 2010

УДК 519.872

И. А. Панфилов, И. С. Слободина

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА*

Рассматриваются несколько многокритериальных подходов генетического алгоритма. Исследование проводилось на представительном множестве тестовых функций различной размерности. В работе даются рекомендации по применению многокритериальных генетических алгоритмов.

Ежедневно сталкиваясь с множеством задач оптимизации, человек не всегда замечает, что все эти задачи являются многокритериальными. В природе не существует однокритериальных задач.

Для решения задач оптимизации была реализована программная система GASearch1, в основу работы которой заложен генетический алгоритм решения задач оптимизации. Генетические алгоритмы – это адаптивные методы поиска, которые в

последнее время используются для решения оптимизационных задач. В них используется как аналог механизма генетического наследования, так и аналог естественного отбора. При этом сохраняется биологическая терминология в упрощенном виде и основные понятия линейной алгебры [1]. Разработанная программная система позволяет настраивать все основные параметры и типы генетических операторов.

* Данное исследование проводится при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг.» (НИР НК136П/3), при поддержке гранта Президента РФ молодым кандидатам наук на 2009–2010 гг. (грант МК-2160.2009.9).

Для выявления параметров алгоритма, которые наиболее существенно влияют на его работу и значения этих параметров, программа была протестирована на сложных задачах однокритериальной оптимизации, в результате чего была доказана работоспособность алгоритма и программной системы. Также было установлено, что наибольшее влияние на эффективность работы генетического алгоритма оказали следующие параметры: вероятность мутации, размер популяции, вид селекции.

После апробации алгоритма на сложных задачах однокритериальной оптимизации были решены некоторые задачи многокритериальной оптимизации.

Математическая модель задачи многокритериальной оптимизации имеет следующий вид:

$$y = f(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)) \rightarrow \text{opt},$$

где $x = (x_1, x_2, \dots, x_N) \in X$ – вектор решений; $y = (y_1, y_2, \dots, y_k) \in Y$ – вектор целевых функций; X – пространство решений; Y – пространство целей, или критериальное пространство.

Существует несколько подходов к решению задач многокритериальной оптимизации с помощью генетических алгоритмов. Результатом работы генетического алгоритма в этом случае является множество Парето. В работе рассмотрены четыре метода, реализующие различные схемы назначения пригодности и/или селекции:

1. Метод VEGA (Vector Evaluated Genetic Algorithm) относится к категории селекции по переключающимся целевым функциям.

2. Метод FFGA (Fonseca and Fleming's Multiobjective Genetic Algorithm) при назначении пригодности индивидов использует концепцию доминирования по Парето.

3. Метод «Аддитивная свертка» объединяет все критерии в один, используя линейное соотношение с весовыми коэффициентами.

4. Метод SPEA (Strength Pareto Evolutionary Algorithm) сочетает преимущества многих подходов в одном алгоритме. Так, например, для назначения индивидам скалярного значения пригодности используется концепция Парето доминирования; индивиды, недоминируемые относительно других членов популяции, хранятся внешне в специальном внешнем множестве; для обеспечения разнообразия последующих поколений используется концепция ниширования.

С помощью данных методов было решено несколько задач многокритериальной оптимизации с несогласованными критериями. Результаты работы

алгоритма при решении одной из таких задач представлены ниже.

Постановка задачи:

$$\begin{aligned} f_1 &= x^2 + y^2 \rightarrow \min, \\ f_2 &= (x - 1)^2 + (y - 1)^2 \rightarrow \min, \\ x_1, x_2 &\in [-1; 1], \\ f_1 \min &= f_1(0, 0) = 0, \\ f_2 \min &= f_2(1, 1) = 0. \end{aligned}$$

В результате было выявлено, что из рассмотренных методов метод SPEA дает наилучшие результаты. SPEA при том же самом количестве вычислений дает больший разброс решений во множестве Парето, тем самым предоставляя лицу, принимающему решение (ЛПР), возможность выбора решения, наиболее приемлемого для него в данной ситуации. Множество Парето, полученное при использовании метода VEGA, состоит из решений, доставляющих экстремум одному из критериев и дающих, тем самым, плохое значение других критериев. Метод FFGA находит неплохие решения по всем критериям, однако во множестве Парето сосредоточены решения, дающие мало отличающиеся друг от друга значения целевых функций, т. е. не наблюдается разброса решений. Метод аддитивной свертки является простым методом, однако он не дает представление о множестве Парето.

Алгоритм SPEA показал наилучшие результаты, однако SPEA более сложен в реализации и обладает большим количеством дополнительных настроек. В результате этого незнакомый с генетическими алгоритмами специалист не сможет в полной мере воспользоваться его преимуществом. Если требуется просто получить хотя бы одно недоминируемое относительно других решение, то можно использовать алгоритм аддитивной свертки, который является простым алгоритмом и не требует особых усилий при реализации. Этот метод очень удобно использовать, когда ЛПР четко знает, какой критерий является для него приоритетным и важности всех критериев. Если ЛПР устраивает вариант, когда решение значительно превосходит все остальные по одному из критериев, но уступает по другим, то стоит использовать алгоритм VEGA. Алгоритм FFGA стоит использовать, когда ЛПР необходимо получить некое компромиссное решение.

Библиографическая ссылка

1. Панченко Т. В. Генетические алгоритмы : учеб.-метод. пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. Астрахань : Астраханский университет, 2007.

I. A. Panfilov, I. S. Slobodina

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF MULTICRITERION GENETIC ALGORITHMS

Several types of multicriteria genetic algorithms were tested by the set of complex function. There were a lot of variables, a lot of extremes and other complexities. This research recommends some utility for using the algorithms.

© Панфилов И. А., Слободина И. С., 2010

УДК 621.396.96.001(07)

Н. Ю. Паротькин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИДЕОПРОЦЕССОРА ПРИ РЕШЕНИИ ТЕСТОВЫХ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ

Рассматриваются предпосылки для использования графических процессоров при решении задач оптимизации. Приводятся данные о скорости вычисления тестовых функций на различном аппаратном обеспечении.

В настоящее время для выполнения научных расчетов или анализа эффективности разработанных алгоритмов используются ресурсы центральных процессоров персональных компьютеров. Для повышения скорости вычислений необходимо либо увеличить частоту центрального процессора, либо его число ядер, что дает увеличение стоимости оборудования примерно в 4–10 раз для двукратного прироста производительности. Одним из решений данной проблемы является перенос однотипных, многократно повторяющихся операций на видеопроцессоры, математические операции в которых осуществляются большим количеством потоковых процессоров.

На сегодняшний день наибольшее распространение получили две технологии ускорения неграфических вычислений на видеокартах: ATI Stream, nVidia CUDA. В данной работе была применена технология ATI Stream для вычисления целевых функций, используемых при тестировании генетического алгоритма. Было проведено сравнительное тестирование времени вычисления 10^6 раз каждой целевой функции на центральном процессоре (было задействовано только одно ядро) и видеокарте. Данное количество

вычислений целевой функции эквивалентно 100 прогонам алгоритма с 10 000 вычислений целевой функции для каждого запуска. Тестирование проводилось на центральном процессоре Athlon 64 X2 с частотой 2,9 ГГц и ATI Radeon HD 4850 с 800 потоковыми процессорами на частоте 625 МГц, оценивалось время вычислений каждой из функций в секундах (см. таблицу).

В качестве целевых функций были использованы три стандартные тестовые функции, используемые при однокритериальной безусловной оптимизации, и функция, описывающая колебания прямоугольной мембраны и являющаяся решением дифференциального уравнения второго порядка.

Результаты тестов показывают 2–3-кратное увеличение скорости вычисления функций, что выражается в уменьшении времени работы алгоритма на 15...20 %. Следовательно, вычисление на графических процессорах целесообразно использовать при оптимизации намного более ресурсоемких функций или необходимости одновременного вычисления одной функции для большего количества различных точек.

Результаты тестов производительности

Функция	Колебание мембраны, с	«Сомбреро», с	«Лисьи норы» Шекеля, с	Растрингин с поворотом осей, с
Центральный процессор	22,292 54	9,990 82	13,781 23	9,941 82
Видеопроцессор	8,486 486	4,292 842	6,333 743	4,163 94

N. Y. Parotkin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE VIDEO PROCESSOR USE AT SOLVING TEST OPTIMIZATION PROBLEMS

The preconditions for graphic processes use at solving optimization problems are considered. The data about the speed calculation of the test functions with various hardware are presented.

© Паротькин Н. Ю., 2010

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОНЫ СДВИГА В АЛЮМИНИИ

Исследован процесс формирования зоны кристаллографического сдвига в алюминии. Рассчитаны масштабные, временные и энергетические характеристики зоны сдвига с использованием разработанного программного комплекса Dislocation Dynamics of Crystallographic Slip (DDCS).

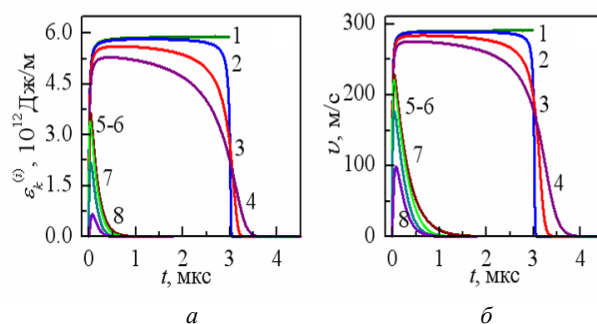
Математическая модель динамики замкнутой дислокационной петли [1; 2], в которой учтены силы Пича–Келера, обусловленные приложенным воздействием, и силы сопротивления движению дислокаций, обусловленные решеточным, примесным и дислокационным трением, линейным натяжением, генерацией точечных дефектов, обратными полями напряжений со стороны скопления ранее испущенных дислокаций и вязким торможением, использована для исследования динамики формирования зоны кристаллографического сдвига в алюминии. Для получения характеристик зоны кристаллографического сдвига требуется провести расчеты для каждой из дислокаций зоны сдвига, число которых может достигать десятков, сотен и тысяч дислокаций. При проведении параметрического анализа количество вычислительных экспериментов увеличивается многократно. Как следствие, возникают проблемы хранения и обработки большого объема данных, организации сложной структуры данных, представления данных в удобном исследователю виде, обеспечения автоматизации их анализа.

Для преодоления обозначенных выше проблем и автоматизации исследования кристаллографического скольжения авторами создан комплекс программ Dislocation Dynamics of Crystallographic Slip (DDCS). С использованием комплекса программ возможно проведение как единичных расчетов динамики формирования зоны кристаллографического сдвига, так и серии расчетов при выбранном варьируемом параметре модели (например, температуре, плотности дислокаций, значении приложенного напряжения) и заданных пределах его изменения [2–4].

Основные закономерности формирования элементарных кристаллографических скоплений в различных материалах определяются, прежде всего, характеристиками (свойствами) материала. Одним из материалов, широко применяемых в технике, в том числе в авиационной и космической промышленности, является алюминий, на примере которого проведено данное исследование. В настоящей работе выполнено исследование температурной зависимости и зависимости от действующего напряжения масштабных, временных и энергетических характеристик зоны сдвига в алюминии.

В результате исследования выявлено существенное влияние на динамику формирования зоны сдвига сопротивления, связанного с генерацией точечных дефектов. Так, для дислокаций, не производящих то-

чечные дефекты, количество дислокаций в зоне сдвига и радиус более чем на порядок больше, чем для дислокаций, производящих точечные дефекты. Для дислокаций, не производящих точечные дефекты, более чем в два раза больше время движения. Скорость дислокаций, не производящих точечные дефекты, и кинетическая энергия также выше, а с увеличением порядкового номера дислокации в скоплении разница между максимальным значением кинетической энергии единицы длины дислокации, производящей и не производящей точечные дефекты, может достигать порядка величины и более (см. рисунок).



Зависимость кинетической энергии единицы длины дислокации (а) и скорости (б) от времени для дислокаций, не производящих (1–4) и производящих (5–8) точечные дефекты для 1-й (1, 5), 10-й (2, 6), 60-й (3, 7) и 150-й (4, 8) дислокаций. Температура 293 К, действующее напряжение 10 МПа

Температурная зависимость (в интервале температур от 273 до 373 К) количества дислокаций в зоне сдвига является линейной, а зависимость количества дислокаций в зоне сдвига от действующего напряжения носит слабо выраженный нелинейный характер, наиболее заметно проявляющийся при больших значениях действующего напряжения. Но по сравнению с сопротивлением, связанным с генерацией точечных дефектов, изменение значения температуры и действующего на дислокационный источник напряжения оказывает менее выраженное влияние на характеристики зоны сдвига.

Характеристики отдельной дислокации зависят от порядкового номера дислокации в зоне сдвига. С увеличением порядкового номера дислокации в скоплении уменьшается пробег дислокации, скорость, максимальное значение кинетической энергии единицы длины дислокации, время движения дислокации, производящей точечные дефекты, при этом время движе-

ния дислокации, не производящей точечные дефекты, увеличивается (см. рисунок).

Библиографические ссылки

1. Dislocation dynamics of elementary crystallographic shear / L. E. Popov [et al.] // Computational Materials Science. 2000. Vol. 19. P. 267–274.

2. Петелин А. Е., Колупаева С. Н. Автоматизация исследования кристаллографического скольжения в ГЦК металлах // Известия Том. политехн. ун-та. 2010. Т. 316, № 5. С. 141–146.

3. Самохина С. И., Петелин А. Е., Колупаева С. Н. Моделирование зоны кристаллографического сдвига в ГЦК металлах. Численное решение системы жестких дифференциальных уравнений // Вестник ТГУ. Приложение. Томск. 2007. № 23. С. 333–338.

4. Колупаева С. Н., Самохина С. И., Петелин А. Е. Программный комплекс Dislocation Dynamic of Crystallographic Slip // Прикладные задачи математики и механики : материалы XVI Междунар. науч.-техн. конф. Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2008. С. 262–266.

A. E. Petelin, S. N. Kolupaeva

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk

MATHEMATICAL MODELING OF THE ALUMINUM SLIP ZONE

The process of formation of aluminum crystallographic slip zone is investigated. The scale, time and energy characteristics of slip zone are calculated. Software DDCS (Dislocation Dynamics of Crystallographic Slip) is developed.

© Петелин А. Е., Колупаева С. Н., 2010

УДК 681.51

В. И. Петунин, Э. Ю. Абдуллина

Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия, Уфа

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УГЛОМ ТАНГАЖА С АВТОМАТОМ ОГРАНИЧЕНИЯ УГЛА АТАКИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Показано, что существующие системы автоматического управления углом тангажа летательного аппарата обеспечивают хорошие статические и динамические характеристики канала управления углом тангажа, но не позволяют ограничить значение угла атаки, что может привести к потере устойчивости летательного аппарата. Для решения этой задачи в систему управления введен с помощью алгебраического селектора автомат ограничения угла атаки. Приведены результаты моделирования.

Для построения систем автоматического управления (САУ) с автоматами ограничения (АО) параметров летательных аппаратов (ЛА) можно использовать логические устройства, реализующие алгоритмы алгебраического селектирования каналов. Такое управление реализуется с помощью алгебраических селекторов (АС). Селекторы вводятся в систему автоматического управления для устранения зоны совместной работы каналов управления. Это позволяет сохранить статическую точность и запасы устойчивости, свойственные отдельным каналам управления.

Приведем синтез систем автоматического управления углом тангажа с автоматами ограничения угла атаки [1].

Передаточная функция самолета по углу тангажа ϑ при управлении рулем высоты d_b :

$$H_{\vartheta d_b}(p) = \frac{\vartheta(p)}{d_b(p)} = \frac{-n_b(p + n_{22})}{(p^2 + 2d_0\omega_0 p + \omega_0^2)p}$$

Закон управления астатического автопилота (АП) угла тангажа со скоростной обратной связью:

$$p\delta_b = k_g(\vartheta - \vartheta_s) + \frac{1}{p + n_{22}}(k_g + pk_{\dot{g}} + p^2k_{\ddot{g}})p\vartheta,$$

где $k_g, k_{\dot{g}}, k_{\ddot{g}}$ – передаточные числа АП.

Передаточная функция самолета по углу атаки δ при управлении рулем высоты d_b :

$$H_{\delta d_b}(p) = \frac{\delta(p)}{d_b(p)} = \frac{-n_b}{p^2 + 2d_0\omega_0 p + \omega_0^2}$$

Закон управления АО угла атаки:

$$p\delta_b = k_\delta(\delta - \delta_{\text{огр}}) + k_\delta p\delta + k_\delta p^2\delta,$$

где $k_\delta, k_\delta, k_\delta$ – передаточные числа АО.

Приравняв передаточную функцию замкнутой системы к желаемой передаточной функции $\Phi_\alpha(p) = \Phi_\alpha^*(p)$, получим передаточные числа АО:

$$k_\delta = \omega^2 / n_b; \quad k_\delta = (A_1\omega^2 - \omega_0^2) / n_b;$$

$$k_\delta = (A_2\omega - 2d_0\omega_0) / n_b,$$

где ω, A_1, A_2 – параметры желаемой передаточной функции.

Схема моделирования САУ углом тангажа с АО угла атаки представлена на рис. 1.

Результаты синтеза подтверждаются результатами моделирования переходных процессов в САУ, представленными на рис. 2, где задающие воздействия каналов: $\vartheta_{зад} = 1$; $\delta_{огр} = 0,2$. Переходные процессы 1, полученные в САУ углом тангажа без АО угла атаки, являются неудовлетворительными, а переходные процессы 2, полученные в САУ углом тангажа с АО угла атаки, т. е. по ограничиваемой координате, являются удовлетворительными, поскольку показывают необходимую точность ограничения $\delta \leq \delta_{огр} = 0,2$ и хо-

рошее качество управления на режиме переключения каналов.

Следовательно, благодаря введению АО в структуру САУ ЛА с помощью АС, можно обеспечить необходимую точность ограничения и плавные переходные процессы при переключении каналов.

Библиографическая ссылка

1. Петунин, В. И. Синтез законов управления канала тангажа автопилота / В. И. Петунин // Вестник УГАТУ. Сер. «Управление, вычислительная техника и информатика». 2007. Т. 9, № 2 (20). С. 25–31.

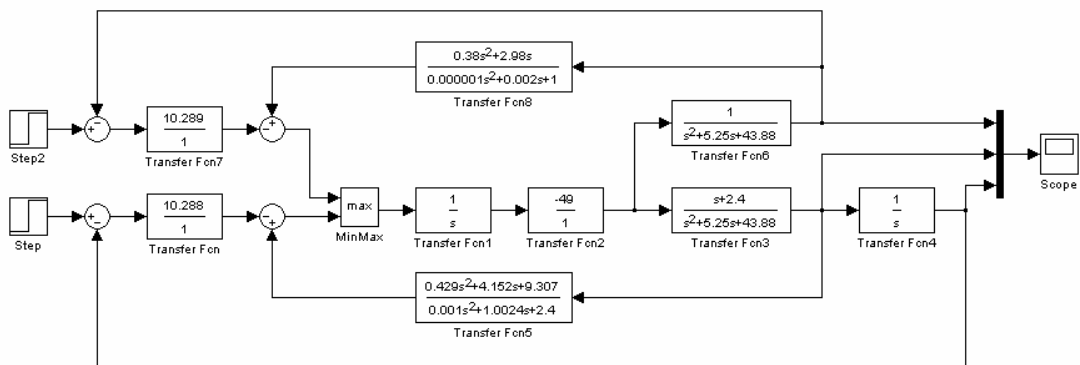


Рис. 1. Схема моделирования САУ углом тангажа ЛА с АО угла атаки

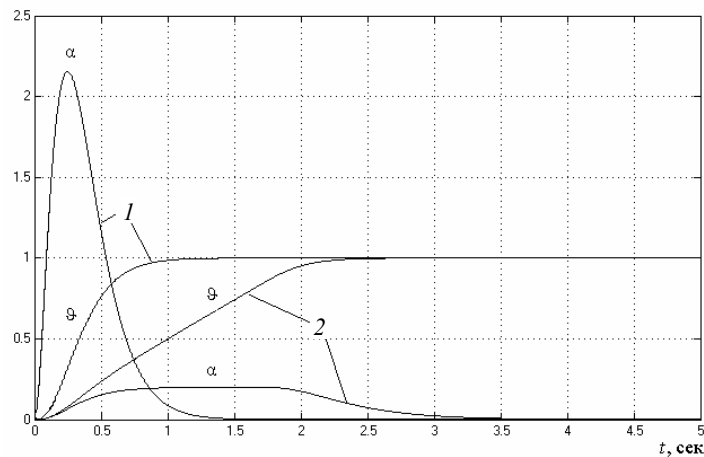


Рис. 2. Переходные процессы в САУ углом тангажа ЛА: 1 – без АО угла атаки; 2 – с АО угла атаки

V. I. Petunin, E. J. Abdullina
Ufa State Aviation Technical University, Russia, Ufa

MODELLING THE SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL BY THE ANGLE OF TANGAGE WITH THE AUTOMATIC MACHINE OF THE RESTRICTION OF THE AIRCRAFT ATTACK ANGLE

It is shown that the existing systems of automatic control of an angle of tangage for the aircraft provide proper static and dynamic characteristics of the control path with an angle tangage but they don't allow to limit the value of the attack angle that may lead to the aircraft stability loss. For the solution of this problem the automatic machine of the attack angle restriction is entered into the control system by means of algebraic selector. The results of modeling are presented.

© Петунин В. И., Абдуллина Э. Ю., 2010

УДК 681.5: 629.735

В. И. Петунин

Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия, Уфа

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОТУРБИНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ С АСТАТИЧЕСКИМ РЕГУЛЯТОРОМ ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ

Рассматриваются особенности построения астатических систем автоматического управления газотурбинными двигателями на переходных режимах. Показано, что применение логико-динамического управления позволяет обеспечить астатизм каналов разгона и сброса частоты вращения и тем самым повысить точность реализации программ управления. Приведены результаты моделирования.

В системах автоматического управления (САУ) современными газотурбинными двигателями (ГТД) формирование управления часто осуществляется с помощью селекторов [1]. Обычно применяется принцип селектирования, согласно которому регулируется параметр двигателя, наиболее приблизившийся к величине, определяемой программой регулирования. Этот принцип реализуется с помощью алгебраических селекторов (АС).

В существующих САУ ГТД, как правило, регуляторы разгона и сброса строятся как статические каналы управления производной частоты вращения ротора, что приводит к потере точности выполнения программ разгона и сброса. Невозможность получения астатизма в этих каналах связано с противоречиями между точностью и устойчивостью.

Включение интегратора в каналы разгона и сброса позволяет сделать их астатическими и, соответственно, повысить точность выдерживания программ управления на переходных режимах. Однако при работе САУ на режиме стабилизации частоты вращения ротора этот интегратор должен быть выключен, так как он нарушает требуемые динамические характеристики этого канала [2]. Следовательно, необходимо управлять структурой САУ, в частности работой интегратора в каналах стабилизации режима работы, разгона и сброса. Это можно выполнить с помощью управляемого интегратора (УИ).

Вариант САУ с включением УИ на входе АС был рассмотрен в работе [3], здесь же рассматривается включение УИ после АС.

Структурная схема САУ ГТД с астатическим регулятором разгона показана на рис. 1, где РЧВ – регулятор

частоты вращения; РР – регулятор разгона; ИР – изодромный регулятор; ЗЧВ – задатчик частоты вращения ротора; ЗР – задатчик скорости изменения частоты вращения ротора на режиме разгона; ИЧВ – измеритель частоты вращения ротора; Д – дифференциатор; ЛУ – логическое устройство; УМ – умножитель [2].

Включение и выключение УИ осуществляется путем воздействия на его входы сброса и начального значения с помощью логического устройства ЛУ.

Моделирование переходных процессов, происходящих в САУ ГТД, производилось с использованием пакета Simulink системы MATLAB (рис. 2).

Полученные результаты показывают, что при введении управляемого интегратора на режиме разгона скорость изменения частоты вращения ротора точно равна заданному значению $\dot{n}_{\text{аст}} = \dot{n}_{\text{р.зад}} = 0,2 \text{ с}^{-1}$, при этом для статического регулятора разгона ошибка по скорости изменения частоты вращения равна 16,7 %. При полной приемистости время разгона для астатической системы меньше, чем для статической на 0,75 с. Это справедливо и для первого варианта САУ [3].

Аналогичные результаты получены и для режима сброса частоты вращения ротора ГТД.

Таким образом, рассмотренная логико-динамическая САУ ГТД позволяет обеспечить повышение точности системы по скорости изменения частоты вращения ротора. Это приводит к улучшению динамических характеристик САУ ГТД – ускорению переходных процессов и уменьшению статических погрешностей реализации программ управления, что способствует увеличению тяги ГТД на режиме разгона.

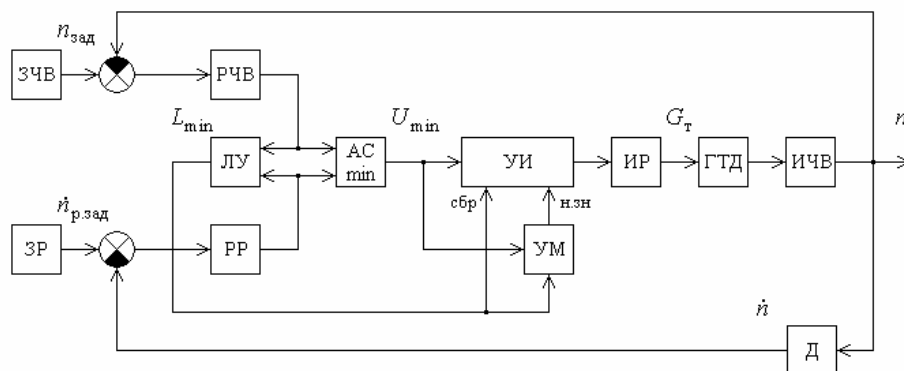


Рис. 1. Структурная схема САУ ГТД с астатическим регулятором разгона

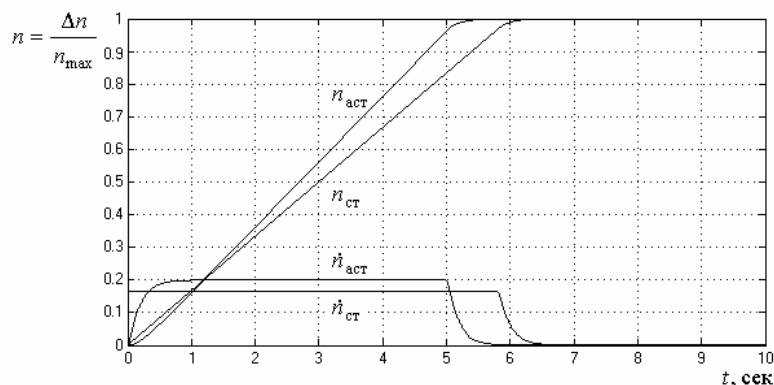


Рис. 2. Переходные процессы на режиме разгона ротора ГТД

Библиографические ссылки

1. Петунин В. И. Принципы построения логико-динамических систем автоматического управления газотурбинными двигателями // Вестник УГАТУ. 2003. Т. 4, № 1. С. 78–87.
2. Петунин В. И., Фрид А. И. Синтез структуры и исследование астатического регулятора переходных

режимов газотурбинного двигателя // Вестник УГАТУ. 2010. Т. 14, № 2 (37). С. 118–127.

3. Петунин В. И. Синтез астатического регулятора переходных режимов газотурбинного двигателя // Решетневские чтения : материалы XIII Междунар. науч. конф. : в 2 ч. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2009. Ч. 1. С. 156–157.

V. I. Petunin

Ufa State Aviation Technical University, Russia, Ufa

RESEARCH OF THE SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL BY THE GAS TURBINE ENGINE WITH AN ASTATIC REGULATOR OF TRANSITIVE MODES

Features of construction of astatic systems of automatic control by gas turbine engines on transitive modes are considered. It is shown that application of logiko-dynamic control allows to provide astaticism channels of dispersal and dump of frequency of rotation and by that to raise accuracy of realisation of programs of control. Results of modeling are resulted.

© Петунин В. И., 2010

УДК 621.45:004.8

С. Н. Поезжалова

Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия, Уфа

НЕЙРОНЕЧЕТКИЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ВЫСОКИХ И КРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ

Предложена функциональная модель АСНИ-технологий и продемонстрировано применение нейронечеткого метода управления развитием высоких и критических технологий в авиадвигателестроении в виде информационной технологии работы обобщенно-регрессионной сети и использования нечеткой логики для формирования единых технологий авиационных двигателей нового поколения. Выявлены рациональные функции, описывающие развитие истребительной авиации и инновационно-инвестиционных проектов для создания конкурентоспособной продукции.

Для ускоренной разработки инновационных проектов основным методом сокращения сроков создания и постановки на производство новых изделий является автоматизация технической подготовки производства (АСТПП). В данной работе предложено дополнить известные методы АСТПП средствами искусственного интеллекта, которые обеспечивают матема-

тическое моделирование и оптимизацию объектов проектирования.

В инновационных проектах и программах для разработки предварительных комплектов технологической документации, обеспечивающих создание техники новых поколений, рекомендуется строить функциональную модель «Автоматизированная система

научных исследований высоких и критических технологий» (АСНИ-технологий). Эта система была разработана в целях технологического обеспечения создания авиационных двигателей нового поколения.

Предложенная функциональная модель АСНИ-технологий, построенная в среде BPWin 4.1 (IDEF0), содержит 4 блока задач и 10 автоматизированных подсистем (программных продуктов), необходимых для автоматизации решения данных задач. Предложенная модель, являющаяся базой для технологического обеспечения работ (в виде единых, базовых, узловых, высоких и критических технологий, а также комплектов перспективных и директивных технологических процессов) по проектированию и созданию авиационных двигателей нового поколения, позволяет показать последовательность действий по выполнению НИР для обеспечения НИОКР средствами инновационного проектирования авиационных двигателей. Рассмотрим более подробно блоки задач АСНИ-технологий:

1. Анализ технического уровня авиационных двигателей. Результатом функционирования данного блока является определение требований по технологическому обеспечению конкурентоспособности новых изделий.

2. Анализ патентной информации. Результатом функционирования данного блока являются выводы и обоснования по применению высоких и критических технологий в ходе дальнейших НИОКР авиационных двигателей нового поколения.

3. Формирование единых технологий авиационных двигателей нового поколения для системотехнической разработки инновационных проектов. Результатом работы по этой функции является передача прав на единые технологии.

4. Разработка узловых и базовых инновационных технологий. Этот функциональный блок включает в себя не только подготовку комплектов технологической документации инновационных проектов, но и построение календарных планов-графиков, разработку бизнес-планов, которые необходимы для технологического проектирования и оценки эффективности инвестиций в создание авиационных двигателей нового поколения.

Предложенная для определения закономерностей и тенденций развития авиационных двигателей нейронная обобщенно-регрессионная сеть GRNN (блок 1) решает задачи определения регрессий путем аппроксимации различных функций. Задача аппроксимации с помощью сети состоит в нахождении оценки неизвестной функции $F(x)$ и определении ее значений в других точках. Нейронная сеть GRNN является обобщенной моделью развития: любого инновационного

проекта, множества инновационных проектов анализируемого поколения техники и технологий, а также закономерностей диффузии новых технологий.

Сопоставительный анализ инвестирования отдельно взятого инновационного проекта позволил установить существенно лучшие результаты по использованию функции Ферми в сравнении с логистической зависимостью, поэтому она является более рациональной для использования в задачах графического отображения и обоснования инновационно-инвестиционных проектов. В работе представлены соответствующие сигмоидальные зависимости, уравнения регрессии к ним, а также подсчитана сходимость.

Анализ задач инновационного проектирования по использованию методов моделирования развития техники и технологий по параметрам технического уровня (блок 1) показывает на меньшую предпочтительность логистических зависимостей для анализа инновационных проектов. В этом плане рассматриваются возможности применения искусственной нейронной сети GRNN для анализа закономерностей развития авиационных двигателей. На основании работы сети получены сигмоидальные закономерности для авиационных двигателей истребителей-перехватчиков в виде билогистической зависимости, многофункциональных, высокоманевренных самолетов-истребителей (истребителей-бомбардировщиков) и самолетов вертикального взлета и посадки. В результате выявлено, что рациональной функцией, описывающей развитие поколений техники и технологий, является сигмоидальные закономерности типа арктангенс.

В следующих блоках (2, 3) функциональной модели АСНИ-технологий осуществляется анализ патентной информации по авиационным двигателям новых поколений и формируется единая технология авиационных двигателей нового поколения [1]. В этих функциональных блоках рекомендуется использовать средства искусственного интеллекта в виде метода нечеткой логики (Fuzzy Logic) для автоматизации технологического проектирования. Блок 4 функциональной модели предназначен для разработки предварительного комплекта технологической документации в ходе инновационного проектирования реактивных двигателей нового поколения. Его результатом являются разработанные проектные, перспективные и директивные технологические процессы для постановки новых авиационных двигателей на производство.

Библиографическая ссылка

1. Селиванов С. Г., Поезжалова С. Н. Метод математического моделирования и структурной оптимизации единых технологий в инновационных проектах // Вестник УГАТУ. 2009. Т. 12, № 2 (30). С. 107–116.

S. N. Pоеzjalova

Ufa State Aviation Technical University, Russia, Ufa

THE NEURAL-FUZZY MANAGEMENT METHOD OF HIGH AND CRITICAL TECHNOLOGIES DEVELOPMENT IN ENGINE-BUILDING MANUFACTURE

The functional model of ASSR-technologies is offered and application of the neural-fuzzy management method of development of high and critical technologies in engine-building manufacture is shown in the form of information technology of the function of integrated-regression networks and the use of fuzzy logic for the formation of united technologies of aviation engines of new generation. The rational functions describing the development of fighters and innovative-investment projects for creation of competitive production are revealed with the use of artificial intelligence techniques.

© Поезжалова С. Н., 2010

УДК 517.977.1

A. H. Pогалев

Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения
Российской академии наук, Россия, Красноярск

ВОПРОСЫ РЕАЛИЗАЦИИ ГАРАНТИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ВКЛЮЧЕНИЯ ВЫЖИВАЮЩИХ ТРАЕКТОРИЙ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ

Описывается применение гарантированных методов, позволяющих получать границы траекторий управляемых динамических систем, сохраняющихся (выживающих) до некоторого момента времени в пределах заданного множества. Такие количественные оценки являются границами множеств достижимости, удовлетворяющими условиям выживаемости. Приводятся примеры расчетов границ выживающих траекторий.

Рассматриваются системы обыкновенных дифференциальных уравнений, в которые входят члены, описывающие параметрические возмущения или неточности задания коэффициентов системы. Известны лишь границы, в которых они могут лежать. Среди математических описаний подобных задач мы выделим задачи проверки гарантированных условий безопасности и задачи построения множеств достижимости [1–8]. Задачи выживания (термин принадлежит Ж.-П. Aubin [9]) для управляемых динамических систем включают в себя большое число вполне конкретных приложений, интерес к которым не ослабевает с конца 50-х гг. прошлого столетия. К числу таких прикладных задач относятся задачи об обходе препятствия, о построении управления, удерживающего траектории системы в заранее заданном множестве, в частности, на заданном многообразии, некоторые задачи математической экономики и многое другое.

Структура управляемого объекта выражается системой дифференциальных уравнений

$$\frac{dy}{dt} = f(t, y, u) \tag{1}$$

с заданными классами допустимых управлений и начальными и конечными состояниями управляемого объекта.

В докладе строятся включения области достижимости управляемых систем с помощью гарантированного метода оценивания множеств решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений на основе символьных формул для аппроксимации оператора сдвига вдоль траектории [1–9].

Множеством достижимости $Y^*(t)$ называется множество всех точек из фазового пространства, в которые можно перейти на отрезке времени $[t^0, T]$ из всех точек начального множества фазовых состояний M^0 по решениям системы (1) с начальным условием $y(t^0) \in M^0$ и с допустимым управлением $u(t)$. Точное или приближенное описание множества достижимости управляемой системы позволяет оценить предельные возможности системы управления, выбрать оптимальное управление.

Включением (гарантированной оценкой) множества достижимости ОДУ $Y^*(t)$ называется многозначная функция $Y(t)$ такая, что для любого $y(t^0) \in M^0$ и $t \in [t^0, T]$ решение $y(t, y^0) \in Y(t)$.

Выполнение гарантированных методов, основанных на аппроксимации оператора сдвига вдоль траектории, разделено на два этапа: предиктор и корректор.

На *первом этапе* (предиктор), происходит построение (запись) символьных формул приближенных решений как векторных функций $S^n(Y^0) \cdot S^{n-1}(Y^0) \dots S^1(Y^0)$, где вектор Y^0 – вектор начальных значений, рассматриваемых как символьные величины. Затем вычисляется область значений S_y этой формулы.

На *втором этапе* (корректор) определяется гарантированная оценка глобальной ошибки приближенного решения $R(Y^0, t)$. Подробное описание этих шагов гарантированного метода дано в работах [1–8].

Результаты применения методов, основанных на аппроксимации оператора сдвига вдоль траектории, дают хорошие оценки множеств решений, отклонение которых от точных решений стремится к 0, при уменьшении шага сетки.

Библиографические ссылки

1. Новиков В. А., Рогалев А. Н., Построение сходящихся верхних и нижних оценок решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений // Журнал вычислительной математики. 1993. № 33(2). С. 219–231.
2. Рогалев А. Н. Исследование практической устойчивости при постоянно действующих возмущениях // Вычислительные технологии. 2002. № 7(5). С. 148–150.
3. Рогалев А. Н. Гарантированные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений на основе преобразования символьных формул // Вычислительные технологии. 2003. № 8(5). С. 102–116.
4. Рогалев А. Н. Гарантированные оценки безопасного функционирования технических и электроэнер-

гетических систем // Современные методы математического моделирования природных и антропогенных катастроф : тр. Всерос. конф. с междунар. участием. Красноярск : ИВМ СО РАН. 2003. Т. 3. С. 42–48.

5. Рогалев А. Н. Границы множеств решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений с интервальными начальными данными // Вычислительные технологии. 2004. № 9(1). С. 86–93.
6. Рогалев А. Н. Символьные вычисления в гарантированных методах, выполненные на нескольких процессорах // Вестник НГУ. Сер. «Информационные технологии». 2006. № 4(1). С. 56–62.
7. Рогалев А. Н. Вопросы устойчивости ансамблей дифференциальных уравнений // Вычислительные технологии. 2008. № 13(3). С. 111–117.
8. Rogalyov A. N. Computation of reachable sets guaranteed bounds // Control, Diagnostics, and Automation (ACIT – CDA 2010) : Proc. of the IASTED Intern. Conf. on Automation, Control, and Information Technology. ACTA Press, B6, Calgary, Canada. 2010. P. 132–139.
9. Aubin J.-P. Viability theory. Boston ; Basel ; Berlin : Birkhauser, 1991.

A. N. Rogalyov

Institute of Computational Modeling, Russian Academy of Science,
Siberian Branch, Russia, Krasnoyarsk

THE IMPLEMENTATION OF GUARANTEED METHODS OF CONTROL SYSTEMS SURVIVING TRAJECTORIES INCLUSION

The implementation of guaranteed methods, which give the bounds of the trajectory of controlled systems, the remaining (surviving) to the certain time within a given set are described. Such quantitative estimations are called the reachable sets bounds, satisfying the conditions of the survival. The examples of computations of surviving trajectories bounds are presented.

© Рогалев А. Н., 2010

УДК 519.68

А. В. Руднев, Ю. И. Кириллов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

НАВИГАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ КАК СПОСОБ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ПОМЕЧЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Предлагается использование спутника для отслеживания помеченных особей, что сократит время, затрачиваемое на их поиск ныне используемым методом. Также для большей оптимизации по временному критерию предлагается использование сеансовременного метода автономного управления в качестве управляющего работой спутника.

В настоящее время действующий способ сбора информации об отдельных особях для составления описательной картины для вида в целом осуществляется путем имплантации датчиков слежения и дальнейшего отлова помеченных особей для пополнения информационных архивов. Процесс поиска помеченных особей производится путем использования радаров для определения места положения искомого животного. Данный метод является весьма затратным в отношении времени, поскольку ареалы обитания особей могут составлять десятки квадратных километров,

а порой происходит так, что животное может уйти за пределы своей территории, что также усложняет процесс поиска. Не стоит исключать вариант гибели особи, что ведет за собой холостую трату времени. Также стоит учесть, что поиск может быть осложнен трудной проходимостью местности.

Для решения задачи по сокращению времени сбора информации предлагается использование навигационных спутниковых систем. Данная система многократно сократит затрачиваемое время на сбор информации, поскольку будет исключена необходи-

мость отслеживания помеченных особей. Появится возможность в любой момент времени узнать местоположение особи, отправить исследовательскую группу уже в известное местоположение для получения необходимых данных.

Уменьшение временных затрат также позволит собирать больше информации о других помеченных особях, что упростит процесс наблюдения и установления закономерностей поведения в целом.

Также стоит учесть то, что на данный момент спутниковые системы не являются оптимизированными по временному критерию вследствие использования командного метода управления. Данный метод обладает такими недостатками, как низкая оперативность реагирования на возникновение изменений в состоянии космических аппаратов связи, ретрансляции и навигации, большое время, затрачиваемое на выдачу управляющих воздействий, определяемое затратами на съем и анализ телеметрической информации о состоянии космического аппарата, выбором соответствующих управляющих воздействий и их выдачей по командной радиолинии с контролем выполнения, большие затраты средств на эксплуатацию средств наземных комплексов управления, привле-

каемых на весь период целевой работы, снижение вероятности выполнения целевой задачи из-за сравнительно низкой живучести и надежности наземных территориально разбросанных средств наземных комплексов управления и линий связи между ними.

Для большей оптимизации процесса нахождения помеченных особей предлагается оптимизировать работу спутниковых навигационных систем, используя сеансовременной метод автономного управления.

Сеансовременной метод – это метод адаптивного автономного управления, позволяющий по заданным в программе автономного управления параметрам сеансов целевой работы либо параметрам других типов циклограмм управления определять и реализовывать управляющие воздействия, обеспечивающие выполнение программы, независимо от текущего состояния изделия.

Таким образом, сеансовременной метод автономного управления исполняет роль регулятора. Данный регулятор, представленный в виде исполняющей программы, является синтезатором управляющих воздействий, создаваемых на основе получаемых параметров о состоянии системы в определенный момент времени.

A. V. Rudnev, Y. I. Kirillov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

NAVIGATING SATELLITE SYSTEMS AS A METHOD OF THE «MARKED» ANIMALS TRACING

The use of the satellite for tracing of the marked specimens that will reduce the time spent for their search with the help of the current method is dealt with. Besides, the use of the session – time method of an off-line control as the companion operating work for increasing optimization by time criterion is suggested.

© Руднев А. В., Кириллов Ю. И., 2010

УДК 629.78

А. А. Рудько, В. В. Двирный

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Рассматриваются методика и результаты тепловых расчетов электронных приборов, применяемых в космической технике.

Современные космические аппараты, производимые в ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева», собирают на базе космических платформ.

Конструкция космической платформы имеет блочно-модульную структуру и состоит из двух модулей (модуля служебных систем и модуля полезной нагрузки). Оборудование модулей устанавливается на сотовые панели с тепловыми трубами.

Сотовые панели с тепловыми трубами сегодня являются основными элементами конструкции космического аппарата. Такие сотовые конструкции одно-

временно являются теплопередающими устройствами, способными отводить избыточную тепловую энергию от оборудования, размещенного на их поверхности. Тепловые трубы отлично отводят тепло, полученное от приборов, на радиационные поверхности, которыми зачастую являются сами сотовые панели.

Для обеспечения определенной температуры посадочного места, помимо тепловых труб на сотовую панель устанавливаются обогреватели. В качестве обогревателей используется константановая лента, наклеенная на поверхность сотовой панели.

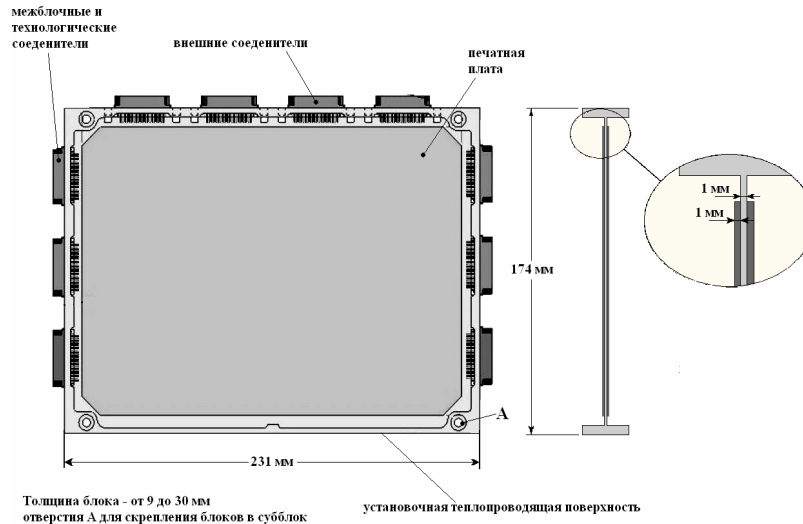


Рис. 1. Состав рамки

Сочетание тепловых труб, хорошо отводящих тепло, и обогревателей может гарантированно обеспечить необходимую температуру для посадочной поверхности электронных приборов, установленных на сотовой панели.

Обычно температура на посадочном месте электронных приборов обеспечивается в диапазоне от -10 до $+40$ °С.

Тепловые анализы для электронных приборов следует проводить для критичных условий, так как именно при них достигается максимальная (минимальная) температура элементов конструкции.

Конструктивно приборы состоят из алюминиевых рамок. Состав рамки представлен на рис. 1. Рамки между собой собираются в модули, скрепленные винтами. Каждая рамка также крепится винтами к кронштейнам. К основаниям рамок приклеены склейки плат из стеклотекстолита, на которых и располагаются ЭРИ.

Тепловыделение на рамках задается на посадочные места тепловыделяющих ЭРИ или как равномерно распределенное по плоскости рамки.

Современные космические аппараты имеют негерметичное исполнение, а значит в условиях космического пространства передача тепла конвекцией исключается. Следовательно, рассматривается только кондуктивная передача тепла и тепловое излучение.

Учитывая совместное использование тепловых труб и обогревателей, можно обеспечить температуру посадочного места прибора постоянной.

Тепловой анализ проводится с учетом особенностей конструкции электронного прибора.

В анализе рассматриваются два расчетных случая:

- «холодный» – когда прибор не работает;
- «горячий» – когда тепловыделение ЭРИ, входящих в прибор, максимально.

Рассчитанное температурное поле для одной из рамок показано на рис. 2.

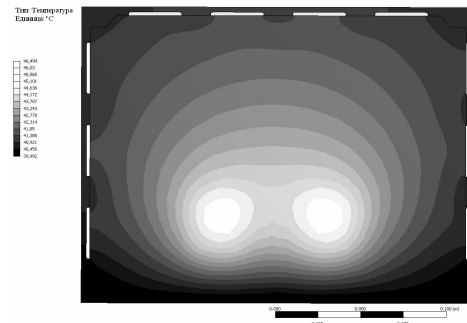


Рис. 2. Температурное поле рамки

Результаты расчетов показывают распределение температур по рамке.

A. A. Rudko, V. V. Dvirny

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

ELECTRIC DEVICES HEATING CALCULATION FOR SPACECRAFTS

Methods and results of electric devices heating calculations applied in spacecrafts are studied.

© Рудько А. А., Двирный В. В., 2010

И. С. Рыжиков

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

РЕШЕНИЕ ТЕРМИНАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рассматривается задача управления нелинейным динамическим объектом. Исходная задача была сведена к поиску экстремума функции многих переменных. В качестве решений задачи управления рассматриваются регуляторы типа реле.

В данной работе рассматривается один из методов решения задачи управления нелинейным динамическим объектом. Имеем объект, заданный нелинейным дифференциальным уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = f(x, u). \quad (1)$$

Необходимо найти такую функцию управления $u(t)$, что за конечное время T система (1) перейдет из начального состояния $x(0) = x^0$ в конечное $x(T) = x^T$.

Поскольку для линейной динамической системы решение задачи оптимального управления может быть найдено методом моментов [1; 2], которое при функционалах определенного вида представляет собой идеальное реле, то, допустим, что терминальная задача для нелинейной системы может быть решена при функции управления аналогичного типа.

Таким образом, для решения задачи необходимо найти функцию вида

$$u(t) = \begin{cases} -A, & t \in I_1 \\ A, & t \in I_2 \end{cases}, \quad (2)$$

где I_1, I_2 – интервалы, определенные точками переключения, такие, что $I_1 \cup I_2 = [0, T]$; A – амплитуда реле.

Пусть $R = \left\{ r_i : r_i < r_{i+1}, r_i \in (0, T] \forall i = \overline{1, k}, r_0 = 0 \right\}$ –

множество всех точек переключений, тогда при известном значении функции управления в момент времени определим множества интервалов I_1, I_2 . Если $u(0) < 0$, то $I_1 = \{(r_{2i-2}, r_{2i-1}], 2 \cdot i - 1 < \text{card}(R), i \in \mathbb{N}\}$ и $I_2 = \{(r_{2i-1}, r_{2i}], 2 \cdot i < \text{card}(R), i \in \mathbb{N}\}$, а при $u(0) > 0$:

$$I_1 = \{(r_{2i-1}, r_{2i}], 2 \cdot i < \text{card}(R), i \in \mathbb{N}\}$$

и

$$I_2 = \{(r_{2i-2}, r_{2i-1}], 2 \cdot i - 1 < \text{card}(R), i \in \mathbb{N}\}.$$

Таким образом, задачу поиска можно сформулировать следующим образом:

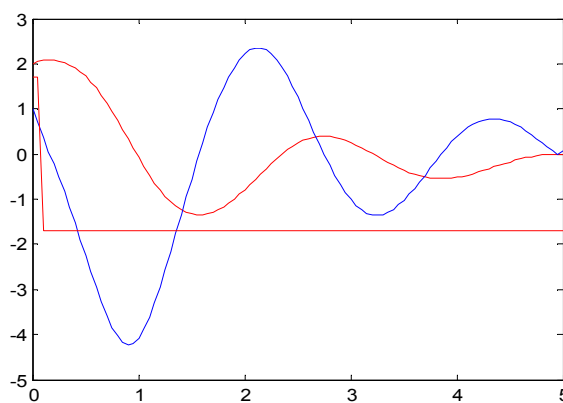
$$F(R, A) = \left\| x^T - x(T) \Big|_{A=A^*, R=R^*} \right\| \rightarrow \min_{A^*, R^*}. \quad (3)$$

В итоге, управление будет определено по решению задачи на безусловный экстремум (3). Задача (3) решалась с помощью гибридного модифицированного метода эволюционных стратегий, при заранее фиксированном числе переключений k .

Приведем пример работы алгоритма. Выберем число переключений равным 12 для системы, описываемой дифференциальным уравнением вида

$$-y' + (5 \cdot \sin(y) + 1) u(t) + \frac{y^2}{|y' \cdot u(t) + 1} = 0.$$

За время $T = 5$ необходимо перевести данную систему из начального вектора $x^0 = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$ в вектор конечных состояний $x(T) = 0$. Найденное управление и траектории системы представлены на рисунке.



Траектории системы и найденное управление

Библиографические ссылки

1. Охорзин В. А. Прикладная математика в системе Mathcad. Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2004.
2. Рыжиков И. С. Оптимальное управление линейными системами методом моментов // материалы VIII Всерос. конф. молодых ученых по мат. моделированию и информац. технологиям. Новосибирск, 2007.

I. S. Ryzhikov

Siberian state Aerospace University named after academician F. M. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE SOLUTION OF THE TERMINAL CONTROL PROBLEM FOR NONLINEAR DYNAMIC SYSTEMS

The control problem for nonlinear dynamic object is covered. The control purpose was restricted to the optimization of several variables. As the solution the relay regulators are considered.

© Рыжиков И. С., 2010

УДК 629.7

В. В. Салмин, К. В. Петрухина

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева (Национальный исследовательский университет), Россия, Самара

МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРЕЛЕТОВ МЕЖДУ ЭЛЛИПТИЧЕСКИМИ ОРБИТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВИГАТЕЛЕЙ БОЛЬШОЙ И МАЛОЙ ТЯГИ

Использование на космическом аппарате комбинации двигателей большой и малой тяги сочетает в себе достоинства как импульсных маневров (малое время перелета), так и маневров с малой тягой (большая масса полезной нагрузки) и позволяет найти компромисс между критериями «масса полезной нагрузки» – «продолжительность перелета». Поэтому проблема оптимизации комбинированных схем межорбитальных перелетов является актуальной с точки зрения повышения эффективности космических транспортных операций.

Комбинированная схема межорбитального перелета предполагает использование на первом этапе (формирование промежуточной эллиптической орбиты) химического разгонного блока, а на втором – солнечной электрореактивной двигательной установки (формирование целевой, например геостационарной, орбиты).

Решается задача выбора оптимальных баллистических схем перелетов космического аппарата (КА) между произвольными эллиптическими орбитами с использованием двигателей большой и малой тяги. Предлагается следующая схема решения многокритериальной задачи оптимизации для комбинированных перелетов: в качестве главных критериев принимаются масса полезной нагрузки на целевой орбите и продолжительность перелета, а остальные критерии (общее время пребывания КА в радиационных поясах Земли и длительность теневых участков) переводятся в разряд ограничений.

Предложен следующий поэтапный метод решения задачи. На первом этапе критерии времени пребывания КА в тени и в радиационных поясах Земли переводятся в разряд ограничений, и решается двухкритериальная задача оптимизации. На втором этапе проводится проверка выполнения ограничений. Для этого разработаны методики расчета времен пребывания КА в тени Земли и в радиационных поясах. Из множества полученных решений отбрасываются альтернативы, не удовлетворяющие ограничениям. Третий этап – этап синтеза проектно-баллистических характеристик перелета в целом, на основе решения частных задач с учетом ограничений, заключающийся в совместной оптимизации траекторий, законов управления вектором тяги, параметров баллистической схемы маневра и проектных параметров КА.

Решается динамическая задача оптимального управления элементами орбиты: большой полуосью, эксцентриситетом и наклоном. Формулируется задача оптимизации траектории в строгой постановке, описывается формализм ее решения на основе принципа максимума Л. С. Понтрягина [1]. Применение принципа максимума позволяет свести оптимизационную задачу к краевой задаче для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение задачи оптимального управления элементами орбиты в строгой постановке, вытекающей из формализма Лагранжа–Понтрягина, связано с большими вычислительными трудностями, кроме того, на первый план выходит проблема сходимости и устойчивости алгоритма решения краевой задачи и единственности решения.

Предложен приближенный метод решения задачи, основанный на использовании принципа расширения допустимых состояний и управлений [2] для редукции задачи оптимизации в строгой постановке к задаче локальной оптимизации. На основе принципа взаимности в теории оптимизации задача о минимуме критерия при фиксированных граничных условиях сводится к задаче о минимуме невязки конечных значений вектора состояния (большой полуоси, эксцентриситета и наклона промежуточной орбиты) при фиксированном времени перелета. Вводится терминальный критерий в виде квадратичной формы, характеризующей обобщенную невязку по большой полуоси, эксцентриситету и наклону орбиты. Вводится требование монотонного изменения указанных элементов орбиты. Поставленная задача отыскания законов управления ориентацией вектора тяги КА с электрореактивной двигательной установкой сводится к задаче выбора локально-оптимального закона

с последующей проверкой условия монотонности функционала.

В зависимости от даты старта, определяющей эфемериды Солнца, и начальной долготы восходящего узла, задающей начальную ориентацию плоскости орбиты относительно Солнца, траектория КА с солнечной ЭРДУ будет характеризоваться различным временем затенения. При варьировании этих параметров получаются различные значения времени пребывания КА в тени, что позволяет построить изолинии равных времен пребывания КА в тени Земли [3].

Серия проведенных расчетов показывает, что в среднем при стартовой массе 6 900 кг масса полезной нагрузки лежит в пределах от 1 000 до 1 700 кг, а время перелета изменяется от 50 до 90 суток; при этом время пребывания в радиационных поясах существенно уменьшается с возрастанием большой полуоси и эксцентриситета переходного эллипса и составляет для проведенных расчетов от 3 до 20 суток. Для ряда расчетов, выполненных с различными значениями большой полуоси переходного эллипса, время пребывания КА в тени составляет от 0 до 7 суток; опти-

мальные и неоптимальные даты старта повторяются с периодичностью 6 месяцев. Кроме того, существуют достаточно широкие окна старта, при которых время пребывания КА в тени Земли равно нулю.

Результаты многокритериальной совместной оптимизации проектных параметров, траекторий и режимов управления движением позволяют сформировать массив исходных данных для проектирования космических аппаратов с комбинацией двигателей большой и малой тяги.

Библиографические ссылки

1. Математическая теория оптимальных процессов / Л. С. Понтрягин [и др.] ; под ред. Л. С. Понтрягина. М. : Наука, 1976.
2. Гурман В. И. Принцип расширения в задачах управления. М. : Наука, 1985.
3. Салмин В. В. Оптимизация космических перелетов с малой тягой. Проблемы совместного управления траекторным и угловым движением. М. : Машиностроение, 1978.

V. V. Salmin, K. V. Petrukhina

Samara State Aerospace University of the name of academician S. P. Korolev
(National Research University), Russia, Samara

THE METHOD OF FLIGHTS OPTIMIZATION PROBLEM SOLUTION BETWEEN ELLIPTIC ORBITS WITH THE USE OF THE BIG AND LOW THRUST ENGINES

The use of the high and low thrust engines combinations in the space vehicle combines the advantages as pulse maneuvers (a short time of flight), and maneuvers with low thrust (a high weight of the useful loading) and allows to find the compromise between the criteria «weight of payload» – «duration of flight». Therefore the optimization problem of the interorbital flights of combined schemes is actual from the point of view of efficiency increase of space transport operations.

© Салмин В. В., Петрухина К. В., 2010

УДК 519.68

А. Б. Сергиенко

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

САМОНАСТРАИВАЮЩИЙСЯ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УСЛОВНОЙ И БЕЗУСЛОВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Рассмотрен вариант генетического алгоритма, в котором параметры настраиваются в течение одного запуска алгоритма.

На данный момент генетический алгоритм (ГА) является одним из наиболее исследуемых и развивающихся алгоритмов глобальной оптимизации прямого поиска.

Но, к сожалению, существует несколько проблем, затрудняющих его применение в решении практических задач и затрудняющих сравнение с другими алгоритмами оптимизации. Во-первых, отсутствует единообразие в существующих описаниях данного алгоритма. Обычно даны лишь общие рекомендации, которые допускают разночтение в процессе програм-

мирования. Либо предложенные схемы применимы лишь для решения тестовых задач. Из-за этого невозможно строго сопоставить друг другу различные исследования по эффективности. Во-вторых, для генетических алгоритмов присуща проблема настройки параметров алгоритма [1]. Настройка параметров сильно чувствительна к эффективности работы алгоритма. Одной из проблем является и то, что относительно выбора некоторых параметров алгоритма существуют рекомендации, которые при проведении исследований не оправдывают себя, что приводит к

искажению информации об эффективности генетического алгоритма.

В работе рассматривалась задача вещественной и бинарной условной и безусловной оптимизации.

Вначале был проведен анализ работы стандартного генетического алгоритма [2], в результате которого был сделан ряд выводов, часть из которых приведена ниже:

1. Невозможно выбрать для любой задачи один вариант лучших или худших настроек стандартного генетического алгоритма: их почти всегда больше 1, если сравнивать по критерию Вилкоксона.

2. При увеличении размерности задачи увеличивается дифференциация вариантов настроек генетического алгоритма по надежности.

3. Для одной и той же задачи по разным критериям множество лучших и худших настроек перекрывается, но не всегда совпадает, т. е. существуют такие настройки, которые являются лучшими или худшими по всем критериям, но существуют такие настройки, которые являются лучшими или худшими по одному критерию, но по другим не являются.

4. Не существует таких настроек генетического алгоритма, которые для всех задач были бы лучшими или худшими.

5. Число лучших настроек чаще всего в несколько раз меньше числа худших настроек стандартного генетического алгоритма при условии, что объем вычислений целевой функции такой, что надежность при лучших настройках в среднем находился в диапазоне от 0,5 до 0,8. И при увеличении размерности дисбаланс увеличивается.

6. Размер турнира равный $T = 2$ или $T = 3$ не является оптимальным для стандартного генетического алгоритма. На большом множестве задач оптимальным размером турнира является величина, равная половине размера популяции для стандартного генетического алгоритма.

На основании полученной информации был разработан самонастраивающийся генетический алгоритм, который в процессе запуска подбирает параметры алгоритма от поколения к поколению.

Основные идеи, закладываемые в самонастраивающийся алгоритм, следующие:

1. В первые поколения ($\max\{7; 0,1 \cdot N\}$) типы операторов выбираются случайно, где N – общее число поколений.

2. После этих поколений популяция сбрасывается, чтобы не использовать популяцию, которая могла из-за неправильных значений типов операторов стать непригодной для эффективной работы ГА.

3. Типы операторов выбираются с помощью ранговой селекции с увеличенными значениями рангов в 4 раза на основании массивов, содержащих среднее значение наилучшего значения целевой функции, при условии, что в поколении был выбран соответствующий тип оператора.

4. Используемый тип формирования нового поколения: только потомки и лучший индивид.

5. В турнирной селекции турнир равен половине популяции.

6. Число поколений в 2 раза меньше размера популяции.

При проведении исследований было выяснено, что почти на всех задачах вещественной безусловной оптимизации самонастраивающийся генетический алгоритм с лучшими настройками работает лучше, чем стандартный генетический алгоритм с лучшими настройками, и на всех задачах самонастраивающийся генетический алгоритм с худшими настройками работает лучше, чем стандартный генетический алгоритм с лучшими настройками. Для эффективного решения задачи вещественной оптимизации стандартным алгоритмом требуется $108 \cdot \text{CountOfFitness}$ вычислений целевой функции (так как не существует лучших одинаковых настроек для всех задач). Для самонастраивающегося алгоритма требуется только $2 \cdot \text{CountOfFitness}$, т. е. в 54 раза меньше. Здесь CountOfFitness – общее число вычислений целевой функции.

Библиографические ссылки

1. Генетический алгоритм. Стандарт. Ч. I. Описание стандартного генетического алгоритма (СГА) [Электронный ресурс] / А. Б. Сергиенко [и др.]. URL: http://www.harrix.org/files/project_standart_ga/Geneticheskii_algoritm_Standart_v_1_5_Release_Candidate.pdf.

2. Джонс М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. М. : ДМК Пресс, 2006.

A. B. Sergienko

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

SELF-ADAPTIVE GENETIC ALGORITHM FOR THE SOLUTION OF CONDITIONAL AND UNCONDITIONAL OPTIMIZATION PROBLEMS

This paper considers the variant of genetic algorithm in which the parameters are set within one run algorithm.

© Сергиенко А. Б., 2010

УДК 62.501

И. В. Соколов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

**К ЗАДАЧЕ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ
ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Рассматривается задача идентификации линейных динамических систем (ЛДС) в условиях непараметрической неопределенности. Анализируется характер снятых переходных характеристик в случае функционирования исследуемого объекта. Приведены непараметрические модели ЛДС и результаты численного моделирования.

Задача идентификации ЛДС рассматривается в случае, когда система находится в режиме нормального функционирования. Предполагается, что модель исследуемого процесса неизвестна с точностью до вектора параметров. Тогда для математического описания данного процесса может быть использован аналог интеграла Дюамеля (уравнение свертки) [1]:

$$x_s(t) = K_s(0)u(t) + \int_0^t h_s(t-\tau)u(\tau)d\tau,$$

где $x_s(t)$ – оценка выхода объекта; $K_s(t)$ – оценка переходной функции; $h_s(t)$ – оценка весовой функции; $u(t)$ – вход объекта.

Если в эту модель подставить непараметрическую оценку весовой функции, то получим соответствующую модель ЛДС.

Для того чтобы устранить ненулевые начальные условия, необходимо вывести объект в установившийся режим. Это достигается подачей функции Хэвисайда $u(t) = 1(t)$, после этого можно получить переходную характеристику путем подачи еще одной ступеньки (рис. 1).

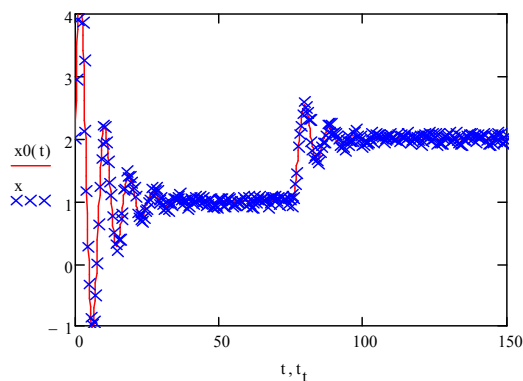


Рис. 1

Для исследования понадобится только вторая половина полученных значений. На основе этих данных с помощью непараметрической оценки получаем оценку переходной функции [2]:

$$K_s(t) = \frac{\sum_{i=1}^N \Phi\left(\frac{t-t_i}{c_s}\right)x_i}{Nc_s},$$

где $\Phi(z)$ – ядро; c_s – коэффициент размытости; N – количество точек.

Из определения весовой функции получаем ее оценку [3]:

$$h_s(t) = \frac{dK_s(t)}{dt} = \frac{\sum_{i=1}^N \Phi\left(\frac{t-t_i}{c_s}\right)' x_i}{Nc_s^2}.$$

На основе полученных данных строим модель $u(t) = \cos(0, 2t)$ (рис. 2).

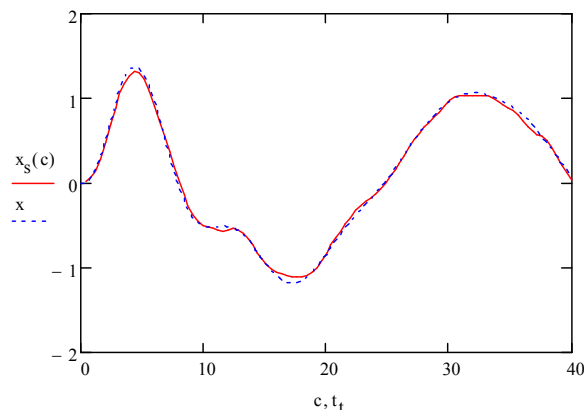


Рис. 2

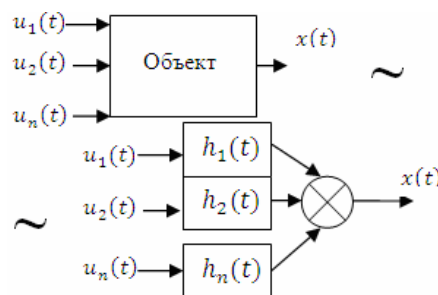


Рис. 3

Модель для объекта с n -мерным входом (рис. 3) имеет следующий вид:

$$x_s(t) = \int_0^t h_{s1}(t-\tau)u(\tau)d\tau + \int_0^t h_{s2}(t-\tau)u(\tau)d\tau + \dots + \int_0^t h_{sn}(t-\tau)u(\tau)d\tau.$$

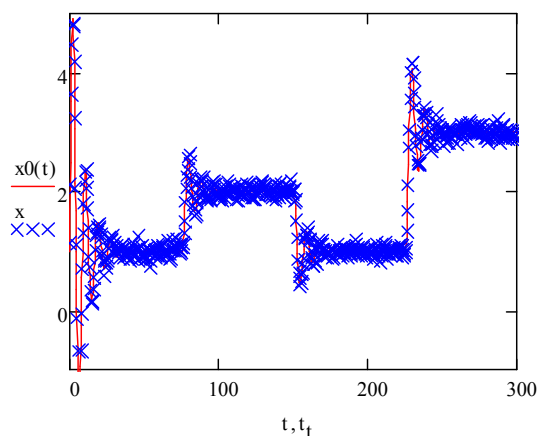


Рис. 4

Рассмотрим объект с тремя входами. Вначале подаем сигнал (на любом из входов) для устранения ненулевых начальных условий, затем по очереди подаем функции типа «ступеньки» на каждый из каналов входа (рис. 4). Из полученных данных получаем оценки переходных и весовых функций. Строим модель объекта $u_1(t) = \cos(0,2t)$, $u_2(t) = \sin(0,2t)$, $u_3(t) = \cos(0,3t)$ (рис. 5).

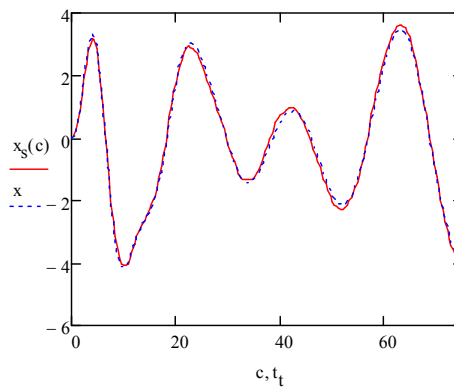


Рис. 5

Библиографические ссылки

1. Заде Л., Чезоер Ч. Теория линейных систем. М. : Наука, 1970.
2. Medvedev A. V. Identification and Control for Linear Dynamic Systems of Unknown Order // Lecture Notes in Control and Information Sciences. Optimization Techniques IFIP Technical Conference. Vol. 27. Berlin ; Heidelberg ; New York : Springer – Verlag, 1975. P. 48–55.
3. Теоретические основы связи и управления / А. А. Фельдбаум [и др.]. М. : Физматгиз, 1963.

I. V. Sokolov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

TO THE PROBLEM OF NON-PARAMETRIC LDS IDENTIFICATION

The problem of identification of linear dynamical systems (LDS) in case of non-parametric vagueness is considered. The grain of the transitional characteristics of the process described by LDS with non-zero initial conditions is analyzed. The given non-parametric models of the processes are described by LDS and the computer simulation outcome.

© Соколов И. В., 2010

УДК 62-506.1

Е. С. Терентьева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ БУТСТРЕП-МЕТОДА В НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМ ПРИ НАЛИЧИИ ПРОПУСКОВ ДАННЫХ

Представлен бутстреп-метод, применяющийся для решения задачи заполнения пропусков в неполных данных или устранения пустот в пространстве наблюдений. Приводятся модификации непараметрической оценки регрессии и результаты их исследования.

Во многих случаях при построении модели процесса приходится иметь дело с выборками наблюдений случайной величины, результаты измерений которой распределены неравномерно в пространстве наблюдений. Это приводит к тому, что в некоторых подобластях пространства наблюдений образуются пустоты. В таких условиях построение непараметрической оценки регрессии дает неудовлетворительные

результаты. В данной работе представлен метод решения задачи заполнения пустот в пространстве наблюдений.

Имеется неравномерная выборка наблюдений $(\bar{u}_i, x_i), i = \overline{1, s}$ входных и выходных воздействий системы, \bar{u}_i – значение вектора наблюдений входных переменных размерности m , x_i – измеренное значение

выходного воздействия в i -й точке выборки. Предлагается рассмотреть стандартную непараметрическую оценку регрессии [1]:

$$x_s(\bar{u}) = \sum_{i=1}^s x_i \prod_{p=1}^m \Phi\left(\frac{u^p - u_i^p}{C_s^i}\right) / \sum_{i=1}^s \prod_{p=1}^m \Phi\left(\frac{u^p - u_i^p}{C_s^i}\right), \quad (1)$$

где колоколообразная функция $\Phi(\cdot)$ удовлетворяют некоторым условиям сходимости [1], а параметр размытости оценивается следующим образом [2]:

$$C_s^i = \lambda \cdot f_s^{-1}(\bar{u}_i), \quad (2)$$

где $\lambda > 0$ вычисляется исходя из минимума квадратичного критерия рассогласования модели и объекта, а функция множества $f_s(\bar{u})$, необходимая для определения сгущений и разрежений точек в выборке, имеет вид непараметрической оценки плотности Розенבלата-Парзена с малым параметром размытости \tilde{C}_s :

$$f_s(\bar{u}) = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s \prod_{p=1}^m \frac{1}{\tilde{C}_s^p} \Phi\left(\frac{u^p - u_i^p}{\tilde{C}_s^p}\right); \quad (3)$$

$$f_s(\bar{u}) > 0, \forall \bar{u} \in \Omega.$$

Для устранения пустот в пространстве наблюдений используется следующая бутстреп-процедура. По присутствующим наблюдениям строится регрессионная модель (1), находятся оценки $x_{si} = x_s(\bar{u}_i)$, $i = \overline{1, s}$. Затем находятся ошибки $\varepsilon_i = x_{si} - x_i$, $i = \overline{1, s}$, а значения выходной переменной для пропусков в выборке оцениваются следующим образом: $x_{sl} = x_s(\bar{u}_l) + \varepsilon_l$, $\forall \bar{u}_l : f_s(\bar{u}_l) < a$, $a > 0$ (пусть таких точек K , т. е. $l = \overline{1, K}$), а ε_l выбирается случайно из множества ранее вычисленных ошибок ε_l , $i = \overline{1, s}$. Полученные значения оценок выходной и соответствующие им значения входной переменных (\bar{u}_l, x_{sl}) , $l = \overline{1, K}$ объединяются со значениями исходной выборки (\bar{u}_i, x_i) , $i = \overline{1, s}$, таким образом, получаем выборку (\bar{u}_i, x_i) , $i = \overline{1, s+K}$ объемом $s+K$. Моделирование в дальнейшем можно проводить по средствам стандартной непараметрической оценки регрессии (1), где параметр размытости удовлетворяет некоторым условиям сходимости [1].

Приведем результаты численного исследования описанного алгоритма моделирования на основе выборки с искусственно созданными пустотами в пространстве наблюдений. Пусть имеется неравномерная выборка наблюдений одномерного входа и выхода объекта (u_i, x_i) , $i = \overline{1, s}$, объемом $s = 40$, $m = 1$, $u_i \in (0, 1)$, $x_i = \sin(5 \cdot u_i) + \xi$, где ξ – 10%-я аддитивная центрированная помеха, имеющая нормальный закон распределения, $M(\xi) = 0$, $D(\xi) < \infty$.

Результаты моделирования приведены на рис. 1, исходная выборка наблюдений и добавленные точки выборки – на рис. 2. Среднеквадратичная оценка ошибки моделирования для бутстреп-алгоритма в

5,2 раза меньше, чем для непараметрической оценки регрессии, построенной по исходной выборке наблюдений.

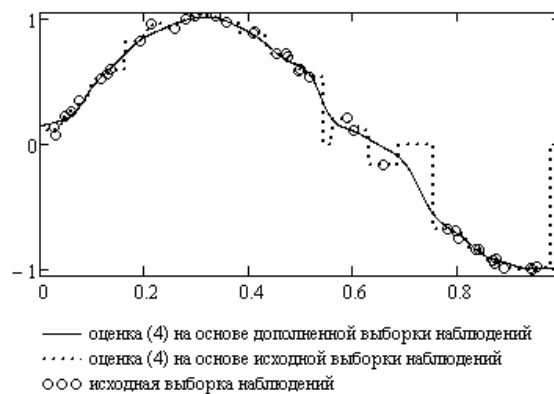


Рис. 1

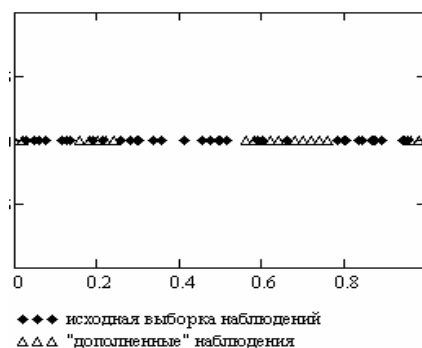


Рис. 2

Пусть дана неравномерная выборка наблюдений четырехмерного входа и выхода объекта (\bar{u}_i, x_i) , $i = \overline{1, 400}$, $m = 4$, $u_i \in (0, 1)$, $x_i = \sin(4,5 \cdot u_i^1) - \sin(5 \cdot u_i^2) + \sin(4,5 \cdot u_i^3) - \sin(5 \cdot u_i^4) + \xi$, где ξ – 10%-я аддитивная центрированная помеха, имеющая нормальный закон распределения. Среднеквадратичная оценка ошибки моделирования для бутстреп-алгоритма в 3,4 раза меньше, чем для непараметрической оценки регрессии, построенной по исходной выборке наблюдений.

В работе [2] был представлен непараметрический алгоритм моделирования на основе разреженной выборки, который в вышеописанных условиях дает ошибку в 2 раза меньшую, чем бутстреп-метод. Однако к преимуществам бутстреп-алгоритма можно отнести простоту реализации и малое время настройки по сравнению с непараметрическим алгоритмом [2].

Библиографические ссылки

1. Надарая Э. А. Замечания о непараметрических оценках плотности вероятности и кривой регрессии // Теория вероятности и ее применение. 1970. Т. 15, вып. 1. С. 139–142.
2. Терентьева Е. С. Об одной модификации непараметрической оценки кривой регрессии // Решетневские чтения : материалы XII Междунар. науч. конф. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2008. С. 316–318.

E. S. Terentyeva

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

BOOTSTRAP-METHOD APPLICATION IN NONPARAMETRIC MODELLING OF THE SYSTEMS IN THE DATA ADMISSIONS PRESENCE

The paper is devoted to the bootstrap method applied to the solution of the problem of passes filling in incomplete data or elimination of emptiness in space of observations. Some modifications of the nonparametric regression estimation and the results of their research are presented.

© Терентьева Е. С., 2010

УДК 004.272.3

В. С. Тынченко, В. В. Тынченко, Я. А. Тынченко

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

Обсуждается проблема использования современных технологий организации распределенных вычислений при решении сложных задач моделирования. Рассматриваются предпосылки появления технологии Грид, ее характерные черты и существующие проекты по ее использованию.

Технология Грид используется для создания географически распределенной вычислительной инфраструктуры, объединяющей ресурсы различных типов с коллективным доступом к этим ресурсам в рамках виртуальных организаций, состоящих из предприятий и специалистов, совместно использующих эти общие ресурсы.

Идейной основой технологии Грид является объединение ресурсов путем создания компьютерной инфраструктуры нового типа, обеспечивающей глобальную интеграцию информационных и вычислительных ресурсов на основе сетевых технологий и специального программного обеспечения промежуточного уровня, а также набора стандартизованных служб для обеспечения надежного совместного доступа к географически распределенным информационным и вычислительным ресурсам: отдельным компьютерам, кластерам, хранилищам информации и сетям.

Применение технологии Грид может обеспечить новый качественный уровень, а иногда и реализовать принципиально новый подход в обработке огромных объемов экспериментальных данных, обеспечить моделирование сложнейших процессов, визуализацию больших наборов данных, сложные бизнес-приложения с большими объемами вычислений.

Появление технологии Грид обусловлено следующими предпосылками [1]:

- необходимостью решения сложных научных, производственных, инженерных и бизнес-задач;
- стремительным развитием сетевой транспортной среды и технологий высокоскоростной передачи данных;
- наличием во многих организациях вычислительных ресурсов: суперкомпьютеров или, что наи-

более часто встречается, организованных в виде кластеров персональных компьютеров.

Есть два основных критерия, выделяющих Грид-системы среди других систем, обеспечивающих раз-деляемый доступ к ресурсам [2]:

1. Грид-система координирует разрозненные ресурсы. Ресурсы не имеют общего центра управления, а Грид-система занимается координацией их использования, например, балансировкой нагрузки. Поэтому простая система управления ресурсами кластера не является системой Грид, так как осуществляет централизованное управление всеми узлами данного кластера, имея к ним полный доступ. Грид-системы имеют лишь ограниченный доступ к ресурсам, зависящий от политики того административного домена (организации-владельца), в котором этот ресурс находится.

2. Грид-система строится на базе стандартных и открытых протоколов, сервисов и интерфейсов. Не имея стандартных протоколов, невозможно легко и быстро подключать новые ресурсы в Грид-систему, разрабатывать новые виды сервисов и т. д.

К настоящему времени уже реализованы и реализуются множество проектов по созданию Грид-систем. Большая часть этих проектов имеет экспериментальный характер. Исходя из результатов анализа проектов, можно сделать вывод о трех направлениях развития технологии Грид: вычислительный Грид, Грид для интенсивной обработки данных и семантический Грид для оперирования данными из различных баз данных.

Целью первого направления является достижение максимальной скорости вычислений за счет глобального распределения этих вычислений между компью-

терами. Проект DEISA (URL: <http://www.desia.org>) может служить примером этого направления, в котором предпринимается попытка объединения суперкомпьютерных центров.

Целью второго направления является обработка огромных объемов данных относительно несложными программами по принципу «одна задача – один процессор». Доставка данных для обработки и пересылка результатов в этом случае представляют собой достаточно сложную задачу. Для этого направления инфраструктура Грид представляет собой объединение кластеров. Один из проектов, целью которого и является создание производственной Грид-системы для обработки научных данных, является проект EGEE (Enabling Grids for E-science), который выполняется под эгидой Европейского союза (URL: <http://www.eu-egee.org>). Участниками этого проекта являются более 90 научных и образовательных учреждений со всего мира, включая Россию. Построение инфраструктуры Грид в рамках проекта EGEE ориентировано, в первую очередь, на применение в различных отраслях научной деятельности, в том числе и для обработки данных в физике высоких энергий участниками экс-

периментов, проводимых на базе создаваемого в Европейском центре ядерных исследований CERN (URL: <http://www.cern.ch>) ускорителя LHC.

Проект EGEE тесно связан на данной фазе развития с проектом LCG (LHC Computing Grid), который, по существу, и является его технологической базой. Ведется активная работа по расширению российской инфраструктуры Грид RDIG (URL: <http://www.egeedig.ru>).

Развитие и внедрение технологии Грид носят стратегический характер. В ближайшей перспективе эта технология позволит создать принципиально новый вычислительный инструмент для развития прогрессивных технологий в различных сферах человеческой деятельности.

Библиографические ссылки

1. Foster I., Kesselman C. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure. Morgan Kaufmann Publishers, 1998.
2. The Physiology of the Grid: An Open Grid Services Architecture for Distributed Systems Integration / I. Foster [et al.]. Morgan Kaufmann Publishers, 2002.

V. S. Tynchenko, V. V. Tynchenko, Ya. A. Tynchenko

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

DISTRIBUTED COMPUTING TECHNOLOGIES APPLICATION TO COMPLEX PROCESSES MODELLING

The problem of modern distributed computing technologies application for complex objects modeling is discussed. The Grid technology appearance prerequisites, its peculiarity and projects of its use are considered.

© Тынченко В. С., Тынченко В. В., Тынченко Я. А., 2010

УДК 539

Р. А. Удальцов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

СИММЕТРИЧНАЯ ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ КОМПОЗИТНОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ

Решена задача об определении критических усилий, при которых происходит сморщивание композитных несущих слоев трехслойной пластины с ортотропным наполнителем. Предложена новая модель упругого наполнителя, в которой учитываются его жесткости на сжатие и сдвиг, а также нелинейный характер затухания нормальных перемещений по толщине.

Одним из наиболее вероятных видов разрушения трехслойных пластин, нагруженных в плоскостях несущих слоев усилиями сжатия или сдвига, является потеря устойчивости. При расчете трехслойных пластин различают несколько форм потери устойчивости, одной из которых является сморщивание несущих слоев с образованием весьма коротких волн, расположенных симметрично относительно срединной плоскости.

Эта форма потери устойчивости называется симметричной и характерна только для трехслойных конструкций, имеющих податливый наполнитель.

Первое исследование сморщивания несущих слоев трехслойной панели было выполнено в 1940 г. К. С. Гофом [1], который использовал для наполнителя модель упругого основания Винклера. Эта работа была продолжена многочисленными исследователями, результаты работы которых обобщены и представлены в известных монографиях [2–6].

Несмотря на длительную историю, задача о сморщивании несущих слоев трехслойной пластины и в настоящее время привлекает внимание тех, кто занимается проектированием несущих конструкций [7–16]. Это в первую очередь обусловлено использованием в трехслойных пластинах композиционных материалов.

В настоящей работе решена задача о сморщивании композитных несущих слоев трехслойной пластины с ортотропным наполнителем. Предложена новая модель упругого наполнителя, в которой учитываются его жесткости на сжатие и сдвиг, а также нелинейный характер затухания нормальных перемещений по толщине. С использованием энергетического метода получено дифференциальное уравнение симметричной формы потери устойчивости. Выполнен анализ влияния упругих и геометрических параметров трехслойной полосы на характер волнообразования и критическое усилие несущего слоя.

Уравнение устойчивости несущего слоя. Рассмотрим трехслойную пластину, состоящую из двух одинаковых композитных несущих слоев, между которыми расположен ортотропный наполнитель.

Отнесем срединную плоскость пластины к системе ортогональных координат x, y, z . Обозначим через a и b размеры пластины по осям x и y соответственно, а через h и δ – толщины несущего слоя и наполнителя.

Дифференциальное уравнение симметричной формы потери устойчивости получим, используя энергетический метод [17; 18]. Потенциальная энергия трехслойной пластины U складывается из потенциальной энергии изгиба несущего слоя при сморщивании U_{facing} , потенциальной энергии деформации наполнителя U_{core} и работы усилий U_{load} , действующих в плоскости несущего слоя, т. е.

$$U = U_{\text{facing}} + U_{\text{core}} + U_{\text{load}}.$$

Отметим, что в рассматриваемом случае потери устойчивости потенциальная энергия определяются только для половины трехслойной пластины, лежащей, например, выше срединной плоскости.

Для вычисления потенциальной энергии деформации наполнителя необходимо исследовать характер распространения вглубь наполнителя прогибов несущего слоя при сморщивании.

При симметричной форме потери устойчивости трехслойной пластины в несущих слоях появляется много мелких волн. При этом, очевидно, тангенциальные перемещения отсутствуют на гребнях волн как в несущих слоях, так и в наполнителе. Поэтому с достаточной степенью достоверности можно принять, что тангенциальные перемещения отсутствуют во всем наполнителе.

Потенциальная энергия деформации наполнителя зависит от нормального перемещения. В рассматриваемой задаче функция нормального перемещения должна принимать нулевые значения на срединной плоскости пластины и совпадать с прогибом несущего слоя на границе раздела.

В положении равновесия потенциальная энергия трехслойной пластины имеет минимум. Поэтому про-

гиб несущего слоя должен удовлетворять дифференциальному уравнению Эйлера:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \frac{\partial \Phi}{\partial \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)} + \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \frac{\partial \Phi}{\partial \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \frac{\partial \Phi}{\partial \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)} - \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial \Phi}{\partial \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)} - \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial \Phi}{\partial \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)} + \frac{\partial \Phi}{\partial w} = 0.$$

Рассмотрена трехслойная полоса, два противоположных края которой свободны, а по двум другим несущие слои нагружены сжимающими погонными усилиями.

Таким образом, решена задача об определении критических усилий, при которых происходит симметричная потеря устойчивости трехслойной композитной пластины с ортотропным наполнителем. Предложена новая модель упругого наполнителя, в которой учитываются его жесткости на сжатие и сдвиг, а также нелинейный характер затухания нормальных перемещений по толщине. С использованием энергетического метода получено дифференциальное уравнение устойчивости несущего слоя. В качестве примера рассмотрена задача о цилиндрическом сморщивании сжатых несущих слоев трехслойной пластины.

Библиографические ссылки

1. Gough C. S., Elam C. F., Bruyne N. A. The Stabilization of a Thin Sheet by a Continuous Support Medium // Journal of the Royal Aeronautical Society. 1940. № 44. P. 12–43.
2. Hoff N. J., Mautner S. E. The Buckling of Sandwich-type Panels // Journal of the Aeronautical Sciences. 1945. № 12. P. 285–297.
3. Plantema F. J. Sandwich Construction. New York : Wiley & Sons, Inc., 1966.
4. Allen H. C. Analysis and Design of Structural Sandwich Panels. Oxford : Pergamon Press, 1969.
5. Zenkert D. An Introduction to Sandwich Construction. London : Chameleon Press Ltd, 1995.
6. The Handbook of Sandwich Construction / ed. by D. Zenkert. London : EMAS Publishing, 1997.
7. Vinson J. R. The Behavior of Sandwich Structures of Isotropic and Composite Materials. Lancaster : Technomic, 1999.
8. Hadi B. K., Matthews F. L. Development of Benson-Mayers Theory on the Wrinkling of Anisotropic Sandwich Panels // Composite Structures. 2000. № 49. P. 425–434.
9. Benson A. S., Mayers J. General Instability and Face Wrinkling of Sandwich Plates – Unified Theory and Applications // AIAA Journal. 1967. № 5(4). P. 729–739.
10. Hadi B. K. Wrinkling of Sandwich Column: Comparison between Finite Element Analysis and Analytical Solutions // Composite Structures. 2001. № 53. P. 477–482.
11. Vonach W. K., Rammerstorfer F. G. A General Approach to the Wrinkling Instability of Sandwich Plates

// Structural Engineering and Mechanics, 2001. № 12. P. 363–376.

12. Birman V., Bert C. W. Wrinkling of Composite-facing Sandwich Panels under Biaxial Loading // Journal of Sandwich Structures and Materials. 2004. № 6. P. 217–237.

13. Leotoing L., Drapier S., Vautrin A. Using New Closed-form Solutions to Set up Design Rules and Numerical Investigations for Global and Local Buckling of Sandwich Beams // Journal of Sandwich Structures and Materials. 2004. № 6. P. 263–289.

14. Fagerberg L., Zenkert D. Imperfection-induced Wrinkling Material Failure in Sandwich Panels // Journal of Sandwich Structures and Materials. 2005. № 7. P. 195–219.

15. Fagerberg L., Zenkert D. Effects of Anisotropy and Loading on Wrinkling of Sandwich Panels // Journal of Sandwich Structures and Materials. 2005. № 7. P. 177–194.

16. Grenestedt J. L., Danielsson M. Elastic – plastic Wrinkling of Sandwich Panels with Layered Cores // Journal of Applied Mechanics. 2005. № 72. P. 276–281.

17. Aiello M. A., Ombres L. Buckling Load Design of Sandwich Panels Made with Hybrid Laminated Faces and Transversely Flexible Core // Journal of Sandwich Structures and Materials. 2007. № 9. P. 467–485.

18. Hayman B., Bergreen C., Pettersson R. The Effect of Face Sheet Wrinkle Defects on the Strength of FRP Sandwich Structures // Journal of Sandwich Structures and Materials. 2007. № 9. P. 377–404.

R. A. Udaltsov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

SYMMETRICAL WRINKLING BUCKLING OF 3-LAYER SANDWICH PLATES

The problem of critical forces provoking the wrinkling of composite facing layers of 3-layer sandwich plate with orthotropic core is solved. A new model of elastic core is described. The elastic core rigidity on compression and shear and the nonlinear character of distribution of normal displacement throughout the thickness is considered.

© Удальцов Р. А., 2010

УДК 539.3+539.4

Н. А. Федорова

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПЛОСКИХ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СО СЛОЖНЫМИ КРИВОЛИНЕЙНЫМИ СТРУКТУРАМИ АРМИРОВАНИЯ

Для определения предельных деформаций плоских конструкций с криволинейными траекториями армирования в рамках плоской задачи получены разрешающие уравнения для линейной ортотропной неоднородной задачи упругости, включая уравнение совместности деформаций, в случаях биполярной, эллиптической, параболической, гиперболической, кардиоидальной систем координат. Детерминантным методом исследован тип полученных систем дифференциальных уравнений в частных производных относительно компонент тензора деформаций.

В современном авиастроении активно внедряются армированные металлокомпозитные плоские конструкции. До последнего времени армирование таких конструкций осуществлялось прямолинейными волокнами. Однако такая структура армирования может быть эффективной лишь в частных случаях нагружения, при которых внутренние силовые потоки преимущественно направлены вдоль траекторий армирования. Реальные конструктивные элементы работают в более сложных условиях нагружения, что требует поиска других типов армирования.

Одним из подходов к решению таких задач является армирование по криволинейным траекториям, соответствующим ортогональным системам координат. На основе структурной модели [1] в работе [2]

построены разрешающие системы уравнений в декартовой системе координат, найдены для некоторых частных случаев армирования точные решения для определения полей деформаций.

В настоящей работе в рамках плоской задачи установлена разрешающая система дифференциальных уравнений в частных производных для линейной ортотропной неоднородной задачи упругости в деформациях в случаях биполярной, эллиптической, параболической, гиперболической, кардиоидальной систем координат.

Переход от декартовых координат к криволинейной ортогональной системе координат осуществляется с помощью аналитических функций комплексного переменного.

Многообразие структур армирования на базе ортогональной системы координат достигается построением изогональных траекторий к данным координатным линиям. Детерминантным методом устанавливается в каждом случае тип разрешающих систем дифференциальных уравнений, ставится соответствующая краевая задача [3].

Получены разрешающие системы дифференциальных уравнений для структур армирования по ортогональным траекториям, примеры которых приведены на рис. 1, для структур армирования по изогональным траекториям, пересекающим кривые данного однопараметрического семейства под заданным постоянным углом s , $k = \operatorname{tg} s$ (примеры приведены на рис. 2).

Библиографические ссылки

1. Nemirovsky Yu. V. On the elastic-plastic behavior of the reinforced layer // Int. J. Mech. Sci. 1970. Vol. 12. P. 898–903.
2. Немировский Ю. В., Федорова Н. А. Моделирование деформирования плоских авиационных конструкций, армированных семействами криволинейных волокон // Вестник СибГАУ. Вып. 6 (13). Красноярск, 2006. С. 38–44.
3. Немировский Ю. В., Федорова Н. А. Армирование плоских конструкций по изогональным траекториям // Математическое моделирование и краевые задачи. Самара. 2009. С. 159–163.

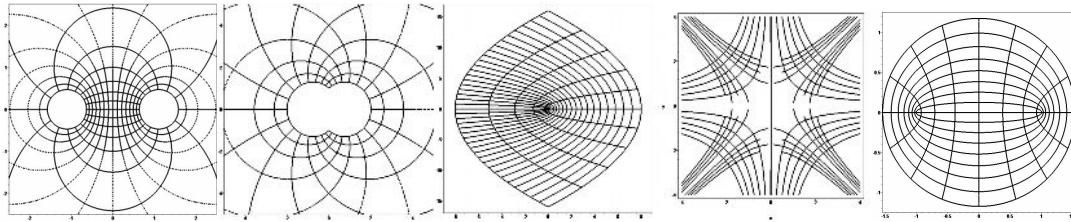


Рис. 1

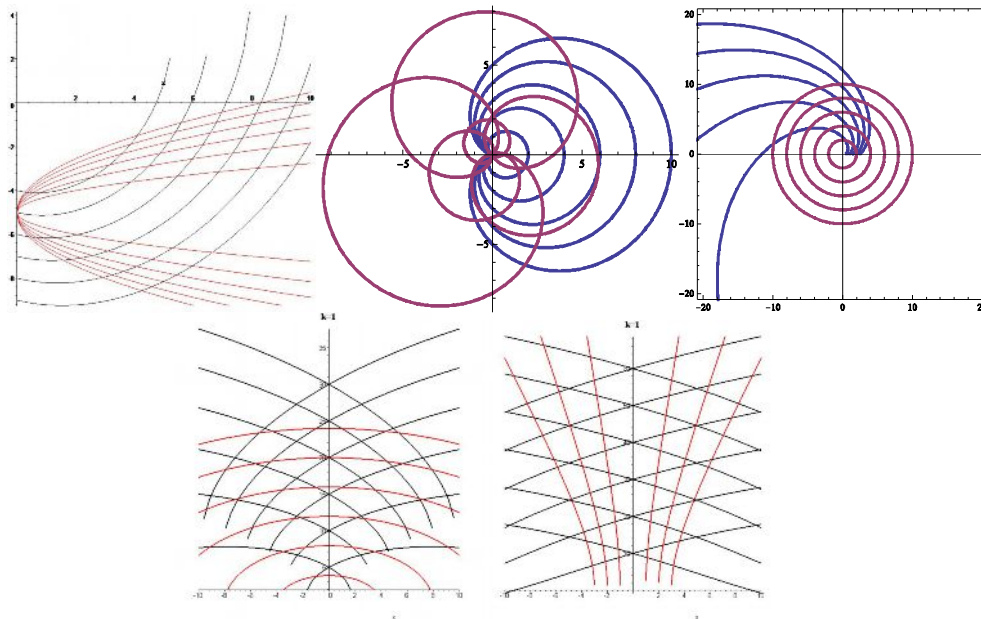


Рис. 2

N. A. Feodorova

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

SIMULATING THE PLANE AIRCRAFT CONSTRUCTIONS DEFORMATION WITH COMPLEX CURVILINEAR REINFORCEMENT STRUCTURES

The resolving equation for linear orthotropic non-homogeneous elasticity problem including the deformation compatibility equation are obtained in case of bipolar, elliptic, parabolic, hyperbolic and cardioidal coordinate systems for planar constructions extreme deformations detection in the context of planar problem. The type of the obtained partial differential equations systems for deformations tensor components is examined using the determinantal method.

© Федорова Н. А., 2010

УДК 629.78.051

А. А. Хвалько, В. Г. Бутов, С. Б. Сунцов, А. А. Яцук

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

КОМПЛЕКС МЕХАНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ПРОБЛЕМА АДЕКВАТНОСТИ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ БОРТОВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Рассматриваются вопросы создания пакета прикладных программ для проведения механического анализа расчетных моделей бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов, а также алгоритм упрощения данных моделей и оценка их адекватности.

При конструировании и проведении различных расчетов (анализов) сложной наукоемкой продукции, в том числе бортовой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) космического назначения, активно используется метод конечных элементов, представляющий собой прямой вариационный метод, приспособленный для расчета сложных нерегулярных моделей [1].

Непрерывный прогресс в области вычислительной техники провоцирует создание все более подробных моделей, размерность которых достигает величины порядка 10^5 неизвестных. Учитывая данную тенденцию, при расчете моделей сложной конфигурации вычислительные аспекты остаются факторами, существенно ограничивающими адекватность полученных результатов.

Для решения подобных проблем в ОАО «ИСС» был разработан аппаратно-программный комплекс (АПК) механического анализа (МА) бортовой РЭА, предназначенный для определения собственных частот, эффективных масс, напряженно-деформированного состояния данных объектов при воздействии линейного ускорения, синусоидальной и широкополосной случайной вибрации, ударов. Объектами анализа являются упрощенные конечно-элементные модели бортовой радиоэлектронной аппаратуры, учитывающие наличие печатных плат с ЭРИ.

Основной частью созданного АПК является САЕ-система ANSYS [2] и разработанная программа «Механализ БА». Для решения поставленных задач был проведен анализ унифицированных конструкций бортовой РЭА на предмет их упрощения и реализации в виде расчетной модели. АПК предусматривает следующие алгоритмы в упрощении конструкций:

- упрощение трехмерных моделей конструктивных элементов бортовой РЭА;
- автоматическое формирование расчетных моделей бортовой РЭА с размещенными весовыми имитаторами ЭРИ.

Упрощение конструктивных элементов проходит по двум направлениям: первое – понижение размерности задачи; второе – отбрасывание несущественных деталей. В результате преобразований выбранная конструкция была представлена с помощью балочных элементов BEAM188 (рамка) и BEAM188 (вспомогательные элементы), оболочечных элементов SHELL181 (основание). Результат упрощения трех-

мерных моделей показан на рис. 1. Далее автоматически строится модель всей выбранной бортовой РЭА, состоящей из 16 блоков (рис. 2).

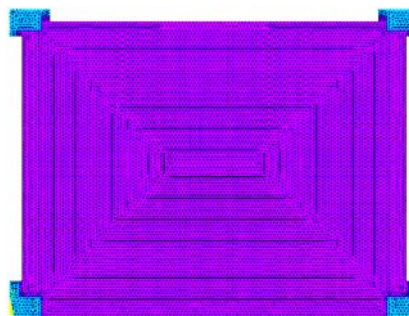


Рис. 1. Упрощенная модель блока

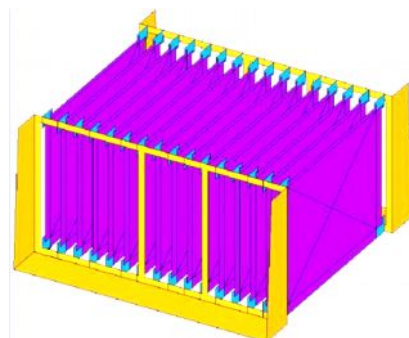


Рис. 2. Упрощенная модель бортовой РЭА

Для включения имитаторов ЭРИ в модель бортовой РЭА, разработан специализированный алгоритм, формирующий файл APDL (ANSYS Parametric Design Language – встроенный алгоритмический язык программирования), позволяющий автоматизировать отдельные трудоемкие процедуры моделирования. Данный алгоритм вместо ЭРИ использует элементы сосредоточенной массы, а не соответствующее увеличение плотности материала элементов рамки, как в аналогичных расчетных комплексах. Также для адаптации данного АПК под конечного пользователя, создан дружественный интерфейс и база данных унифицированных конструкций бортовой РЭА [3].

Для оценки адекватности упрощенной модели бортовой РЭА проводился расчет собственных частот одного из блоков и последующее сравнение полученных результатов с экспериментальными значениями.

Разработанный АПК позволяют разработчику достаточно быстро подготовить данные, необходимые для проведения МА. Приведенная схема оценки адекватности моделей подтверждает правильность выбранных методов упрощения расчетных моделей бортовой радиоэлектронной аппаратуры. Проведенная работа показала эффективность выбранного пути решения проблем взаимодействия конструктора с САЕ-системой, вследствие чего работы по данному направлению продолжаются.

A. A. Hvalko, V. G. Butov, S. B. Suntsov, A. A. Yaschuk

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE MECHANICAL ANALYSIS COMPLEX AND PROBLEM OF ADEQUACY OF ONBOARD CEA SETTLEMENT MODELS

The issues of creation of a package of applied programs for carrying out of the mechanical analysis of settlement models onboard CEA space vehicles, the algorithm of the given models simplification and their adequacy estimation are considered.

© Хвалько А. А., Бутов В. Г., Сунцов С. Б., Ящук А. А., 2010

УДК 519:548

А. С. Челушкин, Р. Н. Васильева

Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия, Уфа

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Представлен процесс получения монокристаллических лопаток методом высокоскоростной направленной кристаллизации. Рассмотрены теоретические процессы затвердевания плоской отливки, при этом в анализ кристаллизации включена зона кластеров.

Практика изготовления лопаток показала, что в отливках обнаруживаются различные дефекты: микропоры в междендритном пространстве, ликвация, «паразитные зерна», разориентация угла между дендритами первого порядка и вертикальной осью отливки. Они возникают из-за невозможности управления процессом на микроуровне, что связано с недостаточным уровнем знаний о процессе кристаллизации монокристалла. Растущие требования к совершенству кристалла требуют более точных и изученных технологических процессов, в которых получение структуры требуемого качества гарантировано.

Общей особенностью большинства процессов получения монокристаллических лопаток является погружение залитой сплавом формы в жидкометаллический охладитель (ЖМО). Математическое описание этого процесса основывается на уравнениях тепло- и массопереноса, записываемых во всех зонах и граничных условиях на поверхностях раздела зон. При этом в зоне, предшествующей границе погружения, поддерживается температура порядка температуры заливки. В зоне ниже границы погружения стараются удерживать температуру, равную исходной температуре ЖМО. Такая схема позволяет рассматривать

температурное поле как одномерное, разделив его на качественно определенные зоны.

При затвердевании традиционно принято рассматривать три зоны: жидкую, зону кристаллизации и затвердевшую. Однако растущие требования к совершенству кристалла и теоретические разработки в области жидких металлов позволяют включить в анализ кристаллизации четвертую зону – зону кластеров (рис. 1). В соответствии с кластерной моделью жидких расплавов [1] структурными составляющими жидкости считаются разобщенные кластеры, обладающие хаотической атомной структурой.



Рис. 1. Схема зон

По мере образования и роста кластера его свойства изменяются, т. е. количество и размеры этих частиц определяют физико-химические свойства расплава при затвердевании. Сначала происходит зарождение и рост небольших кластеров. В дальнейшем кластер может осаживаться на поверхность возникшего ранее кристалла или в результате последующего роста превратиться в зародыш кристалла, что недопустимо при литье монокристаллов. Если плотность образующихся кластеров больше плотности расплава, то скорость осаждения будет выше, а структура образующегося монокристалла будет менее совершенной; если же плотность кластеров меньше плотности расплава, то будут преобладать кластеры с малым числом частиц [1].

Скорость осаждения во втором случае будет низкой, а структура монокристалла будет однородной высокодисперсной и иметь высокую степень совершенства. Таким образом, используя это явление, можно создать такие условия, при которых рост монокристалла будет происходить за счет атомов или малоатомных кластеров, что должно приводить к структурно более совершенным слоям.

В двухфазной зоне происходит послойное наращивание твердой фазы. Макро- и микроструктура отливки будет наиболее благоприятной, если фронт кристаллизации, для получения которого необходимо обеспечение максимального температурного и минимального концентрационного градиентов [2], сделать плоским.

Математическое описание такого процесса направленной кристаллизации приводится в таблице. Эта система должна быть дополнена уравнениями для граничных условий. На основе предложенной модели

построена численная модель, которая позволяет определить распределение температуры и примесей по высоте отливки. Установлено, что с увеличением длины отливки увеличивается время кристаллизации и уменьшается температурный градиент (рис. 2).

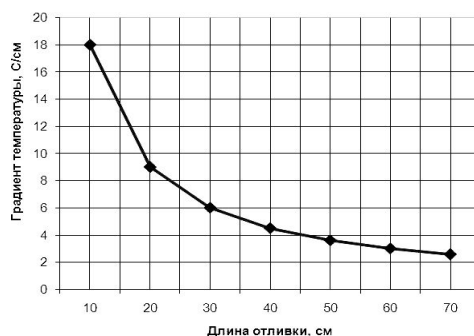


Рис. 2. Зависимость температурного градиента от длины отливки

Библиографические ссылки

1. Мирзаде Ф. Х. Самоорганизация пространственно неоднородных структур при объемной кристаллизации полидисперсных систем // Журнал технической физики. 2006. Т. 76, вып. 9.
2. Челушкин А. С., Мамлеев Р. Ф. Технология монокристаллических отливок в авиационном двигателестроении : учеб. пособие. Уфа : УГАТУ, 2008.
3. Баландин Г. Ф. Теория формирования отливок: Основы тепловой теории. Затвердевание и охлаждение отливки : учебник для вузов. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1976.

Основные уравнения, описывающие процессы, происходящие в каждой зоне

Зона	Интервал температур	Уравнение баланса для температуры	Уравнение баланса для концентрации
I зона – зона перегретого расплава	$[T_{\text{зал}}; T_L)$	$\frac{\partial T_1}{\partial t} = A_1 \frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2}$ [3]	$\frac{\partial c_1}{\partial t} = 0$ [2]
II зона – кластерная зона	$[T_L; T_S)$	$\frac{\partial T_2}{\partial t} = A_2 \frac{\partial^2 T_2}{\partial x^2} + \frac{4\pi q}{c_2} \int_{a_0}^{\infty} daa^2 V(a) f$ [1]	$\frac{\partial n}{\partial t} = D \frac{\partial^2 n}{\partial x^2} + 4\pi(1-\nu)n \int_{a_0}^{\infty} daa^2 V(a) f$ [1]
III зона – двухфазная зона	$[T_L; T_S)$	$\frac{\partial T_3}{\partial t} = A_3 \frac{\partial^2 T_3}{\partial x^2} + \frac{q\rho_4}{c_3\rho_3} \frac{\partial \Pi}{\partial t}$ [2]	$\frac{\partial c_3}{\partial t} = D \frac{d^2 C_3}{dx^2}$ [2]
IV зона – зона затвердевшего расплава	$[T_S; T_{\text{жМО}})$	$\frac{\partial T_4}{\partial t} = A_4 \frac{\partial^2 T_4}{\partial x^2}$ [3]	$\frac{\partial c_4}{\partial t} = 0$ [2]

A. S. Chelushkin, R. N. Vasilyeva

The Ufa State Aviation Technical University, Russia, Ufa

THE MATHEMATICAL MODEL OF DIRECTIONAL CRYSTALLIZATION

The article is devoted to the process of obtaining single-crystal blades by high-speed directional crystallization. The article describes the theoretical process of solidification of the flat casting, the analysis including the crystallization of the cluster zone.

© Челушкин А. С., Васильева Р. Н., 2010

УДК 519.6

В. В. Шайдуров, Г. И. Щепановская, М. В. Якубович

Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения
Российской академии наук, Россия, Красноярск

ОДНОМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ВЯЗКОГО ТЕПЛОПРОВОДНОГО ГАЗА*

Рассматриваются вопросы математического и численного моделирования движения вязкого теплопроводного газа.

В работе предлагается алгоритм численного решения уравнений Навье–Стокса для одномерного движения вязкого теплопроводного газа. В основе математического и численного моделирования лежит метод конечных элементов для решения модифицированных уравнений [1–3].

Для одномерного вязкого теплопроводного газа задача ставится в виде безразмерных уравнений неразрывности, количества движения и уравнения для внутренней энергии:

$$\frac{dc}{dt} + c \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

$$\rho \frac{du}{dt} = -\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x}, \quad (2)$$

$$\rho \frac{de}{dt} + P \frac{\partial u}{\partial x} = Q_t - \frac{\partial q_x}{\partial x} + \Phi, \quad (3)$$

$$P = P(\rho, e), \quad e = e(\rho, \mu), \quad (4)$$

где c – плотность; u – проекция вектора скорости на ось x ; P – давление; μ – динамический коэффициент вязкости; e – внутренняя энергия; Q_t – внешний поток тепла от внешних источников; тензор напряжений Φ_{xx} , проекция теплового потока q_x и диссипативная функция Φ выражаются следующим образом:

$$\tau_{xx} = \frac{4}{3} \frac{1}{\text{Re}} \mu \frac{\partial u}{\partial x}, \quad q_x = -\frac{\gamma}{\text{Pr Re}} \mu \frac{\partial e}{\partial x}, \quad (5)$$

$$\Phi = \frac{4}{3} \frac{1}{\text{Re}} \mu \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2,$$

где Re – число Рейнольдса; Pr – число Прандтля. В качестве начальных условий задаются условия затухания возмущений в бесконечном удалении от источника.

В уравнениях (1), (3) осуществляется замена искоемых функций. Производная по времени (субстанциональная) в уравнениях аппроксимируется с помощью разностной производной назад по времени вдоль траектории движения частицы. Таким образом, обеспечивается устойчивость и высокая точность решения вычислительных алгоритмов.

Для полученных дискретных аналогов исходных уравнений (1)–(3) и модифицированных уравнений проведены тестовые расчеты. Реализована задача о

распространении теплового импульса в газе. При решении модельной задачи тепловой импульс задается в центральной точке расчетной области, газодинамическая постоянная $\gamma = 1,4$, число Рейнольдса $\text{Re} = 2 \cdot 10^3$, Прандтля $\text{Pr} = 0,7$ и Маха $M = 4$ (рис. 1, 2). В рамках предложенной газодинамической модели изучена задача одномерной геодинамики. В качестве начальных условий рассмотрены реальные значения плотности и температуры, отнесенные к соответствующим величинам на поверхности земного шара.

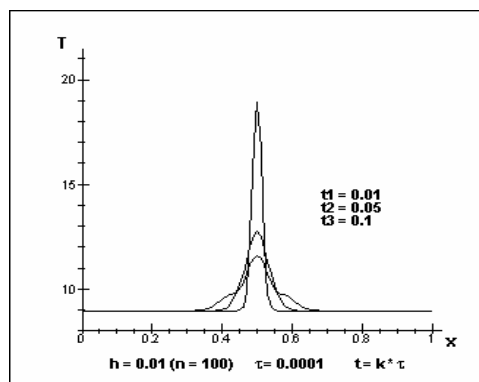


Рис. 1. Распределение температуры совершенного газа в различные моменты времени

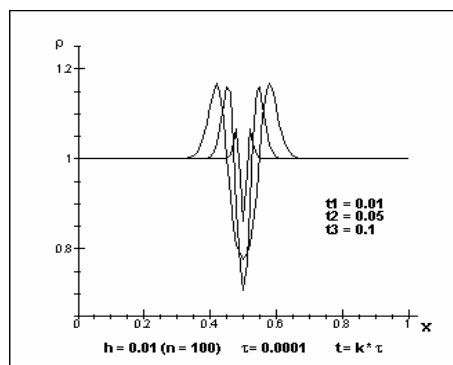


Рис. 2. Распределение плотности совершенного газа в различные моменты времени

Заданное максимальное значение температуры теплового импульса, которое падает с течением времени, показано на рис. 1. Соответственно, расчетные значения плотности, откуда следует, что с увеличением температуры уменьшается плотность газа, приведены на рис. 2.

* Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного проекта № 89 СО РАН.

Данный эффект используется в экспериментальной аэродинамике для улучшения аэродинамического качества летательных аппаратов.

Библиографические ссылки

1. Шайдуров В. В., Щепановская Г. И., Якубович М. В. Численное моделирование переноса массы (пространственный случай) // Решетневские чтения : ма-

териалы XIII Междунар. научн. конф. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2009. С. 473–474.

2. Шайдуров В. В., Щепановская Г. И. Газодинамическая модель внутреннего строения Земли // Вестник СибГАУ. Вып. 1(18). 2008. С. 79–83.

3. Vyatkin A. V., Shaidurov V. V., Shchepanovskaya G. I. Numerical Spherically-Symmetric Simulation of Deep-Seated Geodynamics // Journal of Applied and Industrial Mathematics. Springer, 2010. Vol. 4, № 2. P. 290–297.

V. V. Shaidurov, G. I. Shchepanovskaya, M. V. Yakubovich

Institute of Computational Modeling, Russian Academy of Science,
Siberian Branch, Russia, Krasnoyarsk

ONE-DIMENSIONAL MODEL OF THE VISCOUS HEAT-CONDUCTING GAS DYNAMICS

The issues of mathematical and numerical modeling of the heat-conducting gas motion of the viscous are considered.

© Шайдуров В. В., Щепановская Г. И., Якубович М. В., 2010

Секция
**«МАТЕМАТИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ
В КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ»**

НЕЗАВИСИМЫЕ СЛОВА В ГРУППАХ

При вычислении элементов и соотношений в конечных бернсайдовых группах $B(2, 3)$, $B(2, 4)$, $B(3, 3)$ оказалось, что нет необходимости работать со всем массивом слов в алфавите образующих, а только лишь с так называемыми независимыми словами.

Прежде всего дадим определение независимого слова. Рассмотрим некоторое подмножество слов V в алфавите X . Слово v называется независимым относительно V , если для любого $w \in V$ невозможна ситуация $w = pvq$, где p и q – некоторые слова и одно из них непусто. Другими словами, если v не является собственным подсловом никакого слова w из V , то говорят, что v независимо в V .

Время расчета вышеуказанных бернсайдовых групп при помощи алгоритма, использующего независимые слова, примерно на два порядка быстрее, чем время работы алгоритмов без независимых слов.

В связи с этим интересно было рассмотреть независимые слова при расчете не только бернсайдовых групп.

Нами была рассмотрена задача вычисления независимых слов для симметрической группы степени 5.

Для получения симметрической группы в словарном представлении было взято за e $\begin{pmatrix} 12345 \\ 12345 \end{pmatrix}$, за 0 –

$\begin{pmatrix} 12345 \\ 12354 \end{pmatrix}$, за 1 – $\begin{pmatrix} 12345 \\ 23451 \end{pmatrix}$. Все остальные слова были

получены путем умножения образующих (0 и 1). На-

пример, $01 = \begin{pmatrix} 12345 \\ 32451 \end{pmatrix}$.

Решение задачи представлено в табл. 1, 2.

Подводя итоги, можно сказать, что чаще всего встречаются независимые слова длины десять и де-

вать, реже всего длины пять и восемь. Всего независимых слов в симметрической группе S_5 пятнадцать.

Таблица 1

Независимые слова симметрической группы S_5

№	Подстановка	Слово
1	41523	01010
2	35412	11110111
3	42531	011101011
4	43152	011101111
5	25413	101110111
6	45312	111101011
7	41532	0101101011
8	21543	0101101101
9	31524	0110101110
10	43125	0110101111
11	43215	0110110101
12	54321	1010110110
13	45321	1101101011
14	21534	10101101111
15	12534	10101110101

Таблица 2

Распределение независимых слов симметрической группы S_5 по длинам

Длина слова	Количество слов
5	1
8	1
9	4
10	7
11	2

INDEPENDENT WORDS IN THE GROUPS

At calculation of elements and parities in final Burnside's groups $B(2,3)$, $B(2,4)$, $B(3,3)$ it has appeared that there is no necessity to work with the whole file of words in the alphabet forming, but only with so-called independent words.

УДК 512.54

Д. В. Вепринцев

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

О КОММУТАТИВНЫХ СИММЕТРОИДАХ

Подмножество K из группы G называется скрученной подгруппой, если $1 \in K$ и для любых элементов $x, y \in K$ элемент xyx содержится в K . Исследуются скрученные подгруппы специального вида с точки зрения тождеств, которым удовлетворяет ассоциированная бинарная операция.

В работе [1] М. Ашбахер вводит понятие скрученной подгруппы в группе. При этом скрученной подгруппой называется подмножество K группы G , удовлетворяющее следующим условиям:

- (1) $1 \in K$,
- (2) если $x, y \in K$, то $xyx \in K$.

Как было замечено В. В. Беляевым, в конечной группе скрученные подгруппы замкнуты относительно бинарной операции

$$x \circ y = xy^{-1}x \quad (*).$$

Определим теперь на произвольной группе G бинарную операцию $(*)$ для всех $x, y \in G$. Таким образом, мы ставим в соответствие группе G группоид (G, \circ) . Нетрудно проверить, что в (G, \circ) выполняются следующие тождества:

- (s1) $a \circ a = a$,
- (s2) $a \circ (a \circ b) = b$,
- (s3) $a \circ (b \circ c) = (a \circ b) \circ (a \circ c)$.

Произвольный группоид, в котором выполняются (s1), (s2) и (s3), будем называть симметридом [2]. Примерами симметридов являются множества всех инволюций в группе, а также классы сопряженных инволюций, рассматриваемые вместе с операцией $(*)$.

Если в симметриде дополнительно выполняется тождество

$$(s4) \quad a \circ b = b \circ a,$$

то мы говорим о коммутативном симметриде.

Коммутативные симметриды обнаруживают связь с классами 3-транспозиций в группах [3] и системами троек Штейнера.

Доказан следующий основной факт о строении коммутативных симметридов.

Теорема. Пусть (S, \circ) – конечный коммутативный симметрид, в котором выполняется тождество $(a \circ b) \circ (c \circ d) = (a \circ c) \circ (b \circ d)$. Тогда (S, \circ) изоморфен конечномерному линейному пространству над полем $GF(3)$, в котором $x \circ y = 2x - y$.

Полученный результат вызывает следующий вопрос: верно ли, что тождество $(a \circ b) \circ (c \circ d) = (a \circ c) \circ (b \circ d)$ имеет место в произвольном коммутативном симметриде?

К настоящему времени контрпримеров не найдено.

Библиографические ссылки

1. Aschbacher M. Near subgroups of finite groups // J. Group Theory. 1998. Vol. 1. № 2. P. 113–129.
2. Вепринцев Д. В. Об операции скручивания в группах // Мат. системы. Вып. 6 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2007. С. 6–16.
3. Горенштейн Д. Конечные простые группы. Введение в их классификацию. М.: Мир, 1985.

D. V. Veprintsev

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

ABOUT COMMUTATIVE SYMMETROIDS

A subset K of a group G is called twisted subset, if $1 \in K$ and if $xyx \in K$ for all $x, y \in K$. We study twisted subsets of special type, analyzing identities that take place for an associated binary operation.

© Вепринцев Д. В., 2010

УДК 512.54

А. А. Дуж, К. А. Филиппов

Красноярский государственный аграрный университет, Россия, Красноярск

О ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ГРУППЕ ШУНКОВА, НАСЫЩЕННОЙ ЦЕНТРАЛЬНЫМИ РАСШИРЕНИЯМИ КОНЕЧНЫХ 2-ГРУПП ПОСРЕДСТВОМ ГРУППЫ $L_3(2^n)$ *

Пусть R – множество групп. Будем говорить, что группа G насыщена группами из R , если любая конечная подгруппа из G содержится в подгруппе группы G , изоморфной некоторой группе из R . В работе доказывается, что периодическая группа Шункова, насыщенная группами из множества $R = \{L_3(q) \times I_n \mid n = 1, 2, \dots\}$, где I_n – прямое произведение n экземпляров групп порядка 2, $q = 2^k$ – фиксированное число, является локально конечной.

Ранее авторами изучались периодические группы Шункова, насыщенные центральными расширениями групп I_n посредством группы $L_2(2^k)$. В данной работе продолжены исследования в этом направлении.

Напомним, что группа G называется группой Шункова, если для любой конечной подгруппы $H \subset G$ в фактор-группе $N_G(H)/H$ любые два сопря-

женных элемента простого порядка порождают конечную группу.

Пусть Z_2 – группа порядка 2 и I_n – прямое произведение n экземпляров группы Z_2 .

Доказана следующая теорема: бесконечная периодическая группа Шункова G , насыщенная группами из множества R , локально конечна и изоморфна $L_3(q) \times I$, где I – бесконечная группа периода 2.

A. A. Duzh, K. A. Filippov

Krasnoyarsk State Agrarian University, Russia, Krasnoyarsk

ABOUT SHUNKOV'S PERIODIC GROUP SATATED WITH THE CENTRAL EXPANSIONS OF FINAL 2-GROUPS BY MEANS OF GROUP $L_3(2^n)$

Let R – a set of groups. Let's say, that group G is saturated with the groups from R , if any final subgroup from G is in a subgroup's group G , isomorphic to some group from R . In the work it is proved, that Shunkov's periodic group, saturated with groups of set $R = \{L_3(q) \times I_n \mid n = 1, 2, \dots\}$, where I_n – direct product n copies of groups of an order 2, $q = 2^k$ – the fixed number, is locally final.

© Дуж А. А., Филиппов К. А., 2010

УДК 51-37

С. С. Карчевский

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

А. А. Кузнецов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ПОСТРОЕНИЕ БЕРНСАЙДОВЫХ ГРУПП ПРИ ПОМОЩИ СУПЕРКОМПЬЮТЕРА

Описывается программа для кластерной вычислительной установки, при помощи которой на оборудовании ИКИТ СФУ ведется построение группы $B(2,5)$. Приводятся основные результаты работы программы.

Проблема Бернсайда является обширной задачей современной математики, поэтому опишем задачу построения одного частного случая, а именно дупорожденной группы периода пять, исключительно с точки зрения программиста. Имеется алфавит $A = \{0, 1\}$ и две верхнетреугольные матрицы a и b порядка 66.

Слову 0 из алфавита A поставлена в соответствие матрица a , а слову 1 – матрица b . Любому составному слову ставится в соответствие матрица, равная произведению матриц, соответствующих элементам слова. Говорят, что два слова являются соотношением, если матрицы этих слов равны. Множество B слов длины n называется объектом.

* Работа выполнена при поддержке АБЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект 2.1.1/3023) и гранта РФФИ (проект 09-01-00717-а).

Для каждого объекта требуется исключить слова, имеющие периодические под слова периода 5; отфильтровать объект уже имеющимися соотношениями, т. е. исключить из него все слова, которые имеют в качестве подслов правые части соотношений; отыскать в этом объекте соотношения, исключить из множества их правые части и добавить соотношения к множеству уже имеющихся. Таким образом получится объект под номером $n + 1$. Начинать имеет смысл с объекта длины 5, так как он очевидно будет содержать 30 слов и не будет иметь соотношений.

Можно доказать, что в рамках одного объекта для каждого слова можно получить последовательность из семи целых чисел, каждое из которых может иметь значение от 0 до 4 и соотношение может состоять только из слов с одинаковым идентификатором. Множества таких слов называются классами. Отсюда следует, что такие классы можно обрабатывать независимо друг от друга, а значит, параллельно. В связи с этим была разработана параллельная программа для запуска на кластерной вычислительной установке, состоящей из многопроцессорных узлов. Для межузловое взаимодействия используется интерфейс MPI, а для распараллеливания внутри узла с общей памятью используются стандартные потоки POSIX.

Программа представляет собой один исполняемый файл, один конфигурационный и файл контрольной точки. Также в двух файлах хранятся матрицы a и b . Хранение входных и выходных данных организовано по одному классу в файле. Для хранения матриц и слов используется упаковка данных в биты, в связи с чем сразу после запуска программа на всех узлах кластера проверяет размеры основных типов данных и завершается в случае несоответствия. На каждом узле кластера запускается один процесс программы независимо от количества процессоров на нем. В дальнейшем в процессах будет порождено нужное количество потоков. В общей для всех потоков памяти будет храниться множество соотношений и таблица умножения матриц. Она вычисляется один раз перед запуском потоков и позволяет отыскивать матрицу слова длины m не за m перемножений матриц, а за m/p или $m/p + 1$, если p не кратно m , где p – максимальная длина слова в таблице. Таблица организована древовидно, что позволяет искать матрицы слов за время бинарного поиска. Процесс с MPI-рангом, равным 0, является серверным (головным). До запуска основного цикла он создает список заданий (или берет уже созданные ранее) и восстанавливает состояние программы из контрольной точки, если ранее она завершилась некорректно.

В головной части, пока есть необработанные задания, выполняется следующий цикл.

Ожидается (MPI_Recv, 1 байт) запрос от любого процесса с любым тегом. Если пришедший байт – запрос о задании, то запросившему процессу высылаются три числа: номер результирующего класса и два номера входящих классов. Тег высылаемого сообщения равен тегу принятого. Если все задания выполнены, то все три числа равны -1 , что сигнализирует рабочему потоку о завершении. Если же головному потоку пришел отчет о завершении, то далее он принимает несколько чисел со служебной информацией и номер обработанного класса, который пополняет список обработанных и записывается в файл контрольной точки.

В остальных процессах в это время читается конфигурационный файл, в котором для каждого узла определено количество потоков и максимальная длина слов таблицы умножения матриц. После чтения файла процесс вычисляет таблицу умножения и запускает потоки. Каждый поток в цикле запрашивает задание у головного потока и выполняет обработку в соответствии с шагами, описанными выше. Для определения 5-периодичности используется специальный алгоритм [1], а для поиска подслов используется суффиксный автомат (URL: http://e-maxx.ru/algo/suffix_automata). Его применение целесообразно, так как для каждого слова он строится за время, пропорциональное длине этого слова, и используется столько раз, сколько известно соотношений, а их на данный момент найдено 160 508. Построив выходной класс и найдя в нем соотношения, поток записывает эти результаты в файлы и сообщает головному, что он закончил работу и запись результатов.

Передовые результаты, полученные с помощью программ данного типа, следующие.

Все экземпляры программ запускались на кластере ИКИТ СФУ (URL: <http://cluster.sfu-kras.ru/>). Были получены все объекты с 5-го по 36-й и в настоящее время идет подготовка к получению 37-го объекта. Объект 36 был построен в сентябре 2010 г., он содержит 14 149 769 658 слов и 55 127 соотношений. Кроме того, объекты с номерами до 35-го включительно были независимо получены А. А. Кузнецовым [2] с помощью системы Matlab на 125 узлах того же кластера.

Библиографические ссылки

1. Компьютерные алгоритмы теоретико-множественного анализа сложных алгебраических систем / А. А. Кузнецов, Д. А. Кузьмин, Д. В. Лыткина и др. ; Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2009.
2. Кузнецов А. А., Шлепкин А. К. Сравнительный анализ бернсайдовых групп $B(2,5)$ и $B(2,5)$ // Тр. Ин-та математики и механики УрО РАН. 2009. Т. 15. № 2. С. 125–132.

S. S. Karchevsky

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

A. A. Kuznetsov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

CONSTRUCTION OF BURNSIDE GROUPS USING SUPERCOMPUTER

Software for a cluster computation system is designed, that is being used at hardware of ISIT SFU to build $B(2,5)$ group. The results of the program execution are adduced.

© Карчевский С. С., Кузнецов А. А., 2010

УДК 519.168

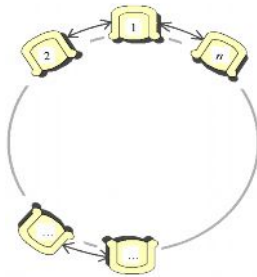
А. А. Кузнецов, А. С. Кузнецова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ТЕОРЕТИКО-ГРУППОВОЙ ПОДХОД В ЗАДАЧАХ КОМБИНАТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Рассматривается задача комбинаторной оптимизации, сводимая к построению симметрической группы в формате минимальных слов. Приводятся решения для некоторых частных случаев указанной задачи.

Формулировка задачи (В. В. Беляев, 2010): пусть имеется n стульев, каждый из которых имеет уникальный порядковый номер $i = 1, 2, \dots, n$. Данные стулья расставлены по окружности:



На стулья произвольным образом садятся n человек так, что после посадки на каждом стуле оказывается по одному человеку. Каждый человек имеет уникальный порядковый номер $j = 1, 2, \dots, n$. Посадка называется правильной, если у всех стульев порядковые номера совпадают с номерами сидящих на них людей. В противном случае посадка называется неправильной. Будем называть перестановкой перемену мест двух сидящих рядом людей. Вычислить наименьшее число перестановок r , позволяющих получить правильную посадку из произвольной начальной посадки.

Решение. Очевидно, перестановки $(p\ q)$, указанные в условии задачи, порождают симметрическую

группу S_n степени n . Запишем данную группу через порождающие элементы и определяющие соотношения. Пусть $x_1 = (1\ 2), x_2 = (2\ 3), \dots, x_{n-1} = (n-1\ n), x_n = (1\ n)$ – порождающие элементы группы S_n . Теперь запишем определяющие соотношения R для S_n : $R = \{x_i^2 = e, i = 1, 2, \dots, n; (x_i x_j)^2 = e, \text{ если } |j - i| > 1; (x_i x_j)^3 = e, \text{ если } |j - i| = 1; x_1 x_2 \dots x_{n-2} x_{n-1} x_{n-2} \dots x_2 x_1 = x_n\}$. Таким образом,

$$S_n = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \mid R \rangle.$$

Построим группу S_n в формате минимальных слов [1]. В итоге максимальная длина минимальных слов группы S_n будет являться решением задачи. Ниже приведены решения для $n = 2, 3, \dots, 10$, полученные при помощи компьютерных вычислений:

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
r	1	2	4	6	9	12	16	20	25

К рассмотренной выше задаче сводятся многие проблемы, встречающиеся на практике, например, проектирование компьютерных вычислительных сетей.

Библиографическая ссылка

1. Кузнецов, А. А., Антамошкин А. Н., Шлепкин А. К. Моделирование периодических групп // Системы управления и информ. технологии. 2008. № 2 (32). С. 4–8.

А. А. Kuznetsov, А. С. Kuznetsova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE GROUP-THEORETICAL APPROACH IN COMBINATORIAL OPTIMIZATION TASKS

The task of combinatorial optimization reduced to the building of a symmetric group in a format of minimal words is considered. There are solutions for some cases of the task.

© Кузнецов А. А., Кузнецова А. С., 2010

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ОБОБЩЕНИЕ ТЕОРЕМЫ МОРЛЕЯ ДЛЯ РАВНОСТОРОННИХ ТРЕУГОЛЬНИКОВ

Проводится обобщение классической теоремы Морлея о трисектрисах для равносторонних треугольников. Описываются свойства новых мультисектральных треугольников Морлея.

Теорема Морлея о трисектрисах была впервые сформулирована в 1905 г. К настоящему времени предложены различные обобщения теоремы Морлея [1; 2] (например, теорема Морлея для трисекции внешних углов треугольника), рассмотрены применения этой теоремы для исследований в аналитической геометрии, для решения задачи Мальфатти и т. д.

Наиболее сложное обобщение теоремы Морлея принадлежит Хаяши (Hayashi) [3]. В этом исследовании показано, что обобщение теоремы Морлея для произвольного треугольника невозможно выполнить, если число прямых, делящих углы треугольника на равные части, превышает два.

Несмотря на невозможность обобщения теоремы Морлея для произвольного треугольника, обобщение теоремы для равностороннего треугольника выполнено в данной работе. Для формулировки и доказательства обобщенной теоремы Морлея для равносторонних треугольников определены следующие понятия.

1. Мультисектрисы угла – лучи, исходящие из вершины угла и делящие угол на некоторое число равных частей.

2. Мультисектрисы треугольника – отрезки мультисектрис углов треугольника, заключенные между вершинами этих углов и точками пересечения мультисектрис этого угла с противоположной этому углу стороной.

3. Направление обхода – алгоритм нумерации мультисектрис равностороннего треугольника.

4. Мультисектрисы равной смежности – мультисектрисы, номера которых по одному направлению обхода совпадают.

5. Мультисектральные треугольники – треугольники, вершинами которых являются три точки пересечения мультисектрис равной смежности.

Обобщенная теорема Морлея для равносторонних треугольников (рис. 1) формулируется следующим образом: в равностороннем треугольнике три точки пересечения смежных мультисектрис равной смежности являются вершинами:

- $(n - 1)/2$ различных равносторонних мультисектральных треугольников, если n – нечетное;
- $(n - 2)/2$ различных равносторонних мультисектральных треугольников, если n – четное.

Здесь n – число равных частей, на которые мультисектрисы разбивают каждый из углов равностороннего треугольника.

В статье приведено доказательство сформулированной теоремы.

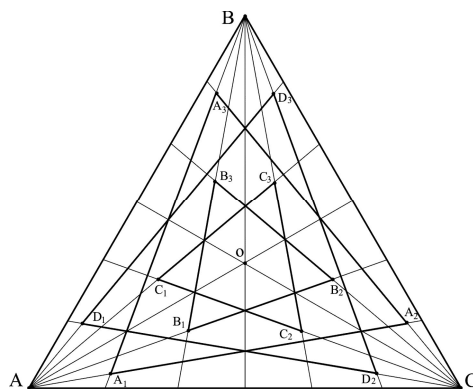


Рис. 1. Геометрические построения в равностороннем треугольнике

При доказательстве теоремы было обнаружено новое свойство мультисектральных треугольников: центр любого мультисектрального треугольника совпадает с центром исходного равностороннего треугольника (рис. 2).

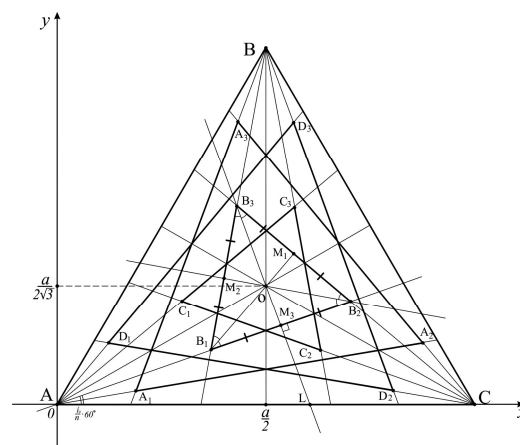


Рис. 2. Мультисектральные треугольники

Библиографические ссылки

1. Guy R. The Lighthouse Theorem – A Budget of Paradoxes // The University of Calgary. Research Paper. 2005. № 848.
2. Oakley C. O., Baker J. C. The Morley trisector theorem // Amer. Math. Monthly. 1978. № 85. P. 737–745.
3. Hayashi T. Angle trisectors in a triangle // J. Math. Assoc. Sec. Edu. Japan, 1924. № 6. P. 255–259.

I. A. Lopatin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

GENERALIZATION OF THE MORLEY'S TRISECTION THEOREM FOR EQUILATERAL TRIANGLES

The generalization of Morley's trisection theorem for equilateral triangles is performed. The new Morley triangles characteristics are described.

© Лопатин И. А., 2010

УДК 512.544

А. Л. Мыльников

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ГРАФЫ СКРУЧЕННЫХ ПОДМНОЖЕСТВ, ИМЕЮЩИЕ ДИАМЕТР 2

Сформулировано понятие графа скрученного подмножества, имеющего диаметр 2.

Следуя [1], приведем следующее

Определение 1. Подмножество K из группы G называется скрученным подмножеством, если 1 содержится в K и для любых элементов x, y из K элемент $xy^{-1}x$ содержится в K .

В работе [2] было введено понятие графа скрученного подмножества, которое возникло как попытка ввести геометрию на скрученном подмножестве, связанная с операцией $x \# y = xy^{-1}x$, и исследовать связь между свойствами этой геометрии и строением группы, которая порождена скрученным подмножеством.

Зафиксируем некоторые обозначения: G – группа; K – скрученное подмножество из группы G такое, что $G = \langle K \rangle$; $\text{Ker}(K) = \{x \text{ из } K: xK = K\}$.

Теперь приведем определение графа Γ_K скрученного подмножества K .

Определение 2. Определим граф $\Gamma_K = (V(\Gamma_K), E(\Gamma_K))$ следующим образом: в качестве множества вершин $V(\Gamma_K)$ графа Γ_K положим элементы из K , и элемент x из K смежен с элементом y из $K \setminus \{x\}$, т. е. (x, y) содержится в $E(\Gamma_K)$ тогда и только тогда, когда существует такой элемент k из K , что $kx^{-1}k = y$.

При помощи Z^* -теоремы Глаубермана (точнее говоря, ее переформулировки на языке крученных подмножеств [3]), ранее было показано, что граф конечного скрученного подмножества имеет диаметр 1 тогда и только тогда, когда это скрученное подмножество порождает группу нечетного порядка. Следующим естественным этапом в исследовании графов скрученных подмножеств является изучение графов диаметра 2.

Заметим, что из результатов работы [2] следует, что редуцированное скрученное подмножество K (т. е. $\text{Ker}(K) = 1$), граф которого связан, имеет вид $K = \{g^{-1}\varphi(g)g \text{ из } G\} = \text{ф}\varphi^G$, где φ – некоторый инволютивный автоморфизм группы G . В данной работе фактически устанавливается связь между свойствами графа тако-

го скрученного подмножества и свойствами класса сопряженных инволюций φ^G группы $G^* = G\langle\varphi\rangle$.

Стоит сказать, что изучение связи между строением группы и свойствами порождающего ее класса сопряженных инволюций является важным этапом в классификации конечных простых неабелевых групп, и было проведено в работах Фишера, Ашбахера, Тиммесфельда, посвященных исследованию групп, порожденных, соответственно, классом 3-транспозиций, классом нечетных транспозиций, классом корневых инволюций [4].

Прежде чем сформулировать результаты данной работы, приведем определения понятия класса нечетных транспозиций и понятия класса совершенных инволюций.

Определение 3. Следуя [4], сопряженный класс инволюций T из группы G , содержащий непостоянные элементы, называется классом нечетных транспозиций, если произведение любых двух непостоянных элементов из T имеет нечетный порядок.

Отметим, что понятие совершенной инволюции возникло в работе А. И. Созутова [5].

Определение 4. Пусть G – группа, w – инволюция из G такая, что w^G содержит две непостоянные между собой инволюции. Инволюция w называется совершенной в G , если для любых непостоянных между собой инволюций u, v из w^G существует инволюция s из w^G такая, что $u^s = v$.

Из свойств групп диэдра следует, что класс нечетных транспозиций является классом совершенных инволюций.

Теперь перейдем к формулировке основных результатов работы.

Теорема 1. Пусть G – периодическая группа, не содержащая бесконечных квазициклических 2-подгрупп, K – скрученное подмножество из G такое, что $G = \langle K \rangle$, и Γ_K – граф скрученного подмножества K .

Допустим, что существует инволютивный автоморфизм φ группы G такой, что $K = \varphi\varphi^G$. Тогда, если φ^G – класс совершенных инволюций в $G^* = \langle G, \varphi \rangle$, то граф Γ_K имеет диаметр 2.

Далее приведем определение графа перестановочности инволюций.

Определение 5. Пусть G – группа, w – инволюция из G . В качестве множества вершин $V(\Gamma)$ берется множество w^G , а отношение смежности $E(\Gamma)$ на $V(\Gamma)$ вводится следующим образом: для различных элементов w^x, w^y из w^G положим (w^x, w^y) содержится в $E(\Gamma)$ тогда и только тогда, когда $w^x w^y = w^y w^x$. Граф $\Gamma = (V(\Gamma), E(\Gamma))$ называется графом перестановочности инволюций из w^G .

Теперь укажем связь между графом Γ_K скрученного подмножества $K = \varphi\varphi^G$ и графом перестановочности инволюций из класса φ^G в том случае, когда φ^G – класс нечетных транспозиций.

Теорема 2. Пусть G – группа, φ – инволютивный автоморфизм группы G . Пусть $K = \varphi\varphi^G$, Γ_K – граф скрученного подмножества K и Γ_K – граф перестано-

вочности инволюций из φ^G . Допустим, что φ^G – класс нечетных транспозиций группы $G^* = \langle G, \varphi \rangle$. Тогда Γ_K изоморфен графу, дополнительный к графу Γ .

Библиографические ссылки

1. Мыльников А. Л. Конечные перекрученные группы // Сиб. мат. журн. 2007. Т. 48. № 2. С. 369–375.
2. Мыльников А. Л. Графы скрученных подмножеств // Тез. сообщений VII междунар. шк.-конф. по теории групп. Челябинск, 2008. С. 82–86.
3. Вепринцев Д. В., Мыльников А. Л. Инволютивная декомпозиция группы и скрученные подмножества с малым количеством инволюций // Сиб. мат. журн. 2008. Т. 49. № 2. С. 275–280.
4. Горенштейн Д. Конечные простые группы. Введение в их классификацию : пер. с англ. М. : Мир, 1985.
5. Созутов А. И. О парах фробениуса с совершенными инволюциями // Алгебра и логика. 2005. Т. 44. № 6. С. 751–762.

A. L. Mylnikov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE COLUMNS OF THE BRAIDED SUBSETS HAVING DIAMETER 2

The concept of the count of the braided subset having diameter 2 is formulated.

© МЫЛЬНИКОВ А. Л., 2010

УДК: 62-506.1

В. А. Охорзин, К. В. Сафонов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

МЕТОД МОМЕНТОВ В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ ОРБИТАМИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Исследуются алгоритмы оптимального управления динамическими процессами в условиях векторного критерия качества, в том числе для задачи управления космическими аппаратами (КА).

Метод моментов позволяет свести задачу оптимального управления с различными критериями оптимальности к единой задаче выпуклой минимизации невысокой размерности, равной размерности динамической системы. Последнее обстоятельство объясняет актуальность метода. Объектом исследования являются квазилинейные дифференциальные уравнения на примере движения КА.

Рассмотрена следующая задача терминального управления системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\frac{dx}{dt} = f(x, u), \quad x(0) = x_0, \quad x(T) = x_k, \quad x \in R^n,$$

$$u \in R^r, u \in D, t \in [0, T].$$

Линейность правой части уравнения по управлению u определяет многие оптимальные процессы с изменением управления на границе области D . Это характерно для управления космическими аппаратами с реактивными ускорениями в качестве управления. В линейном приближении система имеет вид

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad x(0) = x_0, \quad x(T) = x_k,$$

$$\text{где } A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}; \quad x_1 - \text{отклонение}$$

от круговой орбиты по радиусу, x_2 – по радиальной скорости; x_3 – по угловой скорости; x_4 – по углу;

u_1 – трансверсальное ускорение; u_2 – радиальное ускорение; u_m – предельное значение ускорений. Все переменные безразмерные, за единицу длины принята высота геостационарной орбиты $R_c = 40\ 164$ км, за единицу времени – период обращения КА на геостационарной орбите $T = 24$ ч.

Применение метода моментов к решению терминальной задачи управления в системе с постоянными параметрами определяется формулой Коши:

$$-x_0 + e^{-At_k} x_k = \int_0^{t_k} e^{-A\phi} B u(\phi) d\phi$$

Тогда вектор моментов определяется через начальные и конечные условия

$$\bar{b} = -x_0 + e^{-At_k} x_k,$$

а в случае перевода в начало координат $\alpha = -x_0$. Вектор-функции $G(\tau) = e^{-A\tau} B$ являются собственными функциями динамической системы. Норма $c[u, h(\phi)]$ определяется из условия максимума

$$c[h(\phi)] = \max_u \int_0^{t_k} h^T(\phi) u(\phi) d\phi$$

Задача имеет решение, если существует число $c^0[h^0(\phi)] > 0$, где $h^0(\phi)$ – минимальная функция. Тогда интенсивность управления $\psi[u^0] = 1/c^0$ и принцип максимума формулируется следующим образом:

$$\int_0^T [h^0(\phi)]^T u^0(\phi) d\phi = \max_u \int_0^T [h^0(\phi)]^T u(\phi) d\phi$$

где $h^0(\phi)$ – решение задачи на условный экстремум:

$$\begin{aligned} \min_0 c[h] &= \min_0 c \left[\sum_{i=1}^m o_i g^i(\phi) \right] = \\ &= c \left[\sum_{i=1}^m o_i^0 g^i(\phi) \right] = c[h^0] = c^0, \quad \text{при } \sum_{i=1}^m o_i x_i^0 = -1. \end{aligned}$$

В случае отсутствия ограничений на расход топлива оптимальное управление имеет следующий вид:

$$u(t) = \frac{1}{c^0} \cdot \text{sign}(h^0(t)), \quad h^0(t) = \sum_{i=1}^m o_i^0 \cdot g_i(t).$$

Если ограничен модуль ускорения и время работы двигателей величиной $1/l = T_a$, то

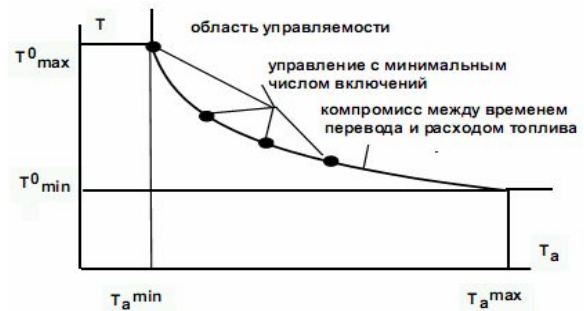
$$\begin{aligned} \psi[u] &= \max \left\{ \sup_{0 \leq \phi \leq T} |u(\phi)|, \int_0^T |u(\phi)| d\phi \right\}, \\ c[h] &= \max_{\Delta} \int_{\Delta} |h(\phi)| d\phi \end{aligned}$$

где Δ – система отрезков на оси $[0, T]$ суммарной длиной Δ .

Решение задачи предельного быстродействия определится из условия

$$c^0(T) = 1/u_m.$$

В результате решения этих задач можно построить множество компромисса (см. рисунок).



Множество компромисса в задаче перевода

На основе анализа множества компромисса ЛПР может принять то или иное обоснованное в линейном приближении решение, которое будет служить начальным приближением для имитационного моделирования в нелинейной задаче для последующего улучшения в желаемом для ЛПР смысле.

V. A. Okhorzin, K. V. Safonov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

MOMENTS METHOD IN THE PROBLEM OF ORBITS' SPACE VEHICLES CONTROL

The algorithms of the optimal control of the dynamic processes conditioned by the vectorial quality criteria including the algorithms for spacecraft control tasks are studied.

© Охорзин В. А., Сафонов К. В., 2010

УДК 517.9

С. А. Сапаркина, Р. В. Сорокин

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

ЗАДАЧА ИДЕНТИФИКАЦИИ ДВУХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИ МЛАДШИХ ПРОИЗВОДНЫХ В СИСТЕМЕ СОСТАВНОГО ТИПА

Исследована корректность задачи идентификации коэффициентов при младших производных в системе составного типа.

Системы составного типа описывают колебания среды с учетом влияния теплопроводности, различные линеаризованные задачи механики неоднородных жидкостей. Разрешимость задач идентификации функции источника в системе составного типа была исследована в работах Ю. Я. Белова, Т. Н. Шипиной [1]. Задачи идентификации коэффициентов при младших членах в системе составного типа исследовались П. Ю. Вячеславовой, Р. В. Сорокиным [2].

Рассмотрим в области $G_{[0,T]} = \{(t,x) | 0 \leq t \leq T, x \in E_1\}$ систему уравнений

$$\begin{cases} u_t^1(t, x) + a_{11}(t)u_x^1(t, x) + b_{11}(t)u^1(t, x) + \\ + b_{12}(t)u^2(t, x) = c(t)u_{xx}^1(t, x) + f_1(t, x), \\ u_t^2(t, x) + a_{22}(t)u_x^2(t, x) + b_{21}(t)u^1(t, x) + \\ + b_{22}(t)u^2(t, x) = f_2(t, x) \end{cases} \quad (1)$$

с начальными данными

$$u^1(0, x) = u_0^1(x), \quad u^2(0, x) = u_0^2(x), \quad x \in E_1. \quad (2)$$

Функции $a_{11}(t)$, $a_{22}(t)$ подлежат определению одновременно с решением $u^1(t, x)$, $u^2(t, x)$ задачи (1), (2), удовлетворяющим условиям переопределения

$$u^1(t, 0) = \varphi_1(t), \quad u^2(t, 0) = \varphi_2(t), \quad 0 \leq t \leq T. \quad (3)$$

Пусть выполняются условия согласования

$$u_0^1(0) = \varphi_1(0), \quad u_0^2(0) = \varphi_2(0). \quad (4)$$

Функции $b_{ij}(t)$ ($i, j = 1, 2$), $c(t)$ – действительнозначные, заданные и непрерывные при $t \in [0, T]$. Считаем, что $c(t) > 0$ при $t \in [0, T]$.

Относительно входных данных предполагаем, что они достаточно гладкие, имеют все непрерывные производные, входящие в следующее ниже соотношение, и удовлетворяют ему:

S. A. Saparkina, R. V. Sorokin

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

THE PROBLEM OF TWO COEFFICIENTS IDENTIFICATION AT FIRST DERIVATIVES IN A COMPOSITE TYPE SYSTEM

Unique solvability of the problem of two coefficients identification by first derivatives for composite type system with Cauchy data is proved.

$$\left| \varphi_j(t) + \left| \varphi_j'(t) \right| + \left| \frac{d^k}{dx^k} u_0^j(x) \right| + \left| \frac{\partial^k}{\partial x^k} f_j(t, x) \right| \leq C, \quad (5)$$

$$j = 1, 2, k = \overline{0, 6},$$

$$\frac{\partial}{\partial x} u_0^1(0) \geq 2\delta, \quad \frac{\partial}{\partial x} u_0^2(0) \geq 2\delta. \quad (6)$$

Теорема. Пусть выполняются условия (4), (5), (6). Тогда существует и единственное решение $u^1(t, x)$, $u^2(t, x)$, $a_{11}(t)$, $a_{22}(t)$ задачи (1)–(3) в классе

$$Z(t^*) = \{u^1(t, x), u^2(t, x), a_{11}(t), a_{22}(t) | u^j(t, x) \in C_{t,x}^{1,4}(G_{[0,t^*]}), a_{jj}(t) \in C[0, t^*], j = 1, 2\},$$

где t^* – некоторая постоянная, $0 < t^* \leq T$, и в $G_{[0, t^*]}$ справедливо неравенство

$$\left| a_{11}(t) \right| + \sum_{k=0}^4 \left| \frac{\partial^k}{\partial x^k} u^1(t, x) \right| + \left| a_{22}(t) \right| + \sum_{k=0}^4 \left| \frac{\partial^k}{\partial x^k} u^2(t, x) \right| \leq C.$$

Основная идея доказательства состоит в том, что на основании условий переопределения исходная обратная задача приводится к прямой задаче, содержащей следы неизвестных функций. Разрешимость полученной прямой задачи доказывается при помощи метода слабой аппроксимации [3] в предположении достаточной гладкости входных данных.

Библиографические ссылки

3. Белов Ю. Я. Кантор С. А. Метод слабой аппроксимации / Красноярск. гос. ун-т. Красноярск, 1999.
2. Вячеславова П. Ю., Сорокин Р. В. Задача идентификации коэффициентов при младших членах в системе составного типа // Журн. СФУ: математика и физика. 2009. Т. 2. № 3.. С. 288–297.
1. Belov Yu. Ya., Shipina T. N. The problem of determining the source function for a system of composite type // J. Inv. Ill-Posed Problems. 1998. Vol. 6. № 4. P. 287–308.

УДК 539.374

С. И. Сенашов,

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

В. И. Бурмак

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

СЖАТИЕ ПЛОСКОНАПРЯЖЕННОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ*

Построены новые точные решения, линейные по времени, описывающие сжатие плосконапряженной пластической среды с условием Мизеса.

Уравнения, описывающие плоское напряженное состояние, занимают промежуточное место между трехмерными пластическими средами и средами, находящимися в условиях плоской деформации. Несмотря на большую теоретическую и практическую важность этих уравнений, они очень слабо изучены. Это объясняется и особыми свойствами уравнений плоского напряженного состояния, и их сложностью. Насколько известно авторам, работ, посвященных построению точных решений динамических уравнений пластичности, для плоского напряженного состояния вообще нет.

В статье рассматриваются уравнения медленных нестационарных течений среды, находящейся в плоском напряженном состоянии. Они имеют вид

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial \tau}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = 0, \quad (1)$$

$$\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x + 6\tau^2 = 3k^2, \quad (2)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{6\tau}{2\sigma_x - \sigma_y}. \quad (3)$$

Здесь σ_x, σ_y, τ – компоненты тензора информации; u, v – компоненты вектора скорости, зависящие от x, y, t . Уравнение (2) – условие пластичности Мизеса.

В работе найдена алгебра Ли операторов, допускаемая системой уравнений (1)–(3) в смысле С. Ли. Она содержит оператор $X = t\partial_t + u\partial_u + v\partial_v$. Это означает, что система (1)–(3) имеет инвариантные решения вида

$$u = tu(x, y), \quad v = tv(x, y), \quad (4)$$

которые можно использовать для описания пластических течений с постоянным ускорением. В работе построены некоторые решения вида (4) и дана их механическая интерпретация.

S. I. Senashov

Siberian State Aerospace University named after Academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

V. I. Burmak

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

COMPRESSION OF PLAIN STRESS PLASTIC CONTINUUM.

New exact solutions of plain stress plastic continuum with Mises' condition of plasticity is presented.

© Сенашов С. И., Бурмак В. И., 2010

*Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг. (код проекта П1121).

УДК 517.

С. И. Сенашов

Сибирский аэрокосмический государственный университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

А. В. Родионова, И. А. Шеффер

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

НОВЫЕ КОНТАКТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Рассматриваются новые контактные преобразования, позволяющие привести дифференциальные уравнения в частных производных к более простому виду.

С началом широкого применения дифференциальных уравнений для описания происходящих вокруг нас процессов, они стали важнейшим математическим аппаратом для исследования окружающего мира. В силу известной сложности поиска решений, актуальность приведения уравнений к более простому виду не вызывает сомнений.

В данной работе рассматривается один из методов нахождения решений с использованием контактных преобразований.

Рассмотрим невырожденные контактные преобразования вида

$$X = X(x, y, z, p, q),$$

$$Y = Y(x, y, z, p, q),$$

$$Z = Z(x, y, z, p, q),$$

$$P = P(x, y, z, p, q),$$

$$Q = Q(x, y, z, p, q).$$

Они определяются тем, что форму Картана $dZ - PdX - QdY$ преобразуют в форму $dz - pdx - qdy$ по формуле $dZ - PdX - QdY = \lambda (dz - pdx - qdy)$, где $\lambda \neq 0$.

Отсюда имеем

$$X = X(x, y, z, p, q),$$

$$Y = Y(x, y, z, p, q),$$

$$Z = Z(x, y, z, p, q),$$

$$P = \left| \begin{array}{cc} Z_x + pZ_z & Y_x + pY_z \\ Z_y + qZ_z & Y_y + qY_z \end{array} \right| \left/ \left| \begin{array}{cc} X_x + pX_z & Y_{xz} + pY_z \\ X_y + qX_z & Y_y + qY_z \end{array} \right| \right|,$$

$$Q = \left| \begin{array}{cc} X_x + pX_z & Z_x + pZ_z \\ X_y + qX_z & Z_y + qZ_z \end{array} \right| \left/ \left| \begin{array}{cc} X_x + pX_z & Y_{xz} + pY_z \\ X_y + qX_z & Y_y + qY_z \end{array} \right| \right|.$$

В работе получены новые формы контактных преобразований, изучены их свойства и показано их применение для решения конкретных дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих движение сплошной среды.

S. I. Senashov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

A. V. Rodionova, I. A. Shefer

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

NEW CONTACT TRANSFORMATIONS

New contact transformations which make the finding solutions of some differential equations easier are covered.

© Сенашов С. И., Родионова А. В., Шеффер И. А., 2010

УДК 539.374

С. И. Сенашов, Е. В. Филюшина

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

**ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ
ЗАДАЧ ПЛАСТИЧНОСТИ***

Показано, как используются законы сохранения для решения краевых задач двумерной теории пластичности.

Рассмотрим уравнения теории пластичности

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial \tau}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = 0, \quad (1)$$

$$(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau^2 = 4k^2, \quad (2)$$

где σ_x, σ_y, τ – компоненты тензора напряжений; k – постоянные пластичности.

В [1] показано что система уравнений (1)–(2) имеет бесконечное число законов сохранения. Для решения краевых задач систем уравнений (1)–(2) удобно использовать законы сохранения вида

$$\frac{\partial A(\sigma, \theta)}{\partial x} + \frac{\partial B(\sigma, \theta)}{\partial y} = 0,$$

где A, B есть решение системы уравнений вида

$$\frac{\partial A}{\partial \theta} + 2k \left(\frac{\partial A}{\partial \sigma} \cos 2\theta - \frac{\partial B}{\partial \sigma} \sin 2\theta \right) = 0,$$

$$\frac{\partial B}{\partial \theta} + 2k \left(\frac{\partial A}{\partial \sigma} \sin 2\theta - \frac{\partial B}{\partial \sigma} \cos 2\theta \right) = 0,$$

где $2\sigma = \sigma_x + \sigma_y$; θ – угол между осью OX и первым главным направлением тензора напряжений.

Предлагается информационная система, которая позволяет решать задачу Коши для системы уравнений (1)–(2) с помощью законов сохранения (3).

Библиографическая ссылка

1. Киряков П. П., Сенашов С. И., Яхно А. Н. Приложение симметрий и законов сохранения к решению дифференциальных уравнений. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2001.

S. I. Senashov, E. V. Filyushina

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

**APPLICATION OF CONSERVATION LAWS FOR PLASTICITY
PROBLEMS SOLUTION**

The use of conservation laws for solution of boundary problems 2-dimensional plasticity is demonstrated.

© Сенашов С. И., Филюшина Е. В., 2010

* Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (код проекта П1121).

УДК 517.9

С. И. Сенашов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

О. Н. Черепанова

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

**ПОСТРОЕНИЕ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЯ МИНИМАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ
ЭЙЛЕРА–ЛАГРАНЖА***

Рассмотрено уравнение минимальных поверхностей Эйлера–Лагранжа. При помощи контактного преобразования Леландра исходное уравнение сведено к линейному, для которого найдены решения. Эти решения в свою очередь позволяют получить новые точные решения уравнения Эйлера–Лагранжа.

Поверхность, заданную уравнением $z = f(x, y)$, назовем минимальной поверхностью, если она удовлетворяет уравнению Эйлера–Лагранжа

$$(1 + u_y^2)u_{xx} - 2u_x u_y u_{xy} = (1 + u_x^2)u_{yy} = 0. \quad (1)$$

Уравнение (1) выведено в 1768 г. и с тех пор его исследованию и решению посвящено множество работ. Его изучали Ж. Лагранж, Л. Эйлер, Г. Монж, С. Пуассон, С. Ли и другие известные ученые. Уравнение (1) часто возникает при исследовании и решении задач механики жидкости, теории пластичности, в архитектуре и т. п. Несмотря на долгую историю, для уравнения осталось много нерешенных задач. Точных решений уравнения (1) известно сравнительно немного. Наиболее известные из них:

$$u(x, y) = x \operatorname{tg} y,$$

$$u(x, y) = \operatorname{In} \frac{\cos x}{\cos y},$$

$$u(x, y) = \operatorname{arcch}(x^2 + y^2)$$

(геликоид, поверхность Шерка, катеноид соответственно).

С помощью контактного преобразования Лежандра

$$u_x = \xi, \quad u_y = \eta, \quad w_\xi = x, \quad w_\eta = y,$$

$$u(x, y) = x\xi + y\eta = y,$$

уравнение (1) сводится к линейному уравнению

$$(1 + \xi^2)w_{\xi\xi} + 2\xi\eta w_{\xi\eta} + (1 + \eta^2)w_{\eta\eta} = 0, \quad (2)$$

для которого строятся решения.

Применяя обратное контактное преобразование к уравнению (2) и его решениям, получим новые точные решения уравнения (1).

S. I. Senashov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

O. N. Cherepanova

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

**EQUATION DECISIONS' CONSTRUCTION OF THE EULER–LAGRANZHA
MINIMAL SURFACES**

The equation of the minimal surfaces of Euler–Lagranzha is considered. By means of contact transformation of Lel-sandra the initial equation is converted to linear for which decisions are found. These decisions, in their turn, allow receiving new exact decisions of the equation of Euler–Lagranzha.

© Сенашов С. И., Черепанова О. Н., 2010

* Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (код проекта П1121).

УДК 517.9

Р. В. Сорокин

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИ МЛАДШИХ ЧЛЕНАХ В СИСТЕМЕ СОСТАВНОГО ТИПА

Получены оценки устойчивости решения задачи идентификации коэффициентов при младших членах в системе составного типа.

В работе исследуется задача определения действительных функций $(u^1(t, x), u^2(t, x), b_{11}(t), b_{12}(t), b_{21}(t), b_{22}(t))$ в системе дифференциальных уравнений составного типа, состоящей из параболического уравнения и уравнения первого порядка, в области $G_{[0, T]} = \{(t, x) | 0 \leq t \leq T, x \in E_1\}$

$$\begin{cases} u_t^1(t, x) + a_{11}(t)u_x^1(t, x) + b_{11}(t)u^1(t, x) + \\ + b_{12}(t)u^2(t, x) = c(t)u_{xx}^1(t, x) + f_1(t, x), \\ u_t^2(t, x) + a_{22}(t)u_x^2(t, x) + b_{21}(t)u^1(t, x) + \\ + b_{22}(t)u^2(t, x) = f_2(t, x) \end{cases} \quad (1)$$

с начальными данными

$$u^1(0, x) = u_0^1(x), \quad u^2(0, x) = u_0^2(x), \quad x \in E_1 \quad (2)$$

и условиям переопределения

$$\begin{aligned} u^k(t, 0) = \alpha^k(t), \quad u^k(t, l) = \beta^k(t), \\ k = 1, 2, \quad 0 \leq t \leq T. \end{aligned} \quad (3)$$

Считаем, что выполнены условия согласования

$$u_0^k(0) = \alpha^k(0), \quad u_0^k(l) = \beta^k(0). \quad (4)$$

Предполагаем, что все известные коэффициенты являются непрерывными функциями своих аргументов, $c(t) > 0$ при $t \in [0, T]$ и выполнены соотношения

$$\begin{aligned} |\alpha_1(t)\beta_2(t) - \alpha_2(t)\beta_1(t)| \geq \delta > 0, \\ 0 \leq t \leq T, \quad \delta - \text{const} > 0, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |\alpha^j(t)| + |\alpha^{j'}(t)| + |\beta^j(t)| + |\beta^{j'}(t)| + \left| \frac{d^k}{dx^k} u_0^j(x) \right| + \\ + \left| \frac{\partial^k}{\partial x^k} f_j(t, x) \right| \leq C, \quad j = 1, 2, \quad k = \overline{0, 4}. \end{aligned} \quad (5)$$

В [1] показано, что при выполнении условий (4)–(5) решение задачи (1)–(3) существует и единственно в классе гладких ограниченных функций.

Библиографическая ссылка

1. Вячеславова П. Ю., Сорокин Р. В. Задача идентификации коэффициентов при младших членах в системе составного типа // Журн. СФУ: математика и физика. 2009. Т. 2. № 3. С. 288–297.

R. V. Sorokin

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

THE SOLUTION STABILITY OF COEFFICIENTS' IDENTIFICATION PROBLEM AT LOWEST TERMS FOR COMPOSITE TYPE SYSTEM

Values, which guarantee posted inverse problem's solution stability relative to input data are analysed.

© Сорокин Р. В., 2010

УДК 517.9

О. Н. Черепанова, И. А. Резникова

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

ГИПЕРБОЛИЧЕСКАЯ АППРОКСИМАЦИЯ ИНТЕГРОДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ*

Рассмотрен вопрос корректности краевой задачи для интегродифференциального уравнения с малым параметром при второй производной по времени. Исследован вопрос сходимости решения к решению соответствующей параболической задачи при стремлении малого параметра к нулю.

Одним из возможных методов исследования параболических уравнений является их «гиперболическая аппроксимация», т. е. включение в уравнение второй производной по времени с малым параметром ε , исследование решений гиперболической задачи и предельный переход. Полученные таким образом гиперболические уравнения являются не аппроксимацией соответствующих параболических уравнений, а их естественным обобщением и пригодны для описания быстро протекающих процессов, а также позволяют строить более экономичные численные методы решения.

В области $Q_T = \{(t, x, y) \mid 0 < t < T, 0 < x < x_0, -\infty < y < \infty\}$ рассмотрим задачу нахождения функции $w(t, x, y)$ из уравнения

$$\varepsilon w_{tt} + w_t = w_{xx} + \int_{-\infty}^{+\infty} P_n(x, y) w dy + f(t, x, y), \quad (1)$$

$$0 < \varepsilon \leq \varepsilon_0.$$

Считаем, что для функции $w(t, x, y)$ выполнены следующие начальные и граничные условия:

$$\begin{aligned} w(0, x, y) &= w_0(x, y), \\ w_t(0, x, y) &= w_1(x, y), \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} w(t, x, y) &= \mu_1(x, y), \\ w_0(t, x_0, y) &= \mu_2(x, y). \end{aligned} \quad (3)$$

Условия (2)–(3) предполагаются согласованными, т. е.

$$\begin{aligned} \mu_1(0, y) &= w_0(0, y), \\ \mu_2(0, y) &= w_0(x_0, y). \end{aligned} \quad (4)$$

Для задачи (1)–(3) доказана теорема существования и единственности решения. Рассмотрен вопрос сходимости решения задачи (1)–(3) к решению соответствующей параболической задачи ($\varepsilon = 0$) при $\varepsilon \rightarrow 0$.

О. Н. Черепанова, И. А. Резникова

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

HYPERBOLIC APPROXIMATION OF THE INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATION

The question of regional problem correctness for the integro-differential equation with small parameter at the second derivative on time is considered. The issue of convergence of the decision to the decision of a corresponding parabolic problem at aspiration of small parameter to zero is investigated.

© Черепанова О. Н., Резникова А. И., 2010

* Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (код проекта П1121).

М. Ю. Шадрин, Я. И. Шамлицкий

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОДУКЦИИ КРУПНОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Анализ показателей надежности позволяет значительно сократить затраты на обслуживание продукции крупносерийного производства, что в свою очередь дает возможность достичь конкурентного преимущества и лидирующего положения на рынке в современной экономической обстановке. Для создания целостной системы учета затрат на несоответствующую продукцию на начальном этапе был составлен классификатор дефектов изделий.

Управление несоответствующей продукцией начинается с момента изготовления деталей и сборочных единиц для последующей сборки готовых холодильников.

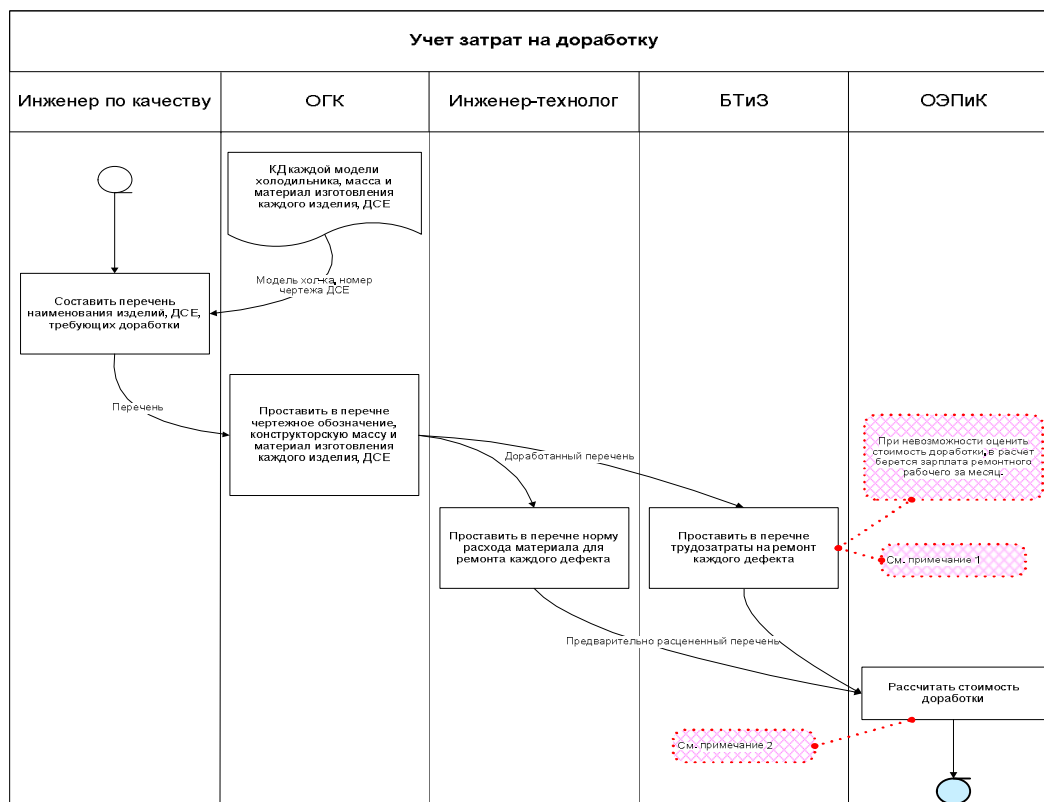
В случае обнаружения дефекта изготовленные детали изолируются от годных. Забракованные в процессе производства детали хранятся в специально маркированной таре в течение одной смены на рабочем месте. В конце смены производственный мастер (начальник участка) сортирует забракованные детали по видам дефектов, производит подсчет их количества и заносит данную информацию в журнал технологического схода. На забракованную продукцию оформляется акт о браке. Вся продукция, определенная на утилизацию, регистрируется в журналах учета и движения брака в производстве. На основе анализа документов контроля, журналов, актов о браке службой качества составляются отчеты по качеству, ведется анализ брака на «часах качества» цеха, с выяснением причин возникновения брака и разработка корректирующих мероприятий по его предотвращению.

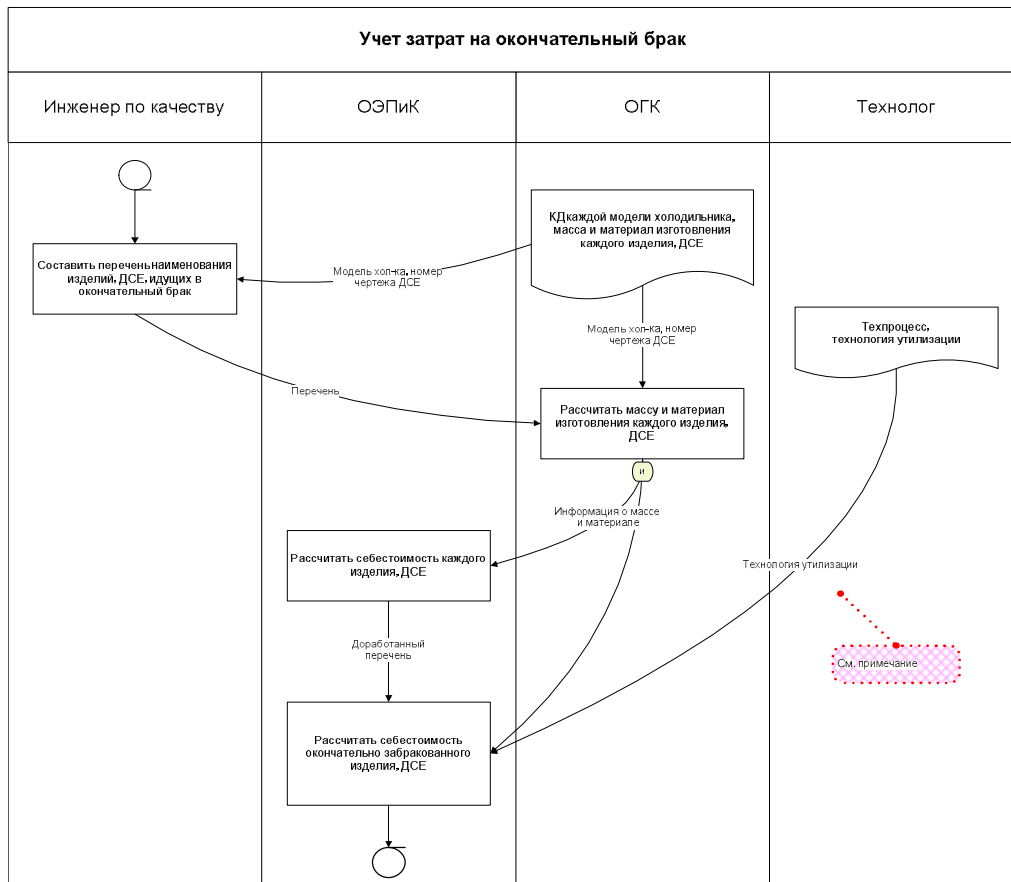
Недостатками существовавшего процесса управления несоответствующей продукцией являлось отсутствие объективной системы, позволяющей проводить анализ брака в «денежном» выражении. Руководство не владело в полном объеме данными о сумме потерь в процессе изготовления продукции из-за необходимости исправления не соответствующих требованиям изделий, а также из-за окончательного брака.

Для создания целостной системы учета затрат на несоответствующую продукцию на начальном этапе был составлен классификатор дефектов изделий. В классификаторе указана модель холодильника, чертежный номер изделия относительно каждой модели и выявленные исправимые и неисправимые дефекты данных изделий в процессе производства продукции.

На основании составленного классификатора дефектов была разработана методика расчета потерь на доработку изделий, имеющих исправимый брак, и на окончательный брак в случае экономической нецелесообразности устранения дефекта или технической невозможности (см. таблицу).

Методика расчета затрат на выпуск несоответствующей продукции





M. Yu. Shadrin, Ya. I. Shamlitskiy

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

**SYSTEM ENGINEERING OF LARGE-LOT PRODUCTION GOODS
RELIABILITY INDICATORS ANALYSIS**

Reliability indicators analysis allows to decrease large-lot production goods maintenance costs what results in a comparative advantage and a leading position in the market in the modern economic situation. At the initial stage there has been created a products defects classifier to create a comprehensive whole of expenditures calculation for the ir-relevant production.

© Шадрин М. Ю., Шамлицкий Я. И., 2010

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ИСКУССТВЕННЫХ БАРИЕВЫХ ОБЛАКАХ

Обсуждается моделирование радиационных процессов в искусственных бариевых облаках под действием солнечного излучения. Математическая модель для оптически тонких сред, которой является задача Коши для систем линейных дифференциальных уравнений, позволила разработать многоуровневые модели атома и иона. Они составляют основу математической модели, представляющей собой систему интегро-дифференциальных уравнений, которая адекватно описывает динамику радиационных процессов в оптически плотных облаках.

При исследовании свойств верхней атмосферы Земли и ионосферы активно применялся метод создания искусственных облаков (ИО), в том числе и бариевых [1–3]. Накоплена обширная экспериментальная спектрофотометрическая информация, которая нуждается в адекватной и достоверной интерпретации. Следовательно, актуальными являются исследования, направленные на создание математических моделей, описывающих динамику развития радиационных процессов в ИО.

Построение моделей атома и иона бария. В экспериментах искусственные бариевые облака создавались с помощью термического взрыва и подвергались воздействию солнечной радиации. При ее поглощении атомами бария происходило их перераспределение по уровням и ионизация среды (возникло ионное облако). Оно также подвергалось воздействию солнечной радиации, под действием которой развивались процессы возбуждения и свечения ионной составляющей облака. Поэтому для построения адекватных математических моделей, описывающих динамику радиационных процессов в атомном и ионном облаках, необходимо было построить многоуровневые модели атома и иона бария. Для этой цели предполагалось, что облака являются оптически тонкими и процессами переноса излучения можно пренебречь. Динамика фотоионизации и возбуждения уровней в таком случае описывается задачей Коши для системы линейных дифференциальных уравнений

$$\frac{d\vec{N}(t)}{dt} = A \cdot \vec{N}(t), \vec{N}(0) = \vec{N}_0, \quad (1)$$

где $\vec{N}(t)$ – вектор-функция, описывающая заселенности состояний атома и иона, включенных в их модели; A – матрица, коэффициенты которой зависят от таких скоростей радиационных процессов, как скорости возбуждения, девозбуждения, спонтанного распада и фотоионизации. При этом учитывалось реальное распределение солнечной энергии по частоте. Система уравнений (1) решалась для моделей атома и иона, включающих различное число состояний. Результаты, полученные в рамках данной модели, позволили выявить те группы состояний атома и иона бария, которые существенным образом влияют на протекание ра-

диационных процессов в бариевом облаке под действием солнечного излучения.

Таким образом, оказалось, что для адекватного описания исследуемых процессов необходимо рассматривать пятнадцатилурневую модель атома натрия и пятиурневую модель иона бария.

Математическая модель для оптически плотного бариевого облака. В экспериментах было выявлено, что бариевые облака на некоторых переходах в атоме и ионе являются оптически плотными и поэтому на таких переходах необходимо учитывать процессы переноса излучения. Они могут существенным образом отразиться на процессах возбуждения и фотоионизации облака. Кроме того, процессы переноса играют существенную роль в формировании поля свечения самого облака, а в экспериментах именно его характеристики регистрируются наземными телевизионными и оптическими средствами.

Специально проведенными расчетами было показано, что для облаков с оптической плотностью более 30 необходимо учитывать процессы переноса излучения на одном атомном переходе (553, 5 нм) и трех ионных переходах (455,4; 493,4; 614,2 нм).

Математическая модель, описывающая динамику фотоионизации и возбуждения атомного и ионного облаков, состоит из системы уравнений вида (1), в которой уже скорости возбуждения и девозбуждения для оптически плотного перехода с i -го уровня на j -й уровень зависят от интегральной по частоте и телесному углу интенсивности излучения $J_{ij}(\vec{r}, t)$:

$$J_{ij}(\vec{r}, t) = \int_0^{2\pi} d\phi \int_0^\pi \sin \theta d\theta \times \int_0^\infty \Phi_{ij}(\nu) I_{ij}(\vec{r}, \theta, \phi, \nu, t) d\nu, \quad (2)$$

где $\Phi_{ij}(\nu)$ – форма линии поглощения, имеющая доплеровский вид

$$\Phi_{ij}(\nu) = \frac{1}{\sqrt{\pi} \Delta \nu_D} \exp \left[- \left(\frac{\nu - \nu_0}{\Delta \nu_D} \right)^2 \right], \quad (3)$$

а $I_{ij}(\vec{r}, \theta, \phi, \nu, t)$ – интенсивность излучения в момент времени t , на частоте ν , в направлении \vec{S} , определяе-

мом углами θ и ϕ . Ее зависимость от частоты, угловых и пространственных переменных удовлетворяет уравнению переноса

$$\frac{\partial I_{ij}(\vec{r}, \theta, \phi, \nu, t)}{\partial s} = \Phi_{ij}(\nu) \cdot \chi_{ij}^0(N_i, N_j) \times [S_{ij}(N_i, N_j) - I_{ij}(\vec{r}, \theta, \phi, \nu, t)], \quad (4)$$

в котором коэффициент поглощения в центре линии χ_{ij}^0 и функция источников S_{ij} определяются выражениями

$$\chi_{ij}^0(N_i, N_j) = \frac{c^2 A_{ji}}{8\pi\nu_0^2} \cdot \frac{g_j}{g_i} \left[N_i(\vec{r}, t) - \frac{g_i}{g_j} N_j(\vec{r}, t) \right], \quad (5)$$

$$S_{ij}(N_i, N_j) = \frac{2h\nu_0^3}{c^2} \cdot \frac{g_i}{g_j} \cdot \frac{N_j(\vec{r}, t)}{N_i(\vec{r}, t) - \frac{g_i}{g_j} N_j(\vec{r}, t)}, \quad (6)$$

где c – скорость света; h – постоянная Планка; ν_0 – центральная частота перехода; g_i, g_j – статистические веса i -го и j -го уровней соответственно. Граничные условия для уравнения (4) имеют вид

$$I_{ij}(\vec{r}_u, \theta, \phi, \nu, t) = \begin{cases} 0, & \text{если } \theta \neq 0 \\ I_0(\nu, t), & \text{если } \theta = 0 \end{cases} \quad (7)$$

где \vec{r}_u – радиус-вектор произвольной граничной точки облака; $I_0(\nu, t)$ – частотно-временная зависимость интенсивности внешнего излучения. Таким образом, математическая модель (1)–(7) полностью описывает

динамику фотоионизации и возбуждения атомной и ионной составляющих бариевого облака и формирование поля его свечения на различных переходах в атоме и ионе бария под действием солнечной радиации, учитывая при этом процессы переноса излучения в оптически плотных спектральных линиях. Для решения задачи (1)–(7) разработан численный алгоритм, который учитывает осевую симметрию, что позволило более чем на порядок понизить размерность ее дискретного аналога по сравнению с традиционными подходами.

Рассмотренные математические модели радиационных процессов в искусственных бариевых облаках позволили объяснить наблюдаемую в эксперименте цветовую окраску диска облака в зависимости от угла наблюдения и создать более детальную картину формирования поля свечения облака на оптически плотных переходах в атоме и ионе бария.

Библиографические ссылки

1. Rosenberg N. W., Best G. T. Chemistry of barium released at high altitudes // J. Phys. Chem. 1971. Vol. 75. P. 1414–1418.
2. Observation and theory of the AMPTE magnetotail barium releases / P. A. Bernhardt, R. A. Roussel-Dupre, M. B. Pongratz et al. // J. Geophys. Res. 1987. Vol. 92. P. 5777–5794.
3. Оптические наблюдения искусственных облаков в верхней атмосфере / Г. П. Милиневский, Ю. А. Романовский, В. В. Алпатов и др. // Космич. исследования. 1993. Т. 31. Вып. 1. С. 41–53.

I. M. Shkedov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELING OF RADIATION PROCESSES IN ARTIFICIAL BARIUM CLOUDS

The modeling of radiative processes in artificial barium clouds under the influence of solar radiation discussed. A mathematical model for optically thin media, which is the Cauchy problem for systems of linear differential equations, allowed developing multi-level models of the atom and the ion. They form the basis of a mathematical model representing a system of integro-differential equations, which adequately describes the dynamics of the radiation processes in optically dense clouds.

© Шкедов И. М., 2010

УДК 517.95

Т. К. Юлдашев, Г. А. Дыйканов

Баткенский государственный университет, Кыргызстан, Кызыл-Кия

О СМЕШАННОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА С НЕЛИНЕЙНЫМ ОТКЛОНЕНИЕМ ПО ВРЕМЕНИ

Изучается разрешимость смешанной задачи для одного типа нелинейного интегродифференциального уравнения, содержащего суперпозицию параболического и гиперболического операторов. С помощью метода разделения переменных получается счетная система нелинейных интегральных уравнений. Используется метод последовательных приближений. Доказывается сходимость полученных рядов.

В области D рассматривается уравнение

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} - \frac{\partial^2}{\partial x^2}\right)\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2}\right)u(t, x) = f(t, x, u(t, x)),$$

$$\int_0^t \sum_{j=1}^m K_j(t, s)u(\sigma_j(s, u(s, x)), x)ds \quad (1)$$

с начальными

$$u(t, x)|_{t=0} = \varphi_1(x), u_t(t, x)|_{t=0} = \varphi_2(x), u_{tt}(t, x)|_{t=0} = \varphi_3(x) \quad (2)$$

и граничными

$$u(t, x)|_{x=0} = u(t, x)|_{x=l} = u_{xx}(t, x)|_{x=0} = u_{xx}(t, x)|_{x=l} = 0 \quad (3)$$

условиями, где $f(t, x, u, \vartheta) \in C(D \times R^2)$, $0 < K_j(t, s) \in C(D_T^2)$, $j = \overline{1, m}$, $\varphi_i(x) \in C(D_l)$, $\varphi_i(x)|_{x=0} = \varphi_i(x)|_{x=l} = \varphi_i''(x)|_{x=0} = \varphi_i''(x)|_{x=l} = 0$, $i = \overline{1, 3}$, $D \equiv D_T \times D_l$, $D_T \equiv (0, T)$, $D_l \equiv (0, l)$, $0 < l < \infty, 0 < T < \infty$, $\sigma_j(s, u(s, x)) \in C(D_T \times R)$, $0 < \sigma_j(t, u) < t$.

Решение данной задачи ищем в виде ряда Фурье:

$$u(t, x) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n(t) \cdot b_n(x), \quad b_n(x) = \sqrt{\frac{2}{l}} \sin \lambda_n x, \quad \lambda_n = \frac{n\pi}{l}, n = 1, 2, \dots$$

Теорема 1. Пусть выполняются следующие условия:

- $fQ: B_p(T) \rightarrow L_p(D)$ непрерывен;
- $\|\tilde{\psi}(t)\|_{B_p(T)} < \infty$;
- $u(t, x)$ является решением смешанной задачи (1)–(3).

Тогда коэффициенты Фурье решения смешанной задачи (1)–(3) по собственным функциям $b_n(x)$ оператора $-\frac{\partial^2}{\partial x^2}$ удовлетворяет следующей ССНИУ:

$$a_n(t) = \psi_n(t) +$$

$$+ \frac{1}{\lambda_n} \int_0^t \int_0^l f\left(s, x, Q\bar{a}(s), \int_0^s \sum_{j=1}^m K_j(s, \theta) Q\bar{a}(\sigma_j(Q\bar{a}(\theta))) d\theta\right) \times b_n(x) G_n(t, s) dx ds, \quad (4)$$

где

$$\psi_n(t) = \frac{\lambda_n^2 \varphi_{1n} + \varphi_{3n}}{\lambda_n^2 + \lambda_n^4} e^{-\lambda_n^2 t} + \frac{\lambda_n^4 \varphi_{1n} - \varphi_{3n}}{\lambda_n^2 + \lambda_n^4} \cos \lambda_n t + \frac{\lambda_n^2 \varphi_{1n} + (1 + \lambda_n^2) \varphi_{2n} + \varphi_{3n}}{\lambda_n^3 + \lambda_n^5} \sin \lambda_n,$$

$$G_n(t, s) = \mu_n \left[e^{-\lambda_n^2(t-s)} + \lambda_n \sin \lambda_n(t-s) - \cos \lambda_n(t-s) \right],$$

$$\mu_n = \left[\lambda_n (1 + \lambda_n^2) \right]^{-1}.$$

Теорема 2. Пусть выполняются следующие условия:

- $\int_0^t \left\| f\left(t, x, Q\bar{a}^0(t), \int_0^t \sum_{j=1}^m K_j(t, s) Q\bar{a}^0(\sigma_j(Q\bar{a}^0(s))) ds\right) \right\|_{L_p(D)} dt \leq \Delta < \infty$;
- $f(t, x, u, \vartheta) \in Lip\{F_0(t, x)|_{u, \vartheta}\}$, где $\int_0^t \|F_0(s, x)\|_{L_p(D_l)} ds < \infty$;
- $\sigma_j(t, u) \in Lip\{F_j(t, x)|_u\}$, где $\int_0^t \|F_j(s, x)\|_{L_p(D_l)} ds < \infty$;
- $\|\tilde{\psi}(t)\|_{B_p(T)} < \infty$.

Тогда ССНИУ (4) имеет единственное решение в пространстве $B_p(T)$.

Теорема 3. Пусть выполняются условия теоремы 2. Если $\bar{a}(t) \in B_p(T)$ является решением ССНИУ (4), то ряд

$$u(t, x) = \sum_{n=1}^{\infty} [\psi_n(t) + \frac{1}{\lambda_n} \int_0^t \int_0^l f\left(s, x, Q\bar{a}(s), \int_0^s \sum_{j=1}^m K_j(s, \theta) Q\bar{a}(\sigma_j(Q\bar{a}(\theta))) d\theta\right) \times b_n(x) G_n(t, s) dx ds] \cdot b_n(x)$$

будет решением смешанной задачи (1)–(3).

T. K. Yuldashev, G. A. Dyikanov

Batken State University, Kyrgyzstan, Kyzyl-Kiya

TO THE MIXED VALUE PROBLEM FOR NONLINEAR EQUATION OF FOURTH ORDER WITH NONLINEAR DEVIATION FROM TIME

The solvability of mixed value problem for a nonlinear integro-differential equation, that consists superposition of parabolic and hyperbolic operators, is studied. By the method of separation variables the countable system of nonlinear integral equation is obtained. The method of successive approximations is applied. The convergence of obtained Fourier series is proved.

© Юлдашев Т. К., Дыйканов Г. А., 2010

УДК 517.95

Т. К. Юлдашев, К. Х. Шабаликов

Баткенский государственный университет, Кыргызстан, Кызыл-Кия

СМЕШАННАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА

Изучается разрешимость смешанной задачи для одного типа нелинейного интегро-дифференциального уравнения в частных производных четвертого порядка. С помощью метода разделения переменных получается счетная система нелинейных интегральных уравнений. Используется метод последовательных приближений. Доказывается сходимость полученных рядов.

В данной работе в области D рассматривается уравнение

$$\left(\frac{\partial^4}{\partial t^4} - \frac{\partial^4}{\partial x^4}\right)u(t, x) = f\left(t, x, u(t, x) - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \int_0^t K(t, s)u(s, x)ds\right) \quad (1)$$

с начальными

$$\left. \begin{aligned} u(t, x)|_{t=0} &= \varphi_1(x), \quad u_t(t, x)|_{t=0} = \varphi_2(x), \\ u_{tt}(t, x)|_{t=0} &= \varphi_3(x), \quad u_{ttt}(t, x)|_{t=0} = \varphi_4(x) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

и граничными

$$\left. \begin{aligned} u(t, x)|_{x=0} &= u(t, x)|_{x=l} = u_{xx}(t, x)|_{x=0} = \\ &= u_{xx}(t, x)|_{x=l} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

условиями, где $f(t, x, u) \in C(D \times R^2)$, $\varphi_i(x) \in C^m(D_l)$,

$$0 < K(t, s) \in C(D_T^2), \quad \varphi_i(x)|_{x=0} = \varphi_i(x)|_{x=l} = \varphi_i''(x)|_{x=0} =$$

$$= \varphi_i''(x)|_{x=l} = 0, \quad i = \overline{1, 4}, \quad D \equiv D_T \times D_l, \quad D_T \equiv [0, T],$$

$$D_l \equiv [0, l], \quad 0 < l < \infty, \quad 0 < T < \infty.$$

Решение данной задачи ищем в виде ряда:

$$u(t, x) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n(t) \cdot b_n(x), \quad b_n(x) = \sqrt{\frac{2}{l}} \sin \lambda_n x,$$

$$\lambda_n = \frac{n\pi}{l}, \quad n = 1, 2, \dots$$

Теорема 1. Пусть выполняются следующие условия:

1. $fQ: B_p(T) \rightarrow L_p(D)$ непрерывен;
2. $\|\tilde{w}(t)\|_{B_p(T)} < \infty$;
3. $u(t, x)$ является решением смешанной задачи (1)–(3).

Тогда коэффициенты Фурье решения смешанной задачи (1)–(3) по собственным функциям $b_n(x)$ оператора $-\frac{\partial^2}{\partial x^2}$ удовлетворяет следующую счетную систему нелинейных интегральных уравнений (СНИУ):

$$\begin{aligned} a_n(t) &= w_n(t) + \\ &+ \frac{1}{\lambda_n} \int_0^t \int_0^l f\left(s, x, \sum_{v=1}^{\infty} a_v(s) \cdot b_v(x), \int_0^s K(s, \theta) \sum_{v=1}^{\infty} \lambda_v^2 a_v(\theta) \cdot b_v(x) d\theta\right) \times \\ &\times b_n(x) P_n(t, s) dx ds, \quad t \in D_T, \end{aligned} \quad (4)$$

где

$$w_n(t) = \frac{\lambda_n^3 \varphi_{1n} + \lambda_n^2 \varphi_{2n} + \lambda_n \varphi_{3n} + \varphi_{4n}}{4\lambda_n^3} e^{\lambda_n t} +$$

$$+ \frac{\lambda_n^3 \varphi_{1n} - \lambda_n^2 \varphi_{2n} + \lambda_n \varphi_{3n} - \varphi_{4n}}{4\lambda_n^3} e^{-\lambda_n t} +$$

$$+ \frac{\lambda_n^2 \varphi_{1n} - \varphi_{3n}}{2\lambda_n^2} \cos \lambda_n t + \frac{\lambda_n^2 \varphi_{2n} - \varphi_{4n}}{2\lambda_n^3} \sin \lambda_n t.$$

$$P_n(t, s) = \frac{1}{4\lambda_n^2} \left[e^{\lambda_n(t-s)} - e^{-\lambda_n(t-s)} + 2 \sin \lambda_n(t-s) \right].$$

Теорема 2. Пусть выполняются следующие условия:

$$1. \int_0^T \left\| f(t, x, Q\bar{a}^0(t), \bar{Q}^{2,\eta}\bar{a}(t)) \right\|_{L_p(D_T)} dt \leq \Delta < \infty;$$

$$2. f(t, x, u, \vartheta) \in \text{Lip} \left\{ \alpha(t)_{|u}; L(t)_{|\vartheta} \right\}, \text{ где} \\ 0 < \alpha(t), L(t) \in C(D_T);$$

$$3. \|\bar{w}(t)\|_{B_{p,\alpha}^{2,\eta}(T)} < \infty.$$

Тогда ССНИУ (4) имеет единственное решение в пространстве $B_{p,\alpha}^{2,\eta}(T)$.

Теорема 3. Пусть выполняются условия теоремы 2. Если $\bar{a}(t) \in B_{p,\alpha}^{2,\eta}(T)$ является решением ССНИУ (4), то ряд

$$u(t, x) = \sum_{n=1}^{\infty} [w_n(t) + \\ + \frac{1}{\lambda_n} \int_0^t \int_0^l f(s, x, Q\bar{a}(s), \bar{Q}^{2,\eta}\bar{a}(s)) \times \\ \times b_n(x) P_n(t, s) dx ds] \cdot b_n(x)$$

будет решением смешанной задачи (1)–(3).

T. K. Yuldashev, K. H. Shabadikov

Batken State University, Kyrgyzstan, Kyzyl-Kiya

MIXED VALUE PROBLEM FOR A NONLINEAR FOURTH ORDER EQUATION OF HYPERBOLIC TYPE

The solution of mixed value problem for a nonlinear partial integro-differential equation of fourth order is studied. By the method of separation variables the countable system of nonlinear integral equation is obtained. We use the method of successive approximations. The convergence of obtained Fourier series is proved.

Секция
«ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ»

**СИСТЕМА ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ЗАЯВОК НА РЕМОНТ
КОМПЬЮТЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Предлагается решение проблемы обслуживания заявок на ремонт компьютерного оборудования на примере Сибирского государственного аэрокосмического университета (СибГАУ) в отделе технического обслуживания вычислительной техники (ОТОВТ). Дано описание процесса обслуживания заявки. Разработанный программный продукт позволяет достаточно автоматизировать работу ОТОВТ и повысить уровень обслуживания.

В настоящее время в отдел по ремонту компьютерного оборудования СибГАУ поступают заявки из разных отделов университета на техническое обслуживание вычислительной техники. Вся работа по обработке заявок в отделе ведется ручным способом. Возникла необходимость создания информационной системы, которая помогла бы работникам ОТОВТ СибГАУ вести некоторую свою деятельность автоматизированным способом.

Исходными данными для разработки такой системы являются отчеты в Microsoft Office Word, используемые в отделе по ремонту компьютерного оборудования СибГАУ, а также информация о процессе обслуживания поступающих заявок.

В отделе используются четыре основных отчета: заявка на ремонт компьютерной техники, заявка на приобретение дорогостоящего оборудования, заявка на приобретение расходных материалов для копировально-множительной техники и лимитная карта. Все отчеты в программе строятся на основе шаблонов Microsoft Office Word.

Процесс обслуживания заявки в ОТОВТ включает.

1. Заявки, которые поступают в ОТОВТ СибГАУ по телефону. Создают заявки на техническое обслуживание компьютерной техники со слов сотрудника университета.

2. Передача заявки на входной контроль.

3. Входной контроль принимает решение о гарантийности (негарантийности) ремонта, делает первичный осмотр и диагностику, определяет какие комплектующие могут понадобиться для ремонта (при заявке на ремонт), либо приобретает расходные материалы для копировально-множительной техники (при заявке на приобретение расходных материалов).

4. При сдаче изделия на ремонт техника распределяется на мастера.

5. Мастер при работе с техникой может создавать заявки на приобретение дорогостоящего оборудования или расходных материалов. Если поступила заявка на приобретение расходных материалов для копировально-множительной техники (закончилась бумага, чернила, краска и т.д.), мастер формирует лимитную карту.

6. Начальник отдела по ремонту компьютерного оборудования СибГАУ отслеживает время нахождения

в ремонте, может передать технику другому мастеру, если ремонт задерживается.

В процессе разработки программного продукта (ПП) решались следующие задачи:

1) рассмотрено существующее программное обеспечение, сделан вывод, что существующие ПП имеют высокую стоимость и предназначены для использования в специфических областях;

2) изучена организационная схема организации (СибГАУ) и проведен соответствующий анализ;

3) изучены направления потоков информации отдела и проведен их анализ;

4) выявлены объекты и задачи автоматизации, которые представляют собой бизнес-процессы, протекающие внутри СибГАУ между ОТОВТ и сотрудниками университета;

5) составлена концептуальная схема базы данных (БД), состоящая из отделов, аудиторий, компьютеров, комплектующих, ремонтов, осмотров, заказов, заявок, начальников отделов, мастеров, поставщиков;

6) в ходе логического проектирования сконструирована информационная модель ОТО ВТ СибГАУ; с помощью нормализации создан набор отношений с заданными свойствами на основе требований к данным; составлена логическая схема БД, состоящая из 10 таблиц, в которые входят: подразделения, сотрудники, комплектующие, типы, мастера, журнал заявок, заявка на приобретение копировально-множительной техники, заявка на ремонт, лимитная карта, заявка на приобретение дорогостоящего оборудования;

7) проведен анализ транзакций, которые будут выполняться в БД; составлена физическая модель БД;

8) в качестве среды программирования выбрана Delphi 7, так как процессор БД VDE обеспечивает успешную работу с созданным приложением с таблицами из разных СУБД. В качестве СУБД выбрана Microsoft Access, которая является наиболее простой и надежной;

9) определена структура ПП, состоящая из пяти основных пунктов меню: файл, справочники, учет, журнал изменений, HELP, каждый из которых имеет несколько подменю;

10) составлены руководства программиста и пользователя, и осуществлено тестирование программы;

11) внедрение ПП в практику.

В ПП имеется 15 основных модулей: модуль входа в программу, модуль администратора, главный модуль, архив изменения таблиц, журнал регистрации заявок, заявки на ремонт, заявки на приобретение расходных материалов, заявки на приобретение дорогостоящего оборудования, лимитные карты, справочники мастеров, комплектующих, типов комплектующих, подразделений и сотрудников, а также Help. Управляющие модули задают последовательность вы-

зова на выполнение очередного модуля. Информационная связь модулей обеспечивается за счет использования общей БД.

Таким образом, был разработан ПП, предназначенный для автоматизации работы отдела технического обслуживания вычислительной техники СибГАУ, который позволяет существенно повысить уровень обслуживания и оперативность обработки учетной информации.

S. A. Antipova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

REQUEST MAINTENANCE SYSTEM FOR SIBSAU COMPUTER EQUIPMENT REPAIR

The solution of the request maintenance problem for SibSAU computer equipment repair in the maintenance service department of computer facilities is offered. The description of service process of the request is given. The developed software product allows to automate enough work of department and to increase service level.

© Антипова С. А., 2010

УДК 004.657

М. В. Барабанова, Ю. Б. Козлова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ПРОБЛЕМА ПРИВЛЕЧЕНИЯ ВНИМАНИЯ К НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рассматриваются современные тенденции использования автоматизированной системы для привлечения внимания к научной деятельности, а также для упрощения процесса обработки информации и составления отчетности.

Основной целью организации и развития системы научно-исследовательской работы (НИР) студентов является повышение уровня подготовки специалистов с высшим профессиональным образованием и выявление талантливой молодежи для последующего обучения и пополнения педагогических и научных кадров вузов.

Основными наиболее действенными организационными формами НИР являются:

- дипломные работы с исследовательскими разделами;
- индивидуальные научно-исследовательские работы студентов, т. е. участие студентов в разработке определенной проблемы под руководством конкретного научного руководителя из числа профессорско-преподавательского состава;
- другие [1].

На сегодняшний день в Сибирском государственном аэрокосмическом университете открыто много магистерских программ, и процесс обучения студентов-магистров предполагает некоторые отличия. Так, обучение в магистратуре ориентировано на научные исследования, но сегодня повысить значимость научной деятельности студентов еще достаточно трудно, поскольку не разработаны механизмы контроля и

стимулирования, находится на стадии исследования структура процесса обучения.

Для стимулирования научно-исследовательской деятельности (НИД) студентов, на мой взгляд, необходимо сделать доступной для учащихся и преподавателей учебных заведений информацию об участии в конференциях и других научных работах. Мы предполагаем, что разрабатываемая в рамках магистерской диссертации автоматизированная система управления данными о научной деятельности кафедры позволит не только упростить процесс обработки информации и составления отчетности, но также повысит интерес к научной деятельности. Для достижения этой цели решаются следующие задачи:

- оповещение о предстоящих конференциях и других НИР посредством рассылки необходимой информации на электронные адреса;
- внесение в систему данных об участии в НИР с удаленного компьютера;
- использование данных за выбранный период времени об участниках конференций для предоставления отчетности в НИД.

На данном этапе разработана логическая и физическая модели базы данных, готовится разработка web-интерфейса.

Работы ведутся, и мы предполагаем, что разрабатываемая автоматизированная система управления данными по научно-исследовательской активности студентов станет отправной точкой социального стимулирования к научной деятельности студентов и преподавателей.

Библиографические ссылки

1. Кытманов А. А. Единая автоматизированная система управления данными по научно-исследовательской и учебно-методической активности. Красноярск, 2008. URL: http://research.sfu-kras.ru/yuong_proj/asu_prepod.

M. V. Barabanova, Yu. B. Kozlova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE PROBLEM OF ATTRACTION TO SCIENTIFIC ACTIVITY

Modern tendencies of the automated system usage for attraction to scientific activity and also for information processing simplification and accountancy compilling are observed.

© Барабанова М. В., Козлова Ю. Б., 2010

УДК 681.3.06

А. А. Бикчентаев

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ ИЗ ФАЙЛОВ ПРИЛОЖЕНИЙ MS WORD

Исследованы способы извлечения данных из электронных документов формата MS Word для автоматической передачи в различные информационные системы и даны рекомендации по их применению.

В настоящее время при подготовке большого числа документов на предприятиях используются приложения, называемые текстовыми редакторами. При этом зачастую в качестве такой программы выбирается MS Word.

Одновременно с этим происходит повышение статуса электронных документов, признание их первичными, и все более активно используются электронные архивы и системы электронного документооборота.

Однако в процессе дальнейшей работы с полученными документами возникают трудности при использовании содержащихся в них данных.

Целью проведенной работы было исследование возможности решения этого вопроса для того, чтобы в дальнейшем повысить степень автоматизации процессов на ОАО «ИСС».

Одной из задач на ОАО «ИСС», относящейся к рассматриваемой проблеме, является внесение данных по технологической оснастке техпроцесса в базу системы АСТПП.

Задача заключается в следующем. В результате технологического проектирования получают документ – маршрутная карта техпроцесса (МК), содержащий необходимые технологическому по подготовке производства (ПП) данные.

Структура документа МК определяется по ГОСТ 3.1118–82.

Технологу ПП в ходе решения поставленной задачи необходимо скопировать из этого документа и внести в систему АСТПП данные по каждой позиции оснастки в техпроцессе, а именно: номер операции, в которой она применяется, ее код и наименование.

В результате работы с документацией [1; 2] было выявлено два способа извлечения данных из документов MS Word:

- анализ документов и применение регулярных выражений [3] (подходит для любых файлов Word);
- использование данных из части документа CustomXML (для файлов Word начиная с версии 2007).

Способ 1. *Использование регулярных выражений.*

Условие, что документ, рассматриваемый в задаче, имеет регламентированную структуру, позволяет, применяя регулярные выражения, выделить из него строки, содержащие данные об оснастке. Эти строки маркированы в документе заглавной буквой Т в начале.

Далее продолжается разбор уже полученных строк. При этом возникает проблема выделения из содержимого строки кода и наименования оснастки. Для ее успешного решения необходимо для каждого вида оснастки задать свое регулярное отношение.

Способ 2. *Использование Custom XML части.*

В программах пакета MS Office, начиная с 2007 г., получают файлы в открытом формате MS Open XML. Это позволяет хранить в файлах таких программ опи-

сания данных в виде специальной xml части (custom xml), с обеспечением доступа к ним, используя программу запуска соответствующего приложения.

Таким образом, необходимые данные могут быть извлечены из файла документа, если при его создании эти данные были внесены в custom xml часть.

Способ с использованием регулярных выражений может применяться при анализе структурированных документов, таких как технологические документы, спецификации, различные перечни и т. д. При этом, возможно, возникнет необходимость в дополнительных мерах, повышающих эффективность применения данного способа, таких, например, как унификация кодов оснастки для рассмотренного примера.

Второй способ может использоваться только в том случае, если документы создаются в автоматизированной среде, сохраняющей данные в custom xml части документа.

Библиографические ссылки

1. Библиотека MSDN: Open XML SDK 2.0 для Microsoft Office. URL: <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/bb448854.aspx>.
2. Библиотека MSDN: Регулярные выражения. NET Framework. URL: <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/hs600312.aspx>.
3. Фридл Дж. Регулярные выражения. СПб. : Питер, 2001.

A. A. Bikhentaev

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

AUTOMATIC GETTING DATA FROM MICROSOFT WORD DOCUMENTS

The ways of getting data from MS Word documents for automatic transfer to information systems have been researched and the guidelines about these ways usage have been given.

© Бикчентаев А. А., 2010

УДК 629.7.08

Л. К. Большаков

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

А. Б. Вершинин

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В КОНТУРЕ НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ

Описываются методы интеллектуального анализа данных, применимые к накопленной средствами наземного комплекса управления телеметрической информации. Производится обзор распространенных систем анализа данных, применяемых в космических приложениях.

Рост объемов телеметрической информации приводит к сложности ее обработки. Появляется необходимость автоматизации процесса обработки данной информации. Решение задачи автоматизации становится возможным благодаря использованию методов интеллектуального анализа данных (data mining).

Целью обзора систем методов интеллектуального анализа данных является оценка возможности их практического применения для поддержки принятия решений при управлении космическим аппаратом в нештатных ситуациях, а также мониторинг систем бортовой аппаратуры. Описывается возможность создания специального комплекса программ для решения задач прогнозирования возможности возникновения неисправностей на борту космического аппарата. А также рассматривается возможность внедрения комплекса программ в сектор обработки телеметрической информации, функционирующий на базе открытого акционерного общества ОАО «ИСС».

Проводится обзор и сравнение программных продуктов IMS, Orange и др.

IMS представляет собой инструмент, который в основном использует метод интеллектуального анализа данных, называемый кластеризацией, приемлемый для извлечения модели нормального функционирования системы из архивных данных. Программа также работает с данными, поступающими в режиме реального времени. Данные формируются в предопределенную векторную структуру, в которой затем осуществляется поиск отклонений от модели нормального функционирования. IMS используется космическим агентством NASA.

Orange – программное обеспечение для анализа данных со встроенными средствами графической визуализации. Реализовано с помощью инструментария PyQt и QWt, является кросс-платформенным и свободно распространяемым. Также в докладе кратко описывается библиотека Qt, которая является инстру-

ментарием разработки программного обеспечения на языке программирования C++.

Применение алгоритмов и методов интеллектуального анализа телеметрической информации в наземном комплексе управления позволит использовать накопленную телеметрическую информацию для на-

блюдения за состоянием космического аппарата, прогнозирования возможности появления нештатных ситуаций и аварийных состояний бортовой аппаратуры. А реализация комплекса программ средствами библиотеки Qt обеспечит независимость программного комплекса от аппаратной и программной платформы.

L. K. Bolshakov

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

A. B. Vershinin

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

INTELLIGENT ANALYSIS OF TELEMETRY DATA IN THE CIRCUIT GROUND CONTROL

The methods of data mining applicable to existing facilities ground control telemetry information are described. The review of common system of data analysis used in space applications is performed.

© Большаков Л. К., Вершинин А. Б., 2010

УДК 004.94

Р. М. Буженко

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ИМИТАЦИЯ ТЕНЕЙ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕНЕВОГО ОБЪЕМА

Рассмотрены основные методики построения реалистичных теней. Приведен алгоритм, реализующий построение теней при помощи теневого объема. Алгоритм демонстрирует достаточную быстроту и качество для данной группы методов.

Построение освещения и вторичных эффектов освещенности является одним из последних этапов в процессе создания изображений. Визуализация глобального освещения имеет важное значение в придании динамическим сценам или статическим изображениям эффекта реалистичности. В настоящее время моделирование освещения в 3D-сценах реализуется методами плоского совмещения и методами, основанными на физических законах [1].

Алгоритм заключается в построении такого объема, что все объекты, попадающие внутрь него, считались бы затененными. Иными словами, для каждого объекта в сцене мы строим теневого объема – особый невидимый объект так, чтобы все, что попадает в тень от этого объекта, находилось внутри него. Теневым объемом представляет собой объект, вытянутый по направлению от источника освещения. В процессе построения находятся все силуэтные ребра объекта с позиции источника света, каждое такое ребро превращается в прямоугольник, состоящий из двух треугольников, вытянутый по направлению распространения света. Ребра вытягиваются на расстояние, заведомо превышающее размер сцены. Метод работает в два

этапа. На первом этапе прорисовываются грани объекта, повернутые лицевой стороной к камере, на втором – рисуются грани, повернутые лицевой стороной от камеры. На основании данных, собранных по результатам этих этапов, становится возможным определение контура поверхности, находящейся в тени от исходного объекта. Область подвергается изменению с целью придания ей эффекта затененности [2].

Практическая реализация данного метода выявила аппаратную зависимость времени обработки сцены. Также стоит отметить малую пригодность метода в области обработки вторичных эффектов освещенности. Рассматриваемые программные средства и алгоритмы широко применяются в архитектурных приложениях, в сфере 3D-моделирования и игровой индустрии.

Библиографические ссылки

1. Порев В. Н. Компьютерная графика. СПб. : БХВ-Петербург, 2002.
2. Li Y., Tong X. Image-based rendering. Hanover : Now Publishers, 2006. P. 173–258.

R. M. Buzhenko

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

IMITATION OF SHADOWS GEOMETRY WITH SHADOW VOLUME MODELING

The main techniques of creation realistic shadows are described in this document. The algorithm of construction shadows with the shadow volume is presented. The algorithm demonstrates sufficient speed and quality for this group of methods.

© Буженко Р. М., 2010

УДК 004.932.4

В. В. Буряченко

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ЦИФРОВАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ВИДЕО В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Проведен анализ вычислительной эффективности нескольких подходов цифровой стабилизации видео (DIS), которые предназначены для удаления нежелательного глобального движения из последовательности изображений. Затем рассмотрен один из наиболее эффективных в вычислительном отношении алгоритмов.

Цифровая система стабилизации изображения (см. таблицу) в первую очередь оценивает нежелательные движения, а затем применяет исправления последовательности изображений. Движение на видеопоследовательности можно оценить, используя пространственно-временной подход или регионы соответствия [1].

При сравнении алгоритмической эффективности альтернативных методов решения проблемы, важно учитывать конкретные варианты их осуществления. Реализованное программное обеспечение может использовать библиотеки математических функции в то время, как в режиме реального времени аппаратная реализация будет создана с помощью простых базовых элементов, таких как булевы операторы. Вполне вероятно, что аппаратные системы захвата движения будут включать стабилизации изображения в буду-

щем, поэтому это исследование сосредоточено на моделировании и реализации алгоритмов, которые могут быть эффективно осуществлены в аппаратных средствах. Большинство расчетов выполнены с использованием простейших булевых операторов или операторов, легко реализуемых на аппаратном уровне. GC-BPM (Gray-Coded Bit-Plane Matching) алгоритм был выбран для проведения дальнейшего исследования. В общем случае DIS-системы делятся на следующие блоки:

- оценка местного движения;
- глобальная оценки движения;
- сглаживание движения (например, фильтрация или интеграция);
- компенсация движения.

GC-BPM алгоритм может быть разбит на предварительный этап и на четыре блока (см. рисунок).

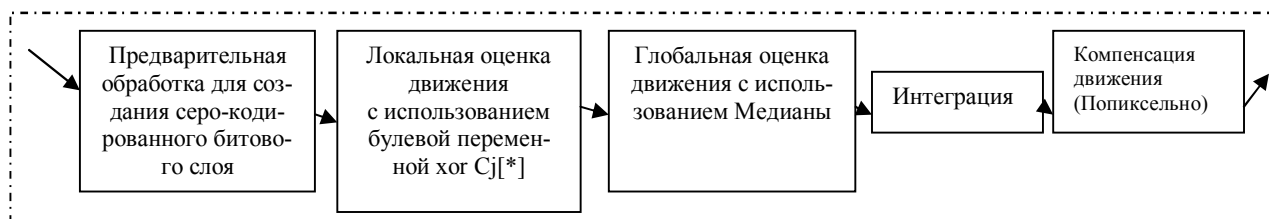
Алгоритмы цифровой стабилизации видео

Метод обнаружения ¹	Разрешение	Преобразование ²
Параметрическое блочное соответствие	Субпиксель	Перевод, поворот
Оптическая оценка потока	Субпиксель	Перевод, поворот
Линейное соответствие области	Субпиксель	Аффинное преобразование ³
Серо-кодированное соответствие битового слоя	Пиксель	Перевод
Корреспонденция точки к строке	Пиксель	Деформирование
Отслеживание функции	Пиксель	Деформирование
Пирамидальное	Пиксель	Деформирование
Блочное соответствие	Пиксель	Перевод

Примечания: 1. Обнаружение относится к подходу, используемому, чтобы оценить движение видеопоследовательности.

2. Преобразование – возможность исправления движения алгоритма.

3. Аффинное преобразование выполняет перевод, вращение и деформирование как объединенное матричное представление.



Блок-схема алгоритма стабилизации изображения GC-BPM

Алгоритм начинается с предварительной обработки изображения – представление в полутоновом виде. Кодирование в серые цвета важно в этом алгоритме, поскольку оно позволяет использовать блок для оценки движения с помощью одного бита плоскости, кодируя самую полезную информацию изображения в нескольких плоскостях. При использовании серого кода небольшие изменения в яркости пикселей изображения дают равномерные изменения в двоичных цифрах, представляющих интенсивность.

Затем глобальная оценка движения проходит через фильтр, который настроен, чтобы преднамеренное движение камеры (например, преднамеренное панорамирование) было сохранено при удалении нежелательных сильных вибраций движения. Окончательные отфильтрованные оценки движения будут компенсированы путем сдвига текущего кадра на количество точек в направлении, противоположном движению.

Несмотря на то, что GC-BPM, как описано выше, работает хорошо при поступательном (горизонтальном и вертикальном) движении, она не включает в себя оценку или компенсацию потенциала для вращательного или масштабированного движения. Проводили эксперимент, добавляя вращательный детектор движения и компенсатор для GC-BPM и используя подход *block-matching*, который основан на про-

странственно-временных отношениях для вращательного и поступательного движения [2]. Однако данный подход недостаточно хорош для четырех местных векторов движения, так как он предназначен для работы с оптическим потоком каждого пикселя изображения.

Кодирование серых пикселей как соответствие битам плоскости показывает надежную оптимизацию при максимальном правдоподобии блоков соответствия. Этот подход эффективно обеспечивает реализацию вполне приемлемого качественного выполнения.

Интересные работы могут быть связаны с GC-BPM и другими алгоритмами оценки движения, основанными на человеческом восприятии, что позволяет описать стабилизацию движения системы при ее использовании в производстве последовательности изображений для просмотра.

Библиографические ссылки

1. Brooks A. C. Real-Time Digital Image Stabilization // EE 420 Image Processing Computer Project Final Paper. 2003. March.
2. Farid H., Woodward J. B. Video Stabilization and Enhancement : TR2007-605 Dartmouth College, Computer Science, 2007.

V. V. Buryachenko

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

REAL-TIME VIDEO STABILIZATION

The analysis of computing efficiency of several DIS approaches which are intended for removal of undesirable global driving from sequence of images is carried out. Then one of the most effective in the computing relation of algorithms is considered.

© Буряченко В. В., 2010

А. С. Вилухин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Обоснована актуальность применения объектно-ориентированного моделирования для создания системы электронного документооборота. В качестве инструмента объектного моделирования предлагается унифицированный язык моделирования, а также UML- модель системы электронного документооборота.

Важнейшим этапом в создании информационной системы является ее моделирование. Перед началом программирования необходимо создать абстрактную модель системы для описания ее общих характеристик и функций. На сегодняшний день самым современным подходом в проектировании является объектно-ориентированное моделирование, в котором каждый объект обладает набором определённых характеристик и свойственным ему поведением, что позволяет очень точно описать систему электронного документооборота.

В качестве инструмента моделирования целесообразным является выбор UML(Unified Modeling Language) – унифицированного языка моделирования, использующего графические инструменты для создания абстрактной модели разрабатываемой системы.

В процессе моделирования планировалось создать следующие UML-диаграммы системы электронного документооборота: диаграмму прецедентов, диаграмму состояний и диаграмму классов.

Диаграмма прецедентов – модель вариантов использования системы. При помощи составления данной диаграммы были определены необходимые для

полноценного функционирования системы роли пользователей и описаны типичные способы взаимодействия пользователей с системой.

Диаграмма состояний – модель, отображающая различные состояния, в которых может находиться система. Составление диаграммы данного типа позволило оценить систему в динамике и очень точно изобразить жизненный цикл электронного документа.

Диаграмма классов – модель, описывающая структуру системы с помощью отображения ее классов, их атрибутов и операторов. При помощи данной диаграммы были определены ключевые поля и методы классов. Составление диаграммы классов также позволило подробно рассмотреть способы взаимодействия классов.

В ходе проведенных исследований было выявлено, что предметная область достаточно хорошо формализуется и описывается при помощи UML-диаграмм, что способствовало созданию универсальной UML-модели, которая позволила сконструировать тип документа, описать его жизненный цикл и обеспечить авторизованный доступ пользователей.

А. С. Vilukhin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

OBJECT-ORIENTED MODELLING OF ELECTRONIC DOCUMENT CIRCULATION SYSTEM

The urgency of application of object-oriented modeling for creation of electronic document circulation system is proved. As the tool of objective modeling the unified language of modeling is offered. It is offered a UML model of electronic document circulation system.

© Вилухин А. С., 2010

**МЕТОД КОНТУРНОЙ СЕГМЕНТАЦИИ КАННИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ**

Рассмотрен алгоритм контурной сегментации Канни, основные шаги реализации и преимущества использования алгоритма.

Обширная область научно-технических задач предполагает автоматизированную обработку больших объемов видеоинформации. Одной из самых сложных задач обработки изображений является сегментация. Конечный успех процедур обработки изображений во многом определяется качеством сегментации, и значительное внимание должно быть уделено повышению ее помехоустойчивости, поэтому актуальной является проблема повышения помехоустойчивости процедуры сегментации изображения.

Одним из наиболее перспективных направлений повышения помехоустойчивости контурной сегментации изображений является использование математической морфологии. Поэтому при обработке изображений широко используется представитель этого направления – метод Канни, согласно которому производится [1]:

- сглаживание изображения с помощью гауссовского фильтра с целью уменьшения аддитивных флуктуационных помех;

- оценка градиента как квадратного корня из суммы квадратов производных по двум ортогональным направлениям с целью подчеркивания перепадов интенсивности изображения;

- пороговая обработка оценки градиента изображения, которая включает не максимальное подавление скачков интенсивности изображения, состоящее в следующем: величина скачка интенсивности в каждой точке контура полагается равной нулю, если она не превышает величину скачка интенсивности в двух соседних точках по направлению градиента изображения;

- морфологическая обработка контура изображения, при которой задаются два порога на значения интенсивности изображения; к точкам, значение интенсивности в которых превышает верхний порог, присоединяются только соседние с ними точки, значение интенсивности в которых превышает нижний порог.

Не максимальное подавление скачков интенсивности изображения производится по следующему алгоритму:

- задается направление контура (4 направления), вычисляются значения интенсивности созданных изображений оценок производных, в двух ортогональных направлениях x, y ;

- величина оценки градиента в точке изображения определяет величину скачка интенсивности в этой точке;

- вычисляются пространственные координаты точек изображения с заданным направлением вектора градиента путем решения двух систем неравенств;

- исключаются точки, лежащие на границах изображения, чтобы ослабить влияния краевого эффекта при оценке градиента изображения;

- производится линейная интерполяция градиента для оставшихся точек;

- предполагается, что в окрестности каждой точки локального максимума оценка градиента изображения является выпуклой;

- находятся локальные максимумы оценки градиента изображения для каждого из четырех направлений.

Преимуществом метода контурной сегментации Канни изображений является использование морфологической операции наращивания точек контура – дилатации, заключающейся в следующем [1]. Пусть S множество точек изображения, к которому применяется морфологический оператор, B – структурный элемент, т. е. произвольное множество точек изображения, определяющее морфологическое расстояние. Множество $S \oplus B$, где \oplus обозначает дилатацию, представляет собой объединение всех точек, попадающих в множество B , если оно может иметь в качестве центра каждую точку множества S .

Использование морфологических операций в сочетании с не максимальным подавлением скачков интенсивности изображения улучшает помехоустойчивость метода контурной сегментации Канни, а также повышает визуальное качество контурного изображения.

Библиографическая ссылка

1. Canny J. E. A computational approach to edge detection // IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence. 1986. № 8. P. 679 – 698.

**THE METHOD OF CANNY CONTOUR SEGMENTATION WITH
THE USE MORPHOLOGICAL OPERATIONS**

The algorithm of Canny contour segmentation is considered. The main steps of realization and advantages of the algorithm use are considered.

**ИНЖЕНЕРНЫЙ АСПЕКТ РАЗРАБОТКИ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ
СТРУЙНО-КОНВЕКТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СИСТЕМЫ
ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТНО-СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ**

Проведен сравнительный анализ двух структурно отличающихся процессов измерительного преобразования аэрометрических параметров. Дана характеристика основных видов тепловых преобразователей и показана перспективность применения струйно-конвективных преобразователей в системах измерения высотно-скоростных параметров. Предложен вариант конструктивного построения модуля струйно-конвективного преобразователя, учитывающий особенности измеряемых параметров.

Тепловые эффекты (ТЭ) успешно применяются при измерении различных физических величин. Использование этих эффектов в системах измерения параметров газовых потоков очень перспективно благодаря широкому спектру их достоинств, таких как минимальные габариты чувствительных элементов и энергопотребление, высокая чувствительность в диапазоне малых значений кинематических параметров газовых потоков. Однако применение ТЭ в измерительных устройствах различного назначения в настоящее время затруднено ввиду отсутствия детально разработанной классификации измерительных преобразователей на основе этих эффектов, которые в известной литературе принято называть тепловыми преобразователями (ТП).

В работе впервые предлагается новый подход к разработке классификации тепловых преобразователей и входящих в них струйно-конвективных преобразователей, отличающихся характером взаимодействия чувствительных элементов с измеряемой средой и обладающих рядом достоинств по сравнению с функциональными преобразователями аналогичного назначения.

В силу разнообразия механизмов теплообмена, лежащих в основе процесса измерительного преобразования, ТП на основе одного измеренного сигнала позволяют получить информацию о нескольких физических величинах, таких как расход (скорость), а также их плотность, температура, давление, теплопроводность, состав и концентрация газовых потоков.

Все многообразие конвективных тепловых преобразователей (КП) по виду доминирующего в процессе теплообмена эффекта можно разделить на калориметрические и термоанемометрические.

Характерной особенностью калориметрических КП является то, что информационный параметр – тепловой поток – создается за счет автономного нагревательного элемента, и его величина, воспринимаемая термочувствительным элементом, зависит от кинематических параметров потока.

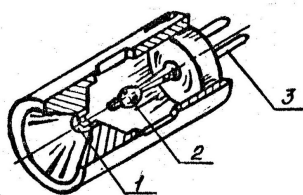
Принципиальное отличие термоанемометрических КП от калориметрических состоит в том, что источник тепла и анемочувствительный элемент (АЧЭ) представляет единую конструкцию, в которой входящие в него элементы имеют тепловую и гальваническую связь. Термоанемометрические КП в зависимо-

сти от режима обтекания можно разделить на свободное и струйно обтекаемые, которые далее в работе названы струйно-конвективными преобразователями (СКП) в силу особенности их обтекания и доминирующего эффекта теплообмена. Отличительная особенность СКП от рассмотренных выше КП состоит в размещении АЧЭ (разогретых электрическим током металлических или полупроводниковых тел) в створе узконаправленной струи воздуха. Характерным в газотермодинамических процессах взаимодействия струи воздуха с АЧЭ является неоднородность структуры скоростного и теплового полей струи потока, что выделяет СКП в самостоятельный класс термоанемометрических КП. На перспективность этого направления разработки термоанемометрических КП впервые указано в исследованиях Д. И. Агейкина, И. Н. Воробьева, К. В. Кумунжиева, В. А. Ференца, В. М. Солдаткина и других ученых, которые внесли наибольший вклад в их развитие.

Струйно-конвективные преобразователи можно разделить на терморезистивные с прямым подогревом и терморезистивные с косвенным подогревом. В терморезистивных термоанемометрах рассеяния АЧЭ выполнен в виде терморезистора, который включается в измерительную схему и непосредственно разогревается измерительным током.

Струйно-конвективный преобразователь (СКП) конструктивно выполнен в виде модуля (см. рисунок), содержащего сопло 1, формирующего струю, которая омывает анемочувствительный элемент 2. Такое конструктивное исполнение, по сравнению с размещением АЧЭ непосредственно в проточном канале измерителя параметров газового потока, характерное для термоанемометрических КП, не только обеспечивает надежное измерение, но и существенно уменьшает зависимость результата измерения от гидродинамической погрешности термоанемометрических КП при их непосредственном размещении в измерительном канале, а также таких преобразователей, как ультразвуковые, оптические и др.

В КГТУ им. А. Н. Туполева в последние годы проводятся исследования и разработки струйно-конвективных преобразователей в качестве преобразователей рода энергии сигнала в многоканальных системах измерения аэрометрических параметров подвижных объектов различного назначения.



а



б

Принципы конструктивного построения (а) и общий вид (б) модуля струйно-конвективного преобразователя:
1 – формирующее сопло; 2 – анемочувствительный элемент; 3 – электроды

A. N. Galyautdinova, M. M. Turina, N. A. Porunov
Kazan State Technical University named after A. N. Tupolev, Russia, Kazan

ENGINEERING ASPECT OF DEVELOPMENT AND DESIGNING OF JET-CONVECTIVE TRANSDUCER OF HEIGHT-SPEED PARAMETERS MEASURING SYSTEM

The comparative analysis of two structurally excellent processes of measuring transformation of aerometric parameters is carried out. Perspectivity of the jet-convective transducer application is shown. Recommendations about their manufacturing and application are formulated.

© Галяутдинова А. Н., Тюрина М. М., Порунов Н. А., 2010

УДК 004.457

О. С. Говорухина

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

СИСТЕМА КАФЕДРАЛЬНОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДИСЦИПЛИН

Предлагается решение проблемы автоматизации документооборота учебно-методического комплекса дисциплин (УМКД). Дано описание структуры программного продукта. Приведены итоги тестирования с использованием рабочей программы группы БИС.

В последние годы уделяется много внимания созданию программных продуктов для автоматизации документооборота в крупных предприятиях и учебных заведениях. Однако комплекс работ по автоматизации документооборота не всегда эффективно реализуется по причине отсутствия стандартных унифицированных форм и отсутствия своевременных решений по модификации таких программных систем. Предварительный анализ показал, что автоматизация документооборота, связанная с учебно-методической деятельностью, реализуется некоторыми программными системами, но для нашей конкретной области исследования требует определенной доработки. Потому возникла необходимость создания информационной системы, которая бы обеспечивала проектирование документации учебно-методического комплекса дисциплин.

Исходными данными для разработки такой системы являются отчеты в Microsoft Office Word, продиктованные положением Сибирского государственного аэрокосмического университета (СибГАУ) «О рабочей программе дисциплин» от 19.01.2010 №10/1.

Было предложено использовать модульную структуру, состоящую из двух модулей. Модуль работы непосредственно с базой данных обеспечивает выборку, добавление и обновление записей таблиц базы данных, просмотр уже введенных данных. Модуль подготовки отчетов реализовывает просмотр и печать отчетов, а также OLE-функции связи с офисными приложениями.

Было проведено тестирование созданного программного продукта с использованием рабочей программы по предмету «Информационные сети для групп БИС», направление 230200.62. По результатам тестирования были сделаны следующие выводы: программа имеет интуитивно понятный интерфейс, проста в эксплуатации, работает быстро и стабильно, оптимизирует заполнение полей с помощью справочной информации, группирует их в нужной форме для печатного отчета.

Подобной системы на кафедре информационно-вычислительной техники, как и на других кафедрах СибГАУ, не существовало, потому программный продукт «Система УМКД» возможно будет востребован и в других учебных подразделениях.

O. S. Govorukhina

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

SYSTEM OF DEPARTMENT'S DOCUMENT EMCD

The solution for workflow automation training-methodical discipline complex (EMCD) is proposed. Structure of the developed software product is described. The results of testing with the work program of BIS are presented.

© Говорухина О. С., 2010

УДК 65.0(681.3.06)

А. С. Голованова, В. Б. Ясинский

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ STRUCTURED ANALYSIS
AND DESIGN TECHNIQUE ДЛЯ АНАЛИЗА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА**

Рассматривается метод структурно-функционального моделирования для анализа функций системы технологической подготовки производства и информационного характера взаимосвязей функций, оценки загрузки исполнителей в системе технологической подготовки производства, прохождения информации между ними, обработка информации и принятие решений в процессе технологического проектирования.

В данной работе для описания функций системы технологической подготовки производства в условиях конкретного машиностроительного предприятия с целью анализа работы системы и разработки технического проекта внедрения CAD/CAM/CAE – информационной системы используется методология функционально-структурного моделирования и анализа SADT (Structured Analysis and Design Technique). На основе методологии SADT принят стандарт IDEF0, который используется для создания *функциональной модели*, отображающей структуру и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, связывающие эти функции.

Функциональная модель SADT отображает функциональную структуру объекта, т. е. производимые им действия и связи между этими действиями. Анализируя структурную модель, можно определить какие функции, а значит, и связанные с ними информационные потоки какими подразделениями должны выполняться. Для различных вариантов распределения функций и информационных потоков может быть оценена загрузка и связность подразделений.

Основой IDEF0-диаграмм является блок. Каждая сторона имеет определенное значение (вход – I, выход – O, управление – C, механизм – M). На контекстной диаграмме (рис. 1) представлена главная функция моделируемой системы – *технологическая подготовка производства*. Общая функция модели записывается на контекстной диаграмме в виде названия блока для рассматриваемого процесса. Наиболее важные свойства объекта обычно выявляются на верхних уровнях иерархии; по мере декомпозиции функции верхнего уровня и разбиения ее на подфункции эти свойства уточняются (рис. 2).

Разработка SADT-моделей состоит из ряда этапов:

1. Сбор информации. Источниками информации могут быть документы, наблюдение, анкетирование и т. п. Существуют специальные методики выбора экспертов и анкетирования.
2. Создание модели. Используется нисходящий стиль: сначала разрабатываются верхние уровни, затем – нижние.
3. Рецензирование модели. Реализуется в итерационной процедуре рассылки модели на отзыв и ее доработки по замечаниям рецензентов, в завершение собирается согласительное совещание.

Связи функциональной модели, отражающей функции, со структурной моделью, отражающей средства выполнения функций, выражаются с помощью специальных словарей, дающих однозначное толкование вводимым именам ресурсов. Дальнейшее использование IDEF0-модели – это конкретизация задач выбора ресурсов, разработка планов реализации, переход к имитационным моделям и т. п.

Функциональная модель, разработанная в методологии IDEF0, представляет собой схему обрабатываемых функций и стрелок. Структура IDEF0-модели формально определена в виде

$$G = (F, A, LA),$$

где F – конечное непустое множество функций, называемых вершинами графа G ; A – множество стрелок, называемых дугами графа G , $A = \{\text{множество пар, образованных из элементов } F\}$; LA – множество объектов, называемых метками графа G .

Любая дуга $b \in A$ представляет собой следующую четверку:

$$A = (I, C, O, M),$$

где I – конечное множество дуг, называемых входами, $I = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$; C – конечное множество дуг, называемых управлением, $C = \{c_1, c_2, \dots, c_k\}$; M – конечное множество объектов, называемых механизмами; O – конечное множество дуг, называемых выходами,

$O = \{o_1, o_2, \dots, o_p\}$; $M = \{m_1, m_2, \dots, m_j\}$, где m, k, j, p – количество элементов.

С помощью математической модели решаются вопросы по оценке загрузки исполнителей и определению коэффициента загрузки функции.

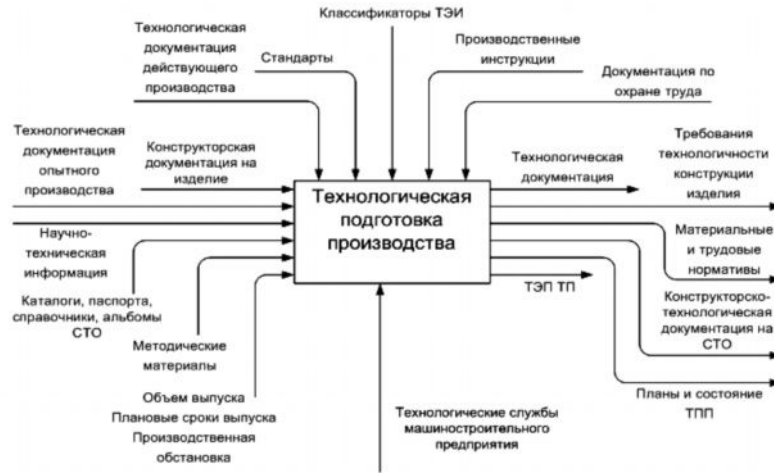


Рис. 1. Контекстная диаграмма верхнего уровня системы технологической подготовки производства

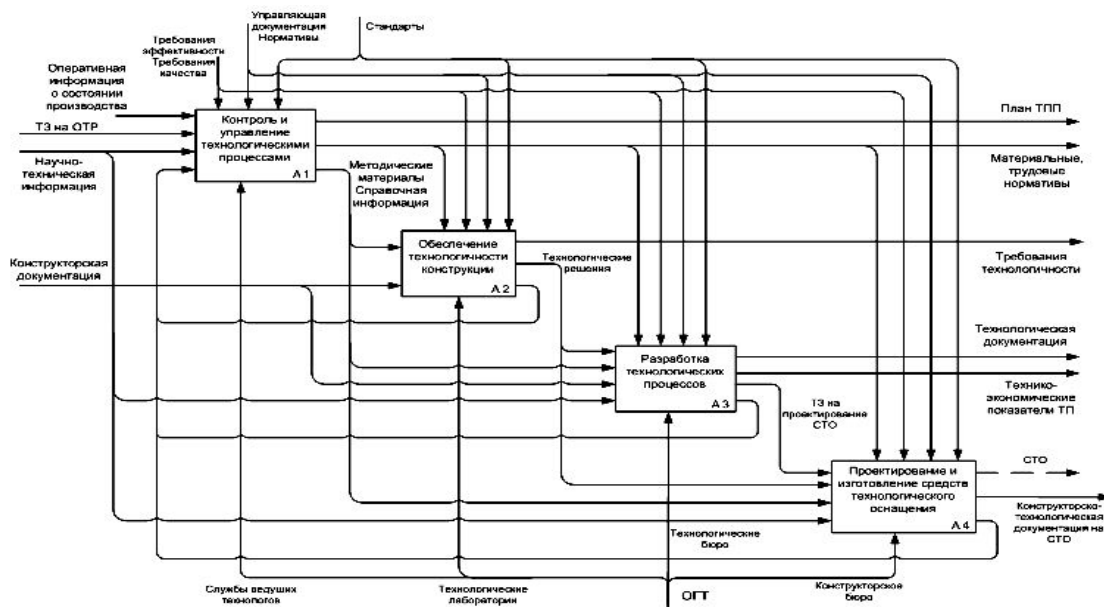


Рис. 2. Декомпозиция контекстной диаграммы функции системы технологической подготовки производства

A. S. Golovanova, V. B. Yasinskiy

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

SADT METHODOLOGY USAGE FOR ANALYSIS AND DESIGNING TECHNOLOGICAL PRODUCTION PREPARATION SYSTEM

The method of structural functional modeling for the functions' analysis of technological production preparation system and informational character of function's interconnections, assessments load of executors in technological preparation of production system, information transmission between them, information processing and decision making in the technological design process are described.

© Голованова А. С., Ясинский В. Б., 2010

УДК 681.3.06.069

О. С. Гольшева, А. В. Дунаев
ОАО «НПЦ „Полус“», Россия, Томск

КОМПЛЕКС ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ПРИБОРОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Представлен комплекс программных средств, который разработан для автоматизации проведения испытаний приборов, входящих в состав космического аппарата. Приведены предпосылки создания комплекса программных средств – унифицированной системы «Лотос», обусловленные трудностями, возникающими при разработке программного обеспечения. Перечислены основные функции системы «Лотос», описано ее взаимодействие с аппаратной частью, рассмотрены компоненты, входящие в состав системы, и их взаимосвязь. Приведены преимущества использования системы.

Системы электропитания, ориентации и управления космических аппаратов с каждым годом становятся все сложнее в связи с расширением возлагаемых на них функций. В результате усложняется контрольно-испытательная аппаратура (КИА) и соответствующее программное обеспечение (ПО).

Многие задачи, решаемые с помощью КИА и его ПО, одинаковы для разных систем. Это позволяет применять единые подходы при разработке ПО. При этом использование ранее разработанного ПО в новых проектах дает возможность повысить его качество и сократить сроки разработки.

В связи с этим принято решение о создании унифицированной системы «Лотос» для автоматизации испытаний различных видов приборов. Унификация процесса испытаний достигается благодаря интеграции компонентов в одну информационную систему и повторному использованию универсальных модулей в различных проектах.

Компоненты системы обеспечивают выполнение следующих функций:

- подготовку входных данных;
- автоматизированное проведение испытаний в режиме реального времени;
- непрерывный мониторинг состояния объекта контроля;
- формирование протоколов испытаний.

Рассмотрим назначение компонентов системы (рис. 1).

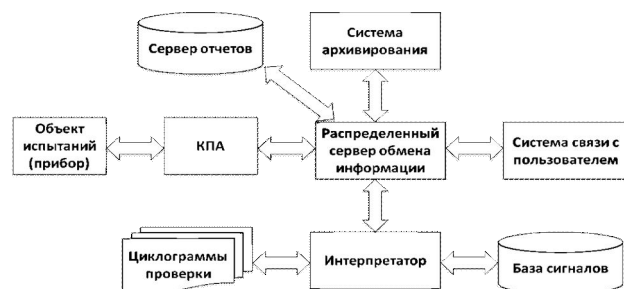


Рис. 1. Блок-схема испытаний

Распределенный сервер сбора информации благодаря унифицированному интерфейсу для управления различными модулями КПА и проверяемого прибора

преобразует все многообразие аппаратно-программных интерфейсов в единый протокол взаимодействия на основе базы данных параметров и команд.

Система архивирования предназначена для ведения электронного архива параметров и команд, полученных от сервера в результате постоянного циклического опроса.

Интерпретатор обеспечивает выполнение алгоритмов испытаний в виде циклограмм на специализированном языке, пошаговую отладку циклограмм, просмотр значений переменных при пошаговой отладке, а также написание и редактирование циклограмм.

Сервер отчетов формирует отчеты испытаний – протоколы в формате RTF, а также позволяет просматривать и редактировать список шаблонов и готовые отчеты.

Система связи с пользователем отображает состояние КПА и проверяемого прибора на экране монитора в виде мнемосхемы, что позволяет оператору управлять КПА в ручном режиме, визуальнo контролировать состояние параметров, запускать автоматические проверки.

Взаимодействие системы «Лотос» с аппаратной частью (рис. 2) реализовано через сервер сбора данных.



Рис. 2. Взаимодействие системы «Лотос» с аппаратной частью

Имитация бортовой сети осуществляется посредством каналов получения данных CAN и МКO (мультиплексного канала обмена). Связь с источниками,

нагрузками, измерительными приборами и так далее осуществляется через интерфейсы RS 232 / RS 485, Ethernet по различным протоколам информационного обмена в зависимости от модификации подключаемого устройства.

По этой же структуре с решением аналогичных задач строится программное обеспечение для испытаний других приборов систем ориентации и управления.

Таким образом, разработанная система «Лотос» дает возможность унифицировать программные модули и использовать их в других проектах.

В настоящее время система «Лотос» применяется при разработке нескольких проектов. Ее использование позволяет сократить сроки разработки и отладки ПО верхнего уровня и обеспечить начало отработки алгоритмов проверки функционирования прибора сразу после готовности аппаратной части КИА.

O. S. Golysheva, A. V. Dunaev
JSC «SPC «Polus», Russia, Tomsk

SOFTWARE SYSTEM TESTING SPACECRAFT DEVICES

There is a software system which is developed for the automatization of spacecraft devices testing process. Our invention is a unified system «Lotos». We presented the supposition of the system for software engineering. There are given basic functions of the system «Lotos», the cooperation with the hardware is described, system components and its interrelationship are presented.

© Гольшьева О. С., Дунаев А. В., 2010

УДК 378.164/.169

Г. М. Гринберг

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск,

Д. В. Романов

Красноярский государственный педагогический
университет имени В. П. Астафьева, Россия, Красноярск

ИНТЕРАКТИВНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Описана разработанная интерактивная компьютерная модель шагового двигателя. Предложенная модель полезна для организации лабораторного практикума в техническом вузе.

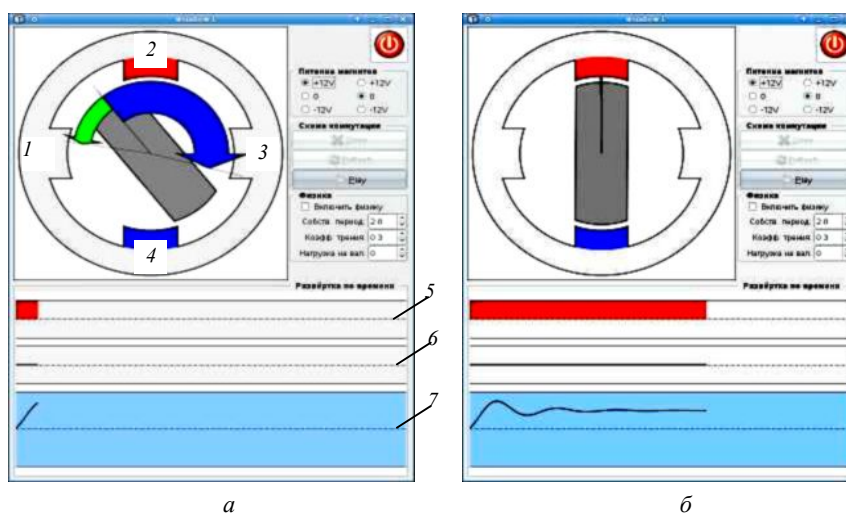
Современные достижения в области техники автоматического управления различными объектами и процессами имеют весьма высокий уровень. Достигнутые успехи являются следствием технологического совершенства и высокой степени развития элементной базы систем автоматического управления. Поэтому студентам необходимо иметь представления и сведения об элементах систем управления, а также знать присущие им технические характеристики и некоторые методы их экспериментального исследования.

Одним из видов экспериментального исследования, направленного на формирование научного мировоззрения студента, является лабораторный практикум. Эксперимент, выполняемый во время лабораторного практикума, по сути является опытом, производимым с объектом (натурный эксперимент) или моделью (компьютерный, называемый также численным или виртуальным, эксперимент). Каждый из названных экспериментов имеет свои преимущества и недостатки, дидактические и технические особенности организации, область применения, описание которых приведены в [1].

В высокоточных измеряющих и следящих системах, в которых регулируются параметры углового и линейного перемещения, в качестве исполнительных элементов используются шаговые двигатели (ШД). Ниже описана разработанная интерактивная компьютерная модель ШД. Интерфейс программы (см. рисунок) показывает модель ШД и позволяет управлять работой ШД путем подачи напряжений на обмотки 1, 2, 3, 4 статора.

Модель учитывает зависимость вращающего момента обмоток статора от угла поворота ротора, инерцию подвижных элементов, внутреннее трение, внешнюю нагрузку на вал двигателя. Модель интерактивно реагирует на изменения состояния ШД, что позволяет пояснить ключевые принципы, положенные в основу устройства ШД. Развертки 5 и 6 напряжения на обмотках и углах поворота 7 ротора как функции от времени визуально высвечиваются на экране компьютера в виде осциллограмм.

Интерактивность и привычная форма представления данных облегчают переход на работу с реальным оборудованием.



а

б

Интерфейс программы:

а – переходный режим работы ШД; б – установившийся режим работы ШД; 1, 2, 3, 4 – фазы статора;

5 – напряжение на включенных фазах статора; 6 – напряжение на выключенных фазах статора;

7 – зависимость угла поворота ротора от времени

С помощью графического курсора можно быстро выбрать на осциллограмме интересующий момент времени и посмотреть соответствующее состояние двигателя. Секторными диаграммами визуализируются ключевые физические параметры двигателя (угловая скорость вращения, вращающие моменты обмоток и нагрузки). Синхронизация выбранного на осциллограмме момента времени и изменений в состоянии двигателя способствует пониманию логики работы и физических процессов, положенных в основу работы двигателя.

Возможность хранить и сравнивать осциллограммы для двух и более экспериментов, а также быстро пересчитывать результаты моделирования при изменении входных параметров (добротность двигателя, частота собственных колебаний, нагрузка на вал, частота следования управляющих импульсов) позволяет изолировать вклад отдельных процессов и наглядно обрисовывать их физическую природу.

Программа написана на языке Питон и использует интерфейс gtk, благодаря чему может переноситься на платформы Windows, Linux и многие другие. Для комфортной работы достаточно компьютера следующей комплектации: процессор уровня AMD 1.6 ГГц, 512 Мб RAM, интегрированный графический адаптер. Все используемые библиотеки и инструменты доступны, распространяются бесплатно с открытыми исходными текстами.

Библиографические ссылки

1. Гринберг Г. М., Романов Д. В., Исаев В. А. Организация лабораторного практикума с помощью современных информационных технологий // Информационные технологии в науке, производстве и образовании : IV Междунар. науч.-техн. конф. (28–30 июня 2010, г. Ставрополь) ; Северо-Кавказ. гос. техн. ун-т. Ставрополь, 2010. С. 48–52.

G. M. Grinberg

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

D. V. Romanov

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev, Russia, Krasnoyarsk

INTERACTIVE COMPUTER MODEL OF THE STEP ENGINE

The paper presents interactive computer model of step engine. The model is designed for lab courses use for students of technical specialties.

© Гринберг Г. М., Романов Д. В., 2010

М. Н. Еремина

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск**ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА PHP, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕГО ПОПУЛЯРНОСТЬ**

Рассматриваются основные характеристики и преимущества одного из наиболее популярных языков программирования веб-сайтов PHP.

В настоящее время самым распространенным и полноценным языком программирования, который ориентирован именно на создание web-ресурсов, считается PHP. Его популярность обусловлена целым рядом преимуществ, которые он дает разработчику. Код, написанный на этом языке, выглядит не громоздко, а основные сценарии создаются в несколько строчек. Синтаксические особенности написания просты и понятны благодаря учету основных преимуществ, языка высокого уровня Perl и процедурного Си [1].

Возможности PHP очень большие. Область применения PHP сфокусирована на написание скриптов, работающих на стороне сервера; таким образом, PHP способен выполнять все то, что выполняет любая другая программа CGI. Например, обрабатывать данные формы, генерировать динамические страницы, отправлять и принимать cookies. Но PHP способен выполнять и множество других задач [2].

Главным фактором языка PHP является практичность. PHP должен предоставить программисту средства для быстрого и эффективного решения поставленных задач. Практический характер PHP обусловлен пятью важными характеристиками:

1. Традиционностью. Язык PHP будет казаться знакомым программистам, работающим в разных областях. Многие конструкции языка позаимствованы из Си, Perl. Код PHP очень похож на тот, который встречается в типичных программах на С или Pascal. Это заметно снижает начальные усилия при изучении PHP. PHP – язык, сочетающий достоинства Perl и Си и специально нацеленный на работу в Интернете, язык с универсальным (правда, за некоторыми оговорками) и ясным синтаксисом.

2. Простотой. Сценарий PHP может состоять из 10 000 строк или из одной строки – все зависит от специфики вашей задачи. Вам не придется подгружать библиотеки, указывать специальные параметры компиляции или что-нибудь в этом роде. Механизм PHP просто начинает выполнять код после первой экранирующей последовательности (<?) и продолжает выполнение до того момента, когда он встретит парную экранирующую последовательность (?>). Если код имеет правильный синтаксис, он выполняется в точности так, как указал программист. PHP – язык, который может быть встроен непосредственно в html-код страниц, которые в свою очередь будут корректно обрабатываться PHP-интерпретатором. Мы можем использовать PHP для написания CGI-сценариев и избавиться от множества неудобных операторов вывода текста. Мы можем привлекать PHP

для формирования HTML-документов, избавившись от множества вызовов внешних сценариев.

Большое разнообразие функций PHP избавят вас от написания многострочных пользовательских функций на С или Pascal.

3. Эффективностью. Эффективность является исключительно важным фактором при программировании для многопользовательских сред, к числу которых относится и web.

Очень важное преимущество PHP заключается в его «движке». «Движок» PHP не является ни компилятором, ни интерпретатором. Он является транслирующим интерпретатором. Такое устройство «движка» PHP позволяет обрабатывать сценарии с достаточно высокой скоростью. По некоторым оценкам, большинство PHP-сценариев (особенно не очень больших размеров) обрабатываются быстрее аналогичных им программ, написанных на Perl. Однако, чтобы не делали разработчики PHP, откомпилированные исполняемые файлы будут работать значительно быстрее – в десятки, а иногда и в сотни раз. Но производительность PHP вполне достаточна для создания вполне серьезных web-приложений.

4. Безопасностью. PHP предоставляет в распоряжение разработчиков и администраторов гибкие и эффективные средства безопасности, которые условно делятся на две категории: средства безопасности системного уровня и средства безопасности уровня приложения.

Средства безопасности системного уровня. В PHP реализованы механизмы безопасности, находящиеся под управлением администраторов; при правильной настройке PHP это обеспечивает максимальную свободу действий и безопасность. PHP может работать в так называемом безопасном режиме (safe mode), который ограничивает возможности применения PHP пользователями по ряду важных показателей. Например, можно ограничить максимальное время выполнения и использование памяти (неконтролируемый расход памяти отрицательно влияет на быстродействие сервера). По аналогии с cgi-bin администратор также может устанавливать ограничения на каталоги, в которых пользователь может просматривать и исполнять сценарии PHP, а также использовать сценарии PHP для просмотра конфиденциальной информации на сервере (например, файла passwd).

Средства безопасности уровня приложения. В стандартный набор функций PHP входит ряд надежных механизмов шифрования. PHP также совместим со многими приложениями независимых фирм, что по-

зволяет легко интегрировать его с защищенными технологиями электронной коммерции (e-commerce). Другое преимущество заключается в том, что исходный текст сценариев PHP нельзя просмотреть в браузере, поскольку сценарий компилируется до его отправки по запросу пользователя. Реализация PHP на стороне сервера предотвращает похищение нетривиальных сценариев пользователями, знаний которых хватает хотя бы для выполнения команды View Source.

5. Гибкостью. Поскольку PHP является встраиваемым (embedded) языком, он отличается исключительной гибкостью по отношению к потребностям разработчика. Хотя PHP обычно рекомендуется использовать в сочетании с HTML, он с таким же успехом интегрируется и в JavaScript, WML, XML и другие языки. Кроме того, хорошо структурированные приложения PHP легко расширяются по мере необходимости (впрочем, это относится ко всем основным языкам программирования). Наконец, средства PHP позволяют программисту работать с внешними компонентами, такими как Enterprise Java Beans или СОМ-объекты Win32. Благодаря этим новым возможностям PHP занимает достойное место среди совре-

менных технологий и обеспечивает масштабирование проектов до необходимых пределов [3].

Существует еще одна «характеристика», которая делает PHP особенно привлекательным: он распространяется бесплатно. Принятие стратегии Open Source и бесплатное распространение исходных текстов PHP оказало неоценимую услугу пользователям. Вдобавок, отзывчивое сообщество пользователей PHP является своего рода «коллективной службой поддержки», и в популярных электронных конференциях можно найти ответы даже на самые сложные вопросы.

Библиографические ссылки

1. Основное преимущество PHP, определяющая его популярность [Электронный ресурс]. Электрон. дан. www.dlya-mastera.ru, cop. 2007–2010. URL: <http://dlya-mastera.ru/132-osnovnoe-preimushhestva-php-opredelyayushhie-ego-populyarnost.html/>.
2. Преимущества PHP [Электронный ресурс]. Электрон. дан. Sitesprofi.ru, cop. 2008–2010. URL: http://sitesprofi.ru/osnovy_php/preimuwestva_php.
3. Преимущества PHP [Электронный ресурс]. Электрон. дан. PHP.SU, cop. 2006–2010. URL: <http://php.su/php/?oport>.

M. N. Eremina

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

BASIC ADVANTAGES OF PHP WHICH DEFINE ITS POPULARITY

The article analyses the basic characteristics and advantages of one of the most popular programming languages of PHP websites.

© Еремина М. Н., 2010

УДК 629.78.054:621д.396.018

В. Н. Жариков, А. В. Пичкалев

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МОДУЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ ДЛЯ ОТРАБОТКИ И ИСПЫТАНИЙ

Рассмотрены перспективы применения некоторых стандартов магистрально-модульных систем для реализации аппаратно-программных средств измерения. Показана необходимость освоения новых магистрально-модульных стандартов и предложены наиболее передовые из существующих.

Объекты контроля стремительно усложняются и изменяются, что требует от производителя максимального ускорения процесса разработки все новых и новых систем контроля и испытаний. Помочь в этом может модульная технология. Однако в настоящее время новые модульные стандарты появляются и исчезают достаточно быстро. Стоит проблема выбора перспективного модульного стандарта, который не только не перестанет поддерживаться через несколько лет, но и будет продолжать развиваться.

Рассмотрим несколько примеров.

В 1999 г. на ряде предприятий космической отрасли в качестве базового магистрально-модульного стандарта для реализации аппаратно-программных средств испытаний был принят международный стандарт VXI. VXI-системы имели громоздкий конструктив, высокую стоимость, жесткую аппаратную реализацию и слабую «перепрограммируемость» модулей, что вызывало сложность их перекомпоновки. В метрологических системах, где всегда господствовали дорогостоящие аппаратные системы специального назначения, эти особенности VXI-систем недостатками

не считались. Однако последующий прогресс схемотехники позволил существенно сократить размер аппаратных контроллеров, сделав большие площади модулей стандарта VXI не востребуемыми. А бурное развитие микропроцессорной схемотехники позволило реализовывать программные адаптеры на все более высоких частотах, вытесняя жесткие аппаратные контроллеры в СВЧ диапазоны.

В то же время в середине 90-х гг. из архитектур ПЭВМ в мир РЭА стала внедряться магистраль PCI. Уступая своим конкурентам по ряду характеристик, она имела ряд неоспоримых преимуществ: низкую себестоимость реализации, огромное количество производителей РС совместимого оборудования, самое широкое распространение программного обеспечения и т. п. Получив промышленные конструктивы для аппаратной реализации (CompactPCI, PXI, PMC, PC/104+ и т. п.), магистраль PCI начала активно вытеснять с рынка РЭА («долгожителей»). Так более дешевый и компактный стандарт PXI сильно пошатнул позиции VXI на рынке метрологических систем.

Крупнейшие производители VXI National Instruments и Agilent Technologis (бывшее отделение РЭА Hewlett-Packard) перевели свои производства на CompactPCI и PXI. Новых разработок модулей VXI за рубежом никем больше не ведется, а номенклатура предложений VXI постепенно сокращается. Также, что немаловажно, стоимость оборудования, сконструированного на базе PXI, гораздо ниже стоимости аналогичного оборудования, выполненного на базе VXI.

Таким образом, продолжение развития испытательных комплексов исключительно в стандарте VXI делает предприятия заложниками единичных производителей VXI-оборудования, которое в последнее время уступает свои позиции на рынке. В такой ситуации велика вероятность практически полного прекращения производства такого оборудования.

В качестве примера возникающих при этом проблем можно привести разработку формирователя навигационного сигнала (ФНС), который используется для контрольно-испытательной аппаратуры и аппаратуры радионавигации.

При организации ФНС на базе VXI мы сталкиваемся с отсутствием необходимых модулей с требуемыми характеристиками для навигационного стандарта. Таким образом, в процесс разработки добавляется задача по созданию соответствующих модулей. Разработка ФНС по оценкам специалистов обойдется не менее 16,5 млн руб. Стоимость готового прибора будет составлять около 2 млн руб. при серийном произ-

водстве на основе дешевых комплектующих. При штучном производстве, характерном для космического приборостроения, цена прибора существенно возрастет. Кроме высокой стоимости разработки стоит также учесть, что на создание ФНС потребуется около 2 лет.

Разработка ФНС на базе PXI значительно упрощается благодаря наличию в этом стандарте модулей, подходящих для реализации прибора на их основе. Таким образом, процесс создания ФНС на базе PXI значительно упрощается и ускоряется. Стоимость реализации прибора на основе модулей PXI составит, при стоимости разработки около 6 млн руб., те же 2 млн руб. при использовании самых дорогих модулей, доступных на данный момент. При использовании более «экономичных» модулей худшего качества стоимость прибора и разработки существенно снижается. Также стоит отметить, что благодаря времени, сэкономленному на разработку нового модуля и его изготовление, создание ФНС на базе PXI займет по времени не более 10 месяцев.

Таким образом, при почти одинаковых итоговых стоимостях прибора в стандартах VXI и PXI мы видим большую разницу в цене разработки прибора и времени, требующемся на нее.

В нашем случае из-за отсутствия необходимых модулей для VXI-систем мы просто не имеем другого выбора, как создавать специализированный модуль. В то время как большой все время расширяющийся выбор модулей PXI/cPCI позволяет быстро создавать практически любое испытательное оборудование из существующих на рынке модулей.

Таким образом, переставший развиваться стандарт становится неконкурентоспособным, что влечёт за собой отказ многих фирм производить модули для него. Выпущенные же модули быстро устаревают при текущих темпах развития приборостроения, и предприятия-пользователи вынуждены разрабатывать собственные модули у сторонних предприятий, что влечет за собой большие затраты средств и времени. Производители измерительной техники предпочитают ориентировать вновь разрабатываемые модули на более популярные развивающиеся стандарты. Очевидна необходимость постоянного отслеживания состояния современных магистрально-модульных стандартов, и своевременный переход на более перспективные. Обучение специалистов при переходе на новый стандарт потребует средств, но по сравнению с затратами, которые тратятся на разработку отсутствующих модулей, они невелики.

V. N. Jarikov, A. V. Pichkalev

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

PERSPECTIVE MODULAR STANDARDS FOR ADJUSTMENT AND TESTING

Prospects of application of some standards of dataway-modular systems for realisation of hardware-software gauges are considered. Necessity of development of new dataway-modular standards is shown and most perspective of the existing are offered.

© Жариков В. Н., Пичкалев А. В., 2010

УДК 004.932

Н. В. Жерносекова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО СПЕЦИАЛИСТА ГРУППЫ ВВОДА И РЕГИСТРАЦИИ РАСЧЕТОВ СТРАХОВЫХ ВЗНОСОВ

Предлагается решение проблемы автоматизации деятельности сотрудников Пенсионного фонда России (ПФР) по администрированию страховых взносов. Дано описание структуры программного продукта. Приведены итоги опытного тестирования.

В связи с тем, что двадцать четвертая глава Налогового кодекса под названием «Единый социальный налог» утрачивает силу, то контроль за правильностью исчисления и уплаты взносов на обязательное пенсионное страхование и обязательное медицинское страхование в данном случае будет осуществлять Пенсионный фонд России (ПФР). Необходима комплексная автоматизация деятельности сотрудников ПФР по администрированию поступлений страховых взносов

Предлагается система для автоматизации деятельности сотрудников ПФР по администрированию страховых взносов в части приема и регистрации отчетности страхователей с соблюдением всех требований законодательства Российской Федерации, утвержденных форматов и методик проверки.

Поскольку данные необходимо обрабатывать не только в подразделениях территориальных органов ПФР, но и в других подразделениях органов ПФР, прямо или косвенно связанных с указанным процессом администрирования поступлений, то АРМ специалиста группы ввода и регистрации расчетов страховых взносов (далее АРМ РВ) выполнено в соответствии с клиент-серверной технологией, что обеспечи-

вает совместный доступ к данным с различных рабочих станций.

АРМ РВ выполнено на платформе Intersystems Cache, как единое комплексное приложение с web-интерфейсом пользователя на базе свободно распространяемой библиотеки компонентов Adobe Flex SDK 3 [1], позволяющей разрабатывать быстрые, современные, эстетичные и эргономичные интерфейсы пользователя.

Программа позволяет регистрировать и вводить РСВ, просматривать введенную информацию в виде реестра с расширенным фильтром для поиска. Система проводит автопроверку введенной РСВ на наличие ошибок при заполнении. Результаты проверки участвуют в дальнейших процессах администрирования.

По оценке деятельности сотрудников ПФР программа выполняет все поставленные задачи и при этом обладает удобным и понятным интерфейсом.

Библиографическая ссылка

1. Развитие сервис-ориентированного клиента на платформе Flash Player [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wiki.flash-ripper.com> (дата обращения 17.02.2010).

N. V. Zhernosekova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

AUTOMATION EQUIPPED WORKING PLACE OF CALCULATION STATEMENTS INPUT AND REGISTRATION GROUP SPECIALIST

The solution for automation of the PFRF staff for administration calculation is offered. The structure of the developed software product is described. The results of the final testing are presented.

© Жерносекова Н. В., 2010

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

АДАПТИВНЫЙ ПОИСК И ПЕРСОНИФИКАЦИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Проводится обзор различных методов и алгоритмов, осуществляющих персонификацию информации, предоставляемой пользователю информационной системы (ИС), генерацию персонифицированного ссылочного меню для обеспечения пользователя удобной ему навигации по ИС.

Предлагается также модификация и детализация алгоритма в соответствии с существующей информационной системой типа электронного библиотечного каталога.

Ежедневно каждый из нас в той или иной степени пользуется услугами информационных систем (ИС), будь то локальная корпоративная сеть или глобальная поисковая система, такая как Yandex.ru или Google.com. К использованию сервисов различных поисковых систем нас приводит необходимость отыскания какого-либо документа, файла, различного вида информации. Естественно, выполненный запрос должен соответствовать некоторой нами установленной степени релевантности (качество выполнения запроса). К сожалению, современные системы в связи с тем, что работают с достаточно большим количеством пользователей, не в состоянии обеспечить каждого пользователя достаточным количеством документов с максимальным процентом релевантности. Также пользователь стремится не только получить от ИС требуемую информацию, но и сделать это как можно быстрее. Увеличение скорости предоставления пользователю необходимой ему информации приведет к тому, что пользователь будет иметь время и на просмотр прочей информации, соответствующей его запросу, а такой сервис будет привлекать еще больше клиентов к ИС.

В данной работе рассматриваются различные подходы к решению проблемы персонификации информационного наполнения выполненных запросов информационной системой. Рассматриваются частотная терминологическая модель пользователя, алгоритм тематико-ориентированного мониторинга и персонификации в информационных системах, многоатрибутивные методы принятия решений в целях обеспечения персонификации информационного наполнения.

Различные алгоритмы и методы могут различаться сложностью реализации, системой создания профиля пользователя информационной системы, типами классификации новых поступивших в информационную систему документов, качеством персонификации и целями персонификации – то есть тот или иной алгоритм разрабатывается согласно целям определенного рода систем и контингента, использующего эту систему. Описание каждого алгоритма отражает как преимущества каждого метода, так и его недостатки.

Предлагается также модификация и детализация одного из алгоритмов. Идея детализуемого алгоритма заключается во введении в предлагаемых алгоритмах понятия s -мерного пространства D тематик

информационного наполнения информационной системы. В пространстве D тематические предпочтения пользователей и блоки информационного наполнения (документы информационной системы, страницы сайта, рекламные объявления и т. д.) представляются в виде точек, чьи координаты определяются степенью их принадлежности к каждой из s -тематик. Близость информационного блока к тематическим предпочтениям пользователя можно определять как расстояние между их точками в пространстве D . Тематические предпочтения пользователя веб-сайта устанавливаются на основе статистической информации о тематиках запрошенных им страниц, собранной в ходе тематико-ориентированного мониторинга его предпочтений [1]. Предложена детализация алгоритма в виде архитектуры программы, предназначенной для обеспечения адаптивного поиска информационных документов (статей, публикаций, учебной литературы и др.) в информационной системе типа электронного учебного каталога. Все пункты алгоритма детализированы в терминах электронного каталога.

Таким образом, в качестве документов информационной системы преимущественно будет использоваться коллекция библиографических записей об изданиях, хранящихся в библиотеке. Пользователями будут являться как студенты университета, так и преподаватели. Профиль пользователя может разделяться на две части: персональную и общую (групповую), означая, что при работе с системой пользователь сможет получать рекомендации по литературе не только соответствующей его личным интересам, но и близкой к тематической направленности его научной специализации. Для студента научной специализацией является его специальность или институт в целом, для преподавателя – его научная область деятельности. Также система дает пользователю рекомендации не только на литературу, хранящуюся в электронном каталоге, но и предоставляет ссылки на близкие его интересам материалы, найденный системой в сети Интернет.

Библиографическая ссылка

1. Гриднев А. А. Система тематико-ориентированного мониторинга предпочтений пользователя информационной системы: дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2006.

Е. А. Zhukov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

**ADAPTIVE SEARCH AND INFORMATION PERSONIFICATION
IN THE INFORMATION SYSTEM**

In this work different methods and algorithms making personification of information being provided to information system user, generation of personal menu of links for providing of the comfortable navigation in information system to user are examined. Also the modification and the detailed algorithm according to the existing information system are examined.

© Жуков Е. А., 2010

УДК 004.932

В. В. Журавлев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск**ПОСТРОЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ 3D-СЦЕНЫ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ**

Описывается алгоритм построения виртуальной 3D-сцены по изображению. Рассматриваются методы предварительной обработки изображений, выделения контуров и нахождения линий. Приводится сравнительная характеристика готовых графических библиотек «OpenGL» и «DirectX».

Алгоритм построения виртуальной 3D-сцены по изображению состоит из нескольких этапов. Первый этап заключается в предварительной обработке изображения с использованием сглаживающих фильтров, что позволит избавиться от шумов. Следующий этап состоит в выделении контуров на изображении, результатом чего является набор связанных кривых, обозначающих границы объектов, граней и отгисков на поверхности, а также кривые, которые отображают изменения положения поверхностей. Для выделения контуров используются методы Лапласа, Робертса, Собеля. После получения контурного изображения проводится пороговая бинаризация, где величина порога зависит от значений яркостной карты, что позволяет сократить «малые» контурные изменения. Следующим этапом после получения бинарного представления контурного изображения является нахождение линий – применение методов по извлечению элементов из изображения. Найденные линии используются для построения виртуальной 3D-сцены, привлекая возможности программных сред по работе с графическими библиотеками «OpenGL» или «DirectX».

В работе большинства систем, которые имеют дело с изображениями, как правило, не применяется исходное (без предварительной обработки) изображение. Зачастую реальное изображение искажено шумами, имеет неравномерную яркость или контрастность. Все это может приводить к разрывам линейных объектов, разрушению символов. Поэтому на начальном этапе крайне важно предварительно обрабатывают изображения.

Обычно предварительная обработка включает выравнивание общего яркостного фона изображения,

устранение помех, шумов, бинаризацию, контрастирование, инвертирование, фильтрацию изображения. При разработке алгоритма построения виртуальной 3D-сцены по изображению из методов предварительной обработки используются методы подавления помех и шумов [1].

Для формирования контурных изображений существует множество различных алгоритмов и методов. Самые распространенные методы – это методы Собеля, Робертса, Лапласа, Превитта, Уоллеса, а также статические методы и др. Каждый из этих методов обладает определенными специфическими особенностями [2].

Для нахождения линий на сформированном контурном изображении используются метод Хафа и метод Радона.

Преобразование Хафа – метод по извлечению элементов из изображения, применяемый в анализе и обработке изображения. Данный метод предназначен для поиска объектов, принадлежащих определенному классу фигур, использующих процедуры голосования. Процедура голосования применяется к пространству параметров, из которого и получаются объекты определённого класса фигур по локальному максимуму в так называемом накопительном пространстве (accumulator space), строящемся при вычислении трансформации Хафа [3].

При программировании приложений целесообразно сконцентрировать основное внимание на задачах проекта и использовать для визуализации готовые графические библиотеки, которые позволяют избавиться от массы рутинной работы. Наиболее известными графическими библиотеками в настоящее время являются «OpenGL» и «DirectX».

Общие принципы использования «OpenGL» в любой системе программирования одинаковы. Процедуры «OpenGL» работают как с растровой, так и с векторной графикой и позволяют создавать двумерные и трехмерные объекты произвольной формы. При работе с растровой графикой данными являются массивы пиксельных значений, создаваемые в программе или загружаемые из файла. С точки зрения программиста библиотека «OpenGL» представляет собой множество команд, одна часть которых позволяет создавать двумерные и трехмерные объекты, а другая – управляет их отображением на экране.

Библиотека «DirectX» представляет собой набор интерфейсов прикладного программирования (API) и программных инструментов, позволяющих создавать Windows-приложения со встроенным доступом к аппаратным компонентам, не зная подробностей аппаратной конфигурации конкретного компьютера. Вдо-

бавок «DirectX» содержит функции, позволяющие работать со звуком, портами ввода-вывода и другими устройствами.

Вопрос выбора библиотеки «OpenGL» или «DirectX» надо решать исходя из задач, которые должно выполнять приложение [4].

Библиографические ссылки

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображения. М. : Техносфера, 2005.
2. Фурман Я. Введение в контурный анализ. М. : Физматлит, 2003.
3. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: http://www.ru.wikipedia.org/wiki/Преобразование_Хафа. (дата обращения 11.09.2010).
4. Пореев В. Н. Компьютерная графика. СПб. : БХВ-Петербург, 2002.

V. V. Zhuravlev

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

3D VIRTUAL SCENE CONSTRUCTION FROM A PICTURE

In the work we describe 3D virtual scene construction from a picture. We also consider the methods of preliminary picture processing, contour marking and lines finding. The comparative features of ready graphical libraries are represented as well.

© Журавлев В. В., 2010

УДК 004.928

Е. О. Захарченко

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

МУЛЬТИМЕДИА-ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Рассматриваются особенности мультимедиа-технологий в образовательном процессе, их достоинства и недостатки, представлены виды учебной работы, в которых наиболее перспективно их использование.

Современная наука не стоит на месте и требует новых форм представления учебного материала. В настоящее время одной из таких форм в среднем, высшем и дополнительном образовании являются мультимедиа-технологии. Мультимедиа является эффективной образовательной технологией благодаря присущим ей качествам интерактивности, гибкости и интеграции различных типов учебной информации, а также благодаря возможности учитывать индивидуальные особенности учащихся и способствовать повышению их мотивации.

Мультимедиа-технологии – возможность предоставления информации пользователю во взаимодействии различных форм (текст, графика, анимация, звук, видео) в интерактивном режиме. Достоинством и особенностью мультимедиа-технологий являются следующие возможности мультимедиа, которые активно используются при предоставлении информации:

1. Возможность «свободной» навигации по информации и выхода в основное меню (укрупненное содержание) на полное оглавление или вовсе из программы в любой точке продукта.
2. Возможность выделения в сопровождающем изображении текстовом или другом визуальном материале «горячих слов (областей)», по которым осуществляется немедленное получение справочной или любой другой пояснительной (в том числе визуальной) информации (технологии гипертекста и гипермедиа).
3. Возможность работы с различными приложениями (текстовыми, графическими и звуковыми редакторами, картографической информацией).
4. Возможность хранения большого объема самой разной информации на одном носителе (до 20 томов авторского текста, около 2000 и более высококачественных изображений, 30–45 минут видеозаписи, до 7 часов звука).

5. Возможность увеличения (детализации) на экране изображения или его наиболее интересных фрагментов, иногда в двадцатикратном увеличении (режим «лупа»), при сохранении качества изображения. Это особенно важно для презентации произведений искусства и уникальных исторических документов.

6. Возможность сравнения изображения и обработки его разнообразными программными средствами с научно-исследовательскими или познавательными целями.

7. Возможность осуществления непрерывного музыкального или любого другого аудиосопровождения, соответствующего статичному или динамичному визуальному ряду.

8. Возможность использования видеофрагментов из фильмов, видеозаписей и т. д., функции «стоп-кадра», покадрового «пролистывания» видеозаписи.

9. Возможность включения в содержание диска баз данных, методик обработки образов, анимации (к примеру, сопровождение рассказа о композиции картины графической анимационной демонстрацией геометрических построений ее композиции) и т. д.

10. Возможность создания собственных «галерей» (выборки) из представляемой в продукте информации (режим «карман» или «мой пометки»).

11. Возможность «запоминания пройденного пути» и создания «закладок» на заинтересовавшей экранной «странице».

12. Возможность автоматического просмотра всего содержания продукта («слайд-шоу») или создания анимированного и озвученного «путеводителя-гида» по продукту («говорящей и показывающей инструкции пользователя»); включение в состав продукта игровых компонентов с информационными составляющими [1].

У мультимедиа технологий есть и определенные «недостатки». В частности, необходимо дорогостоящее оборудование (например, для мультимедийных презентаций), а также умение обращаться с такой техникой. Однако возможности и перспективы мультимедиа технологий в обучении делают их незаменимым элементом образовательного процесса.

Мультимедийные программные средства, которые могут быть использованы студентами, реализуют следующие виды учебной работы: просмотр информации в аудиовизуальном варианте, тренаж по теории с использованием упражнений, контроль, работу со словарем терминов и понятий, работу с подключаемыми к локальной сети другими компонентами комплекса, тренажерами.

Просмотр теоретического материала заключается в предъявлении учащемуся страниц информации в виде текстовых и графических экранов, мультипликационных вставок, видеоклипов, демонстрационно-иллюстрирующих программ. Студенты имеют возможность перелистывать страницы информации вперед или назад, смотреть теорию с начала или с конца, отыскивать нужный раздел по оглавлению.

В этом режиме используются элементы технологии гипермедиа. По ключевому слову (помеченному термину учебного текста) учащийся может получить его определение, посмотреть связанные с ним страницы любого типа (текстового, графического и др.). В ходе работы с гипертекстом автоматически формируется навык работы с мультимедиа компьютером, при помощи которой учащийся может вернуться на любой этап просмотра теории. В любой момент просмотр теории может быть прерван по желанию учащегося.

Режим тренажа по теории предусматривает предъявление учащемуся упражнений (вопросов и задач с выборочными ответами, задач с числовым ответом, вопросов и задач с конструируемыми ответами). После выполнения каждого упражнения следует сообщение о правильности его выполнения, и учащемуся предоставляется возможность посмотреть соответствующие данному упражнению комментарии (объяснения типовых ошибок и т. п.). Роль комментариев могут выполнять и страницы информации. Режим тренажа может быть полным и выборочным. В полном тренаже могут быть предъявлены все упражнения мультимедийного продукта в том порядке, в каком они были подготовлены его разработчиком. Выборочный тренаж предусматривает выборку упражнений с использованием элементов случайности. Количество упражнений в выборке задает учащийся [2].

Таким образом, явные преимущества применения мультимедийных технологий в образовательном процессе не вызывают сомнения. Применение таких технологий сделают процесс обучения более интересным и легким для восприятия и усвоения.

Библиографические ссылки

1. Пельц Е. Ю. Использование мультимедийных технологий в преподавании гуманитарных дисциплин [Электронный ресурс]. URL: <http://inf.y.spu.yar.ru/4h/s3/xf/index.html>.
2. Фролова Н. Х. Поляков В. М. Мультимедийные технологии в организации учебного процесса [Электронный ресурс]. URL: http://www.nntu.ru/RUS/NEWS/Mag_dok/cek2/c2-15.htm.

E. O. Zaharchenko

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

MULTIMEDIA TECHNOLOGIES IN EDUCATIONAL PROCESS

The article analyses characteristic features of multimedia technologies in educational process as well as its advantages and disadvantages and presents the types of educational work where its use is the most promising.

© Захарченко Е. О., 2010

УДК 004.93'12

С. Н. Зинин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ БУСТИНГА В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ РАЗНОРОДНЫХ ДАННЫХ

Рассматривается программное средство, предназначенное для распознавания объектов на видеопоследовательностях. Приводятся примеры использования работы программы с данными в текстовом формате, а также обоснование выбора архитектуры приложения.

Задача классификации объектов встречается во многих предметных областях. В системах, работающих в реальном времени, таких как системы видеонаблюдения, важно сократить количество операций, заложенных в реализацию алгоритма с целью ускорения работы программы. Серверные системы, напротив, имеют цель меньше загружать оборудование, а выполнять алгоритм можно в фоновом и отлаженном режиме [1]. Всем этим требованиям в большей степени удовлетворяет семейство алгоритмов усиления слабых классификаторов (бустинг). Бустинг используется в широком спектре задач: от классификации почтовых сообщений в спам-фильтрах до классификации сложных графических объектов [2].

Усиление слабых классификаторов – это подход к решению задачи классификации путём комбинирования примитивных классификаторов в один более сильный комитет. Основная идея метода заключается в итеративной минимизации выпуклого функционала ошибки классификации путем добавления в комитет очередного слабого классификатора [1; 3].

В ходе реализации программы был построен каскад из комитетов слабых классификаторов, работающих по принципу последовательных приближений. Каскад состоит из нескольких ступеней, каждая ступень – комитет простых классификаторов, построенных алгоритмом AdaBoost (в более поздних вариантах использовалась его модификация).

С помощью разработанного программного средства можно создать обучающую выборку по множеству изображений, а также текстовые данные. Программа позволяет не только получать результаты проведения классификации, но и статистические данные, проводить коррекцию хода алгоритма вручную.

Библиографические ссылки

1. Bigun J. A. Local Symmetry Features in Image Processing // ISBN91, 2006. P. 334–340.
2. Barron J. L. Transactions on Image Processing // IEEE05, 2005. P. 12–16.
3. Haritaoglu L. S. Detecting and Tracking People // CVPR08, 2008. P. 962–968.

S. N. Zinin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

USAGE OF BOOSTING ALGORITHMS IN DIFFERENT DATA TYPES CLASSIFICATION PROBLEMS

It is covered a software tool for AdaBoost algorithm testing. This program solves many classification problems such as text content analysis and image recognition. The choice of algorithm is carried out by AdaBoost application example.

© Зинин С. Н., 2010

УДК 004.032.26

В. Н. Игнатенко, И. С. Уколов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

СИСТЕМА ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ МЕЖДУ НЕЙРОСЕТЯМИ РАЗЛИЧНЫХ ТОПОЛОГИЙ

Рассматривается система обмена унифицированными сообщениями между нейронными сетями различных топологий, входящих в состав единого проекта.

В настоящее время существует большое количество классов задач, для решения которых спроектированы определенные модели нейронных сетей. Различные модели нейронных сетей отличаются архитектурой, форматом обрабатываемых данных и представ-

лением входных параметров и результатов. Однако в ситуации, когда в рамках одного проекта приходится решать задачи, требующие одновременного использования различных моделей нейронных сетей, возникает необходимость консолидации результатов работы

нейронных сетей для достижения единого решения. Также может возникнуть необходимость корректировки параметров одних моделей нейронных сетей на основе полученных результатов работы других нейронных сетей.

Отсюда вытекает необходимость создания системы, обеспечивающей следующие возможности:

- предоставление унифицированного интерфейса обмена данными между нейронными сетями;
- предоставление общей шины асинхронного обмена данными между нейронными сетями, входящими в состав проекта;

– предоставление шиной доступа к циркулирующим в ней данным системам оценки эффективности работы нейронных сетей;

– предоставление возможностей брокера для изменения структуры циркулирующих информационных пакетов.

Реализованная таким образом система позволит улучшить эффективность работы всего проекта на основе организации взаимодействия отдельных его элементов – нейронных сетей различных топологий. Также за счет асинхронности обмена сообщениями достигается параллелизм выполнения работы сетями, входящими в проект.

V. N. Ignatenko, I. S. Ukolov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE SYSTEM OF INFORMATIONAL INTERCHANGE OF DIFFERENT TOPOLOGY NEURAL NETWORKS

It is covered the system of unified messages interchange of different topologies neural networks which belong to the united project.

© Игнатенко В. Н., Уколов И. С., 2010

УДК 681.518

А. Г. Иптышева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Обоснована актуальность задачи разработки информационной системы по оценке надежности программного обеспечения. Предлагается UML-диаграмма информационной системы.

В настоящее время существует множество моделей для оценки надежности программного обеспечения, с помощью которых можно решить проблему выявления ошибок на этапах жизненного цикла. Применение этих моделей требует громоздких вычислений и значительных временных затрат. Для того чтобы упростить вычисления и ускорить процесс выбора правильного решения, необходимо разработать информационную систему, которая позволит как определять нужную модель, так и рассчитывать надежность интересующего программного продукта.

На этапе проектирования создается модель будущей системы, в которой учтены ее основные функции. Необходимо выполнить моделирование системы для описания ее основных функций и определения предусмотренных в ней ролей. Описание поведения системы может быть выполнено с помощью UML-диаграмм.

Язык UML позволяет построить легкие в исследовании и понимании модели объектов, благодаря чему упрощается их программная реализация [1].

Одним из видов диаграмм является UML-диаграмма активности (см. рисунок).

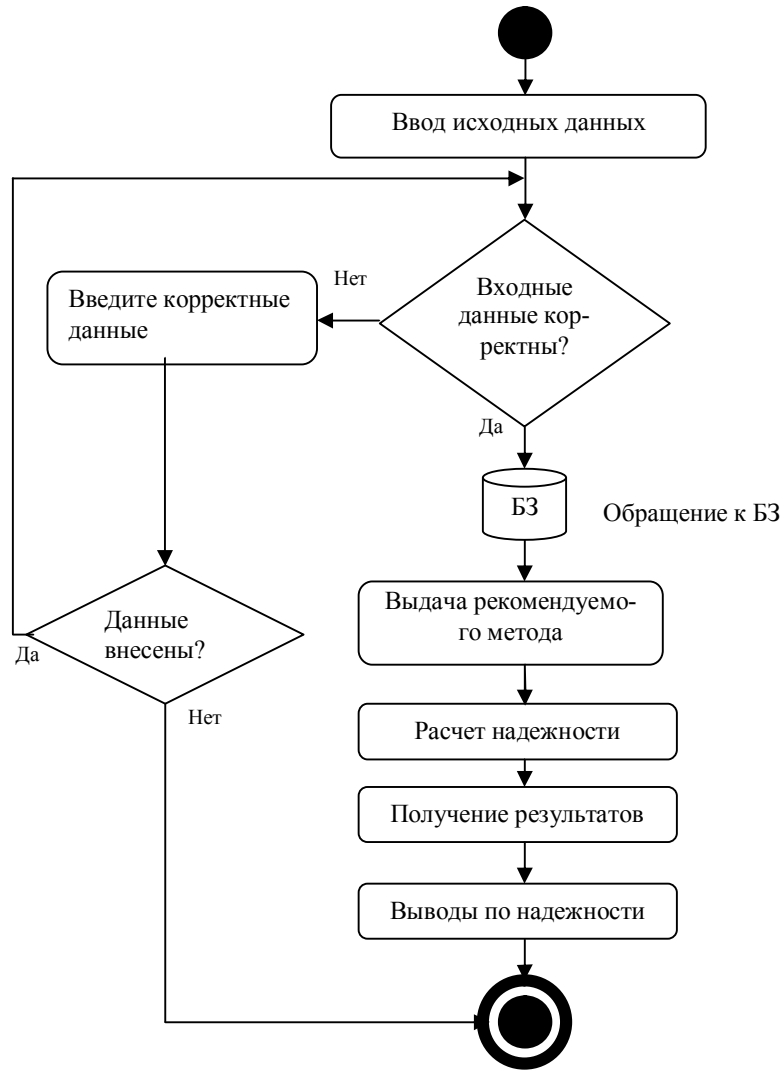
Диаграмма активностей – это тип диаграмм, позволяющий показать не только последовательность процессов, но также их ветвление и синхронизацию. На рисунке отображены процессы, которые описывают порядок выполнения действий в системе.

После ввода входных данных тестируемого программного продукта система проверяет их на корректность. В положительном случае ввода система обращается к базе знаний, с ее помощью производится выбор нужной модели по оценке надежности. По полученным результатам тестирования производится вывод по надежности программного продукта. В случае неправильного ввода входных данных предлагается ввести другие параметры, иначе тестирование заканчивается. По выводам можно определить дальнейшие действия, которые необходимо провести с тестируемым программным продуктом.

Информационная система по оценке надежности программного обеспечения, которая реализует данную UML-диаграмму, находится на этапе разработки.

Библиографическая ссылка

1. Шмудлер Дж. Освой самостоятельно UML за 24 часа. 3-е изд. М. : Вильямс, 2005.



UML-диаграмма активности

A. G. Iptysheva

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

**OBJECT ORIENTED MODELING INFORMATION SYSTEM
FOR ASSESSING THE RELIABILITY OF SOFTWARE**

The urgency of the task of designing of the intelligent system for assessing the reliability of software is explained. Attached Uml-diagram of intelligent system is suggested.

© Иптышева А. Г., 2010

АЛГОРИТМЫ ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩЕ-СГЛАЖИВАЮЩЕЙ НЕРЕКУРСИВНОЙ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ НА ОСНОВЕ ДИСКРЕТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ*

Рассматриваются алгоритмы дифференцирующе-сглаживающей нерекурсивной фильтрации цифровых сигналов на основе ортогональных и косоугольных дискретных преобразований Уолша.

При решении ряда задач цифровой обработки сигналов эффективное применение находят дифференцирующе-сглаживающие цифровые фильтры (ДСЦФ). Обычно они реализуются в виде нерекурсивных фильтров с использованием классического алгоритма дискретной свертки. Имеются также алгоритмы реализации ДСЦФ на основе дискретных преобразований Уолша, которые характеризуются низкой мультипликативной сложностью и эффективно реализуются аппаратным способом [1].

В практике обработки сигналов часто используются ДСЦФ первого порядка (ДСЦФ-1). Одним из эффективных применений ДСЦФ-1 является вычисление преобразования скользящих аппроксимаций (ПСА), которое находит применение при решении некоторых задач цифровой обработки сигналов, например, в задачах обработки временных рядов [2]. Результат ПСА цифрового сигнала – это последовательность угловых коэффициентов (локальных трендов) линейных аппроксимаций сигнала, вычисляемых в режиме скользящего окна. Анализ показывает, что ПСА представляет результат фильтрации исходного цифрового сигнала банком ДСЦФ-1, где фильтры различаются размерностями импульсных характеристик.

Реализация банка ДСЦФ-1 для ПСА при использовании классического алгоритма вычисления дискретной свертки требует значительных затрат. В [3] предложены эффективные алгоритмы вычисления ПСА с использованием усеченного быстрого дискретного преобразования Уолша-Адамара в режиме скользящего окна. В этих алгоритмах вычисление ненормированных отсчетов ДСЦФ-1 проводится с помощью уравнения спектральной свертки следующего вида:

$$a_i = \sum_{m=0}^{n-1} F_m(i) 2^m, \quad i = \overline{0, M-N},$$

где $F_j(i)$ – j -й спектральный коэффициент i -го подвектора сигнала, формируемого при соответствующем положении скользящего окна.

Анализ спектрального алгоритма ДСЦФ-1 показывает, что он легко модифицируется на случай использования частного случая дискретных преобразований Вандермонда-Кронекера, названного косоугольным дискретным преобразованием Уолша (КДПУ) [4]. Матрица КДПУ порядка $N = r_1 r_2 \dots r_n$ вводится следующим образом:

$$\begin{aligned} \mathbf{S}\mathbf{H}_{R_i} &= \mathbf{T}_{r_i} \otimes \mathbf{S}\mathbf{H}_{R_{i-1}}, \quad i = \overline{2, n}, \\ \mathbf{S}\mathbf{H}_{R_1} &= \mathbf{T}_{r_1}; \quad \mathbf{T}_{r_k} = \left[\begin{array}{c} \mathbf{t}_{r_k}(i) \\ \vdots \\ \mathbf{t}_{r_k}(i) \end{array} \right]; \quad \mathbf{t}_{r_k}(i) = (j^i, j = \overline{0, r_k-1}); \\ R_i &= r_1 r_2 \dots r_i, \end{aligned}$$

где $|\equiv|$, \otimes – символы послышной суммы и кронекеровского произведения матриц.

Отметим, что матрица КДПУ порядка $N = 2^n$ совпадает с матрицей преобразования Рида-Маллера, называемого также матрицей логического базиса.

Наибольшее практическое значение представляет случай использования КДПУ размерностей $N = 2^n, 3^n$. Например, реализация алгоритма ДСЦФ-1 на основе КДПУ размерности $N = 2^n$ проводится с помощью уравнения дискретной свертки следующего вида:

$$a_i = (N-1)F_0(i) - 2 \sum_{\mu=0}^{n-1} F_{2^\mu}(i) 2^\mu, \quad i = \overline{0, M-N},$$

где $F_j(i)$ – j -й коэффициент КДПУ при i -м положении скользящего окна.

При высоких N коэффициент ускорения вычислений алгоритма на основе КДПУ относительно спектрального алгоритма примерно равен 1,5.

Резкого снижения вычислительных затрат на реализацию ДСЦФ-1 можно достичь за счет использования быстрых алгоритмов вычисления усеченных дискретных преобразований в скользящем режиме. Дальше снижать вычислительные затраты можно при учете связей искомого спектра с промежуточными спектрами меньшей размерности. Построение алгоритма, учитывающего эти связи, позволяет повысить быстродействие ПСА, так как позволяет вычислить угловые коэффициенты линейных аппроксимаций сигнала за один проход при выборе длин скользящих окон из множества $\{2, 4, 8, \dots, 2^k\}$, где k – натуральное число, определяющее максимальную длину окна. Предлагаемые алгоритмы ДСЦФ характеризуются вычислительной эффективностью, при этом наблюдается резкое снижение мультипликативной сложности относительно классического алгоритма. Алгоритмы имеют регулярную структуру, что позволяет значительно упростить их аппаратную реализацию.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 09-01-97001-р_поволжье_a).

Библиографические ссылки

1. Проектирование специализированных информационно-вычислительных систем / Смирнов Ю. М., Воробьев Г. Н., Потапов Е. С., Сюзов В. В. ; под. ред. Ю. М. Смирнова. М. : Высш. шк., 1984.
2. Преобразование скользящих аппроксимаций и ассоциативные сети в сравнительном анализе статических рядов динамики / И. З. Батыршин, Л. Б. Шереметов, А. М. Панова и др. // Исследования по информатике. Казань : Отечество, 2007. Вып. 11. С. 35–48.
3. Исмагилов И. И., Ефремов А. П. Алгоритм реализации дифференцирующе-сглаживающих нерекур-

сивных цифровых фильтров на основе преобразования Уолша-Адамара // Исследования по информатике : сб. науч. тр. Института проблем информатики АН РТ. Казань : Отечество, 2008. Вып. 12. С. 104–108.

4. Исмагилов И. И., Талызин В. А. Дискретные преобразования на основе матриц Вандермонда: классификация и применения в цифровой обработке сигналов / Проведение научных исследований в области обработки, хранения, передачи и защиты информации : материалы Всерос. науч. конф. с элементами науч. школы для молодежи. В 4 т. Ульяновск : УлГТУ, 2009. Т. 4. С. 126–129.

I. I. Ismagilov, A. P. Efremov

Kazan State Finance and Economics Institute, Russia, Kazan

THE ALGORITHMS OF DIFFERENTIATING SMOOTHING NON-RECURSIVE DIGITAL FILTRATION BASED ON DISCRETE TRANSFORMATIONS

The algorithms of differentiating smoothing non-recursive filtration of digital signals based on orthogonal and non-orthogonal discrete Walsh transforms are considered.

© Исмагилов И. И., Ефремов А. П., 2010

УДК 004.932

А. С. Казакова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

СОЗДАНИЕ ПАНОРАМНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕСКОЛЬКИХ СНИМКОВ

Рассмотрена схема создания панорамного изображения на основе нескольких снимков. Приведено поэтапное описание алгоритма формирования панорамных изображений.

Системы панорамного обзора применяются при решении технических и научно-исследовательских задач в машиностроении, в робототехнике. Они размещаются в сети Интернет, используются различными торговыми фирмами для презентации и рекламы. В этой области существует ряд программных продуктов, но они имеют недостатки таких программ, к которым относятся их высокая стоимость и недостаточная автоматизация процесса. В связи с этим актуальной становится автоматизация части операций анализа и интерпретации снимков, которые выполняются специалистами вручную или требует больших временных затрат.

Предлагаемый программный продукт функционирует следующим образом. При обработке двух изображений вначале осуществляется предварительный анализ, включающий в себя выбор и применение наиболее подходящего фильтра, на основе которого формируются контурные представления [1]. Контурные представления необходимы для повышения эффективности работы программы. На контуре отбираются точки с наибольшим откликом, которые называют опорными точками. Для этих точек реализуется поиск аналогичных точек на следующем изображении. После обнаружения соответствующих опорных точек

производится анализ смещения и в зависимости его результатов выполняется повторный анализ, направленный на коррекцию значений неверно сопоставленных опорных точек. Затем анализ смещения производится повторно. Заключительным этапом является формирование панорамного изображения, где при совмещении нескольких изображений сопоставление опорных точек происходит на двух изображениях, затем осуществляется совмещение. Изображение, полученное в результате совмещения, используется в качестве исходного при поиске общих точек со следующим изображением, затем производится дальнейшее совмещение и т. д.

Разработанный программный продукт позволяет формировать панорамы в автоматическом и полуполупанорамном режиме. В результате проведенных экспериментов выяснено, что предлагаемый программный продукт работает корректно в большинстве случаев, однако, когда множество однотипных объектов присутствуют на снимках, точность совмещения изображений снижается.

Библиографическая ссылка

1. Фурман Я. Введение в контурный анализ. М. : Физматлит, 2003. С. 250–253.

A. S. Kazakova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

CREATION OF THE PANORAMIC IMAGE FROM A SET OF IMAGES

The scheme of creating panoramic images from several pictures is covered in this paper. Phased description of algorithm for generating panoramic images is presented.

© Казакова А. С., 2010

УДК 004.942

А. А. Казутов, В. С. Кантеров

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Рассмотрены методики создания схмотехнических программ на примере симулятора SPICE 3С1. На основе этого составлен возможный вариант высокоуровневой разработки программного комплекса.

Программы схмотехнического проектирования – это сложные технические системы, и их проектирование должно основываться на блочно-иерархическом подходе.

Модульность и масштабируемость являются очень важными характеристиками программ схмотехнического проектирования.

Ниже описывается возможный вариант высокоуровневой разработки программы схмотехнического проектирования, которая в дальнейшем для краткости будем называть симулятором.

Одним из первых симуляторов был симулятор SPICE 3С1, разработанный в университете Калифорнии в Беркли (UCB) (см. рисунок).

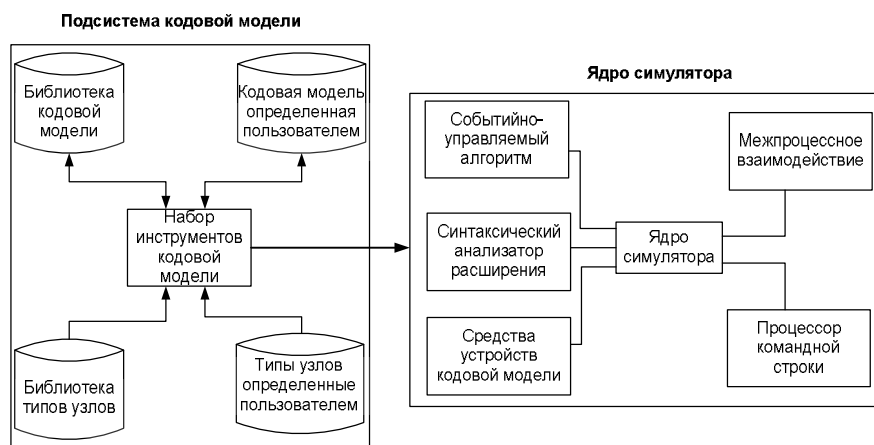
Обобщенное средство моделирования кода должно позволять легко расширять набор устройств, известный симулятору. Это средство может быть выполнено вместе с набором инструментов кодовой модели.

Для наглядной симуляции цифровых подсхем и подсистем высокого уровня должна присутствовать встроенная возможность симуляции с управлением по событиям.

Функции взаимодействия процессов (ФВП) позволят симулятору принимать описание электрических цепей из интерфейсных процессов других систем и возвращать результаты в эти процессы для графического отображения. Функции (ФВП) также могут использоваться для взаимодействия с процессами группового управления.

Процесс внедрения новых моделей в симулятор упрощается за счет подсистемы кодовой модели. Эта подсистема содержит три основных компонента:

- набор инструментов кодовой модели – набор инструментов для создания и компиляции моделей и определенных пользователем типов узлов и связывания их с симулятором;
- библиотеку кодовой модели – набор предопределенных кодовых моделей, охватывающих множество важных аналоговых и цифровых функций;
- определенную пользователем библиотеку элементов – набор предопределенных типов элементов, полезных при симуляции следящих импульсных систем.



Высокоуровневая диаграмма симулятора

Все симуляторы, существующие в настоящее время, являются модифицированной версией SPICE 3C1 и по существу сохраняют основные архитектурные особенности этого симулятора.

SPICE 3C1 – это заново написанный симулятор SPICE 2G6. Если последний был написан на фортране в университете Калифорнии в Беркли еще в 1970-х годах, то сам SPICE 3C1 – это версия, написанная на Си. Она была разработана Thomas Quarles в 1989 г. [1]. Данный симулятор включает новый расширенный интерфейс пользователя под названием «Nutmeg», обеспечивая интерактивный выбор анализа и графическое отображение результатов. Визуализация поддерживается в среде X Window System. Однако SPICE 3C1 использует тот же синтаксис входного формата (netlist) для удобства работы.

Описание архитектуры симулятора разделено на две секции. Первая секция описывает принципиальные компоненты упрощенного симулятора, вторая секция – все модификации, сделанные и улучшенные в симуляторе для получения уже более полноценного ядра.

В общем случае симулятор может состоять из двух частей:

– процессора командной строки и интерактивных графических средств, обеспечивающих интерактив-

ный выбор анализа и графическое отображение результатов;

– средств симуляции.

Процессор командной строки – это основанный на командной строке интерфейс, который позволяет контролировать симуляцию и служит для интерактивного графического отображения результатов.

В соответствии с веянием современных высоких технологий при проектировании программного комплекса важно включить возможность проектирования API-интерфейса системы, который позволяет пользователям создавать собственные модули расширения как для серверной, так и для клиентской частей системы (в случае сетевого ее варианта) для реализации дополнительных функций [2]. Модули могут быть написаны на любом .NET-языке программирования и наследовать открытую функциональность любого модуля, входящего в состав системы. API-интерфейс позволяет также интегрировать IPS с другими информационными системами.

Библиографические ссылки

1. Thomas L. Adding devices to SPICE3 // Memorandum № UCB/ERL M89/42 University of California. Berkeley, 1989. April.
2. Жуков Д. Intermech Professional Solutions – новое поколение систем ИНТЕРМЕХ. Модульная структура // САПР и графика. 2008. № 11.

A. A. Kazutov, V. S. Kanterov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE METHOD OF SCHEMATIC DESIGN PROGRAMS DEVELOPING

The method of schematic design programs developing on the base of SPICE 3C1- simulator is considered. And on its basis a possible variant of high-level schematic design programs developing is made.

© Казутов А. А., Кантеров В. С., 2010

УДК 681.5

В. И. Киселев

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ТЕКСТОВОЙ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ЕДИНОЙ СИСТЕМЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Рассматривается проблема автоматизированного формирования текстовой конструкторской документации в зарубежных САПР.

Поставлена задача: разработать программный продукт для автоматизированного формирования текстовой конструкторской документации.

Основная проблема в выпуске конструкторской документации в пакетах иностранного производства – соблюдение правил ЕСКД (Единая система конструкторской документации).

Большинство САПР зарубежного производства могут формировать ВОМ спецификации. ВОМ (Bill of Materials) – универсальная спецификация состава из-

делия представляет собой, как минимум, список компонентов, их количество, вычисляемые итоги. Естественно, что структура ВОМ отличается от предъявляемых требований к конструкторской текстовой документации по ЕСКД. Следовательно, в настоящее время перед разработчиками, использующими САПР зарубежного производства (например, *SolidWorks*), стоит задача – дополнительно к ВОМ разрабатывать спецификацию по ЕСКД (ГОСТ 2.10–96 «Единая система конструкторской документации. Текстовые документы»).

Для решения этой задачи существует несколько программных продуктов, осуществляющих автоматизированное формирование спецификаций из BOM: SWR PDM-спецификация, полигон-спецификация, навигатор СП. К недостаткам вышеперечисленных программных продуктов и макросов относятся программы, предназначенные для конкретных программных продуктов, которые не работают с разными САПР, неправильно формируют документацию, не полностью автоматизируют процесс, платные продукты.

Целью проведенной работы является анализ возможности автоматизации процесса формирования

конструкторской документации по ЕСКД и разработка программного продукта.

На данный момент разработан алгоритм и написан программный код автоматизированного процесса формирования конструкторской документации.

Сейчас идет настройка интерфейса для удобного использования макроса, а также тестирование на предмет ошибок и правильного формирования выходных данных.

Результаты исследования должны показать, как реализуется процесс автоматизации при формировании текстовой конструкторской документации по ЕСКД.

V. I. Kiselev

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

AUTOMATED FORMATION OF THE TEXTUAL DESIGN DOCUMENTATION ON ESKD

The problem of the automatic formation of a test design documentation in foreign CAD is considered.

© Киселев В. И., 2010

УДК 004.421.2

К. И. Кузьмичев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

АЛГОРИТМЫ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ПРОВЕРКИ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ

Рассматривается работа автоматизированных систем проверки бортовой аппаратуры. Делаются выводы об эффективности применения различных алгоритмов для проверки блоков бортовой аппаратуры в подобных системах.

Важнейшей частью конструкции современного космического аппарата является бортовая аппаратура, обеспечивающая корректную работу всех систем спутника в соответствии с возложенными на него задачами. Поэтому качественная разработка как аппаратной, так и программной части блоков аппаратуры ведет к успешному функционированию систем космического аппарата. Поэтому стоит уделять особое внимание созданию автоматизированных систем, связанных с отработкой бортовой аппаратуры.

Создание четких алгоритмов работы автоматизированных систем проверки блоков бортовой аппаратуры для проведения испытаний и отладочных работ содержит в себе следующие ключевые моменты: обеспечение, по возможности, наиболее полной автоматизации цикла проверки аппаратуры во избежание больших временных затрат для достижения конечной цели; контроль за точностью получаемых в процессе работы системы значений и независимость данных значений от множества факторов, воздействующих на систему, в том числе и «человеческих»; минимизация ручной, механической работы при подготовке и проведении испытаний блоков аппаратуры; ведение

учетных сведений о работе системы и полной отчетной информации по завершению отладочных работ.

Корректная работа автоматизированной системы проверки блоков бортовой аппаратуры является объектом сразу нескольких отчетных структур и требует проведения должного анализа. Выполнение указанных этапов при разработке алгоритмов работы автоматизированного рабочего места связано с определенными трудностями, например, постоянно увеличивающимся объемом параллельных испытаний и документооборота. Решение данных задач автоматически повышает эффективность работы системы в целом, сокращает время испытаний, уменьшает экономические затраты, упрощает организацию отчетности. Разработка алгоритмов работы подобных систем позволит сократить время, необходимое для подготовки рабочего места к проведению испытаний иного блока или прибора и, как следствие, сократить промежуточные издержки.

Работа по проектированию подобных алгоритмов ведется с учетом того, что подобная система должна стать унифицированным средством отработки и проведения испытаний блоков бортовой аппаратуры.

К. И. Кузьмичев

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

ALGORITHMS OF WORK OF AN AUTOMATED WORKPLACE OF ONBOARD EQUIPMENT CHECK

Reviews the work of automated systems of onboard equipment check. Conclusions about the effectiveness of various algorithms to verify the blocks onboard equipment in such systems.

© Кузьмичев К. И., 2010

УДК 608.2

Е. В. Лабецкая

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ

В настоящее время люди все более отдаляются от стандартных методов накопления и все более экспериментируют с инструментами получения дохода. Сейчас уже почти никого не интересуют банковские вклады и депозиты с их низкими процентными ставками, так как есть способы получения дохода, превышающего данный в десятки, а иногда и больше, раз.

Актуальность данной темы не вызывает сомнения, ведь еще пять лет назад о них никто не знал, а сегодня их популярность развивается стремительными темпами, тогда как современных методов составления портфеля инвестиций не так уж много, а их эффективность заставляет задуматься. Ведь максимальный доход можно получить, только правильно делая прогнозы и анализируя рынок, а без специальных средств это сделать весьма затруднительно.

Паевый инвестиционный фонд (ПИФ) – современный инструмент инвестирования, позволяющий пайщикам сохранять и приумножать свои сбережения. Средства пайщиков передаются в доверительное управление управляющей компании (УК). Сам ПИФ юридическим лицом не является и представляет собой инвестиционный портфель, т. е. набор активов (акций, облигаций), купленных на средства пайщиков управляющими.

В процессе формирования инвестиционного портфеля обеспечивается новое инвестиционное качество с заданными характеристиками. Таким образом, инвестиционный портфель выступает как инструмент, посредством которого достигается требуемая доходность при минимальном риске и определенной ликвидности.

Под инвестиционным портфелем понимается целенаправленно сформированная в соответствии с определенной инвестиционной стратегией совокупность вложений в инвестиционные объекты. Исходя из этого основная цель формирования инвестиционного портфеля может быть обозначена, как обеспечение реализации разработанной инвестиционной политики путем подбора наиболее эффективных и надежных инвестиционных вложений.

Чтобы эффективно вести портфель инвестиций, необходимо использовать следующие принципы:

1. Правильно распределить средства по типам активов (на 94 % успех зависит от выбора используемых инвестиционных инструментов: акций крупных компаний, краткосрочных казначейских векселей, долгосрочных облигаций и др.; на 4 % – от выбора конкретных ценных бумаг заданного типа; на 2 % – от оценки момента закупки ценных бумаг).

2. Определить вероятность отклонения прибыли от ожидаемого значения (прогнозируемое значение прибыли можно определить на основе обработки статистических данных о динамике прибыли от инвестиций в эти бумаги в прошлом, а риск – как среднее квадратическое отклонение от ожидаемой прибыли).

3. Варьировать структуру инвестиционного портфеля.

4. Использовать при составлении инвестиционного портфеля вероятностный характер оценки. (Конструирование портфеля в соответствии с требованиями классической теории возможно лишь при наличии ряда факторов: сформировавшегося рынка ценных бумаг, определенного периода его функционирования, статистики рынка и др.) [1].

Рассматривая вопрос о создании портфеля, инвестор должен определить для себя параметры, которыми он будет руководствоваться:

- оптимальный тип портфеля;
- сочетание риска и дохода портфеля и, соответственно, удельный вес портфеля ценных бумаг с различными уровнями риска и дохода;
- первоначальный состав портфеля;
- схема дальнейшего управления портфелем [2].

В теории существуют несколько способов и моделей составления и оценки инвестиционных портфелей:

- метод оптимизации инвестиционного портфеля по модели Г. Марковица;
- метод диверсификации инвестиционного портфеля;
- правило Парето;
- правило Борда;
- оценка инвестиционного портфеля по критерию риска;
- оценки ликвидности инвестиционных объектов по времени трансформации инвестиционного портфеля;
- принципы консервативности и достаточно ликвидности формирования инвестиционного портфеля и др.

Одновременный анализ даже при помощи нескольких методов трудоемок, отнимает множество времени и требует умения оперировать обширными знаниями из различных областей. Данный процесс прогрессивно усложняется при вводе дополнительных параметров и методов анализа. Таким образом, очевидно даже самому умелому и опытному инвестору

очень сложно максимально эффективно сформировать инвестиционный портфель, а тем более сделать это быстро.

Поэтому логически возникает необходимость систематизации знаний в области формирования инвестиционных портфелей в одной информационной прикладной программе, которая бы анализировала наиболее эффективные методы создания инвестиционного портфеля и применяла их на практике в виде ИС, основанной на экспертных оценках. За счет этого значительно бы облегчился процесс выбора стратегии инвестирования.

Библиографические ссылки

1. Попов А. А. Двухкритериальная задача оптимизации инвестиционного портфеля // Менеджмент в России и за рубежом. 2007. № 1.
2. Мищенко А. В. Оптимизационная модель формирования инвестиционного портфеля // Финансовый менеджмент. 2005. № 5.

E. V. Labetskaya

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE AUTOMATED SYSTEM OF THE FORMATION OF INVESTMENT BRIEFCASE

Nowadays people more and more are moving away from the standard methods of accumulation and experiment with income obtaining tools. Bank contributions and deposits with their low interest rates now interest almost in no one since there are the methods of obtaining the income which exceeds into ten, and sometimes even more times – unit investment trust.

© Лабецкая Е. В., 2010

УДК 004.932.2

К. Э. Левтин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ВИЗУАЛЬНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ДЫМА НА ОСНОВЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Описан алгоритм визуального детектирования дыма на видео, основанный на применении вейвлет-преобразования Добеши и морфологической обработки исследуемого изображения, а также на ряде физических особенностей дыма как газообразного вещества.

Раннее обнаружение пожаров на обширных открытых пространствах является на сегодняшний день крайне важной задачей. Необходимо отметить, что помимо природных зон (лес, лесные пожары) также немалое значение имеет детектирование пожаров на техногенных аренах: портовых сооружениях, химических заводах, ТЭЦ, АЭС и пр. Однако раннее визуальное детектирование источника огня в условиях вышеперечисленных областей крайне затруднено в силу относительно малых размеров первоначальной области возгорания, которая в большинстве случаев скрыта посторонними объектами или сооружениями. В то же время дым от пожара становится заметным уже на первых этапах возгорания.

Наилучшие результаты по точности детектирования дыма дают визуальные методы, учитывающие как статические (например, цветовые), так и динамические характеристики исследуемого видеопотока. Огонь и дым принадлежат к явлениям турбулентной природы [3] и, следовательно, обладают рядом характерных свойств. Известно, что частота пламеобразных вспышек при горении составляет приблизительно 10 Гц и мало зависит от его масштабов или вида сгораемого материала. Как результат границы области задымления будут характеризоваться схожими частотными характеристиками, что на практике при обработке кадров исследуемого видео потока будет означать, что пиксель заданного цветового диапазона

может включаться в область с вероятным наличием задымления либо редуцироваться из нее несколько раз на протяжении одной секунды. Анализ частотных характеристик массива элементарных объектов изображения оптимально производится на основе вейвлетов [4].

Разрабатываемый алгоритм обнаружения и сопровождения дыма на видео частично основывается на идеях, описанных в работах [2; 3; 4], и состоит из шести следующих шагов:

1. Вычитание соседних $(n - 1)$ -го и n -го кадров. Поиск движущихся объектов.
2. Текстуриный анализ полученного изображения.
3. Применение вейвлет-преобразования.
4. Морфологическая обработка.
5. Анализ частотных характеристик полученного изображения.
6. Сопоставление областей, найденных на этапе текстурного и частотного анализа.

На первом шаге выделяются движущиеся пиксели на текущем и предыдущем (фоновом) кадре видеопотока простой разницей значений каждого из пикселей по цветовым каналам RGB [1]. На следующем шаге движущиеся пиксели проходят текстуриный анализ по двум характеристикам: во-первых, цветовая гамма исследуемых объектов должна находиться в шкале серого цвета. Это особенно характерно для плотных скоплений дыма [3]. Во-вторых, из-за полупрозрачности области задымления сохраняют общую направленность вектора RGB, характерную для фонового изображения.

Изображение, полученное на первом шаге, поступает на частотный анализ, для чего используется дискретное вейвлет-преобразование Дебоши [4]:

$$w_n(x, y) = |LH_n(x, y)|^2 + |HL_n(x, y)|^2 + |HH_n(x, y)|^2,$$

где n – порядковый номер кадра исследуемого видеопотока, x, y – координаты пикселя, LH, HL, HH – горизонтальный, вертикальный и диагональный коэффициенты изображения соответственно. Применяв данное вейвлет-преобразование к исследуемому изображению, получим его декомпозицию на изображения по горизонтальной, вертикальной и диагональной составляющим.

Полученные изображения-составляющие бинаризованы, и потому для избавления от шумоподобных включений применяется морфологическая обработка. Шумоподавление основано на применении двух базовых морфологических операциях: сужения и расширения.

Для формирования цельной области наилучшим образом подходит операция раскрытия, состоящая из последовательного применения операции сужения, а затем операции расширения.

Последующий частотный анализ основан на расчете энергии движущихся объектов. Для элементарного объекта изображения энергия $e_n(x, y)$ равна $w_n(x, y)$. Изображение стационарных пикселей характеризуется тем, что энергии фонового пикселя $e_{n-1}(x, y)$ и текущего пикселя $e_n(x, y)$ должны быть равны и близки к нулю. Если же пиксель является граничным для области задымления, то будут наблюдаться характерные всплески в разнице значений энергии фонового и текущего пикселей. Это происходит из-за частого перехода такого рода пикселя из области задымления в область фона, и наоборот [3; 4]. Точки изображения, прошедшие контроль частотных характеристик, составляют массив точек полигональной аппроксимации формы области с вероятным наличием дыма.

Пересечение областей, полученных на этапах анализа, с наиболее высокой вероятностью соответствует области задымления и сопровождается на изображении цветовыми маркерами.

Метод визуального детектирования дыма на основе вейвлет-преобразований и морфологического анализа обладает высокой степенью эффективности, поскольку использует для анализа главную отличительную особенность видеопотока – это наличие динамических характеристик искомой области. В настоящее время разрабатывается программная реализация данного алгоритма визуального детектирования дыма.

Библиографические ссылки

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005.
2. Левтин К. Э. Детектирование дыма в видеопотоках на основе вейвлет-преобразования // Решетневские чтения : материалы XIII Междунар. науч. конф. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2009. Ч. 2. С. 514–515.
3. Левтин К. Э. Детектирование дыма в видеопоследовательностях на основе блочного анализа и вейвлет-преобразований // Цифровая обработка сигналов и ее применение : материалы XII Междунар. конф. В 2 т. М., 2010. Т. 2. С. 110–107.
4. Vezzani R., Calderara S. Smoke Detection in Video Surveillance: the Use of ViSOR (Video Surveillance On-line Repository) // EUSIPCO-2005. Poland, 2007. P. 540–543.

K. E. Levitin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

VISUAL SMOKE DETECTION BASED ON WAVELETS AND MORPHOLOGY

An approach that describes the algorithm of smoke detection in a video image based on applying a Daubechies wavelets and morphological operation pre-processing to candidate images and on some especial physical processes of smoke as gaseous substance is described.

© Левтин К. Э., 2010

УДК 669.056.9

О. В. Малышев, А. Ю. Литвинчук

ОАО «Красноярский машиностроительный завод», Россия, Красноярск

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ ЖИДКОСТНО-РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Изложены основные положительные аспекты внедрения производственно-исполнительной системы управления высокотехнологичным производством жидкостно-ракетных двигателей (ЖРД).

Автоматизированная система оперативного управления предназначена для автоматизации процесса оперативного управления высокотехнологичным производством ЖРД, включая автоматизацию оперативного планирования и диспетчеризацию производственных процессов, автоматизацию расчета плановых и фактических затрат производства, автоматизацию процедуры внесения изменений в производственный процесс в условиях реального времени и с учетом текущего состояния производства. Система также предназначена для осуществления эффективной интеграции процесса управления высокотехнологичным производством ЖРД в систему класса ERP.

Основными целями создания и внедрения автоматизированной системы оперативного управления производством являются:

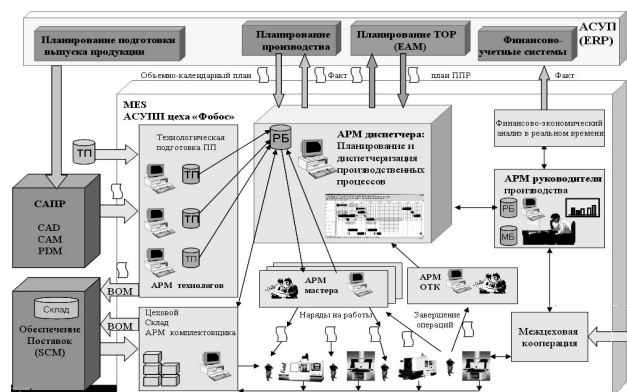
- 1) оптимизация материальных и трудовых затрат на производство ЖРД;
- 2) повышение производительности;
- 3) увеличение коэффициента загрузки оборудования;
- 4) уменьшение объема незавершенного производства;
- 5) снижение объема материально производственных запасов;
- 6) улучшение дисциплины поставок;
- 7) повышение качества изделий;
- 8) обеспечение непрерывного процесса стандартизации вносимых доработок и улучшений и ускорение процесса освоения производства новых и модернизированных изделий;
- 9) модернизация системы управления производством ЖРД и относящихся к производству бизнес-процессов;
- 10) повышение эффективности взаимодействия между руководителями и подразделениями, вовлеченными в производство ЖРД;
- 11) увеличение степени контроля над параметрами и результатами производственного процесса.

Реализация стратегии ФКПР 2006–2015 гг., направленной на создание конкурентных преимуществ и повышение эффективности использования имеющихся ресурсов, каждый день ставит новые вопросы перед руководителями отраслевых предприятий Роскосмоса. Управление основными процессами в современных условиях – задача, требующая максимальной ответственности менеджмента за принимаемые решения. При этом темпы изменений внешних рыночных условий не оставляют много времени для анализа, а факторы, связанные с экономическим и техническим

регулированием предприятий, недостатком инвестиционных средств, износом оборудования, потерями квалифицированного персонала, сокращают возможности оперативного реагирования на изменения рыночной среды.

Традиционно используемым источником информации о бизнес-процессах на предприятии и в цепочке взаимосвязи с предприятиями кооперации являются данные бухгалтерского учета. Однако недостаточная степень их оперативности и детализации, ограниченность ракурса предоставляемой информации не позволяют говорить об эффективности системы управления, основанной на этих данных. В связи с этим построение информационной системы, позволяющей принимать решения на основе оперативных данных по всем подразделениям, участвующим в производстве ЖРД, – необходимость, осознаваемая большинством руководителей предприятий аналогичной продукции. Основное внимание при создании и внедрении таких систем следует уделить реализации следующих ключевых процессов:

- разработка стратегии развития предприятия;
- повышение эффективности продаж ЖРД и сопутствующих услуг;
- эксплуатация ЖРД и наземного оборудования, контроль износа и планирование ремонтных работ;
- бизнес-планирование, бюджетирование и управление движением финансовых потоков;
- управление себестоимостью, обеспечение снижения затрат при сохранении высокого уровня надежности;
- стимулирование сбыта на конкурентном рынке;
- материально-техническое снабжение и управление отношениями с поставщиками.



Структура производственно-исполнительной системы «Фобос»

При реализации проекта по созданию и внедрению производственно-исполнительной системы управления высокотехнологичным производством ЖРД первым этапом работ является разработка структуры проекта и алгоритма оптимального функционального управления производством. Эти фундаментальные вещи ложатся в основу системы, и успех внедрения во многом зависит от того, насколько правильно были учтены все существующие внутрицеховые процессы и возможность их изменения или исключения.

Показательным примером может служить производственно-исполнительная система «Фобос» (см. ри-

сунок). Неоспоримые преимущества системы заключаются в гибкости, которая при минимальных капиталовложениях может быть адаптирована под любое производство. Система легко интегрируется с различными системами класса ERP, SAP R/3, 1C, с системами автоматизированного проектирования технологических процессов. Система «Фобос» является российской разработкой, что дает дополнительные возможности изменения структуры под конкретные задачи производства, а также включения дополнительных модулей интеграции с различными системами.

O. V. Malishev, A. Y. Litvinchuk

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

THE INDUSTRIAL-EXECUTIVE SYSTEM OF THE OPERATIONAL ADMINISTRATION OF HI-TECH MANUFACTURE LRE

The basic positive aspects of introduction of an industrial-executive control system are stated by hi-tech manufacture LRE.

© Малышев О. В., Литвинчук А. Ю., 2010

УДК 629.7

Ю. С. Масленникова, А. А. Порунов

Казанский государственный технический университет имени А. Н. Туполева, Россия, Казань

ЗАДАЧА СТРУКТУРНОГО И ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ ВЕРТОЛЕТА НА ОСНОВЕ СТРУЙНО-КОНВЕКТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Рассматриваются основные проблемы в области измерения воздушной скорости и аэрометрических углов вертолета, анализируются существующие разработки в этой сфере, их достоинства и недостатки, определяется задача структурного и параметрического синтеза системы.

Повышение тактико-технических характеристик современных винтокрылых летательных аппаратов (ВЛА) требует непрерывного совершенствования бортовых средств, позволяющих получать информацию о пилотажных параметрах. Актуальность этой проблемы обусловлена тем, что до настоящего времени большая часть бортовых средств ВЛА заимствована из штатного состава самолетного оборудования, которая не учитывает специфику аэродинамики и режимов полета ВЛА. Поэтому использование этих методов и средств измерения не позволяет измерять воздушную скорость полета вертолета в диапазоне до 70–90 км/ч, а также углы атаки $\alpha \pm (30-60)$ угл. град и скольжения β в диапазоне от ± 180 угл. град.

Известно множество работ по исследованию и разработке систем измерения воздушных сигналов вертолетов (СВС-В). Основными недостатками разрабатываемых СВС-В являются ограниченный диапазон измерения по скорости и направлению, а также недостаточная чувствительность в диапазоне малых скоростей полета, кроме того, не решена задача компенсации погрешностей. Большая часть систем по-

строена на свободно-ориентируемых аэрометрических приемниках (АМП), содержащих подвижные элементы, что снижает надежность и ограничивает ресурс работы системы.

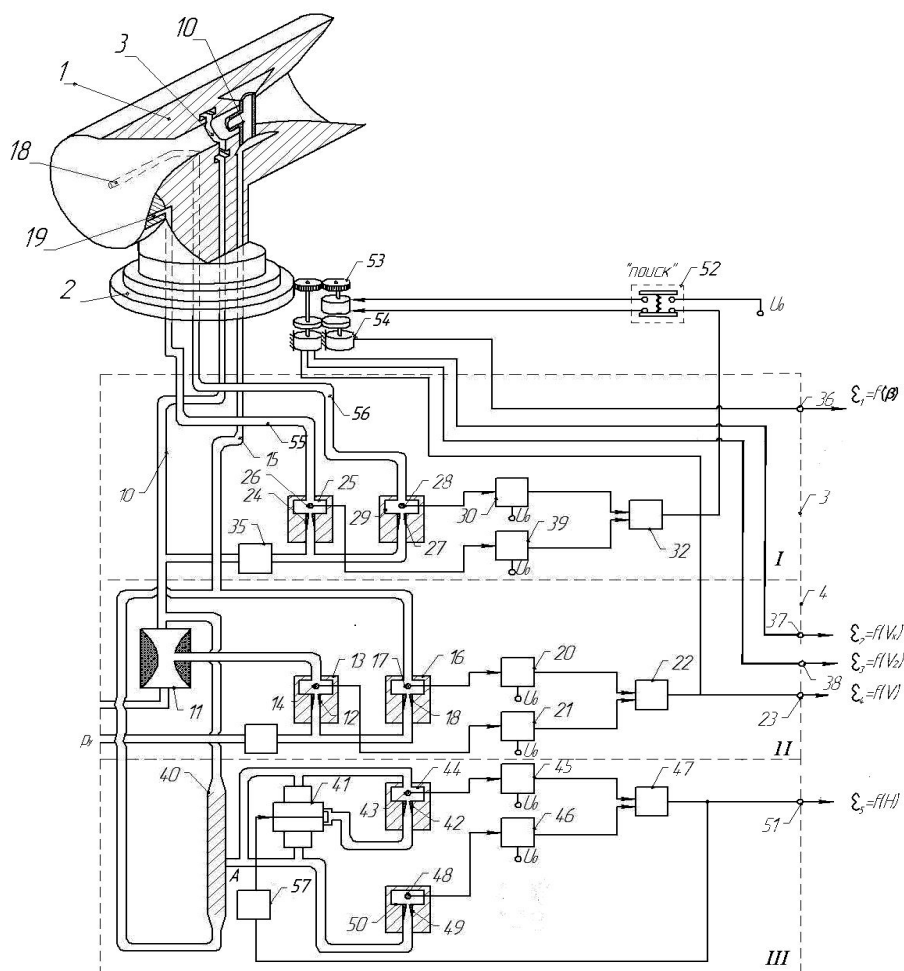
В КГТУ им. А. Н. Туполева на протяжении нескольких лет ведутся интенсивные работы по созданию системы измерения воздушных сигналов вертолета. Один из вариантов системы состоит из трех измерительных каналов: канала скорости, канала угла скольжения, канала барометрической высоты. Одним из главных достоинств этой системы является использование проточного аэрометрического приемника, принудительно-ориентируемого по вектору воздушной скорости, что позволяет расширить функциональные возможности системы, увеличить диапазон измерения в сторону малых скоростей и уменьшить погрешности измерения. Отличительной особенностью этой системы является также отсутствие подвижных элементов, за счет чего и достигается повышение надежности и снижается влияние механических воздействий. К важным достоинствам принципов построения этой системы относятся также использование проточного аэро-

метрического приемника, в котором приемные отверстия по полному и дросселированному давлению вписаны во внутрь проточного канала.

Ключевой задачей при разработке системы (см. рисунок) является решение задачи параметрического синтеза, которая состоит в расширении диапазона измерения в сторону малых скоростей, повышении инвариантности информативных сигналов по полному и статическому давлению и сносам потока и сводится к определению параметров звеньев, входящих в структуру канала.

При решении задачи параметрического синтеза была проведена оптимизация параметров основных каналов на основе метода многокритериальной оптимизации с использованием метода Лагранжа.

Представленный метод параметрического и структурного синтеза может использоваться в построении СВС-В не только для задач аэротриии, но и для определения параметров ветра в авиационной метеорологии, параметров ветрового воздействия на различную специальную технику, причем как наземного, так и надводного базирования.



Функциональная схема трехканальной СВС-В с принудительно ориентируемым аэротриическим преобразователем:

I – канал угла скольжения; II – канал модуля воздушной скорости V и ее составляющих V_x и V_z ; III – канал барометрической высоты

J. S. Maslennikova, A. A. Porunov

Kazan State Technical University named after A. N. Tupolev, Russia, Kazan

THE PROBLEM OF STRUCTURAL AND PARAMETRICAL SYNTHESIS OF HELICOPTER MULTICHANNEL AIR SIGNALS SYSTEM BASED ON THE JET-CONVECTION CONVERTERS BASIS

In the article the basic measurement of air speed and aerometric angles of the helicopter problems are considered, existing development in this sphere, their advantages and disadvantages are analyzed, the problem of structural and parametrical synthesis of system is determined.

© Масленникова Ю. С., Пороунов А. А., 2010

УДК 629.7

Ю. С. Масленникова, Н. А. Порунов, А. А. Порунов

Казанский государственный технический университет имени А. Н. Туполева, Россия, Казань

ЗАДАЧА ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ ВЕРТОЛЕТА НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ В ПАКЕТЕ SIMULINK MATLAB 7.5.0

Рассматриваются основные проблемы в области измерения воздушной скорости и аэрометрических углов вертолета, обосновывается необходимость использования имитационного моделирования при проектировании подобных систем, приводятся результаты моделирования канала измерения скорости и угла скольжения.

Разработка современных систем воздушных сигналов вертолетов (СВС-В) отличается высоким уровнем предъявляемых к ним требований по обеспечению эксплуатационно-функциональных характеристик, и поэтому для сокращения продолжительности этапа проектирования и получения расчетных оценок основных метрологических характеристик необходимо проводить моделирование каждого канала системы.

Исследование процессов измерительного преобразования, осуществляемое в каналах системы воздушных сигналов вертолета (см. рисунок ст. «Задача структурного и параметрического синтеза многоканальной системы измерения воздушных сигналов вертолета на основе струйно-конвективных преобразователей», с. 507), проводятся с помощью имитационного моделирования, результаты которого являются теоретической основой проектирования этих систем с заданными метрологическими характеристиками.

Структурная схема канала измерения скорости, построенная на основе приложения Simulink программы MATLAB7.5.0, представлена на рис. 1. Схему можно разделить на три участка. Первый из них включает преобразователи, в которых в качестве информативных сигналов выступают параметры набегающего на АМП потока воздуха, затем параметры потока воздуха, движущегося по пневматическому тракту, включающему пневмопроводы и сообщающему АМП с анемометрическими модулями. Второй участок включает преобразователь рода энергии информативного сигнала, который выполнен на основе струйно-конвективного преобразователя (СКП), состоящего из анемочувствительных элементов и схем их включения.

Третий участок включает устройства, осуществляющие повышение мощности информативного сигнала (усилитель напряжения и мощности с коэффициентом передачи K_{yc}) с выхода СКП.

Анализ результатов моделирования свидетельствуют о том, что постоянная времени при полной идентичности каналов измерительного преобразования равна 0,38 с. Не менее важной задачей имитационного моделирования канала скорости была оценка

влияния разброса постоянной времени δt струйно-конвективных преобразователей. Анализ переходных процессов позволяет сделать вывод, что разброс постоянной времени в пределах 10 % не оказывает существенного влияния на форму переходного процесса.

Блок-схема канала измерения угла скольжения (рис. 2) построена на основе приложения Simulink программы MATLAB7.5.0.

В рамках приведенного имитационного моделирования канала угла скольжения СВС-В получена оценка чувствительности точностных показателей этого канала к вариациям параметров входящих в него преобразователей, а также эффективности сглаживания скачков входного воздействия типа «порыв ветра» в диапазоне $V = \{5...30\}$ м/с, угла скольжения в диапазоне $\beta = \{0...20\}$ град в процессе измерительного преобразования информативных сигналов в канале.

Исследование реакции выходного сигнала канала угла скольжения свидетельствуют о том, что постоянная времени при скачке по углу скольжения, равном 20 угл. град, близка к значению 1,3 с. Анализ переходных процессов в канале угла скольжения, полученных в результате моделирования, позволяет сделать вывод, что разброс коэффициента преобразования в пределах 10 % не оказывает существенного влияния на форму переходного процесса и постоянную времени канала. Кроме того, статическая погрешность канала измерения угла скольжения во всех случаях не превышает 0,73 угл. рад.

Моделирование каналов СВС-В позволило определить наиболее важные для каждого из каналов СВС-В измерительные преобразователи, сформулировать рекомендации по численным значениям параметров этих преобразователей (коэффициент усиления $K_{yc} = 5\ 300$ и коэффициент передачи $K_s = 0,01$ гибкой обратной связи), оценить динамические свойства каждого из каналов при тестовых воздействиях. Кроме того, было показано, что переходные процессы по каждому каналу имеют аperiodический характер; оценено влияние разброса параметров струйно-конвективного преобразователя.

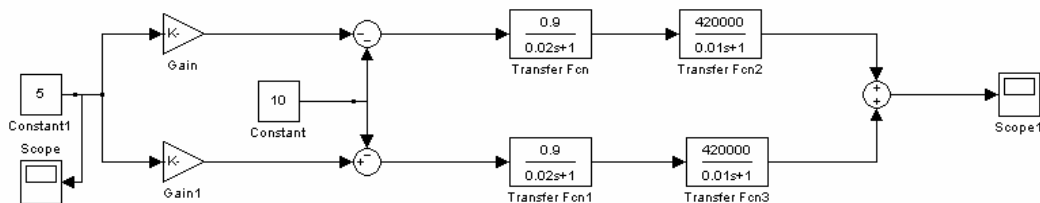


Рис. 1. Блок-схема канала скорости CBC-B в Simulink MATLAB7.5.0

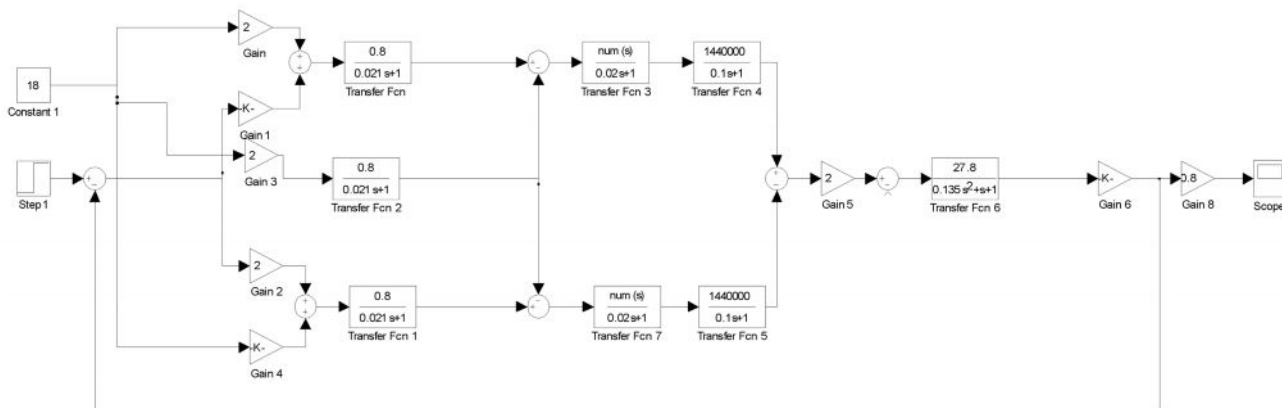


Рис. 2. Блок-схема канала угла скольжения CBC-B в Simulink MATLAB7.5.0

J. S. Maslennikova, N. A. Porunov, A. A. Porunov

Kazan State Technical University named after Tupolev, Russia, Kazan

PARAMETRICAL SYNTHESIS PROBLEM OF MEASURING CHANNELS OF THE HELICOPTER AIR SIGNALS SYSTEM ON THE BASIS OF IMITATING MODEL IN SIMULINK MATLAB 7.5.0

In the article the basic measurement of air speed and aerometric angles of the helicopter problems are considered, necessity of imitating modelling use at designing similar systems is proved, results of the measurement channels of speed and a sliding angle modelling are presented.

© Масленникова Ю. С., Порунов Н. А., Порунов А. А., 2010

УДК 004.932

В. С. Маюров, Р. Р. Кагиров

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

КРОССПЛАТФОРМЕННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Выполнена формальная постановка задачи. Указаны пути ее решения. Описаны существующие методы переноса приложений из операционной системы в другую.

Имеется предприятие, занимающееся торговлей. Используется более 100 персональных компьютеров, расположенных в различных городах Красноярского края. На сервере установлена операционная система Microsoft Windows Server 2003, а на компьютерах персональных пользователей работа ведется с помощью операционных систем Windows и Linux. Для связи между компьютерами используется сеть Интернет. Передача данных от клиента к серверу происходит

через протокол RDP, рабочий стол удален, из-за чего серверная машина не справляется с имеющимся количеством клиентских машин.

Целью работы является разработка приложения, способного работать с различными операционными системами, например Windows и Linux. Приложение постоянно будет дорабатываться и обновляться, у него должен быть общий исходный код, который можно будет использовать в Windows, а также в операционной

системе Linux. Необходимо, чтобы программа ускорила работу сервера посредством уменьшения трафика.

В настоящее время в связи с противостоянием Microsoft и Linux все больше создается кроссплатформенных приложений, которые способны работать в различных операционных системах (ОС). ОС является связующим звеном между аппаратной частью компьютера и выполняемыми программами, а также пользователем.

Для переноса приложения из одной операционной системы в другую можно использовать три метода:

– платформозависимый перенос. В этом случае приходится перерабатывать значительную часть кода приложения для новой операционной системы;

– межплатформенный перенос. Подразумевает создание кода, который будет работоспособным в обеих операционных системах;

– эмулирование среды Windows. Данный метод является наиболее комплексным и дорогостоящим. Однако получившееся приложение для среды Linux будет выглядеть наиболее похожим на переносимое из Windows приложение.

V. S. Mayurov, R. R. Kagirov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

CROSS-PLATFORM APPENDIX FOR THE DISTRIBUTED DATA PROCESSING SYSTEM

A formal statement of the problem is carried out. The ways of its solution are specified. The existing methods of carrying over of appendices from one operating system in another are described.

© Маюров В. С., Кагиров Р. Р., 2010

УДК 681.51

Р. А. Мирзаев, Н. А. Смирнов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ПРОГРАММИРОВАНИЕ КОНТРОЛЛЕРОВ УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Рассмотрены аспекты схемотехники и программирования систем управления шаговыми двигателями. Также был спроектирован контроллер шаговых двигателей.

Современное производство требует широкого применения автоматизированной техники, в том числе и станков с числовым программным обеспечением (ЧПУ). В таком оборудовании часто используются шаговые двигатели, которые позволяют достичь требуемой точности перемещения, не используя обратной связи [1].

В ходе анализа литературы выявлена некоторая последовательность обработки информации. К примеру, преобразование информации и генерация управляющих сигналов для шаговых двигателей станка ЧПУ часто осуществляется по схеме (рис. 1). Причем вариант с использованием порта USB встречается редко.

Хорошим решением преобразования входных сигналов в выходные является использование четырехбитных двунаправленных регистров сдвига на микросхемах КР555ИР11А. Эта схема была дополнена микросхемой логики «НЕ» для того, чтобы она могла работать с форматом сигналов «шаг и направление». Контроллер по данной схеме был создан и успешно работал на прототипе станка с числовым программным обеспечением [2]. Однако для увеличения функциональных возможностей целесообразно использовать микроконтроллеры PIC для преобразования управляющих сигналов.

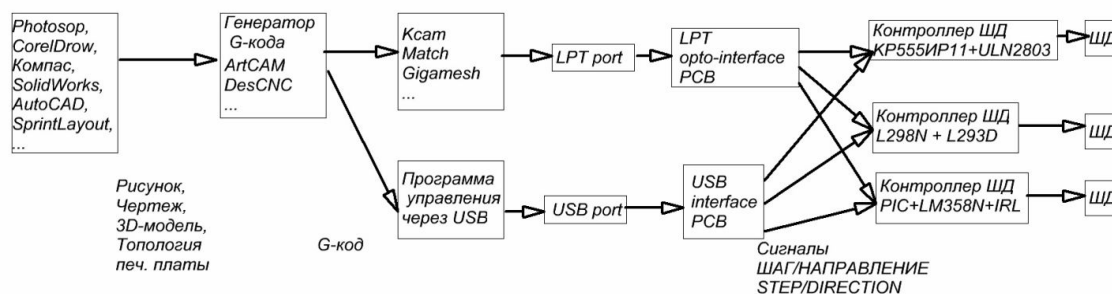


Рис. 1. Генерация, вывод и преобразование управляющих сигналов

Контроллер при этом следует программировать при условии, что начальная версия программы для него будет следующей:

```
while(1)
{
  if(LRA0==0 && PORTA.F0==1) // На входе
  произошло изменение сигнала «ШАГ»
  {
    if(PORTA.F1==0)
    {Phase--; if (Phase==0) Phase=4;} //
    В зависимости от сигнала на входе F1
    if(PORTA.F1==1)
    {Phase++; if (Phase==5) Phase=1;} // двигатель
    вращается по или против часовой стрелки
  }
  LRA0=PORTA.F0;
  switch (Phase){
  case 1:
  PORTB.F7=1;PORTB.F6=0;PORTB.F5=0;
  PORTB.F4=0;break;
  case 2:
  PORTB.F7=0;PORTB.F6=1;PORTB.F5=0;
  PORTB.F4=0;break;
  case 3:
  PORTB.F7=0;PORTB.F6=0;PORTB.F5=1;
  PORTB.F4=0;break;
  case 4:
  PORTB.F7=0;PORTB.F6=0;PORTB.F5=0;
  PORTB.F4=1;
  } // На четырех выходах микроконтроллера
  формируются сигналы к двигателям.
```

Принципиальная схема контроллера шаговых двигателей с использованием полевых транзисторов вместо драйверов ULN и реализацией ШИМ тока фаз приведена на рис. 2 [3].

Результатом работы стала первая рабочая версия контроллера. Следующий этап работы – переход на микроконтроллеры PIC для регулировки тока фаз при помощи ШИМ.

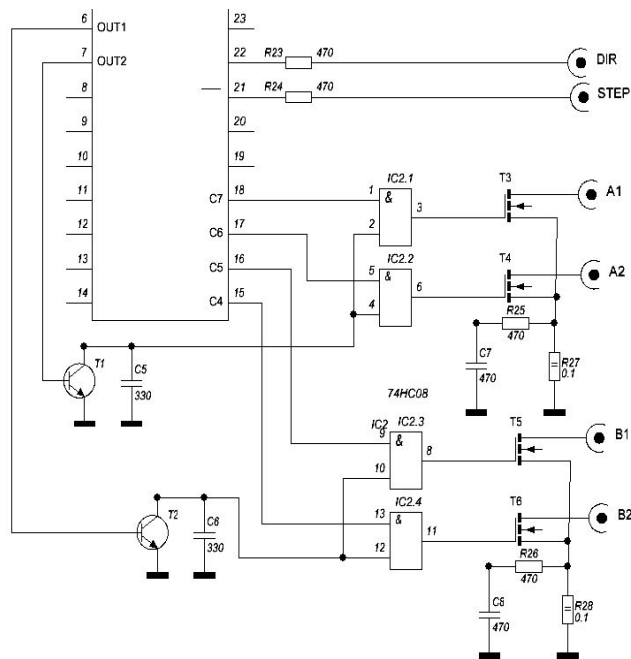


Рис. 2. Контроллер шагового двигателя на базе микроконтроллера PIC

Библиографические ссылки

1. Кенио Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления : пер. с англ. М. : Энергоатомиздат, 1987.
2. Мирзаев Р. А., Смирнов Н. А. Создание управляющей программы для биполярного шагового двигателя // Студент и научно-технический прогресс: Информационные технологии : материалы XLVIII Междунар. науч. студент. конф. Новосибирск : НГТУ, 2010.
3. Микрошаговый контроллер шагового двигателя на базе PIC18F2320 / RoboZone.SU URL: <http://robozone.su/2009/01/07/mikroshagovuyjj-kontroller-shagovogo-dvigatelja-na.html>. (дата обращения: 20.02.2010).

R. A. Mirzaev, N. A. Smirnov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE PROGRAMMING OF STEPPER MOTORS CONTROLLERS

The aspects of circuitry and programming of stepper motors control systems are considered. Also the controller of stepper motors is designed.

© Мирзаев Р. А., Смирнов Н. А., 2010

УДК 004.94

А. А. Николаев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Рассмотрены основные методы построения трехмерных поверхностей. Приведены алгоритмы точечного моделирования и триангуляции Делоне.

Получение трехмерной модели исследуемого участка земли является важной задачей. Модель позволяет проводить исследования и замеры без необходимости непосредственного нахождения на этом участке земли. Также она может применяться и для обычной визуализации, которая может быть использована в играх, в презентациях, в видеоматериалах.

Построение модели рельефа земной поверхности сводится к получению модели поверхности из хаотичного набора точек, полученного лазерным сканером. Рассмотрим два алгоритма построения моделей. Точечное моделирование поверхности является наиболее простым алгоритмом. Для построения модели с помощью данного алгоритма необходимо разбить набор точек на квадратные ячейки таким образом, чтобы получилась сетка. Следовательно, набор точек разбивается на группы. Значение высот в каждой группе точек усредняется. Если в какую-либо из ячеек не попала ни одна из точек набора, значение высоты данной ячейки необходимо интерполировать. На основе полученных данных усредненных высот строится квадратичная сетка. Такая модель является приближенной из-за усреднения значений высот. Качество модели зависит от количества ячеек, но большое количество ячеек образует больше «дыр», которые необходимо интерполировать.

Триангуляция Делоне – это метод получения триангуляционной сетки. Алгоритм позволяет построить трехмерную модель, используя весь набор точек без изменений. Алгоритм заключается в постепенном наращивании треугольников. Для этого необходимо построить первоначальный набор линий. Каждый треугольник образуется путем соединения какой-либо линии и точки, в результате чего можно образовать еще одну или две линии, для которых необходимо найти свою точку, чтобы образовался треугольник. Каждый треугольник должен удовлетворять условию триангуляции Делоне, а именно: в описанную окружность треугольника не должна попадать никакая другая точка набора [1].

Модели, полученные разными методами, можно использовать для различных целей. Таким образом, если для анализа необходима более точная модель, лучше применять метод триангуляции Делоне, а при использовании модели в качестве изображения, можно прибегнуть к точечному построению.

Библиографическая ссылка

1. Скворцов А. В. Триангуляция Делоне и ее применение. Томск : Изд-во Томск. ун-та, 2002.

А. А. Nikolayev

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE BUILDING OF THREE-DIMENSIONAL SURFACES BASED ON THE LASER SCANNING DATA

The main methods of three-dimension surface creation are covered in this paper. The algorithms point-modeling and triangulation Delone are presented.

© Николаев А. А., 2010

УДК 004.658.2

О. В. Пастушенко, Е. Н. Сухарев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КАФЕДРЫ В MYSQL WORKBENCH

Рассмотрено проектирование базы данных для корпоративной информационной системы (КИС) кафедры с помощью среды MySQL Workbench.

Проектируемая база данных (БД) предназначена для работы КИС кафедры. Назначение БД предназначена для хранения информации о сотрудниках кафедры, их трудах, списках программы подготовки, дис-

циплинах, преподаваемых на кафедре, а так же о новостях, касающихся кафедры.

База данных КИС кафедры состоит из следующих сведений:

1. Сотрудники (ИН сотрудника, тип (учебно-вспомогательный персонал, штатный сотрудник, работа по совместительству), степень, звание, должность, фамилия, имя, отчество, дата рождения, контакты, описание).

2. Хронология работы сотрудника (ИН сотрудника, дата, события).

3. Труды (ИН труда, название труда, год написания, ISBN).

4. Авторы (ИН автора, фамилия, имя, отчество).

5. Труды-авторы (ИН труда, ИН автора, ИН сотрудника)

6. Издательство (ИН труда, название издательства, город).

7. Дисциплина (ИН сотрудника, название дисциплины, описание дисциплины).

8. Список программ подготовки (ИН программы подготовки, название программы подготовки (бакалавриат, магистратура, аспирантура, дополнительное образование).

9. Направление (ИН программы подготовки, код направления, название направления)

Структура БД КИС кафедры спроектирована в среде MySQL Workbench (см. рисунок).

MySQL Workbench – это инструмент для визуального проектирования БД, интегрирующий проектиро-

вание, моделирование, создание и эксплуатацию базы данных в единое окружение для системы БД MySQL.

MySQL Workbench реализует три основных функциональных направления.

1. SQL разработка:

– создание и управление подключением к серверам БД, настройка параметров соединения;

– выполнение SQL запросов на соединения с базой данных с помощью встроенного SQL редактора.

2. Моделирование данных:

– изображение модели базы данных в графическом виде;

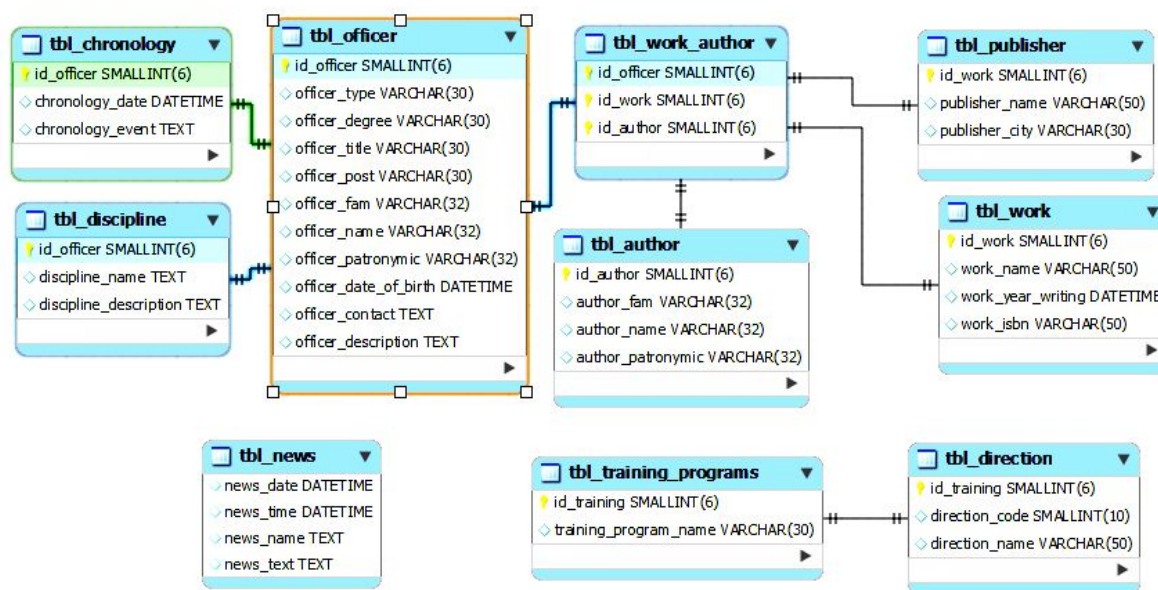
– установление связей между таблицами, в том числе «многие ко многим»; создание таблицы связей;

– восстановление структуры таблиц из уже существующей на сервере базы данных;

– редактирование данных в таблице в визуальном режиме.

3. Администрирование сервера баз данных MySQL.

Таким образом, спроектированная с помощью MySQL Workbench структура БД корпоративной информационной системы кафедры обладает необходимой полнотой, может расширяться при отсутствии избыточности.



База данных КИС кафедры

O. V. Pastushenko, Ye. N. Sukharev

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

DESIGNING DATABASE OF THE UNIVERSITY DEPARTMENT CORPORATE INFORMATION SYSTEM IN MYSQL WORKBENCH

Designing of the database of the university department corporate information system (CIS) by means MySQL Workbench is considered in this article.

© Пастушенко О. В., Сухарев Е. Н., 2010

А. В. Пичкалев

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

НАЗЕМНЫЙ ОТЛАДОЧНЫЙ КОМПЛЕКС БОРТОВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Современная радиоэлектронная аппаратура (РЭА) на базе программируемых логических инженерных схем (ПЛИС), микроконтроллеров, встроенных вычислительных модулей требует специальных средств отладки, так как в ее состав вводится дополнительная нематериальная составляющая – программное обеспечение (ПО). Наземный отладочный комплекс (НОК) позволяет обрабатывать ПО без использования реальных технических средств, это не только ускоряет процесс отработки испытаний ПО, но и позволяет имитировать различные нештатные ситуации работы бортовой РЭА (в том числе для исследования всевозможных отказов).

В настоящее время интенсивность изготовления аппаратуры современных КА исключительно высока, поэтому обеспечение отработки функциональной логики и разработанного ПО для РЭА на более ранних этапах является крайне важным. При этом следует иметь в виду то, что при испытаниях приборов в цехе-изготовителе реально обрабатывается только штатный вариант функционирования ПО. Комплексные испытания на имитаторе изделия также не дают всей полноты проверки. Только специальная отработка испытаний ПО на базе реализованных математических моделей функциональных блоков, интерфейсных модулей сопряжения (ИМС) и приборов, обеспечивающая проверку всех предполагаемых ситуаций, способна гарантировать отработку максимума всех возможных вариантов, в том числе и проводить анализ поведения бортовой РЭА в различных аварийных ситуациях в процессе эксплуатации космических аппаратов (КА).

Для проведения программных отладочных испытаний (ПОИ) разрабатывается унифицированный НОК на базе лабораторного отладочного комплекса (ЛОК) РЭА, который был создан в отделе проектирования и испытаний ОАО «ИСС» с целью обеспечения на этапе лабораторных отладочных испытаний (ЛОИ) проведения проверки и отработки функционирования вновь спроектированной аппаратуры [1].

Аппаратура ЛОК РЭА имитирует входные сигналы, поступающие на процессор бортовой аппаратуры, и регистрирует выходные сигналы, эмулируя работу приборов в составе КА. Обработка ПО без использования реальных технических средств позволяет имитировать различные ситуации без изменения аппаратного состава схемы отладочных испытаний и исключая риск выхода из строя аппаратных средств ЛОК и самой РЭА.

Разработка специальных программ испытаний ПО на эмуляторах позволяет проверить все предполагаемые ситуации, возможные во время штатной работы приборов в составе КА. Результаты исследования работы ПО при имитации различных нештатных ситуаций можно использовать для объяснения работы бортовой РЭА в летных условиях, когда аппаратура недоступна.

Все эмуляторы представляют собой специально разработанные программно-технические устройства, образующие единый аппаратно-программный комплекс динамической отработки ПО РЭА в реальном времени. Обработка ПО осуществляется на технологическом процессоре, выполненном по штатной документации. Аппаратура ЛОК РЭА моделирует внешнюю среду под управлением ПО НОК.

Так, например, эмуляция канала управления ИМС и обмена данными процессора с моделями их функционирования идет на основе программирования ПЛИС с помощью пакета LabVIEW FPGA. В библиотеку LabVIEW FPGA Module встраивается функционирующий по алгоритму универсальной модели ИМС проект, который разработан в схемотехническом редакторе XILINX. Дальнейшее программирование ПЛИС осуществляется через LabVIEW FPGA Module как обычно.

Реализация НОК возможна также с эмуляцией канала управления и обмена данными на основе высокоскоростных TTL-регистров ввода-вывода под управлением операционной системы реального времени по алгоритму универсальной модели ИМС.

Автономная отработка ПО на эмуляторах обязательно нуждается в комплексной проверке на реальной аппаратуре. Для поиска неисправностей и дефектов на этапах конструкторско-доводочных и предъявительских испытаний (особенно эта проблема обостряется в случае отсутствия этапа ЛОИ для типовой РЭА) в цехе-изготовителе бортовой РЭА необходимо наличие оборудования, аналогичного ЛОК РЭА: мобильное, легко переконфигурируемое и перепрограммируемое, универсальное и простое в обращении, но при этом удовлетворяющее цеховым стандартам по эксплуатации испытательного оборудования.

Таким оборудованием может быть автоматизированный мобильный испытательный комплекс (АМИК) [2] – программно-совместимая с ЛОК аппаратура в стандарте Compaq PCI/PCI, на базе которой быстро собирается требуемое рабочее место испытаний, использующее отработанные на ЛОК программы испытаний.

Отработанное на НОК бортовое ПО может быть проверено в любой его части на реальной аппаратуре,

подключенной к АМИК, что позволит обеспечить максимально возможную наземную экспериментальную обработку бортовой РЭА.

Библиографические ссылки

1. Пичкалев А. В. Испытания радиоэлектронной аппаратуры на лабораторном отработочном комплексе // Решетневские чтения : материалы XII Междунар.

науч. конф. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2008. С. 158–159.

2. Пичкалев А. В. Создание автоматизированного мобильного испытательного комплекса для цеховых испытаний программно-управляемой радиоэлектронной аппаратуры // Решетневские чтения : материалы XIII Междунар. науч. конф. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2009. С. 528–529.

A. V. Pichkalev

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

THE TERRESTRIAL DEBUGGING COMPLEX FOR ON-BOARD RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT

The modern radio-electronic equipment (REE) with the FPGA, microcontrollers, computing modules etc. demands special debug after the introduction additional non-material making – the software – into its structure. The terrestrial debugging complex enables to fulfill this software without the use of real technical means. It does not only accelerate the process of the debugging tests for software, but also enables to simulate various situations of work on-board REE for research of every possible refusals.

© Пичкалев А. В., 2010

УДК 004.724

И. В. Потуремский, Д. А. Бородавкин

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

АЛГОРИТМ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ СЕТИ ETHERNET

Предложен алгоритм, позволяющий получить варианты организации дополнительных каналов передачи данных, оптимальных с точки зрения заданных параметров для распределения нагрузок между сегментами сети Ethernet с учетом характеристик отказоустойчивости.

Современные приложения и протоколы передачи данных повышают требования к пропускной способности и отказоустойчивости систем передачи данных. В результате системы передачи данных, построенные более 3 лет назад зачастую не справляются с повышенными нагрузками, что ведет к снижению скорости передачи информации и увеличению временных затрат при решении производственных задач.

В данной работе предложен алгоритм, с использованием которого возможно организовать дополнительные каналы передачи данных, обеспечивающие решение задачи снижения нагрузок и обеспечение связности сети Ethernet в случае отказа центрального узла системы.

Алгоритм делится на следующие этапы: выявление загруженных каналов, анализ потоков трафика, оптимизация структуры сети Ethernet.

Исходная вычислительная сеть представляется в виде графа G , где вершинами являются коммутационные узлы, дугами – каналы передачи данных [1]. С коммутационных узлов необходимые для расчетов

данные могут быть получены с помощью протокола SNMP [2].

При контроле загрузки каналов, нас интересует множество M , сформулированное в отношении устойчивых высоких нагрузок. Для этого определим порог высоких нагрузок – E , который используем для выявления наиболее загруженных каналов:

$$M = \{j : \sum F_{ij} > E\},$$

где F_{ij} – интенсивность потока трафика от i -го канала к j -му.

Множество M ранжируется на основании экспертных оценок в зависимости от уровня нагрузок и от их продолжительности. По аналогии формируются множества для потоков данных на каждом коммутационном узле.

В ходе работы алгоритма каналы передачи данных множества M разделяются на группы, у которых общая нагрузка превышает порог E в одни и те же промежутки времени. Для каждого элемента множества M выбирается наиболее интенсивный поток, который

выделяется в отдельный виртуальный канал, представляющий собой дугу графа G . Если существует поток данных, который может быть использован для разгрузки рассматриваемого канала и проходит через канал передачи данных в текущей временной группе, для которого в ходе работы алгоритма уже выделен виртуальный канал и выполняется условие:

$$L - L_{\text{вирт}} < E,$$

где L – нагрузка рассматриваемого канала; $L_{\text{вирт}}$ – нагрузка виртуального канала, то перестраиваем виртуальный канал следующим образом: изменяем узел-получатель виртуального канала на узел, являющийся получателем для рассматриваемого канала. Это будет равносильно переносу значения загрузки для рассматриваемого виртуального канала в элемент матрицы смежности графа G с индексами (x, i) , где i – номер канала, разгружаемого на текущем шаге алгоритма, x – узел источник для виртуального канала. Таким образом, мы учитываем влияние потока данных на несколько смежных каналов в пределах одной временной группы.

Расчет показателей отказоустойчивости производится при наличии нескольких вариантов по организации дополнительных линий связи, обеспечивающих снижение загрузки рассматриваемого канала. На каждом шаге алгоритма, когда имеется n альтернативных вариантов организации дополнительных каналов связи, производится перебор всех вариантов. Для каждого варианта оцениваются следующие показатели:

- связность сети в случае отказа центрального узла;
- перегрузки при перераспределении трафика, проходящего через центральный узел по каналам связи;
- в случае отсутствия связности – возможность обеспечения полной связности за счет выделения еще одного виртуального канала – «перемычки».

Из всех вариантов выбираем канал с номером j , для которого выполняются следующее условие:

$$j : x_j = \max_i (e_1 y_{1i} + e_2 y_{2i} + \dots + e_n y_{ni}),$$

где y_{ki} – значение k -й характеристики для i -го потенциального виртуального канала; e_k – заданный экспериментом коэффициент оценки k -й характеристики.

Как описано выше, в качестве характеристик используем показатели разгрузки рассматриваемого канала, связности для графа G и перегрузки линий связи при перераспределении трафика в ходе моделирования отказа центрального узла.

На втором и каждом последующем шаге используем дополнительную характеристику для оценки виртуального канала в случае, если канал может употребляться как «перемычка».

На последнем шаге, в случае отсутствия связности, выделяем в виртуальный канал «перемычку» с наибольшим значением загрузки канала, с которой будет перенесен поток:

$$p_{\text{max}} : p_{\text{max}} \in P, L(p_{\text{max}}) = \max_k L(p_k),$$

где $L(p_k)$ – значение загрузки для потока, проходящего через k -ю «перемычку».

Таким образом, алгоритм позволяет сформировать список виртуальных каналов, реализовав которые можно получить оптимизированную структуру сети Ethernet, как с точки зрения загруженности линий связи, так и с учетом ряда характеристик отказоустойчивости системы в целом.

Библиографические ссылки

1. Харари Ф. Теория графов. 2-е изд. М. : Едиториал УРСС, 2003.
2. Потуремский И. В. Система анализа и мониторинга загрузки сегментов локальной вычислительной сети / Вестник НИИ СУВПТ. Красноярск : НИИ СУВПТ, 2008. Вып. 26. С. 98–105.

I. V. Poturemskiy, D. A. Borodavkin

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

THE ALGORITHM OF FINDING THE OPTIMAL SOLUTIONS TO ADDITIONAL DATA CHANNELS ORGANIZATION TASK TO PROVIDE FAILOVER ETHERNET COMPUTER NETWORK

The paper offers an algorithm to obtain variations of additional data channels, optimum in terms of defined parameters for the reapportionment of loads between the segments of the Ethernet network considering the characteristics of failover.

© Потуремский И. В., Бородавкин Д. А., 2010

УДК 629.78.051:681.3

В. В. Прудков, А. В. Пичкалев

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск**РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
АВТОНОМНОЙ ОТРАБОТКИ ПОДСИСТЕМ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Описаны результаты разработки и применения программного обеспечения рабочего места автономной отработки подсистем блока управления перспективных космических аппаратов (КА).

Современная радиоэлектронная аппаратура (РЭА) на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), микроконтроллеров, встроенных вычислительных модулей и так далее требует специальных средств отладки. Разработка РЭА организуется как постоянное взаимодействие разработчика ПО и разработчика схем. Гибко организованное оборудование, дающее возможность в любой момент времени проводить быструю перекомпоновку испытательной аппаратуры и интересующие эксперименты, позволяет проводить работы по отладке РЭА оптимальным образом.

РЭА со встроенным вычислителем, таким как центральный процессорный модуль (ЦПМ), применяемый в блоках управления ОАО «ИСС», обладает специфическими особенностями процесса испытаний, присущими процессу разработки программного продукта. Упор делается на системотехнические решения. Упрощается схема и конструкция, но усложняется архитектура прибора, так как в его состав вводится дополнительная нематериальная составляющая – программное обеспечение (ПО). Необходимо обеспечить разработчикам – схемотехнику–конструктору–программисту – особые условия отладки и быстрое изменение ПО испытаний.

Сейчас срок активного существования космических аппаратов составляет 10–15 лет. Одной из задач сохранения срока действия КА является верификация логики функционирования бортовой РЭА, одним из этапов – верификация логики функционирования интерфейсных модулей сопряжения (ИМС), ее составляющих. В ходе проведения этого этапа должны быть подтверждены заложенные схемы и технические решения на соответствие техническому заданию (ТЗ). Данный этап относится к лабораторно-отрабочным испытаниям ИМС и заключается в выявлении ошибок при их проектировании, изготовлении, а также в проектах ПЛИС ИМС.

Для реализации поставленных задач в отделе проектирования и разработки бортовой РЭА было создано рабочее место (РМ) на базе лабораторного отработочного комплекса [1], для которого потребовалось написать унифицированное ПО, позволяющее обеспечить гибкую и полную проверку всех логических функций.

В ходе разработки ПО учитывались все возможные варианты проверок как на допустимые значения,

так и возможность задания различных вариантов возникновения исключительных ситуаций [2; 3]. Данное ПО дорабатывалось на начальных стадиях автономной отработки ИМС с целью его усовершенствования и учета пожеланий разработчиков ИМС, которые руководили испытаниями.

Применение объектно-ориентированного языка программирования C++ Builder 6.0 в сочетании с грамотно выстроенным и оптимизированным кодом позволило создать ПО, имеющее минимальные требования к ПК: не ниже Pentium II, 128Мб ОЗУ, 40Мб HDD, что, в свою очередь, позволяет устанавливать его на любой современный компьютер.

В процессе испытаний созданное программное обеспечение выполняет следующие функции:

- автоматизирует процедуру генерации тестов;
- автоматизирует процедуру выдачи единичных команд с их последующим анализом, для любого ИМС;
- сокращает время, затрачиваемое на отработку конкретного ИМС, с нескольких недель до 1–2 рабочих дней;
- одновременно обрабатывает до 8-ми ИМС, подключенных к ЦПМ, в составе рабочего места;
- использует любой комплект ЦПМ с любым комплектом ИМС;
- обрабатывает нештатные ситуации путем их имитации;
- использует РМ на любом этапе испытаний РЭА благодаря гибкости и универсальности.

В настоящее время были проверены ИМС блока управления космического аппарата «Глонасс-К», «Луч-5», «Амос-5» и была подтверждена их надежность. Разработанное ПО для данного рабочего места доказало свою универсальность и простоту в использовании.

Структура и алгоритм разработанного ПО могут быть применены для создания ПО отработки РЭА со встроенным вычислителем, имеющей мультиплексный канал обмена.

Библиографические ссылки

1. Пичкалев А. В. Испытания радиоэлектронной аппаратуры на лабораторном отработочном комплексе // Решетневские чтения : материалы XII Междунар. науч. конф. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2008. С. 158–159.

2. Прудков В. В., Крат М. В. Программное обеспечение автономной обработки интерфейсных модулей сопряжения блока управления перспективных космических аппаратов // Решетневские чтения : материалы XII Междунар. науч. конф. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2008. С. 355–356.

3. Прудков В. В. Особенности построения программного обеспечения автономной обработки подсистем блока управления перспективных КА // Решетневские чтения : материалы XIII Междунар. науч. конф. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2009. С. 531–532.

V. V. Prudkov, A. V. Pichkalev

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

THE RESULTS OF THE SOFTWARE DEVELOPMENT OF INDEPENDENT WORKING OFF OF SUBSYSTEMS OF THE PERSPECTIVE SPACE VEHICLES CONTROL BLOCK

The results of the development and application of workplace software of independent working off of subsystems of the perspective space vehicles control block is described.

© Прудков В. В., Пичкалев А. В., 2010

УДК 004.932.4

А. Л. Русаков

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВИДЕО МЕТОДОМ СВЕРХРАЗРЕШЕНИЯ

Рассмотрен алгоритм сверхразрешения для улучшения качества видео; основные сложности реализации алгоритма. Приведен обзор ряда методов вычисления оптического потока.

В настоящее время существует необходимость получения качественного изображения объекта наблюдения (предмета обстановки, лица человека, номера машины) в более высоком разрешении. Видеосъемка в условиях плохой освещенности, съемка дешевой камерой, неправильный баланс белого цвета и тому подобные нюансы в той или иной степени влияют на качество исходного видеоматериала.

Процесс восстановления изображения высокого разрешения, состоящего из нескольких изображений одного и того же объекта, называют сверхразрешением. Общую модель сверхразрешения можно описать следующим образом: изображения низкого разрешения являются результатом проекции исходного изображения высокого разрешения, сопровождаемого изменением размера (sampling) и процессами ухудшения качества (например, размытие, квантование), вызванными несовершенством оптических систем, средств получения изображений (фото- и видеокамеры) и алгоритмов сжатия.

Получение изображения низкого разрешения состоит из следующих шагов:

- геометрического преобразования;
- изменения разрешения изображения (наличие этого этапа отличает алгоритмы сверхразрешения от алгоритмов восстановления изображений);
- размытия изображения (применения фильтров);
- добавления шума.

Таким образом, для получения изображения высокого разрешения необходимо устранить искажения на каждом 4-ом шаге, следуя в обратном порядке. Помимо устранения шума, можно также поднять насыщенность цвета, осветлить слишком темное изображение и др.

Практическая реализация сопряжена с решением множества технических проблем, одной из которых исходя из описания модели является следующая: изображения низкого разрешения должны слабо отличаться друг от друга (в случае изображения одного объекта, не изменяющегося со временем, это условие почти всегда выполняется). Однако, если рассмотреть возможность практического применения методов сверхразрешения в системах видеонаблюдения, становится очевидно, что видеоданные, как правило, отображают одновременное, не упорядоченное движение множества объектов и не пригодны для использования без предварительной обработки, позволяющей свести задачу получения изображения высокого разрешения из видеоданных к задаче получения изображения высокого разрешения из набора изображений более низкого разрешения (то есть к стандартной задаче сверхразрешения). Для этого предлагается использовать алгоритм поиска характеристических точек (так называемых «углов Харриса»), а также алгоритм отслеживания движения между соседними кадрами.

На сегодняшний день существует несколько основных методов вычисления движения на соседних кадрах (вычисления оптического потока):

- метод Лукаса-Канаде;
- метод Хорна-Шунка;
- метод вычисления оптического потока для группы пикселей (блоков).

Последние два метода вычисляют так называемый «плотный поток», т. е. для каждого пикселя изображения (или блока) находят вектор движения (смещение или переход элемента во втором кадре относительно первого). Однако на практике не для всех элементов можно вычислить плотный оптический поток (например, если рассматривать движение белого листа бумаги: во втором кадре многие белые пиксели останутся белыми, изменения будут заметны только на краях листа, расположенного перпендикулярно направлению движения). По этой причине методы, вычисляющие плотный оптический поток, должны включать методы интерполяции для вычисления потока в сложных ситуациях, что негативно сказывается на производительности метода в целом. Альтернативой «плотному потоку» является «разреженный поток» – методы, отслеживающие движение не всех элементов изображения, а лишь некоторого набора точек, обладающих определенными свойствами, однако результатом будет относительно надежное и достоверное вычисление смещения объекта. В качестве основного метода для отслеживания движения

применяется метод Лукаса-Канаде – типичный метод вычисления «разреженного потока».

Таким образом, алгоритм сверхразрешения для видеопоследовательности может быть разбит на несколько этапов:

- 1) работа с каждым кадром в отдельности (устранение шума, цветовая коррекция и т. д.);
- 2) работа с последовательностью кадров (поиск характерных точек и вычисление оптического потока);
- 3) анализ текущего и соседних кадров для получения более детальной информации;
- 4) накопление кадров;
- 5) непосредственно увеличение разрешения видео.

Основным режимом работы алгоритма является повышение разрешения несжатого видео или получение отдельных снимков необходимой части видеопоследовательности в режиме реального времени. Непосредственно после запроса алгоритм переходит в режим накопления и предварительных вычислений. Эти вычисления могут проводиться не в режиме реального времени. Затем алгоритм переходит в режим работы в реальном времени: при появлении каждого следующего кадра изменения учитываются в результирующем изображении повышенного разрешения. Результатом работы алгоритма является видеопоследовательность повышенного разрешения, причем частота кадров равна частоте кадров изначального видеопотока.

A. L. Rusakov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE VIDEO QUALITY IMPROVEMENT WITH THE HELP OF THE SUPER-RESOLUTION METHOD

The algorithm of the super-resolution for video quality improvement is considered. The basic complexities algorithm realization are considered. The review of some methods of calculation of an optical stream is presented.

© Русаков А. Л., 2010

УДК 519.876.2

Т. Р. Садыков

ООО «Научно-производственное объединение „ОптимИнформ“», Россия, Уфа

НЕОБХОДИМОСТЬ ЕДИНООБРАЗНОГО ПОДХОДА К ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ЖЕСТОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКО-МАШИНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ

Рассматриваются современные проблемы средств ввода информации и управления в человеко-машинных интерфейсах жестами. Кроме того, затронута сама проблема взаимодействия жестами. В результате определен набор параметров для эффективного моделирования систем ввода информации.

Для начала рассмотрим объективно проблему управления оператором интерфейса. Не все мышцы человека анатомически предназначены для частых (например, сердце и пальцы) периодических сокращений в силу их строения, веса или длины.

Таким образом, необходимо найти предметные области, в которых управление жестами – наиболее

эффективно с учетом всех условий среды. Для этого необходимо определить критерии эффективности для устройств ввода в самом общем случае – как средств информационного обмена (или ввода команд) в человеко-машинных интерфейсах. Беглый анализ различных источников не дал результатов. Следовательно, для решения данной задачи необходимо описать и по-

строить математическую модель, описывающую устройства ввода, оператора и их взаимодействие. Тогда адекватность применения будет определяться путем решения системы уравнений. Это позволит определить эффективность как существующих средств ввода информации, так и будущих, и их «слабые места».

В первую очередь нужно понятийный аппарат для описания задачи и ее решения, а также переменные. Кроме того, необходимо исключить все производные переменные, так как некоторые включены конкретно для задач распознавания образов.

Дадим объяснения понятиям и терминам:

1. Интеллектуальный комплекс – центральное понятие, включающее все прямые (клавиатура, джойстик) и косвенные (звук, видеокамера) средства ввода информации и управляющих воздействий на интеллектуальный объект или их систему.

2. Объект управления (ОУ).

3. Оператор интеллектуального комплекса (ОИК или оператор ИК).

4. Контроллер (К) – собственно устройство или метод ввода оператором ИК в ОУ.

5. Аналитическая система – в общем случае драйвер или алгоритм, анализирующий действия К и преобразующий их в команды, понятные ОУ. Например, обработка нажатия на клавишу или распознавание голоса или жеста.

Охарактеризуем переменные:

1. Максимально информативная степень свободы ОИК – дискретная, интегральная, количественная характеристики, вычисляемые сложением степеней свободы, области действия и их максимально возможным количеством сочетаний.

2. Максимально необходимая интенсивность взаимодействия с ОУ – количество команд в единицу времени, необходимое для поддержания связи с АС.

3. Минимально необходимая интенсивность взаимодействия с ОУ – количество команд в единицу вре-

мени, необходимое для поддержания работоспособности ОУ.

4. Минимально достаточный объем информации в единицу времени – минимально необходимое количество действий для формирования команды контроллером.

5. Атомарный предел ОУ – минимально адекватный набор команд, необходимый для эффективного взаимодействия системой. Атомарный – потому что все команды могут быть разбиты до минимальных единиц (как в азбуке морзе) или 0 и 1 (а атом – на электрон протон и т. д.). Например: а) для телевизионного пульта – (цифры от 0 до 9) + (канал вверх/вниз) + (громче/тише) + меню; б) для мыши – (вверх/вниз) + (влево/вправо) + (3 кнопки).

6. Информативность (достаточность) контроллера – количество информации, передаваемое контроллером за единицу времени. Например: а) для клавиатуры – максимум 3 кнопки (теоретически все); б) для мыши – X, Y и кнопка.

7. Плоскость действия контроллера – минимально/максимально допустимые смещения в плоскости, воспринимаемые К. Вероятно, они нужны только для задач распознавания образов. Например, пять пальцев левой руки, ладонь которой повернута к стандартной вебкамере (с обычной оптикой и матрицей), будут в большинстве случаев восприниматься в качестве алгоритма (все будет зависеть от освещения) так же, как пять пальцев правой руки, обращенной к камере тыльной стороной. А на распознавание звука будет влиять расстояние и окружение.

8. Обратная связь – возможность системой или контроллером передавать информацию оператору ИК. Например – сигнал NumLock, вибрация мыши или руля, визуальное определение положения своей руки человеком.

На основе представленных понятий, терминов и переменных формируется математическая модель устройства ввода.

T. R. Sadykov

Research-and-production association «OptimaInform», Russia, Ufa

THE NECESSITY OF A UNIFORM APPROACH TO THE PROBLEM OF GESTURE RECOGNITION IN ORDER TO CONTROL THE HUMAN MACHINE INTERFACE

The paper deals with contemporary issues of data input and management of human-machine interface by gestures. Besides, a problem of gestures interaction is touched upon. As a result, a set of parameters for efficient simulation of systems to information input is defined.

© Садыков Т. Р., 2010

К. В. Сафонов, Д. В. Личаргин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

А. А. Калинин

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ИЗ ТЕКСТА С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫХ ЗАПРОСОВ

Описываются некоторые принципы работы синтаксического анализатора для обработки запросов на естественном языке в поисковых системах. Рассматриваются некоторые принципы анализа естественного языка и предлагается использовать табличные запросы при работе с поисковыми системами.

В работе рассматривается проблема представления информации, а именно текста на естественном языке для запросов поисковых систем. Объектом исследования является мультииерархическая система естественного языка (ЕЯ). Рассмотрим некоторые из возможных реализаций алгоритма поиска строки S_i в тексте S тематики T .

1. Текст рассматривается как множество слов W , разделенных пробелами, над которыми может распознаваться множество пар, троек, четверок и так далее слов вида $D(W_1) + D(W_2) + D(W_3) + \dots$, где функция D от аргумента W_i в виде стандартной словоформы возвращает значение в виде множества производных словоформ (морфологических дериват). $D(\text{«слон»}) = \{\text{«слона»}, \text{«слону»}, \text{«слоном»}, \dots\}$. Данные значения могут объединяться в группу фразеологизма: $D(W_1) + \dots + F[D(W_i) + \dots + D(W_j)] + D(W_k) \dots$. После обнаружения некоторого множества вхождений различных вариантов искомого слова в строку S_i текста S осуществляется выборка множества упоминаний слова W_i в тексте S . Например, {«слон живет», «говорить о слоне», «большой слон»}. Большинство таких упоминаний могут быть иррелевантны запросу.

2. В менее тривиальном случае имеется строка слов для запроса в виде $D(W_1) + D(W_2), \dots, D(W_p)$.

3. В еще более сложном случае можно задать формулу поиска с особым синтаксисом с использованием символов конкатенации, конъюнкции, дизъюнкции и др.

4. Можно предложить также использовать набор подстановочных таблиц как выборки из реляционной базы данных понятийного пространства естественного языка, например, описанного в работе [1]. Например, таблица запроса, предлагаемая поисковой системой, может иметь вид [{таким образом, в связи с этим, при этом, ...} + {животное{слон, кошка, собака}, мифическое существо{дракон, кентавр, ...}} + {может, должен, хочет, любит, ...} + {есть, поедать, А{рвать, щипать, глотать, искать, ...}, В{охотиться на, рвать, преследовать, ...}} + {А{трава, яблоки, бананы, ...}, В{мышь, овцы, ...}}]. Выборка из такой таблицы может иметь вид [{слон, слониха, слоненок, индийский слон, африканский слон, ...} + {обожают, любят, предпочитают} | {часто, обычно} | {много} + {есть, жевать, уплетать, ...} + ЗАПРОС{растения{...}, плоды{...}}]. Результатом поиска поисковой системы может быть список ОТВЕТ{плоды{фрукты{бананы

{карликовый банан, заостренный банан, ...}}}, трава}. Такой разбор предложения является расширением традиционного грамматического разбора предложения из текста [2–7].

Традиционно в скобочной записи данную структуру записывается как [S [NP Слон] [VP [VP ест] [NP бананы]]], а запрос на естественном языке (вопрос) «Что ест слон?» – как [S [NP Слон] [VP [VP ест] [NP X]]].

Предлагается представить запись грамматического, семантического и иного разбора предложения в виде леса деревьев над графом семантического разбора предложения или всего текста:

Лес лингвистического разбора <Дерево грамматического разбора<Вводное слово<Значит(1)>, Субъект<Слон(2)>, Предикат<Модальность<Хочет(3)>, Глагольная часть <Есть(4)>>, Объект<Определитель <Эти(5)>, Именная часть <Бананы(6)>>>, Дерево семантического разбора<Связь-Информация<Значит(1)>, Сущность-Существо<Слон(2)>, Действие-Отношение <Хочет(3)>, Действие-Объект(Еда)<Есть(4)>, Свойство-Нечто<Эти(5)>, Сущность-Объект<Бананы(6)>>>. Одинаковые цифры обозначают тождественные узлы деревьев леса текста на ЕЯ. На деревьях леса предложения или текста на ЕЯ задаются функции, составляющие граф семантической сети над этим лесом.

Аналогичный разбор необходимо провести для семантического, текстологического, стилистического и других срезов мультииерархической системы текста на естественном языке.

Процесс извлечения информации из текстов должен учитывать необходимость нахождения подграфа семантической сети запроса в графе семантической сети текста.

Разработка методов решения рассматриваемой проблемы находится на уровне объединения концепций различных исследований в области грамматики, лексики, морфологии, графики, текстологии, семантики и стилистики языка с точки зрения модели мультииерархической системы, многоуровневого леса языка: текста, предложения, слова, семы, кванта смысла [1].

Новизна работы состоит в применении новых методов векторного представления семантики естественного языка [1] к проблеме представления ЕЯ для обработки запросов поисковыми системами и их обоб-

щающему характеру для системы ЕЯ в целом, а также в прикладном преобразовании линейной последовательности слов вопроса в семантическую структуру.

Учет рассматриваемых принципов полезен при построении поисковых систем, системах извлечения данных, а также в системах, использующих ЕЯ-интерфейсы.

Библиографические ссылки

1. Личаргин Д. В. Методы и средства порождения семантических конструкций естественно языкового интерфейса программных систем : дис. ... канд. техн. наук ; опуб. 05.13.17. Красноярск, 2004.

2. Briscoe E. G. Modeling human speech comprehension. Chichester : Ellis Horwood Ltd, 1987.

3. Frederking R. E. Integrated Natural Language Dialogue. A Computational Model. Kluwer Academic Publishers, 1988.

4. Jurafsky D., Martin G. H. Speech and Language Processing. Prentice Hall, 1999.

5. Striegnitz K., Blackburn P., Erk K. Algorithms for Computational Linguistics. Saarbrücken, MiLCA, 2004.

6. Звегинцев В. А. Язык и лингвистическая теория. М. : Эдиториал УРСС, 2001.

7. Хомский Н. Три модели описания языка // Кибернетика. 1976. № 2. С. 154–232.

K. V. Safonov, D. V. Lichargin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

A. A. Kalinin

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

TEXT INFORMATION EXTRACTION BY MEANS OF THE AUTOMATIC PROCESSING OF NATURAL LANGUAGE QUERIES

In the article some principles of the syntactic analyzer work for natural language queries processing in searching machines are described. Some principles of natural language analysis are considered, the use of table queries while using a searching machine is offered.

© Сафонов К. В., Личаргин Д. В., Калинин А. А., 2010

УДК 629.78.086:629.76.036.5

С. Н. Соманенко, А. И. Косоруков, И. В. Шевцов

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАЗЕМНОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПРОВЕРКИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МАЛОМОМЕНТНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СОЗДАНИЕМ КОМПЛЕКСА КОНТРОЛЬНО-ПРОВЕРОЧНОЙ АППАРАТУРЫ

Разработана контрольно-проверочная аппаратура для автоматизированных испытаний электродвигателей 136.6100-0РЭ, предназначенная для проверки параметров электродвигателей ДБЭ63-25-6,3, ДБ9С/К30КТС1, 3(4)ДБ50-16-4, Д-95, Д-60Г, ДПР42, ДПР52 как при проведении их входного контроля, так и в составе узлов автоматики.

Испытания электродвигателей могут длиться от одного до нескольких часов. При этом необходим постоянный контроль и регулирование параметров для достижения необходимых величин. Это приводит к необходимости введения круглосуточных рабочих смен и постоянной занятости испытательного и измерительного оборудования.

Система контроля параметров электродвигателей представляет собой комплекс, состоящий из персонального компьютера, блока управления электродвигателями и соединительных кабелей, руководства по эксплуатации 136.6100-0РЭ (далее КПА). По сравнению с пультами, построенными на дискретных элементах, данная КПА имеет комплекс преимуществ – более удобное интегрирование модулей в конструкцию КПА.

КПА обеспечивает автоматический и ручной режимы работы, постоянную регистрацию и архивирование всего процесса проведения испытаний в виде файлов. Дискретность регистрации и архивирования не менее 0,25 с (устанавливается пользователем).

КПА обеспечивает выполнение следующих функций:

- обеспечивает подачу и измерение напряжения питания в диапазоне от 0 до 34 В и тока потребления в постоянном режиме до 3 А, пусковом режиме до 10 А;
- выдает на ЭД команды на изменение частоты вращения в соответствии с ТЗ на ЭД;
- обеспечивает контроль параметров телеметрических сигналов по постоянному и переменному току в соответствии с ТЗ, ТУ на ЭД;
- обеспечивает контроль напряжения с датчиков давления и датчиков перепада давления;

– обеспечивает измерение температуры с датчиков по четырехпроводной схеме. Рабочий диапазон для каждого термодатчика и параметра пересчета задаются с помощью ПО;

– обеспечивает задание момента нагрузки, создаваемого нагрузочным устройством на выходной вал ЭД;

– формирует отчетные документы по испытаниям в автоматическом режиме в электронном виде.

Обслуживающий персонал составляет 2 человека.

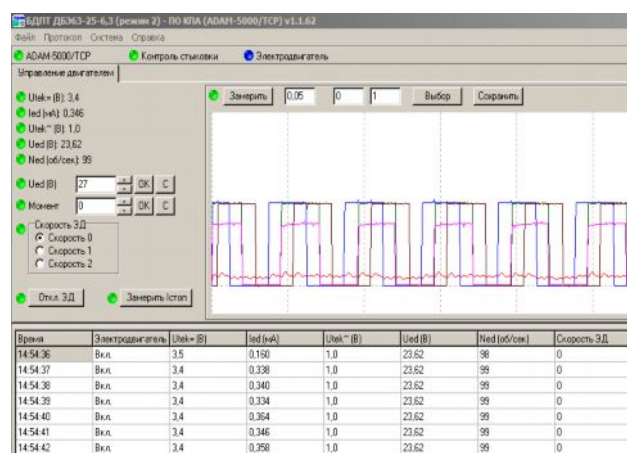
Питание КПА осуществляется от промышленной сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. Время готовности КПА к работе после включения – не более 5 мин.

КПА контролирует параметры бесконтактных, коллекторных электродвигателей и электромеханических устройств, соответствующих измеряемым данной КПА.

Программное обеспечение разработано на объектно-ориентированных языках высокого уровня (СИ++, Delphi) с использованием ActiveX управления компонентов программного обеспечения. ActiveX средства управления выполняют специфический набор интерфейсов, которые допускают интеграцию большинства современных программных графических инструментальных средств, включая диаграммы и электронные таблицы.

ПО КПА представляет собой пользовательский интерфейс в виде окон (см. рисунок). Работая в окнах,

пользователь задает параметры испытаний и видит всю информацию в режиме реального времени.



Пример окна испытаний

В процессе испытаний формируется протокол испытаний, который сохраняется в виде файла Microsoft Excel. Редактор протокола позволяет производить определенные настройки: набор контролируемых параметров, фильтрацию по времени и по событиям.

КПА может дооснащаться дополнительными корпусами, модулями, межблочными кабелями, а также может быть доработано программное обеспечение.

S. N. Somanenko, A. I. Kosorukov, I. V. Shevcov

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

THE AUTOMATIZATION OF THE GROUND EXPERIMENTAL IMPROVEMENT OF CHARACTERISTICS MONITORING AND CONTROL OF LOW-TORQUE ELECTRIC MOTORS BY CREATION OF THE CONTROL-VERIFYING EQUIPMENT

The control-verifying equipment for the automated tests of electric motors 136.6100-0PЭ, appropriated for monitoring electric motors DBE63-25-6,3, DB9S/K30KTS1, 3(4)DB50-16-4, D-95, D-60G, DPR42, DPR52 either when acceptance testing or composed of automatic node.

© Соманенко С. Н., Косоруков А. И., Шевцов И. В., 2010

УДК 004.932

В. С. Сызганов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОЖДЕВЫХ ОСАДКОВ С УЧЕТОМ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

Рассмотрен способ имитации дождя и накопления осадков на основе метода частиц. При моделировании учитывается ряд природных явлений, в частности, воздействие ветра и солнца. Приведен обзор систем моделирования дождя.

Имитация природных эффектов является неотъемлемой частью компьютерных игр, географических информационных систем, ландшафтного дизайна. Существующие методы, используемые для моделирования эффекта дождя, показывают хорошие результаты. Однако особенности ландшафтного рельефа, как

правило, не учитываются при попадании дождя на различные поверхности.

Предполагается, что на различных поверхностях накопления дождя идет по-разному, и в дальнейшем разработанный метод будет учитывать рельеф поверхности, на который попадает дождь. Вначале оп-

ределяются преграды на местности, и учитываются различные типы поверхности. После этого вычисляют область спокойного течения воздуха вокруг препятствий. Поскольку капли дождя накапливаются, эта область в дальнейшем будет рассматриваться как неизменная. С течением времени необходимо периодически повторять вычисление потока, чтобы отразить изменения. Места вокруг препятствий формируются в сетку ячеек. Ячейки, находящиеся в пределах препятствий, отмечены как неизменные. Ячейки, расположенные непосредственно выше горизонтальных поверхностей, отмечены как площадь, подвергающаяся изменениям [1].

Техника моделирования эффекта дождя является достаточно эффективной для накопления его с учетом особенностей различных поверхностей. Используя уравнения, по которым вычисляются поток воздуха на местности, и уравнения, согласно которым рассчитываются освещенные участки, можно получить реалистичный эффект, применяющийся в компьютерных мультипликациях.

Для придания реализма моделируемым сценам помимо добавления атмосферных эффектов нередко прибегают к внедрению в них множества очень мелких однотипных объектов, количество и вид которых изменяются с течением времени. Такие объекты принято называть системами частиц, и они незаменимы при моделировании струй дождя, брызг фонтана и хлопьев снега, искр огня, фейерверка и салюта, воздушных пузырьков и пыли, звездного неба и летящей стаи птиц и т. п. Именно данный тип объектов и позволяет создавать эффект дождя.

Системы частиц «ParticleSystems» в 3D Studio MAX – это совокупность управляемых с помощью параметров малоразмерных объектов, количество и вид которых различны в каждом кадре анимации. В системе «3D Studio MAX» предусмотрено семь видов систем частиц. Настройки «Spray» (Брызги) и «SuperSpray» (Супербрызги) обеспечивают эффект водяных брызг; «Snow» (Снег) и «Blizzard» (Метель)

создают эффект падающего снега и даже настоящей метели; параметры «PCloud» (Облако частиц), «PArray» (Массив частиц) и «PF Source» (Источник «Particle Flow») предназначены для моделирования широкого спектра эффектов. За создание систем частиц отвечает категория «ParticleSystems» (Системы частиц) панели «Create» (Создать), при выборе которой становятся доступными все типы систем частиц. Технология их создания напоминает создание других объектов геометрии. При возникновении любого типа частиц создается генерирующий их объект – эмиттер. Он определяет площадь, с которой будут падать частицы, и направление их перемещения (задается направлением вектора, выходящим из центра эмиттера). Эмиттер не визуализируется и в самом простом случае является двумерным.

Система частиц «Spray» (Брызги) позволяет генерировать падающие частицы, сохраняющие при перемещении постоянную ориентацию и направление, и предназначена для имитации эффекта падающей воды: водяных брызг, дождевых струй и т. п. Для примера создается система частиц типа «Spray» (Брызги).

Такие природные явления можно создавать с помощью динамического моделирования (дождь, снег, вода), процедурного моделирования, с использованием кластеров различных моделей (вроде отдельных травинок или цветов), которые затем компонуются и накладываются, создавая эффект большого количества объектов. Встроенный редактор изображений «Paint Effects», входящий в комплект версии «Maya Complete», изменяет этот подход, предоставляя уникальную возможность интуитивно наносить кистью двух- и трехмерные природные явления непосредственно в области просмотра (см. таблицу).

Библиографическая ссылка

1. Feng Z.-X., Tang M. Real-time rendering of raining animation based on the graphics hardware acceleration // In Proc. of the 9th Int'l Conf. on Computer Supported Cooperative Work in Design. 2005. Vol. 2. P. 734–739.

Сравнительная характеристика программных средств моделирования природных эффектов

Название настройки	After Effects	3D Studio MAX	Werkkzeug	Maya
Страна производитель	США	США	Германия	США
Стоимость	\$500	\$3600	\$500	\$3160
Операционная система	Microsoft Windows, Mac OS X	Microsoft Windows	Microsoft Windows	Microsoft Windows, GNU/Linux, Mac OS X
Поддержка системы частиц	+	+	+	+
Возможность комбинирования эффектов	Дождь, снег, туман и др.	Дождь, снег, туман и др.	Туман и др. на основе шума	Дождь, снег, туман и др.
Поддержка анимации	+	+	–	+

S. V. Syzganov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

RAINFALL MODELLING IN ACCORDANCE WITH THE LAY OF LAND

An overview of modeling rain system is presented. The methods of rain imitation and accumulation precipitation based on the particles method are considered. A set of nature events such as the effect of the wind and the sun influence are considered while modeling.

© Сызганов В. С., 2010

УДК 004.457

А. В. Третьякова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

**СИСТЕМА УЧЕТА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИНСТИТУТА ИНФОРМАТИКИ
И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ СИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Предлагается решение проблемы учета программного обеспечения для Института информатики и телекоммуникаций Сибирского государственного аэрокосмического университета (ИИТК СибГАУ). Дано описание структуры программного продукта. Приведены итоги тестирования методом экспертного оценивания.

Сегодня трудно представить какую-либо фирму, которая не использовала бы программное обеспечение, будь то для целей бухгалтерского или кадрового учета, либо в целях автоматизации торговой, управленческой или производственной деятельности. Типичная инвентаризация программного обеспечения состоит в том, что администратор проводит инвентаризацию вручную, просматривает установленное программное обеспечение на всех компьютерах и фиксирует всю информацию в отчете. Формирование отчетов происходит с помощью программ общего назначения (текстовых процессоров и электронных таблиц), что может увеличить вероятность возникновения ошибок и неточностей при составлении отчетности и аналитической оценки. Помимо мероприятий по учету инженер выполняет ряд других работ, таких как выдача ключей пользователям на программное обеспечение по подписке Microsoft Developer Network Academic Alliance (MSDN AA).

Существует много программ по учету установленного программного обеспечения, часто они являются программами общего назначения и не позволяют объединить в себе все необходимые функции. В связи с этим для упрощения работы инженера возникла необходимость создать системы, которые бы позволили в автоматизированном режиме вести учет имеющегося

программного обеспечения, формировать отчеты по подотчетным аудиториям и отслеживать лицензии на коммерческое ПО, а также вести учет ПО, выданного по подписке MSDN AA в личное пользование.

В программной реализации предложено использовать модульную структуру, состоящую из трех модулей: модуля работы непосредственно с базой данных, обеспечивающий выборку, добавление и обновление записей таблиц базы данных; модуля подготовки отчетов и ведения статистики, в котором реализованы запросы для ведения статистики, печати отчетов, а также OLE-функции связи с офисными приложениями; модуля обеспечения сохранности данных, гарантирующий резервное копирование и архивацию данных.

Было проведено тестирование системы методом экспертного оценивания. В качестве экспертов выбраны инженер-пользователь и несколько неопытных пользователей. В результате получили следующие данные по критериям: стабильность – 90; скорость – 100; структуризация – 75; учет – 95; отчетность – 90; простота – 90. На основе полученных результатов сделаем вывод: программа проста в эксплуатации, работает быстро и стабильно, главная функция по учету выполняется хорошо, показатели по отчетности высокие.

А. В. Третьякова

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE SYSTEM OF SOFTWARE-METERING FOR ICST SIBSAU

A solution of the problem of software-metering for ICST of Siberian State Aerospace University is proposed. The structure of the developed software product is described. The results of the testing using expert evaluation method are presented.

© Третьякова А. В., 2010

УДК 669.713.7

М. С. Учуватов, С. И. Трегубов

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

В. С. Ереско

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ЭТАПЫ ВНЕДРЕНИЯ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ НА МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

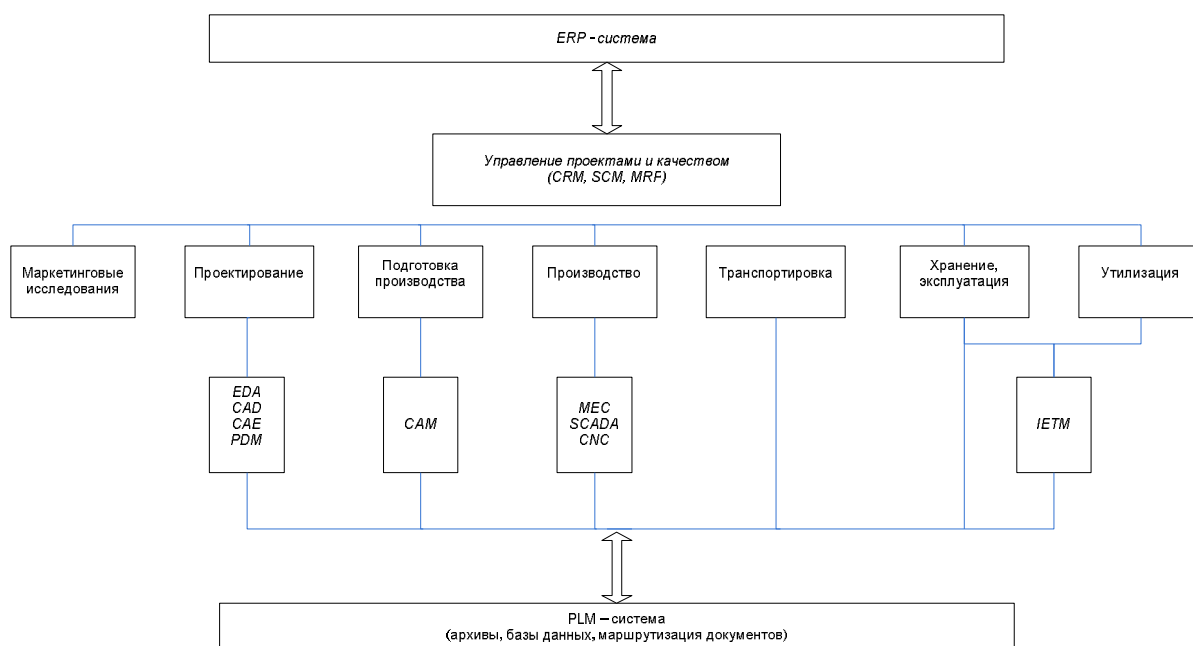
Рассмотрена проблема внедрения технологии безбумажного производства на малых предприятиях электронной промышленности. Выделены основные звенья жизненного цикла изделия, представлена очередность перевода данных звеньев на данную технологию, раскрыты возникающие проблемы и возможные пути их решения.

В настоящее время проблема повышения конкурентоспособности и скорости выпуска изделий стоит особенно остро перед малыми предприятиями. Для решения данной проблемы широкое распространение получили системы автоматизированного проектирования, так как этап проектирования и разработки конструкторской документации наиболее трудоемок в жизненном цикле изделия. Применение САПР сделало возможным автоматизировать трудоемкие и однообразные графические и конструкторские операции, многовариантное конструирование, решение геометрических задач и формообразование изделия. Для малых предприятий это явилось большим скачком в увеличении скорости проектирования изделия, подготовке конструкторской документации, непосредственного производства и выпуска изделия (см. рисунок).

Наиболее перспективный путь для предприятия, принявшего решение перейти на CALS-технологии

(Continuous Acquisition and Life-cycle Support), – это единовременное, системное, охватывающее все этапы жизненного цикла внедрение. Но малое предприятие может не иметь финансовых возможностей для осуществления единовременного перевода всех этапов жизненного цикла на электронный документооборот. Поэтому переход на данную технологию для малого предприятия необходимо осуществлять поэтапно, выделив наиболее важные и приоритетные этапы.

Для малого предприятия основной статьей дохода является разработка изделий для партнеров (узкий спектр продукции). Объясняется это тем, что для выпуска новых товаров широкого потребления необходимо осуществлять мощные маркетинговые исследования, требующие огромных финансовых вложений, а этого предприятие не может себе позволить. Поэтому задача автоматизации этапа маркетинговых исследований с последующими этапами жизненного цикла не является первостепенной.



Взаимосвязь этапов жизненного цикла и типов автоматизированных систем

Первым и наиболее важным этапом на пути внедрения безбумажной технологии является автоматизация сектора разработки, что предусматривает:

- выбор и внедрение системы электронного технического документооборота и систем автоматизированного проектирования различных уровней;
- выбор и оптимизацию работы расчетных систем и консолидацию их в единую среду (обеспечение обмена проектными данными между ними);
- разработку и наполнение баз данных стандартных элементов и нормативно-технической документации;
- доукомплектование рабочих мест;
- обучение персонала.

На данном этапе особое внимание надо уделить «правильности» 3D-геометрии, так как согласно ее будет производиться инженерный анализ с последующей передачей данной геометрии на станки с численно-программным управлением (ЧПУ). Стоит отметить что, для успешного использования на данном этапе связок CAD (Computer Aided Design) и CAE (Computer Aided Engineering) систем, необходимо соблюдать ряд основных принципов:

- подготовка и упрощение 3D-геометрии;
- возможность импорта 3D-геометрии в пакеты инженерного расчета;
- актуальность информации, передаваемой для выполнения расчета.

Соблюдая данные требования, возможно получить актуальную и достоверную информацию в ходе выполнения инженерного анализа.

Следующим шагом является внедрение данной технологии на этапе подготовки к производству, одной из главных задач которого является сокращение сроков конструкторско-технологической подготовки производства. Осуществить ее можно за счет:

- организации параллельного выполнения работ по конструкторскому и технологическому проектированию;
- прямого обмена проектной информацией в электронном виде между участниками работ, исключая повторный ввод данных на этапах выполнения работ по технологии сквозного создания изделия;
- выполнения проектных работ на стадии разработки конструкторской документации (КД) и технологической документации (ТД) по безбумажной технологии благодаря замене рабочих (промежуточных) бумажных носителей информации на электронные (индивидуальные и групповые средства отображения информации);
- повышения квалификации персонала.

На этом этапе ведется разработка комплекта технологической документации (техпроцессы для различных видов производства, конструкторская документация на техническое обслуживание) и формирование управляющих программ для станков с ЧПУ. Параллельно осуществляются процессы утверждения, нормоконтроля и доработки электронной конструкторской документации. Выполнение работ на различных этапах технологической подготовки допускается выполнять раздельно с последующим формированием единого сквозного «сборного» техпроцесса, содержа-

щего в себе все необходимые виды обработки изделия. Данная процедура позволяет существенно экономить время. Кроме того, наличие в PDM-системе (Product Data Management) на одно изделие одного электронного, содержащего все специализированные части, значительно упрощает процессы нормирования и последующей выгрузки данных в систему управления предприятием. Если в процессе подготовки обнаруживается отсутствие специализированной технологической оснастки, то технолог формирует в электронном виде заявку на ее изготовление и передает задание конструктору. Конструктор, в свою очередь, эту оснастку либо подбирает из ранее созданной и зарегистрированной, либо разрабатывает вновь с последующей регистрацией в базе данных оснастки предприятия. Результатом является оснащенный техпроцесс и актуальная база данных специализированной оснастки, связанной с зарегистрированной в PDM-системе конструкторской документацией на оснастку. Программы для ЧПУ также формируются с возможностью дальнейшей архивации и передачи в единую базу данных.

Третьим и менее затратным является перевод на электронный документооборот этапов хранения, взаимодействия с поставщиками, потребителями и утилизации (системы CRM (Customer Relationship Management), SCM (Supply Chain Management), MRP-2 (Material Requirement Planning). Необходимость присутствия электронного документооборота на данном этапе жизненного цикла объясняется тем, что в большинстве случаев малые предприятия не обладают достаточным количеством помещений для складирования необходимых деталей, изделий и материалов, участвующих в производстве, с одной стороны, и с другой – предприятию также необходимо складировать производимую продукцию. Благодаря данной технологии появляется возможность оперативно вносить и отслеживать изменения по количеству производимого и хранимого товара, осуществлять связь с поставщиком материалов и знать процент занятости складских помещений. Внедрение безбумажной технологии на данном этапе позволит отслеживать динамику спроса на ту или иную продукцию, выявить причину роста или падения спроса в зависимости от сезона или других факторов, исключив необходимость проведения специализированных исследований в данном направлении.

Четвертый шаг – это внедрение CALS-технологий на этапе производства. Данный этап наиболее сложен и трудоемок. Объясняется это прежде всего наличием некоторой доли консерватизма (единообразием выполняемых работ и используемых ресурсов), а также низкой квалификации персонала. Кроме того, на данном этапе необходимо внедрить системы CNC (Computer Numeric Control), SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), MES (Manufacturing Execution System). Если предприятие использует ручную сборку, то необходимо дооборудовать рабочие места. (Одним из решений безбумажного производства является установка различных индивидуальных и групповых систем отображения информации). Необходимым условием также является обучение персонала.

M. S. Uchvatov, S. I. Tregubov
Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

V. S. Eresko

²Siberian State Aerospace University named by M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

CALS-TECHNOLOGIES STAGES INTRODUCTION ON SMALL FACTORIES OF ELECTRONIC INDUSTRY

The problem of introduction of technology of paperless manufacture at electronic industry small enterprises is considered. The basic links of life cycle of a product are allocated, the sequence of transfer of the given links on the given technology is presented, the arising problems and possible ways of their solution are presented.

© Учватов М. С., Трегубов С. И., Ереско В. С., 2010

УДК 004.921

П. М. Фишов, А. Н. Ловчиков

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРЕХМЕРНОГО ТРЕККИНГА В ПРОЕКТНЫХ РАБОТАХ ВИЗУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Графическая интерпретация разрабатываемого проекта является важной стадией, которая может сопровождаться трудностями, связанными с созданием визуальных образов. Данная статья описывает технологию создания визуальных моделей, основанных на применении трехмерных объектов в комбинации с видеоизображением, используя технологию трехмерного трекинга. Данная технология подразумевает создание трехмерной модели лишь для данного объекта.

Выполнение проектных работ в различных сферах деятельности имеет важную стадию визуализации заявленного проекта. Для этих целей используется графическая интерпретация предполагаемых работ с предоставлением наглядного конечного или промежуточного результатов.

В сферах деятельности, связанных с изменением ландшафта, созданием и позиционированием новых объектов в уже существующих локациях (таких, как архитектура, строительство, дизайн и др.), для целей презентаций в данный момент применяются статичные слайды, а также трехмерное моделирование.

Создание полностью трехмерной сцены в презентационных целях является наглядной демонстрацией заявляемого проекта. Тем не менее, такой вид работ связан с большими временными и материальными затратами, зависящими от масштаба моделируемого пространства [1].

Данная работа предполагает использование технологии трехмерного трекинга для выполнения стадии визуализации проектной части.

Описание: в интересующей локации, где предполагается позиционирование или создание определенного объекта, производится видеосъемка по заранее утвержденному плану. Далее на основе снятого видеоматериала при помощи программных пакетов трехмерного трекинга определяются координаты виртуального пространства. Полученная информация экспортируется в программу трехмерного моделирования, где в данное пространство помещается *только* интересующий объект (в большинстве случаев модель трехмерного объекта создается параллельно его проектированию). После выполняется наложение исход-

ного видеоизображения на полученную графическую информацию, в результате чего получается видеофайл (см. рисунок).

К достоинствам данного метода следует отнести:

- универсальность;
- возможность интеграции объектов любой сложности;
- необходимость в трехмерном моделировании *только* интересующего объекта, не затрагивая его окружение, снижая трудоемкость процесса на стадии трехмерного моделирования.

– высокий уровень наглядности, так как графический объект располагается в пространстве действительного визуального окружения.

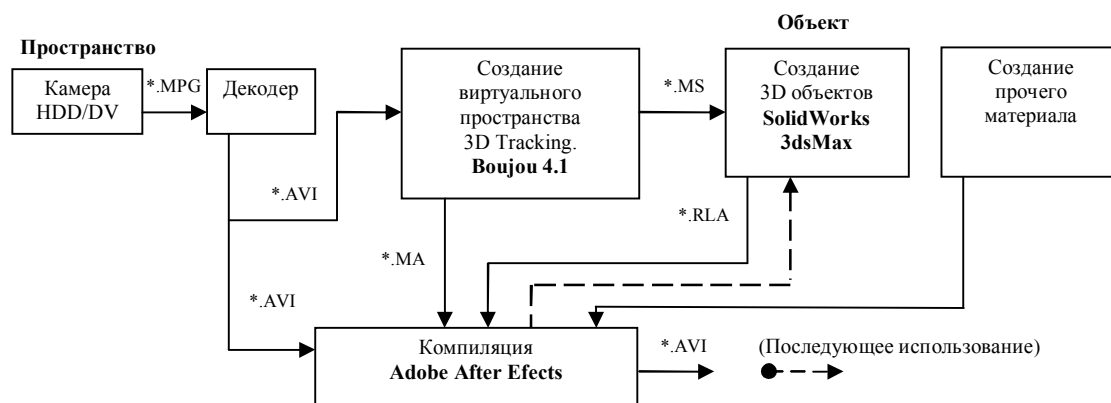
Ограничения выражаются в следующем:

- видеоизображение должно отвечать требованиям для выполнения стадии создания виртуального пространства;
- длительность нахождения объекта и его детализация прямо пропорционально влияют на трудозатраты;
- использование нескольких независимых программных пакетов усложняет процесс создания, а также влияет на надежность системы в целом.

Таким образом, предлагаемая технология создания визуальной модели позволяет добиваться идеальной наглядности и способствует снижению затрат на создание трехмерных объектов.

Библиографические ссылки

1. Кватрани Т. Визуальное моделирование. М. : ДМК Пресс, 2001.
2. Мишенев А. И. Adobe After Effects CS4. М. : ДМК Пресс, 2009.



Функциональная схема взаимодействия программ и форматов

P. M. Fishov, A. N. Lovchikov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

3-D TRACKING TECHNOLOGY USE IN THE PROJECTS OF VISUAL MODELING

A graphical interpretation of the project, being a very important part of the development, may cause difficulties due to resources limitations. This article describes the 3D-model based visual modeling technology combined with the video sequence and 3-D tracking technology use. The technology implies 3-D model to the given object only.

© Фишов П. М., Ловчиков А. Н., 2010

УДК 004.932

Д. А. Фурашев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ПОДАВЛЕНИЕ ШУМА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ И ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯХ

Рассмотрены основные методы устранения шумов на изображениях и видеопоследовательностях: пространственные, частотные методы и метод устранения смазанности на изображениях. Приведен алгоритм подавления дрожания кадра, использующий вектора движения.

Чаще всего шумоподавление служит для улучшения визуального восприятия, но может также использоваться для каких-то специализированных целей, например, для увеличения четкости изображения, в качестве предобработки для последующего распознавания, при сжатии видеопоследовательностей и изображений. Так как изображения и видеопоследовательности не обладают нужным уровнем визуального качества, это затрудняет проведение их анализа и принятие на его основе достоверных решений.

Шум в видеопоследовательности можно условно разделить на пространственный и временной. Временным шумом называют неприятный визуальный эффект, возникающий в видео из-за случайного или коррелированного изменения пространственного шума от кадра к кадру. При пространственном шумоподавлении задача заключается в том, чтобы не испортить четкость краев предметов на изображении, а также мелкие детали, соизмеримые по амплитуде с

шумом. При шумоподавлении в видео подобные детали можно детектировать, отслеживая их на протяжении нескольких кадров [1].

При работе с изображениями применяются пространственные и частотные методы обработки изображений. Пространственные методы оперируют непосредственно значениями пикселей. Наиболее известными пространственными методами являются преобразование в негатив, преобразования гистограмм и линейные сглаживающие фильтры. Методы обработки в частотной области основываются на модификации сигнала, формируемого путем применения к изображению преобразования Фурье. К наиболее популярным методам относятся фильтры Гаусса, нерезкое маскирование, гомоморфная фильтрация, фильтры низких и высоких частот.

Задача обработки смазанных изображений является обратной задачей. Обычно на изображениях смазанным предстает определенный объект, например из

за его быстрого движения во время съемки. В этом случае применяются локальные методы. В случае смазанности всего изображения, например из-за дрожания камеры, целесообразно использовать глобальные методы, например фильтрацию изображения. Правильно выбрав направление оси и значение смаза, можно, решив уравнение смазанного изображения, восстановить исходное изображение по искаженному изображению. Такое восстановление изображения имеет большое практическое значение, если искаженный снимок является очень старым снимком, на котором заложена ценная, но нераспознаваемая информация. Уравнения решаются следующими способами: методом дифференцирования, методом приведения к интегральному уравнению типа свертки, методом регуляризации Тихонова. Задача численного дифференцирования функции относится к некорректной (неустойчивой), и необходимо предварительно сгладить функцию. Метод приведения к интегральному уравнению типа свертки является более эффективным и распространенным. Здесь уравнение приводится к стандартному виду – одномерному интегральному уравнению первого рода типа свертки. Наиболее эффективным и устойчивым методом является метод регуляризации Тихонова: в результате решения получается выражение, содержащее параметр регуляризации α , правильно подобрав который можно максимально восстановить смазанное изображение. С уменьшением α контраст восстанавливаемого изображения увеличивается, но уменьшается устойчивость, а с увеличением этого параметра, наоборот, контраст уменьшается, а устойчивость увеличивается. Должно быть выбрано некоторое умеренное значение α , для которого стоит привлекать не математические, а визуальные критерии изображения.

Человеческий глаз очень чувствителен к дрожанию кадра, поскольку лучше всего реагирует движение, а хаотичное движение является сильным раздражителем для глаза. Дрожание кадра, обычно, появля-

ется при съемках без использования штатива или специальных платформ [2].

Аппарат Motion Estimation используется практически во всех областях обработки видео. Задача состоит в определении направления и скорости движения небольших частей кадра. Для этого кадр разбивается прямоугольной сеткой на блоки (обычно размером 16×16), и для каждого блока в предыдущем кадре определяется наиболее похожий блок. Затем берутся медианы от набора векторов движения. Подавление дрожания осуществляется смещением каждого кадра на разницу между сглаженным сдвигом и сдвигом в исходном видео [3].

Была разработана программа, предназначенная для устранения эффекта смазанности и улучшения визуального качества изображений. Программа выполняет такие важные функции, как:

- установка и устранение смаза с изображений;
- изменение яркости, контрастности и инвертирование;
- сохранение результатов в форматах jpeg, bmp;
- очистка окон просмотра и переменных;
- построение гистограмм исходного и результирующего изображений;
- фильтрация изображений одним из методов.

В дальнейшем планируется развивать данную систему с целью устранения эффекта смазанности на видеопоследовательностях, и автоматизации выбора оси направления смаза.

Библиографические ссылки

1. Гонзалес Р., Вуде Р. Цифровая обработка изображений. М. : Техносфера, 2006.
2. Проблема подавления шума на изображениях и видео. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cgm.computergraphics.ru/content/view/74>.
3. Методы подавления дрожания кадра в видео. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cgm.computergraphics.ru/content/view/108>.

D. A. Furashev

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

NOISE REDUCTION ON THE IMAGE AND VIDEO SEQUENCES

The basic methods of removing noise on images and video sequences, spatial and frequency techniques and method of eliminating blur the images are considered. An algorithm of jitter frame suppression using motion vectors is presented.

© Фурашев Д. А., 2010

УДК 004.932

Е. В. Чанчикова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск**АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ***Рассматриваются подходы в распознавании рукописных символов. Дана характеристика методов основных подходов. Приводится сравнительный анализ систем on-line и off-line распознаваний.*

Распознавание отдельного объекта (символа) относится к задачам распознавания образов, связанное с разработкой принципов и построением систем, предназначенных в выборе правила определения принадлежности данного объекта к одному из заранее выделенных классов объектов.

Известны два основных подхода к распознаванию рукописных символов: распознавание в режиме текущего ввода символов (интерактивный режим, или on-line) и распознавание ранее написанных документов (пассивный режим, или off-line). Первый подход используется в системах реального времени, к которым относятся системы сенсорного ввода рукописных символов в карманных персональных компьютерах, коммуникаторах и других устройствах. Системы off-line применяются при вводе информации с бумажных носителей. Существует три подхода к пассивному распознаванию символов: шаблонный, структурный и признаковый. Все системы обладают рядом преимуществ и недостатков. Так, интерактивные системы отличаются высокой точностью распознавания, они

требуют наличия предмета поверхности ввода. Шаблонные – устойчивы к дефектам, но ограничены набором шаблонов. Структурные системы имеют относительную независимость сегментов друг от друга. Признаковые также имеют высокую чувствительность к дефектам, однако не отличаются признаками целостности.

На основе каждого вышеперечисленного метода в настоящее время создано несколько систем распознавания. На основе пассивного распознавания символов возникли следующие системы: ABBYY FineReader; FormReader; система ввода форм, заполненных от руки или на принтере: с применением технологии ICR (Intelligent Character Recognition); система оптического распознавания текстов (optical character recognition, или OCR-система); CuneiForm. Созданы также интерактивные системы: CalliGrapher – программа ввода рукописного текста для карманного персонального компьютера (КПК) и смартфонов под управлением Windows Mobile; MyScript Stylus – программа для распознавания рукописного текста.

Е. В. Чанчикова

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE ANALYSIS OF HANDWRITTEN CHARACTERS RECOGNITION METHODS*The main ways of handwritten characters recognition are considered. The characteristics of the methods of the basic approaches are presented. Comparative analysis is carried on with the help of on-line and off-line recognition systems.*

© Чанчикова Е. В., 2010

УДК 621.396.96

Д. А. Черепанов, В. В. Кирюшкин, А. А. Дисенов, И. С. Добрынин

Военный авиационный инженерный университет, Россия, Воронеж

МНОГОПОЗИЦИОННЫЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ С ПОДСВЕТКОЙ СИГНАЛАМИ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ*Исследован энергетический потенциал сигнала спутниковой радионавигационной системы (СРНС) Глонасс, рассеянного воздушной целью, и проведена оценка возможности его регистрации современными и перспективными приемниками СРНС в интересах радиолокации воздушного пространства.*

В последнее время повышенный интерес исследователей проявляется к области новых и нетрадиционных методов радиолокации [1]. Речь в первую очередь идет о многопозиционных радиолокационных систе-

мах (МПРЛС), использующих методы бистатической («просветной») локации [1; 2]. Перспективным направлением создания МПРЛС является использование в качестве зондирующего излучения непрерывных

широкополосных шумоподобных сигналов с большой базой, в частности, сигналов спутниковых радионавигационных систем (СРНС) Глонасс, GPS и Galileo [1; 2].

Одной из основных задач, решаемых при создании «просветных» радиолокационных систем, является необходимость селекции слабого «полезного» сигнала, рассеянного целью, на фоне мощного мешающего сигнала прямого распространения. Обычно для выделения «полезных» сигналов используется метод пространственной селекции путем применения дополнительных узконаправленных антенн [2].

Целью настоящей работы является исследование энергетического потенциала «полезного» сигнала и оценка возможности его регистрации современными и перспективными приемниками СРНС с использованием метода временной селекции и штатной антенны навигационной аппаратуры потребителя (НАП).

Одной из важнейших характеристик МПРЛС, непосредственно связанных с мощностью сигнала, рассеянного целью, является зона действия бистатического звена (область пространства), в котором должна находиться цель, чтобы мощность полезного сигнала на входе приемника была не хуже граничного уровня. В настоящее время чувствительность приемников GPS и Глонасс обеспечивает прием навигационного сигнала мощностью до 160 дБ/Вт, однако современные зарубежные и отечественные разработки позволили повысить чувствительность приемников СРНС до -180 дБ/Вт и -210 дБ/Вт. При выборе граничного уровня сигнала необходимо, кроме того, учесть, что сигнал на выходе коррелятора НАП СРНС будет промодулирован корреляционной функцией псевдослучайной последовательности дальномерного кода, уровень боковых лепестков которой $1/L$ зависит от длины L псевдослучайной M -последовательности.

Для сигнала стандартной точности СРНС Глонасс длина M -последовательности составляет 511 бит, что соответствует уровню боковых лепестков корреляционной функции -27 дБ по мощности. Для уверенной регистрации сигнала, рассеянного целью, при временной селекции «полезных» сигналов на фоне коррелированной помехи в виде более мощного сигнала прямого распространения необходимо, чтобы на выходе коррелятора уровень главного лепестка сигнала, рассеянного целью, был значительно выше уровня боковых лепестков сигнала прямого распространения. Задавшись граничным уровнем рассеянного целью сигнала -180 дБ/Вт мы можем обеспечить существенное превышение аппаратной границы чувствительности перспективных приемников СРНС (-210 дБ/Вт) и значительное (7 дБ ≈ 5 раз) превышение уровня боковых лепестков сигнала прямого распространения. Для определения зоны действия бистатического звена «спутник – цель – приемник» мы исследовали зависимость теневой ЭПР типовой воздушной цели, а также мощности навигационного сигнала СРНС Глонасс, рассеянного этой целью, от различных факторов. При моделировании в качестве воздушной цели был

использован самолет А-320 с площадью контура $S_i \approx 200$ м², а в качестве факторов, влияющих на мощность сигнала, рассматривались высота цели H_c , угол облучения φ , бистатический угол β и горизонтальное удаление цели от луча «спутник – приемник» R . Были проведены исследования для частного случая зенитного расположения спутника над наземным приемником, т.е. для значения угла места спутника $\theta = 90^\circ$. В качестве основного вариативного параметра при моделировании был выбран угол облучения цели φ , т.е. угол между лучом «спутник – приемник» и лучом «спутник – цель».

Анализ результатов исследования показывает, что резкое возрастание значения бистатической ЭПР (на 2 и более порядков) происходит в узком диапазоне углов $\varphi = \pm 0,05$ радиан, когда ракурс облучения приближается к просветному, и возрастает площадь теневое контура. Это подтверждается резким увеличением значения бистатического угла от 90° до 180° при устремлении угла облучения к 0° . При этом в пространстве бистатического угла получается довольно обширная область ($90^\circ \dots 180^\circ$), где значение ЭПР превосходит площадь цели на 3 и более порядка. Исследование влияния высоты полета цели на энергетические характеристики сигнала, рассеянного целью, показали, что бистатическое звено «спутник – цель – приемник» наиболее чувствительно к низколетящим целям. Однако даже для высоты полета $H_c = 1\,000$ м нижняя граница диапазона рабочих бистатических углов ($P_{\text{прм,ц}} \geq -180$ дБ) уменьшается до 150° . Тем не менее, соответствующее максимальное линейное удаление низколетящей цели от луча «спутник – приемник» достаточно велико и составляет более 50 км. Это удаление и будет обозначать границу зоны действия бистатического звена. С увеличением высоты полета цели энергетика радиолинии «спутник – цель – приемник» будет ухудшаться, и для высоты полета цели $H_c = 10\,000$ м зона действия бистатического звена будет ограничена линейным удалением, равным 5 км.

Таким образом, анализ энергетических характеристик радиолинии «спутник – цель-приемник» показывает, что применение перспективных приемников СРНС позволит уверенно обнаруживать полезный сигнал, рассеянный целью, в зоне действия бистатического звена до 50 км относительно луча «спутник – приемник» на высоте 1 км, и до 5 км – на высоте 10 км.

Библиографические ссылки

1. Методы современной радиолокации и обработки сигналов / Р. П. Быстров, Е. В. Кузнецов, А. В. Соколов, Ю. С. Чесноков // Успехи современной радиоэлектроники. 2005. № 9. С. 11–26.
2. Ксендзук А. В., Фатеев В. Ф., Попов С. А. Неизлучающая радиолокационная система, основанная на приеме отраженных сигналов навигационных систем Глонасс и GPS // Труды ОАО «МАК «Вымпел»: сб. статей. М.: Радиотехника. 2009. С. 60–66.

D. A. Tcherepanov, V. V. Kiryushkin, A. A. Disenov, I. S. Dobrynin
Military Aviation Engineering University, Russia, Voronezh

MULTITEM RADAR WITH ILLUMINATION BY SIGNALS OF SATELLITE NAVIGATING SYSTEMS

In the paper the energy potential of a signal of satellite navigating system GLONASS, disseminated by an air target is investigated, and the estimation of possibility of its registration by modern and perspective receivers GNSS in interests of a radar-location of air space is presented.

© Черепанов Д. А., Кирышкин В. В., Дисенов А. А., Добрынин И. С., 2010

УДК 669.713.7

А. В. Черник, Н. А. Смирнов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТА МЕХАНИЗМОВ НА ОСНОВЕ ЗАМКНУТЫХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ

Приводится описание программы, разработанной с целью автоматизации кинематических расчетов механизмов с замкнутой кинематической схемой. Раскрываются предпосылки для создания программного продукта, описываются и его основные возможности.

В настоящий момент для позиционирования антенн используются мотоподвесы – устройства, ориентирующие антенну по азимуту и углу места, механическая часть которых, как правило, состоит из двигателя и червячного редуктора, к выходной оси которого крепится антенна. При этом, несмотря на широкое распространение, такая конструкция имеет множество недостатков. Одним из самых существенных является низкая скорость перемещения от позиции к позиции и ограничение по диаметру антенны.

В связи с этим целесообразно разработать систему ориентации антенн, которая позволила бы быстро ориентировать антенны большого диаметра при повышенных инерционных нагрузках. Уменьшение инерционных сил при перемещении больших масс с высокой скоростью может быть достигнуто при использовании в системах ориентации замкнутых кинематических пар [1; 2].

Однако программное обеспечение для расчета динамики подобных систем представлено достаточно узко. Как правило, программы для расчета кинематики предлагают инструментарий лишь для работы с механизмами, представляющими собой разомкнутые кинематические пары. В связи с этим была разработана программа, призванная автоматизировать кинематические расчеты (см. рисунок) [3]. Данная программа предназначена для расчета обратной кинематики l -координатного устройства на трех стойках. Она позволяет рассчитать изменение длин и углов установки стоек. Помимо того, при помощи этой программы можно определить координаты выходного звена и стоек в динамике путем установки ключевых положений.

Длина звеньев и угол поворота стоек вычисляются по следующим выражениям координаты центра нижнего шарнира:

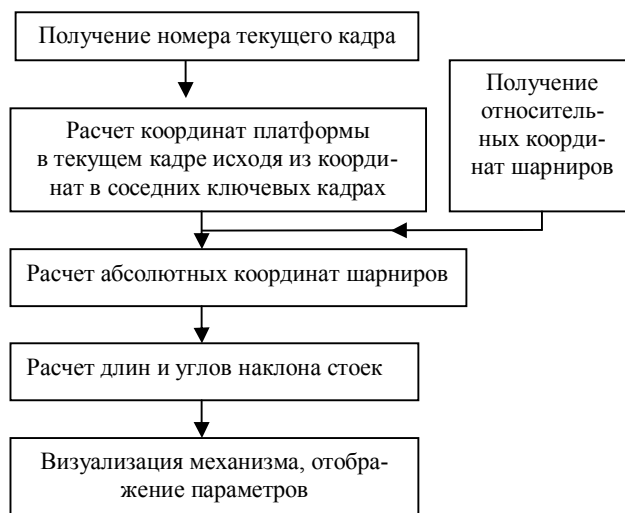
$$x_l = x_0 + \Delta l,$$

$$y_l = y_0 + \Delta h;$$

– координаты верхнего шарнира:

$$x_h = x_0 + X + \Delta h' \cdot \cos(\alpha) - \Delta l' \cdot \sin(\alpha),$$

$$y_h = y_0 + Y - \Delta h' \cdot \sin(\alpha) - \Delta l' \cdot \cos(\alpha).$$



Укрупненная блок-схема программы

Используя эти значения, получаем длину и угол поворота стойки:

$$L = L = \sqrt{x_h^2 - x_l^2} + \sqrt{y_h^2 - y_l^2},$$

$$R = a \sin \left(\frac{\sqrt{x_h^2 - x_l^2}}{L} \right),$$

где (x_0, y_0) – координаты центра нижней платформы; $(\Delta l; \Delta h)$ и $(\Delta l'; \Delta h')$ – расстояния от шарниров до центров платформ; $(X; Y; \alpha)$ – координаты верхней платформы.

Кинематика механизма рассчитывается следующим образом: допустим, имеется два ключевых кадра с координатами верхней платформы $(X_m; Y_m; \alpha_m)$ и $(X_n; Y_n; \alpha_n)$, находящимися друг от друга на расстоянии p кадров. Тогда координаты платформы в кадре с номером p , лежащим между ними, будут равны:

$$X_p = \left(\frac{X_m + X_n}{n - m} \right) \cdot (p - m);$$

$$Y_p = \left(\frac{Y_m + Y_n}{n - m} \right) \cdot (p - m);$$

$$\alpha_p = \left(\frac{\alpha_m + \alpha_n}{n - m} \right) \cdot (p - m).$$

Программа также дает возможность сохранять файлы, в которых записаны параметры механизма и изменения его положения со временем. Данная программа может применяться для анализа движения механизмов с обратной кинематикой, а также при разработке программ движения реальных механизмов.

Библиографические ссылки

1. Василенко Н. В., Бернацкий И. П., Смирнов Н. А. Расчет и конструирование механических систем обслуживания аэрокосмической и электронной техники. Красноярск : НИИ СУВПТ, 1999.
2. Глазунов В. А., Колискор А. Ш., Крайнев А. Ф. Пространственные механизмы параллельной структуры. М. : Наука, 1991.
3. Черник А. В. Кинематический расчет манипуляторов на основе l -координатных устройств // Сборник тезисов всероссийской научной конференции НТИ–2009. Красноярск : [б. и.], 2009.

A. V. Chernik, N. A. Smirnov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE FOR THE AUTOMATIZATION OF KINEMATIC CALCULATION FOR CLOSED KINEMATIC SCHEME MECHANISMS

The description of the program designed for the automations of kinematic calculation for closed kinematic scheme mechanisms is presented. The main features of the program and application domain also disclosed here.

© Черник А. В., Смирнов Н. А., 2010

УДК 004.65

И. Г. Шеенок

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЦЕНТРА ТРУДОУСТРОЙСТВА СТУДЕНТОВ И ВЫПУСКНИКОВ СИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АЭРОКОСМИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Рассматривается автоматизация бизнес-процессов в центре трудоустройства студентов и выпускников Сибирского государственного аэрокосмического университета (СибГАУ) путем разработки и внедрения специального программного обеспечения.

Деятельность центра трудоустройства студентов и выпускников (ЦТСВ) СибГАУ нацелена на координацию работы подразделений университета в отношении трудоустройства и профессиональной адаптации студентов и выпускников вуза к современному рынку труда. Главная задача центра – содействие трудоустройству, профессиональному развитию и карьерному росту студентов и выпускников университета посредством научного, информационного и делового сотрудничества. Знакомство студентов с предприятиями и организациями происходит в период профессионально-практической подготовки, основу которой составляет производственная практика. Учет информации о прохождении практики студентами является

одной из важных функций ЦТСВ, которую необходимо было автоматизировать.

Для решения поставленной задачи был сделан анализ существующей в центре трудоустройства студентов и выпускников предметной технологии ведения учета, в результате появилось техническое задание на разработку программного обеспечения, согласованное с заказчиком. В соответствии с предметной областью была спроектирована структура базы данных и реализована в СУБД Visual FoxPro 8.0. Программное приложение по работе с базой данных создано в среде Borland Delphi 7.

Разработанный программный продукт предоставляет пользователю такие возможности, как ввод и

хранение информации о студентах и выпускниках; многокритериальный поиск необходимых данных; группировка данных по группам, специальностям, институтам; автоматическое формирование требуемых отчетов и диаграмм.

Автоматизированная система центра трудоустройства студентов и выпускников внедрена в ЦТЦВ СибГАУ и успешно применяется в настоящее время. С ее помощью в центре трудоустройства уже провели

учет выпускников 2010 г. Использование данной программной системы позволило сократить временные затраты на ведение рассматриваемого вида учета, повысить производительность труда сотрудников центра, обеспечить своевременное получение отчетной информации о работе каждого студента, группы и курса в целом, и тем самым улучшить качество контроля прохождения практики студентами со стороны Центра трудоустройства СибГАУ.

I. G. Sheenok

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

COMPUTER-AIDED SYSTEM OF THE STUDENTS AND GRADUATES JOB PLACEMENT CENTER OF SIBSAU

The automation of the business processes in the students and graduating students job placement center of SibGAU by special software designing and implementation is discussed.

© Шеенок И. Г., 2010

УДК 004.932

Л. С. Якимов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУК ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ЖЕСТОВ ЧЕЛОВЕКА

Рассмотрены основные антропологические особенности рук человека, которые можно применять в системах распознавания жестов человека для увеличения точности распознавания.

Общая цель распознавания жестов рук заключается в интерпретации выявленных особенностей, смысловой нагрузки текущего расположения рук, позы или сообщаемого жеста [1]. В процессе распознавания используются различные подходы, которые обычно включают в себя временную и пространственную сегментацию, определение областей, принадлежащих цвету кожи человека, а также анализ формы и особенностей.

Наилучший результат при распознавании и интерпретации жестов можно достичь при комбинировании различных методов. Для увеличения точности можно дополнительно учитывать антропологические особенности рук, и в зависимости от них применять те или иные методы распознавания. Основными особенностями являются:

– кончики пальцев. Обнаружение кончиков пальцев осуществляется путем оценки меры кривизны контура области, предположительно являющейся рукой человека. Существенное преимущество заключается в том, что контуры кончиков пальцев могут быть достоверно извлечены независимо от размера области, условий освещенности и других параметров, которые обычно влияют на цвет и визуальные признаки [2];

– размеры рук человека. Принимая во внимание пропорции тела человека, можно достаточно просто отделить руки от торса;

– руки состоят из сочленений и не имеют постоянной формы в отличие, например, от головы, что позволяет решить проблему различения рук от лица, когда лицо появляется в поле зрения камеры.

Могут быть выделены и другие антропологические особенности в зависимости от конкретной задачи распознавания. С учетом описанных особенностей можно построить систему, позволяющую распознавать человеческие жесты с приемлемой точностью при сравнительно небольших вычислительных затратах.

Библиографические ссылки

1. Якимов Л. С. Распознавание жестов на основе компьютерного зрения // Молодежь Сибири – науке России : материалы межрегион. науч.-практ. конф. ; Сиб. ин-т бизнеса, упр. и психологии. Красноярск, 2010. Ч. 3. С. 351–353.

2. Zabulis X., Baltzakis H., Argyros A. A. Vision-based Hand Gesture Recognition for Human Computer Interaction / The Universal Access Handbook. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2009. Chap. 34. P. 1–30.

L. S. Yakimov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE ANTROPOMETRICAL HAND FEATURES FOR HUMAN GESTURES RECOGNITION

The basic anthropological human hand features which may be used to increase the recognition accuracy in gesture recognition systems are considered.

© Якимов Л. С., 2010

УДК 004.94

Д. С. Яковлев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ 3D-ЛАНДШАФТОВ БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ «МЕГАТЕКСТУРА»

Рассмотрены проблемы текстурирования ландшафтов больших размеров. Приведена сравнительная характеристика технологии тайлсетов и перспективной технологии «мегатекстура». Приведен алгоритм работы с технологией «мегатекстура». Результаты работы алгоритма представлены на изображениях, отображающих ландшафт, покрытый различными текстурами.

В современной компьютерной графике не существует альтернативы текстурированию, как простому, малотребовательному к вычислительным ресурсам компьютера способу создания цифровых 3D-моделей высокой степени реалистичности. Достоинствами классического подхода с использованием тайлов (небольших текстурных фрагментов) являются относительная простота текстурирования и малое количество текстур, соответственно объем данных для обработки не высок. К недостаткам же следует отнести:

– недостаточное количество текстур (тайлов), что вызывает затруднения в получении нужного рисунка, следовательно, возможные комбинации всегда ограничены;

– повторяющийся рисунок на ландшафте;

– геометрические ограничения полигональной сетки, наоборот, необходимо разбить геометрии для формирования тайлсетов с разными тайлами [1].

Дальнейшее развитие текстурирования привело к появлению так называемой мегатекстуры (англ. MegaTexture) – это графическая технология, разработанная Дж. Кармаком, техническим директором компании «Id Software», компании специализирующейся на разработке компьютерных игр. Суть ее состоит в следующем: весь ландшафт покрывается одной большой текстурой вместо множества текстур малого размера, что ускоряет рендеринг больших открытых пространств [2]. Технология мегатекстура обладает следующими особенностями и характеристиками:

– программа сохранена на жестком диске и может при необходимости подгружаться в оперативную память, позволяя создавать большое количество деталей и разновидностей ландшафта, сравнительно мало используя ресурсы оперативной памяти;

– ближайшие к камере пиксели заменяются текстурой высокого качества, содержащей только небольшой участок мегатекстуры;

– последующие пиксели заменяются текстурой меньшего качества с небольшим разрешением;

– самые отдаленные участки покрываются уменьшенной копией всей текстуры [1].

Алгоритм обновления областей с различной детализацией заключается в следующем: при перемещении камеры, а соответственно, и центра обзора, уровни детализации текстуры, которые находятся на определенном, заранее установленном расстоянии от центра, сдвигаются. При смещении центра более, чем на установленное значение, происходит перерасчет текстурных координат и определение области, в которую необходимо загрузить текстуру соответствующую измененному уровню детализации. При этом текстуры, не требующие обновления, не изменяются, что приводит к манипуляции с очень малым объемом данных и, соответственно, не приводит к падению производительности

К достоинствам технологии «мегатекстура» следует отнести следующие факты:

– тайлинг и тайлсеты не используются;

– для формирования конечного рисунка в реальном времени альфа-смешивание разных текстур не производится;

– при рисовании любой части ландшафта не учитываются особенности геометрии;

– реалистическое воссоздание ландшафта;

– изображение геометрии ландшафта как регулярной сеткой, так и сеткой, состоящей из треугольников различного размера;

– отсутствует необходимость разбивать сцену на геометрические фрагменты для целей текстурирования.

В качестве недостатков данной технологии можно отметить следующее:

– большой объем текстуры для всего ландшафта занимает много места на жестком диске;

– наличие специальных инструментов и мощных компьютеров для подготовки текстуры [1].

К недостаткам, по крайней мере, на сегодняшнем этапе развития данной технологии относится тот факт, что в силу своей новизны и закрытости коммерческих проектов количество конкретных методологических материалов недостаточно, что усложняет развитие технологии и разработку реальных приложений, в основу которых положена технология «мегатекстура».

При работе над данной темой было создано демонстрационное приложение, реализующее технологию «мегатекстура» при моделировании ландшафта большой площади. Программа наглядно демонстрирует эффективность работы алгоритма, а также достоинства технологии в плане визуального качества ландшафтной сцены.

В настоящее время технология «мегатекстура» достаточно перспективна в области игровой индустрии,

где часто требуется создавать ландшафтные модельные сцены [2]. Требования к современным проектам индустрии таковы, что эти ландшафты должны быть максимально реалистичными, и можно с уверенностью сказать, что качество компьютерной графики в данной сфере будет непрерывно повышаться.

Нельзя забывать про программные средства генерации ландшафтов, где рассмотренная технология также может быть использована. Следует отметить, что вопросы улучшения, оптимизации, модернизации и развития данной технологии требуют изучения и совершенствования. Таким образом, рассмотренная техника текстурирования уже в ближайшем будущем может стать основной при создании различных ландшафтов большой площади.

Библиографические ссылки

1. Головин Е. Использование мегатекстур (megatexture, clipmaps) [Электронный ресурс] URL: <http://www.gamedev.ru/code/articles/Megatexture>.

2. Asirvatham A., Hoppe H. Terrain rendering using GPU-based geometry clipmaps // GPU Gems 2. Chap. 2. M. Pharr and R. Fernando. Addison Wesley, 2005. March. P. 27–46.

D. S. Jakovlev

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

3D MODELING LARGE TERRAIN USING «MEGATEXTURE»

The problems of texturing large landscapes are covered in this paper. The comparative characteristics of Tilesets technology and promising technology «Megatexture» are considered. The algorithm of work with «Megatexture» is shown. The results of the algorithm are presented in the pictures showing the 3D terrain covered with different textures.

© Яковлев Д. С., 2010

УДК 004.932.4

Е. Л. Ярославцева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

СОСТАВЛЕНИЕ КОЛЛАЖЕЙ ИЗ ФРАГМЕНТОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Описан алгоритм составления коллажей с использованием метода автоматического выделения области интереса на изображении и эффекта бесшовной стыковки, основанном на построении гибких контуров.

В компьютерной графике коллажем называют композицию, составленную из разных изображений, противоположных по характеру или находящихся в гармонии, помещаемых рядом друг с другом, накладываемых одно поверх другого или сведенных воедино и представляющих собой нечто осмысленное, а зачастую объединенных в один графический символ посредством однородной текстуры [1]. Компьютерные коллажи незаменимы при оформлении различных видов печатной продукции: книг, грамот, открыток, афиш, плакатов, транспарантов. Используются они также и при создании информационной, презентаци-

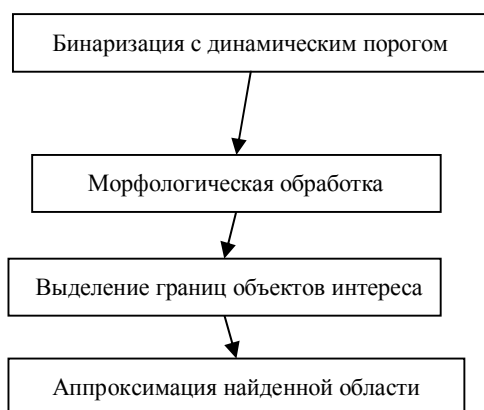
онной и сувенирной рекламы. В настоящее время сложилось целое искусство создания коллажа с использованием инструментов фотомонтажа.

Рассмотрим основные приемы фотомонтажа, используемые при составлении коллажа цифровых изображений:

- выделение области интереса на изображении;
- аппроксимация найденной области;
- бесшовная стыковка сегментов коллажа.

Для создания визуально привлекательного коллажа целесообразно исключать неинформативные области изображений. Для решения данной проблемы

используется метод выделения области интереса (ОИ) на изображении, результаты которого используются при размещении всех сегментов коллажа и последующей их бесшовной стыковке (см. рисунок).



Этапы предварительной обработки

На первом этапе в качестве предварительной обработки применяется интеллектуальная пороговая бинаризация изображения, результаты которой будут использоваться как для выполнения морфологических операций, так и для последующей сегментации. Величина порога бинаризации для текущего пикселя находится как среднее арифметическое от суммы максимального и минимального значения яркости пикселей в окрестности.

Для устранения шума и получения целостного объекта интереса после бинаризации изображения применяются операции математической морфологии [2]:

1) закрытие – сначала расширение, потом сужение (данная операция полезна тем, что заполняет отверстия внутри и на границах);

2) заполнение изолированных пикселей;

3) удаление внутренних пикселей объекта (в результате применения останутся только пиксели границы объекта);

4) соединение пикселей объекта (для удаления разрывов на границе).

На третьем этапе на основе изображения, морфологически обработанного, формируются контуры объектов интереса в виде массива точек.

На этапе размещения сегментов коллажа найденная ОИ аппроксимируется прямоугольной областью и в дальнейшем используется как дополнительный критерий оптимизации размещения сегментов.

На этапе бесшовной стыковки используется полигональная аппроксимация ОИ, на основе которой создается нечеткая маска, позволяющая сформировать наиболее естественные границы размытия области. Для более тонкого выбора ОИ пользователю предоставлена возможность ручного выделения границ объекта.

С целью создания целостности получаемой картины необходимо осуществить плавные переходы от одного сегмента коллажа к другому. Решение данной задачи заключается в применении метода, получившего название «бесшовная стыковка» (seamless blending) [3]. Для его алгоритмической реализации необходимо создать взаимопроникающие границы у соседних сегментов с учетом найденных ОИ, и применить эффект градиентного размытия и полупрозрачности к граничным областям.

В результате исследования разработана система автоматизированного составления коллажа цифровых изображений. В данном программном продукте реализован алгоритм автоматического размещения сегментов коллажа, эффект бесшовной стыковки. Кроме того, пользователю представлена возможность ручного размещения коллажа, выделение ОИ, применение различных графических фильтров как к отдельному сегменту, так и ко всему коллажу в целом. В настоящее время разрабатывается алгоритм автоматического выделения области интереса на изображении.

Библиографические ссылки

1. Rother C., Bordeaux L., Hamadi Y. et al. Autocollage in Proc. New York : SIGGRAPH '06. 2006. P. 847–852.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М. : Техносфера, 2005.
3. Ярославцева Е. Л. Применение цифрового коллажа для наглядного представления видеопоследовательностей // Цифровая обработка сигналов и ее применение : материалы XII Междунар. конф. : в 2 т. М., 2010. Т. 2. С. 189–191.

E. L. Yaroslavtseva

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

COLLAGE COMPOSITION OF IMAGE FRAGMENTS

An approach that describes the algorithm of collage composition using the method of automatic region of interest extracting and seamless blending effect based on applying flexible contours is described.

Секция
«МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ»

**РАЗРАБОТКА ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АППАРАТУРЫ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКА VHDL**

Описана разработка аппаратных элементов, созданных на языке архитектуры интегральных схем VHDL, предназначенных для мажоритирования управляющих сигналов с помощью усовершенствованного алгоритма, а также рассмотрены аппаратные элементы, применяемые в устройствах помехозащищенной работы с памятью.

Отказоустойчивость – это свойство вычислительной системы, которое обеспечивает ей как логической машине возможность продолжения действий, заданных программой, после возникновения неисправностей. Введение отказоустойчивости требует избыточного аппаратного и программного обеспечения. Направления, связанные с предотвращением неисправностей и с отказоустойчивостью, – основные в проблеме надежности. Концепции параллельности и отказоустойчивости вычислительных систем естественным образом связаны между собой, поскольку в обоих случаях требуются дополнительные функциональные компоненты. Поэтому, собственно, на параллельных вычислительных системах достигается как наиболее высокая производительность, так и, во многих случаях, очень высокая надежность. Имеющиеся ресурсы избыточности в параллельных системах могут гибко использоваться для повышения производительности надежности. Наиболее эффективный метод повышения избыточности – аппаратная избыточность – достигается путем резервирования.

После введения отказоустойчивости путем введения аппаратной избыточности возникает необходимость согласования работы резерва и получения управляемыми элементами однозначных команд даже в том случае, если часть компонентов, находящихся в резерве, выходит из строя, и как следствие, выдает неверные управляющие сигналы. Для решения этой задачи применяются мажоритизирующие модули. В зависимости от реализуемых алгоритмов они называются решающими элементами, пороговыми элементами, или кворумными элементами.

В системах с мажоритированием используются 3 и более комплектов аппаратуры. Сравнение результатов производится по методу голосования «большинством голосов». В троированной схеме решение принимается по принципу голосования «2 из 3». При отказе одного из элементов троированной схемы, неисправный элемент отключают, и система становится дублированной. Размер резерва принципиально не ограничен и может содержать практически любое количество элементов, однако принято включать в резерв нечетное количество элементов для того, чтобы избежать ситуации, в которой принятие решения невозможно – одна половина резерва посылает один управляющий сигнал, а другая – противоположный.

Язык описания аппаратуры интегральных схем VHDL позволяет проектировать архитектуру, а также моделировать поведение цифровых устройств, абстрагировавшись от конкретных микросхем, а значит начинать разработку элемента можно до того, как будет определено, на какой аппаратной основе он будет исполнен. Таким образом, он удовлетворяет потребности разработчика мажоритизирующих элементов и поэтому был выбран для работы.

В ходе работы был разработан мажоритизирующий элемент, который реализует функции аппаратного мажоритизирующего элемента для управляющих сигналов и дополнительно наделяет входы весовыми коэффициентами, позволяющими устранить искажающее действие элементов, пришедших в состояние необратимого отказа, и тем самым увеличить жизнеспособность системы даже при отказе значительного числа элементов, близкого к N (N – степень избыточности системы).

Особенностью созданного мажоритизирующего элемента является применение весовых коэффициентов, присвоенных входам, на которые поступают данные резерва. А возможность элемента изменять используемые при принятии решения весовые коэффициенты делает его устойчивым к изменению характеристик контролируемых элементов в ходе длительной эксплуатации.

Принято считать, что при проектировании и создании системы, включающей аппаратную избыточность и мажоритизирующий элемент, достаточно подобрать элементы, составляющие резерв, таким образом, чтобы их характеристики были максимально близки друг к другу. Поэтому в начале своей работы мажоритизирующий элемент, еще не имея статистики сбоев, может считать все поступающие на его входы сигналы, обладающими одинаковой достоверностью. В ходе работы системы элемент, накопивший статистическую информацию об устройствах, подающих сигналы на его входы, может корректно обрабатывать ситуации, вызванные неравномерным износом аппаратуры и, как следствие, более частыми отказами некоторых устройств. Такой подход характерен для мажоритирования измерительных сигналов (имеющих большой диапазон возможных значений), так как при этом можно усреднить результаты измерений с учетом коэффициентов, однако здесь он в несколько ви-

доизмененной форме применяется для мажоритирования управляющих сигналов.

Еще одним распространенным, простым в реализации и не требующим больших материальных затрат способом обеспечения отказоустойчивости является помехозащищенное кодирование (многочисленные способы физической защиты информационных трактов от помех здесь не рассматриваются). Множество кодов, позволяющих обеспечить помехозащищенность путем введения информационной избыточности в информационный поток, уже разработаны и успешно эксплуатируются в различных отраслях техники. Суть работы большинства корректирующих (способных исправлять ошибки при передаче) кодов состоит в том, что часть из возможных комбинаций символов передаваемого слова считается запрещенной, и в случае, если при передаче по каналу связи переданная комбинация символов перешла в разряд запрещенных, то это означает, что во время передачи информация была искажена. Далее, по определенному правилу возможно обнаружить в каком из символов произошла ошибка, и исправить ее. Один из самых распространенных корректирующих кодов – это код Хэм-

минга. Он позволяет обнаружить и исправить одиночную ошибку, а его модификация – расширенный код Хэмминга – обнаружить и исправить одиночную и обнаружить двойную ошибку.

В ходе работы были созданы кодирующий и декодирующий элементы. Кодирующий элемент способен принимать трехбитовый вектор и кодировать его расширенным кодом Хэмминга. Декодирующий элемент, принимая на свой вход 7 бит, декодирует их, одновременно исправляя одиночную ошибку, если она произошла, и обнаруживая двойную, в соответствии с правилами, описанными кодом Хэмминга. Реализация для столь небольшого объема данных может не найти практического применения, однако эти компоненты могут быть и будут легко адаптированы для работы с битовыми векторами произвольной длины.

Все исходные коды компонентов открыты для изучения и внесения изменений. Это делает предельно простым приспособление функциональности компонентов для применения в конкретных системах, а также делает их прекрасным наглядным пособием для изучения принципов мажоритирования и помехоустойчивого кодирования.

V. V. Butorov, D. A. Nikitin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

DEVELOPMENT OF THE FAULT-TOLERANT CELL PRODUCTS CONTROL SYSTEMS WITH THE USE OF VHDL LANGUAGE

The development of hardware elements that are created in description language of the integrated circuits VHDL architecture, designed to majorization of control signals with the help of advanced algorithms, as well as hardware components designed for use in devices for noise-memory operation, is described.

© Бугоров В. В., Никитин Д. А., 2010

УДК 004.318

М. Ю. Вергазов, С. А. Чекмарев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ БОРТОВОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНЦЕПЦИИ СИСТЕМЫ НА КРИСТАЛЛЕ

Описана разработанная модель бортового комплекса управления (БКУ). Рассмотрены составляющие БКУ, процесс компиляции проекта, формирование файла прошивки. Указаны средства разработки прототипа БКУ, а также приведены принципы взаимодействия запрограммированных интерфейсов друг с другом и внешними устройствами.

Концепция «система на кристалле» (СнК) представляется наиболее эффективным на сегодняшний день способом разработки цифровых и цифро-аналоговых устройств. Одной из наиболее заметных ее особенностей является возможность использования го-

товых аппаратных решений в виде базовых блоков (IP-блоков; IP – intellectual property – интеллектуальная собственность) [1]. Благодаря концепции СнК можно проектировать сложные, надежные современные с низким энергопотреблением бортовые комплексы.

*Работа выполнена в рамках реализации ФЦП Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы, ГК П1032 от 27 мая 2010 г.

Благодаря наличию большого количества бесплатных, открытых и свободно распространяемых IP-блоков описанный подход получил широкое распространение. В частности, для разработки модели бортового комплекса управления была использована библиотека GRLIB [3], разработанная и распространяемая фирмой «Gaisler Research». Данная библиотека представляет собой набор IP-блоков. Из них можно составить готовые решения, платформы, позволяющие разработчику сосредоточиться на решении поставленной задачи. Однако многие решения, критичные для некоторых отраслей, закрыты и предполагают приобретение коммерческой лицензии [4]. Поэтому написание и использование собственных IP-блоков является неотъемлемой частью процесса разработки.

В модели БКУ применяется процессорное ядро LEON3 – 32-разрядный процессор с архитектурой SPARC V.8 (Scalable Processor Architecture). Взаимодействие процессора с остальными устройствами БКУ осуществляется по шине AMBA – универсальной шине, пригодной для использования с процессорными ядрами различных архитектур [2, 5]. Внешняя память может быть подключена к системе через контроллер памяти.

Осуществляется поддержка интерфейсов ETHERNET, JTAG, DSU, RS232, SPACEWIRE через БКУ, которые взаимодействуют с периферийными устройствами. В частности, SPACEWIRE, работа которого регламентируется стандартом ECSS-E-ST-50-12C [6] Европейского космического агентства, позволяет создавать высокоскоростные (в зависимости от длины кабеля и количества интерфейсов – до 400, 800, 1600 и более Мбит/с) и надежные сети передачи информации, пригодные для применения даже в суровых условиях на борту космических аппаратов.

В процессе разработки проекта для отладки и тестирования был использован комплекс GR-RASTA (Aeroflex-Gaisler) [7]. Он представляет собой платформу для проектирования систем на кристалле. В данном комплексе используется отладочная плата

GR-CPCI-XC4V на базе ПЛИС Xilinx Virtex 4. В соответствии с ПЛИС была выбрана и среда разработки – Xilinx ISE.

БКУ работает под управлением многозадачной операционной системы RTEMS, являющейся надежным, отказоустойчивым решением из семейства операционных систем UNIX. С ее помощью осуществляется взаимодействие с внутренними и периферийными устройствами.

С использованием среды Xilinx ISE был сформирован файл конфигурации объемом более 2 Мб и создана ПЛИС GR-CPCI-XC4V. Связь ПЛИС с персональным компьютером осуществляется через RS232 интерфейс. Функционирование SPACEWIRE интерфейса было проверено посредством подключения к комплексу GR-SPWRTC (Aeroflex-Gaisler) и выполнения специальной тестирующей программы, загруженной в память БКУ.

Библиографические ссылки

1. Немудров В. Г., Мартин Г. Системы-на-кристалле. Проектирование и развитие. М. : Техносфера, 2004.
2. Суворова Е. А., Шейнин Ю. Е. Проектирование цифровых систем на VHDL. СПб. : БХВ-Петербург, 2003.
3. Gaisler J., Catovic E., Isomaki M. et al. GRLIB IP Core User's Manual Version 1.0.16 // Gaisler Research. 2009.
4. Gaisler J., Habinc S., Catovic E. GRLIB IP Library User's Manual Version 1.0.16 // Gaisler Research. 2009. P. 78.
5. Weaver D., Germond T. The SPARC Architecture Manual. Version 8 // SPARC International. Inc. 2009.
6. ECSS Secretariat, ESA-ESTEC, Requirements & Standards Division, ECSS-E-ST-50-12C. Noordwijk. The Netherlands, 2008.
7. Gaisler J., Habinc S. GR-RASTA Board User Manual, GAISLER RESEARCH // PENDER ELECTRONIC DESIGN. 2009. P. 17.

M. U. Vergazov, S. A. Chekmaryov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnyov, Russia, Krasnoyarsk

DEVELOPMENT OF ONBOARD COMPUTING UNIT MODEL USING SYSTEM ON CHIP CONCEPT

This research is dedicated to the developed model of onboard computing unit (OCU). The parts of OCU as well as the compilation process and creating of the firmware file are superficially described here. Also you can find there the information about the software used, principles of the interconnection of the OCU parts inside the device and with external devices through its interfaces.

© Вергазов М. Ю., Чекмарев С. А., 2010

С. В. Верещагин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск**МЕТОД ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЗАЩИЩЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ**

Решается задача учета всего множества факторов, влияющих на информацию, циркулирующую в информационной системе, путем разделения ее на основные составные элементы. При этом для каждого элемента определены возможные состояния, которые он может принимать, затем рассмотрены сочетания этих состояний, создана базовая модель описания всех возможных частных функций полезности, и смоделирована функция риска в динамике развития системы на основе минимального набора исходных данных. Исходные данные приведены из опыта функционирования АС в реальной среде, статистические данные взяты за определенный отчетный период (1 год).

Для выполнения поставленной задачи был взят метод детерминированного многофакторного анализа.

На основании определения автоматизированная система (АС) – это система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций) выделены четыре основных составляющих каждого элемента АС: технические средства (ТС), программное обеспечение (ПО), персонал (Ч) и организационные меры обработки (ОМ) и защиты информации (различного типа инструкции, регламенты и приказы), учтены ограничения модели. Способность элемента АС выполнять заданные функции описывается статичным набором состояний: работоспособное (Р); неработоспособное – отказ (Отк), сбой (С), ошибка (О) [1].

Задан способ формирования морфологического ящика как исследование сочетаний перечисленного набора состояний, составляющих элемент АС. Для проведения оценки защищенности определены те сочетания, которые могут негативно повлиять на изменение резульативного показателя, т. е. на изменение состояния защищенности информационной системы.

На основании введенных ограничений определены все сочетания состояний элементов АС, изменение которых может привести к изменению состояния защищенности АС. Получены 128 сочетаний, которыми можно описать все множество воздействий на элемент АС, при этом довольствуясь минимумом исходных данных, каковыми являются интенсивности отка-

зов отдельных составляющих элемента АС. Полнота и достоверность выявленных связей между состояниями элементов АС, воздействующих или могущих воздействовать на информацию, достигается путем рассмотрения множества состояний всех составляющих элемента АС и, как следствие, всех факторов, воздействующих на все элементы АС на всех этапах обработки информации.

Связи между состояниями составляющих элемента АС можно представить в виде ориентированного графа, вершинами которого будут являться состояния составляющих элемента АС, ребрами графа – зависимости между ними.

Исследовав зависимости выбранных состояний друг от друга, сформирована частная функция полезности каждого элемента АС на основе факторов (усредненных вероятностей наборов состояний, порождаемых конкретной составляющей элемента АС).

Сделаны выводы о влиянии каждого элемента АС на общую безопасность функционирования АС в целом.

Библиографические ссылки

1. Жуков В. Г. [и др.]. Применение факторного анализа и эволюционного алгоритма оптимизации для решения задачи управления информационными рисками систем электронного документооборота // Системы управления и информационные технологии. Воронеж : Научная книга, 2009. Вып. 3(37). С. 51–55.

S. V. Vereshagin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russia

**FACTOR ANALYSIS METHOD IN THE STUDY OF ENGINEERING
AND TECHNICAL SECURITY OF AUTOMATED SYSTEM**

The problem of taking into consideration all the factors that influence the information that circulates in the informational system by splitting it into the basic compound elements is solved. All the elements have definite states that they can turn into, the combination of these states is observed, the base model of the description of the probable private utility function is created and the risk function in the dynamics of system development on the base of the initial data minimal set is designed. The initial data are from AC functioning experience in real conditions, the statistics for a definite reporting period (1 year) is taken into consideration.

© Верещагин С. В., 2010

АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В АСИММЕТРИЧНЫХ СИСТЕМАХ СПУТНИКОВОГО ДОСТУПА К ИНТЕРНЕТ

Рассматривается анализ недостатков производительности протокола TCP при передаче данных через асимметричные каналы связи, а также некоторые приемы по их разрешению.

Протокол TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) стал фактическим стандартом для Интернета. Переходу на TCP/IP способствовала возможность прямого подключения к Интернету без необходимости преобразования сетевых протоколов. Из-за этого большинство современных сетей работает на основе протокола TCP/IP. Он реализован почти на всех устройствах, подключаемых к сети Интернет. Протокол TCP/IP используется также в асимметричных системах спутникового доступа к Интернету. Хотя нет никаких практических ограничений производительности протокола TCP, существует ряд недостатков, которые непосредственно не затрагивают эффективность, но имеют определенное влияние на качество организации интернет-приложений.

Нашей целью является выявление недостатков работы протокола TCP/IP, используемого в асимметричных системах спутникового доступа к сети Интернет. В соответствии с этим была поставлена следующая задача: проанализировать недостатки производительности протокола TCP в асимметричных системах спутникового доступа к сети Интернет и предложить рекомендации по их устранению.

В асимметричных спутниковых системах обмен данными осуществляется следующим образом: передача данных из Интернета к клиенту производится через спутник, а от клиента в Интернет – по телефонной линии. В настоящий момент спутниковые системы играют очень важную роль в развитии рынка услуг связи и радиовещания. Можно выделить несколько основных характеристик, благодаря которым асимметричные спутниковые системы приобрели свою популярность: высокую скорость, приемлемую стоимость оборудования, минимальные требования к запросному каналу, значительно низкую цену единицы принятой информации, быстрое разворачивание системы, относительную мобильность [1].

В асимметричных сетях доступа к Интернет за основу принят протокол TCP/IP. В работе протокола TCP/IP, используемого в асимметричных системах спутникового доступа к сети Интернет, существует ряд недостатков. Эти недостатки связаны с основными отличиями спутниковых каналов от наземных каналов связи, что оказывает воздействие на производительность TCP. Сюда относятся:

– во-первых, ошибки в спутниковом соединении. Процент полученных битов, содержащих ошибки (BER-Bit Error Rate), имеет высокое значение. Протокол TCP рассматривает ошибки пакетов как сигналы перегрузки трафика и уменьшает размер группы паке-

тов (window size), чтобы предотвратить заторы трафика. В результате производительность TCP снижается, хотя доступная канальная емкость еще не исчерпана;

– во-вторых, временные задержки спутникового соединения – из-за протяженности спутниковых линий источник передаваемого пакета может ожидать подтверждения приема пакета в течение 0,3–0,6 с [2];

– в-третьих, доступ к каналам и взаимодействия в сети. Этот недостаток заключается в воздействии свойств спутниковой связи на TCP соединения: общая пропускная способность TCP/IP-соединения ограничена временем полного обхода (RTT – round trip time) и размером TCP окна при передаче данных. Для спутниковых геостационарных сетей характерной задержкой распространения является величина RTT, которая составляет приблизительно 0,26 с. Отсюда можно определить, что при наибольшем окне передачи в 65536 байт предельная пропускная способность спутниковой линии составляет всего 250 Кбайт. Это ограничение можно обойти, используя TCP спуфинг. Спуфинг (имитация соединения) – способность маршрутизатора реагировать на некоторые сетевые запросы локально, без установления соединения с удаленным пунктом. Это означает, что операционный центр, формирующий пакеты для передачи пользователям, передает запросы пользователей информационным серверам от своего имени. Он же отправляет подтверждения о приеме. Этот механизм основан на допущении, что спутниковая линия доставит данные пользователю. В противном случае ошибка будет исправлена только через 0,5 с;

– в-четвертых, расширения TCP для асимметричных каналов. Производительность TCP через асимметричные линии может быть ограничена скоростью, с которой передатчик принимает подтверждения через низкоскоростной обратный канал. Асимметрия данных может быть улучшена либо модификацией протокола TCP, либо модификацией потока возвращаемых подтверждений (ACK);

– в-пятых, модифицирование TCP. Модификация TCP может быть выполнена в стеке протокола TCP/IP на сервере и машинах конечного пользователя. Асимметрия данных может быть улучшена, если уменьшить число подтверждений, генерируемых получателем. Так как подтверждения (ACK) TCP кумулятивны, протокол TCP позволяет уменьшить число ACK, генерируемых получателем, задерживая передачу каждого (накапливая) ACK до тех пор, пока несколько пакетов не достигнут получателя. Это назы-

вается задержкой АСК. Получатель может генерировать только одно АСК для N полученных пакетов при использовании задержки АСК. Это улучшает асимметрию данных на коэффициент N . Базовый стандарт TCP, однако, рекомендует подтверждать пакеты через один, поэтому максимальное значение N равно 2 [3]. Протокол TCP может быть еще более модифицирован: для улучшения асимметрии данных задерживать подтверждения более чем на 2 пакета.

Таким образом, основными недостатками производительности протокола TCP при передачи данных через асимметричные каналы связи являются: ошибки в спутниковом соединении, временные задержки спутникового соединения, воздействие свойств спутниковой связи на TCP – соединение, модифицирование TCP. Они связаны с отличиями спутниковых каналов от наземных каналов связи и снижают производительность TCP. Некоторые из этих недостатков

можно обойти путем улучшения асимметрии данных. Однако необходимость разрешения недостатков в этой области остается.

Библиографические ссылки

1. Шилов С. В. Анализ основных характеристик асимметричных спутниковых систем // Современное состояние и приоритеты развития фундаментальных и прикладных наук на ФМФ : материалы 54-й науч.-метод. конф. препод. и студентов ; Ставроп. гос. ун-т. Ставрополь, 2009. С. 96–98.
2. Ванина Н. М., Пономарев В. М., Шатров А. Ф. Системы спутниковой связи с асимметричным доступом. Технологии и средства связи // Спутниковая связь. Специальное приложение ; Ставроп. гос. ун-т. Ставрополь, 1999. С. 14–15.
3. Паркер Т, Сиян К. TCP/IP для профессионалов. СПб. : Питер, 2004.

A. P. Zhuk, S. V. Shilov

Stavropol State University, Stavropol, Russia

THE ANALYSIS OF INFORMATION REPORTS TRANSFER IN ASYMMETRIC SYSTEMS OF SATELLITE ACCESS TO THE INTERNET

The analysis of productivity problems of TCP protocol at data transmission through dissymmetric communication channel and also some methods of their solution are considered.

© Жук А. П., Шилов С. В., 2010

УДК 004.056

В. Г. Жуков, М. Н. Жукова, Н. А. Коромыслов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

О ПРИМЕНЕНИИ ИСКУССТВЕННЫХ ИММУННЫХ СИСТЕМ В ЗАДАЧЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассматриваются системы, основанные на принципах работы иммунной системы, их достоинства и недостатки, а также возможность применения искусственных иммунных систем для обнаружения инцидентов информационной безопасности.

Согласно стандарту ISO/IEC TR 18044:2004, под событием информационной безопасности понимается состояние системы, сервиса или сети, которое свидетельствует о возможном нарушении политики безопасности, либо о прежде неизвестной ситуации, которая может иметь отношение к безопасности. Инцидент информационной безопасности – это одно или серия событий информационной безопасности, которые могут привести к ущербу и потерям для организации. Потери могут быть как материальными (стоимость информации, эксплуатационные издержки и т. п.), так и нематериальными (репутация организации, изменение морально-психологического климата и т. п.).

Типовые действия, выполняемые в рамках процесса управления инцидентами информационной безопасности, включают:

- идентификацию инцидента информационной безопасности (получение информации об инциденте, регистрация инцидента, оценка критичности инцидента, классификация инцидента);
- реагирование на инцидент информационной безопасности (может включать действия по передаче инцидента комиссии по обработке инцидентов, идентификацию причин возникновения инцидента, изоляцию инцидента и подавление причин его возникновения);
- восстановление после инцидента информационной безопасности (может включать действия по оперативному внесению изменений в конфигурации систем, восстановление данных и закрытие инцидента);
- последующие действия по инциденту (могут включать анализ первопричин возникшего инцидента, проведение служебного расследования и предоставление отчета об инциденте заинтересованным сторонам).

Как видно, в первую очередь необходимо своевременно обнаружить инцидент информационной безопасности, иначе невозможно отреагировать на него в кратчайшие сроки.

Однако инциденты информационной безопасности не всегда можно легко обнаружить. Например, сотрудники могут не знать, что событие является инцидентом информационной безопасности. Или данное событие происходит впервые, его появление не было предусмотрено и защиты от него нет. Иногда событие, являющееся инцидентом информационной безопасности, сложно обнаружить за счет того, что оно похоже на другое событие, инцидентом информационной безопасности не являющееся.

Решение данной проблемы можно искать в иммунной системе, которая способна распознавать огромное количество молекулярных структур – антигенов, в том числе не существующих в природе. Тот факт, что иммунная система достигла совершенства в борьбе с болезнетворными и чужеродными антигенами, говорит о том, что многие принципы, сформировавшие иммунную систему, весьма эффективны и могут быть использованы с тем допущением, что работать они будут не с биохимическими антигенами, а с антигенами программными, т. е. информационными.

Для объяснения механизмов иммунитета существует несколько различных теорий, которые иногда противоречат друг другу. Опубликован ряд имитационных моделей, описывающих реакции различных компонентов иммунной защиты [1]. Происходит расширение сферы применения новых методов решения прикладных задач, основанных на принципах иммунологии. Эти методы имеют различные названия: искусственные иммунные системы, системы, основанные на принципах иммунитета, иммунологические вычисления.

Принципы работы искусственных иммунных систем взяты из естественной иммунной системы. Иммунная система способна:

- распознавать клетки своего организма и любые другие;
- обучаться;
- в зависимости от частоты и силы атак меняться, обеспечивая эффективную защиту с использованием ограниченных ресурсов.

Применение данных принципов позволяет строить эффективную систему защиты.

Следует отметить, что искусственные иммунные системы уже применялись в задачах, связанных с информационной безопасностью, например, в задаче обнаружения компьютерных вирусов или в задаче мониторинга процессов в системе UNIX.

Можно использовать искусственные иммунные системы и в задаче обнаружения инцидентов информационной безопасности. Если определить разрешенные события, например, список разрешенных программ, то искусственные иммунные системы позволят:

- распознавать разрешенные события и все остальные, которые могут оказаться инцидентами информационной безопасности;
- определять, какие инциденты информационной безопасности являются наиболее часто встречаемыми, и подстроиться таким образом, чтобы максимально соответствовать ситуации при том же количестве ресурсов;
- в зависимости от важности и опасности инцидента информационной безопасности вызывать локальную или системную реакцию.

Предполагается, что искусственные иммунные системы будут дополнять традиционные подходы к обеспечению информационной безопасности: криптографический и разграничительный по доступу.

Библиографическая ссылка

1. Искусственные иммунные системы и их применение / под ред. Д. Дасгупты : пер. с англ. ; под ред. А. А. Романюхи. М. : Физматлит, 2006.

V. G. Zhukov, M. N. Zhukova, N. A. Koromyslov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

APPLICATION OF ARTIFICIAL IMMUNE SYSTEMS IN THE PROBLEM OF DETECTING INFORMATION SECURITY INCIDENTS

Artificial Immune Systems, their advantages and disadvantages and possible applications of artificial immune systems for detecting information security incidents are considered in the article.

© Жуков В. Г., Жукова М. Н., Коромыслов Н. А., 2010

УДК 007

*Е. С. Жукова, И. Н. Карцан, С. В. Ефремова*Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск**ОСОБЕННОСТИ ЗАЩИТЫ ОТ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ***Рассматриваются источники возникновения каналов утечки информации за счет побочных электромагнитных излучений, а также особенность защиты информации.*

С точки зрения обеспечения защиты информации безопасных технических средств не существует. Каналами утечки информации могут быть любые электронные элементы при определенных условиях.

Информация передается двумя способами: полем (акустическая волна, электромагнитное излучение) или веществом (лист бумаги, диск и пр.). Любое физическое поле может стать каналом утечки информации. Под каналом утечки информации будем понимать возможность утечки информации или несанкционированный доступ злоумышленника к информации по любому физическому пути.

Для реализации канала утечки информации злоумышленнику необходимы определенные средства сбора и обработки информации. Каналы утечки информации с учетом их физической природы делят на следующие группы:

- визуально-оптические;
- акустические;
- электромагнитные;
- материальные.

Рассмотрев электромагнитные каналы утечки информации, возникающие за счет побочных электромагнитных излучений технических систем и средств, отнесем к ним излучения элементов средств обработки и передачи информации; излучения на частотах работы высокочастотных генераторов; излучения на частотах самовозбуждения усилителей низкой частоты.

Перехват побочных электромагнитных излучений осуществляется за пределами контролируемой зоны с использованием средств радиотехнической разведки.

Отметим, что степень опасности утечки информации за счет электромагнитных излучений очень велика. Особенности распространения электромагнитных

волн в пространстве и по дальности определяются длиной волны и мощностью излучения. Дальность и направленность излучения зависят от физической природы распространения соответствующего вида электромагнитных волн и пространственного расположения источника опасного сигнала и средств его приема.

Учитывая особенности распространения электромагнитных колебаний, определяющихся прежде всего мощностью излучения, особенностями распространения и величиной поглощения энергии в среде распространения, правомерно ставить вопрос об установлении их предельно допустимых мощностей, потенциально возможных для приема средствами злоумышленников. Эти допустимые значения интенсивностей принято называть нормами, или допустимыми значениями.

Защита информации от утечки по техническим каналам побочных электромагнитных излучений предполагает:

- размещение источников излучений на максимально возможном расстоянии от границ контролируемой зоны;
- экранирование помещений, систем коммуникаций;
- использование локальных систем, не имеющих выхода за пределы контролируемой зоны;
- размещенные в границах контролируемой зоны развязки по цепям питания и заземления;
- использование подавляющих.

Для обнаружения и измерения основных характеристик побочных электромагнитных излучений используются измерительные приемники; селективные вольтметры; анализаторы спектра; измерители мощности; другие специальные устройства.

E. S. Zhukova, I. N. Kartsan, S. V. Efremova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

**PROTECTION PECULIARITIES AGAINST COLLETERAL
ELECTROMAGNETIC RADIATIONS***Sources of occurrence of information leakage channels at the expense of collateral electromagnetic radiations, and also feature of protection of the information are considered.*

© Жукова Е. С., Карцан И. Н., Ефремова С. В., 2010

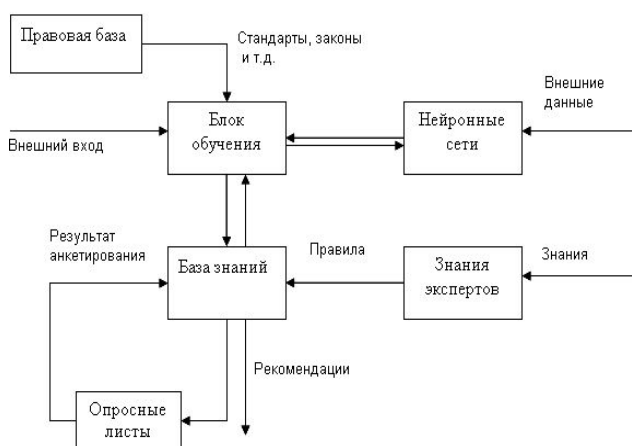
А. В. Золотарев, М. Н. Жукова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

РАЗРАБОТКА САМООБУЧАЮЩЕЙСЯ СИСТЕМЫ НА ПРЕЦЕДЕНТАХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассматривается проект самообучающейся системы, предназначенной для выдачи рекомендации по технической защите информации на основе анализа инцидентов информационной безопасности и документов по защите информации. Представлена блок-схема, описан принцип работы и методы, используемые в разрабатываемой системе.

Рассмотрим методологию разработки и построения самообучающейся системы (далее – самообучающаяся система), предназначенной для выдачи рекомендаций по технической защите информации на основании анализа инцидентов нарушения информационной безопасности и документов, регламентирующих защиту информации в организациях (см. рисунок).



Блок-схема самообучающейся системы

Принцип работы разрабатываемой системы следующий: все исходные данные (опросные листы, статистика, нормативные документы) поступают в блок обучения. Для обучения предлагается использовать нейронные сети, которые хорошо зарекомендовали себя при решении подобных задач [1]. Происходит

ранжирование угроз информационной безопасности. В связи с тем, что на практике всегда невозможно точно оценить уровень риска в количественном виде, то для решения данной проблемы предлагается использовать механизм нечеткой логики, позволяющий работать с качественными характеристиками [2].

Использование механизма нечеткой логики при создании самообучающейся системы позволит на основании статистики угроз информационной безопасности, а также поступивших исходных данных по защищаемой автоматизированной системе более точно ранжировать данные угрозы, а при выборе технических средств защиты информации автоматизированной системы это даст возможность учитывать несколько входных характеристик, и на выходе получать результат в виде ранжированного списка угроз.

Итогом работы системы является та или иная рекомендация, сформулированная на основе использования базы знаний, где приведены правила, созданные на основании знаний экспертов, ранжированных угроз, обработанных нормативных актов.

Предлагаемая в работе самообучающаяся (или адаптивная) система на сегодняшний момент находится в стадии разработки. Более полно схема и состав системы будут представлены в докладе.

Библиографические ссылки

1. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. М. : Горячая линия–Телеком, 2007.
2. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение для принятия приближенных решений. М. : Мир, 1976.

A. V. Zolotarev, M. N. Zhukova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

DESIGN OF SELF DEVELOPMENT SYSTEM OF PRECEDENT FOR SOLUTION INTEGRATED ASSESSMENT IN THE INFORMATION SECURITY FIELD

The project of a self-learning system for issuing recommendations on technical protection of information based on analysis of information security incidents and documents is presented. The block diagram, described the principle of work and methods used in the developed system is shown.

© Золотарев А. В., Жукова М. Н., 2010

УДК 629.78.017.1:002.6

Д. Е. Курбатов, М. Е. Курбатов, В. В. Двирный

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск**ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ ИЗДЕЛИЙ**

Усложнение продукции, повышение требований к ее качеству, обострение конкуренции – это лишь некоторые причины, по которым производители вынуждены кардинально пересматривать формы и способы ведения своей деятельности, изменение аспектов проблемы защиты информации в области информационного обеспечения.

Частичные улучшения производственных процессов обычно не дают желаемых результатов и не позволяют получить конкурентное преимущество. Необходимо использовать новые подходы, которые помогут в полной мере реализовать возможности новых технологий и человеческих ресурсов. Рассмотрим функционально-аналитическую модель информационного обеспечения, экспертный подход в конфиденциальности и защищенности информационного обеспечения разработок и т. д.

Поскольку вопросы эффективности информационного обеспечения качества технических разработок напрямую связаны с уровнем состояния науки, техники и технологий, научные исследования по совершенствованию системы и методов информационного обеспечения процесса создания конкурентоспособных КА различного функционального назначения, интенсификации информационной деятельности, ее интеграции с процессами творчества и управления на этапах проектирования и разработки, наземной экспериментальной отработки, летных испытаний и эксплуатации были и остаются весьма актуальными и востребованными [1].

Задачей информационного обеспечения (ИО) в процессе создания изделий является выявление тенденций развития техники и прогнозирование изменения информационных потребностей. В эту задачу входят:

- обеспечение специалистов, выступающих как потребители информации, нужными сведениями из системы научно-технических коммуникаций;
- реализация новых методов информационного анализа;
- осуществление принципов программно-целевого подхода и сетевые методы управления в планировании;
- обеспечение однократной и многоаспектной обработки входного потока сведений.

Таким образом, специфика ИО заключается в том, организациям требуется не только научно-техническая информация, но и также информация о рыночной конъюнктуре в соответствующих сегментах, о патентах и «ноу-хау», о предложениях на научно-технические и экспериментальные услуги и т. д., одним словом, ИО носит комплексный характер [2].

В анализе работы предложена методика оценки ресурсов с точки зрения информационной безопасности, опасности угроз, оценки рисков, основанная на

концепции нечетких множеств и опробования в экспертной автоматизированной информационной системе поддержки принятия решений по обеспечению информационной безопасности организации.

Задачи оценки важности ресурсов и опасности угроз из-за многокритериальности и неопределенности лучше решать с использованием концепции нечетких множеств (НМ).

Для оценки ресурсов и угроз воспользуемся правилом Заде «Задания лингвистических переменных» (ЛП):

$$\Omega = \{w, T(w), A, G, Q\},$$

где w – название переменной; T – терм-множество значений, т. е. совокупность ее лингвистических значений; A – носитель; G – синтаксическое правило, порождающее термы множества T ; Q – семантическое правило, которое каждому лингвистическому значению w ставит в соответствие его смысл $Q(w)$, причем $Q(w)$ обозначает нечеткое подмножество носителя U .

Для оценки угрозы зададим ЛП: $\Omega_U =$ «Опасность угрозы», которая принимает нечеткие значения $T = \{T_1, T_2, T_3, T_4, T_5\}$, где $T_1 =$ «Незначимая», $T_2 =$ «Значимая», $T_3 =$ «Опасная», $T_4 =$ «Очень опасная», $T_5 =$ «Критическая».

Для определения носителя множества Ω_U , содержащего терм-значения T , в рамках решаемой задачи проведем балльный метод экспертной оценки. В качестве факторов, обуславливающих опасность угрозы, будем использовать параметры, из которых первые пять – B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 характеризуют источник и цель угрозы, остальные – $B_6, B_7, B_8, B_9, B_{10}, B_{11}, B_{12}, B_{13}$ – степень опасности угрозы.

Здесь B_1 – источник угрозы; B_2 – расположение источника угрозы; B_3 – преднамеренность воздействия; B_4 – цель угрозы нарушения аспекта ИБ; B_5 – объект угрозы; B_6 – уровень нарушителя; B_7 – возможность предотвращения или нейтрализации угрозы; B_8 – возможность обнаружения реализации угрозы; B_9 – возможность восстановления объекта после реализации угрозы; B_{10} – частота появления угрозы за год; B_{11} – опасность реализации угрозы для объекта с точки зрения ущерба; B_{12} – затраты на реализацию угрозы; B_{13} – простота реализации угрозы. Количественная оценка каждого параметра определяется в баллах – от 1 до 4. Для вычисления носителя множества Ω_U данные сводятся по показателям B_6 – B_{13} в таблицу и рассчитываются интервалы для каждого терм-значения.

Комплексная оценка показывает критичность i -го ресурса во всей системе обеспечения информационной безопасности (ОИБ) организации, а также общий уровень защищенности ресурса. Такая методика оценки ресурса в системе ОИБ позволяет добавлять и оценивать любой ресурс. Кроме того, каждая графа в таблице характеризует некоторый параметр, существенный с точки зрения ОИБ организации. Так, например, графа $A_{8к}$ характеризует критичность ресурса по такому аспекту ИБ, как нарушение конфиденциальности. Если уровень критичности i -го ресурса по конфиденциальности высокий, то необходимо предусмотреть мероприятия по защите ресурса от раскрытия, ознакомления [3, 4].

Таким образом, помимо комплексной оценки ресурса, отражающей критичность ресурса во всей системе ОИБ и уязвимость ресурса, данные в ячейках таблицы являются параметрами, на основании которых строятся правила сопоставления каждому ресурсу

множества связанных с ним угроз и вариантов мероприятий по ОИБ.

Библиографические ссылки

1. Туркенич Р. П., Курбатов Д. Е., Двирный В. В. Информационное обеспечение проектирования приборов космических аппаратов связи // Электронные и электромеханические системы и устройства : тез. докл. XVIII науч.-техн. конф. (22–23 апр. 2010, г. Томск). Томск : ООО «Печатная мануфактура», 2010.
2. Звездинский С. М. Эффективность информационного обеспечения научно-технических разработок. Львов : Вища школа, 1987.
3. Ловцов Д. А., Ермаков И. В. Защита информации от доступа по нетрадиционным информационным каналам // НТИ. 2006. № 9. С. 1–9.
4. Королева Н. А., Тютюнник В. М. Методика оценки уровня обеспечения информационной безопасности организации // НТИ. 2007. № 1. С. 15–17.

D. E. Kurbatov, M. E. Kurbatov, V. V. Dvirniy

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

CONCERNING EFFICIENCY AND INFORMATIONAL PROTECTION IN THE COURSE OF PRODUCTS CREATION

Production complication, increase of requirements to its quality, a competition aggravation – here there are only some reasons on which manufacturers are compelled to reconsider the forms and ways of conducting the activity, change of protection problem aspects of the information in the field of informational supply.

© Курбатов Д. Е., Курбатов М. Е., Двирный В. В., 2010

УДК 004.056

В. Г. Миронова, А. А. Шелупанов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Россия, Томск

ПРОВЕДЕНИЕ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРЕДПРОЕКТНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Рассмотрен этап проведения аудита информационной безопасности при предпроектном обследовании информационных систем персональных данных. Предложен подход для минимизации ресурсов при создании системы защиты персональных данных.

Принятие Федерального закона № 152-ФЗ «О персональных данных» направлено на обеспечение защиты конституционных прав и свобод граждан Российской Федерации (РФ) и определило необходимость защиты данных граждан, сведения о которых обрабатываются в информационных системах персональных данных (ИСПДн). Согласно [1] информационные системы, обрабатывающие ПДн, должны быть приведены в соответствие с требованиями Федерального закона не позднее 1 января 2011 года.

За невыполнение требований Закона «О персональных данных» предусмотрена административная и уголовная (в соответствии со статьями КоАП и УК РФ) ответственность. Ответственность может быть

наложена как на юридические (организации), так и на физические лица: рядовых сотрудников и руководителей предприятия. Деятельность организации (оператора) по обработке ПДн также может быть приостановлена по требованию Роскомнадзора.

В перечень мероприятий по приведению ИСПДн в соответствии с требованиями нормативно-методической документации и законодательства РФ по защите персональных данных (ПДн) включается:

- предпроектное обследование ИСПДн;
- проектирование системы защиты персональных данных (СЗПДн);
- ввод в действие СЗПДн.

Этап предпроектного обследования ИСПДн является основой для создания адекватной СЗПДн и проведения последующих мероприятий, так как выбор и реализация методов и способов защиты информации в ИСПДн основываются на результатах, полученных при проведении предпроектного обследования. Поэтому этап предпроектного обследования является по существу этапом проведения аудита информационной безопасности.

Предпроектное обследование ИСПДн включает:

- классификацию ИСПДн;
- разработку организационно-распорядительной документации;
- определение исходной степени защищенности ИСПДн;
- разработку частной модели угроз безопасности ПДн;
- создание частного технического задания.

Классификация ИСПДн проводится согласно [2]. В результате ИСПДн присваивается определенный класс, и оформляется «Акт классификации информационной системы персональных данных» в соответствии с типовой формой. Классификация ИСПДн осуществляется для установления методов и способов защиты информации, чтобы обеспечить безопасность ПДн.

Базой для создания ИСПДн и ее системы защиты является организационно-распорядительная документация, составленная оператором ПДн, либо организацией – лицензиатом Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России).

Важным шагом предпроектного обследования является построение частной модели угроз безопасности ПДн, целью которой является выявление актуальных угроз безопасности ПДн при их обработке в ИСПДн [3]. Согласно [3; 4] выявляется исходная степень защищенности ИСПДн и строится частная модель угроз безопасности ПДн. Для этого рассматриваются эксплуатационные и технические характеристики. На основе модели угроз и будет создана СЗПДн. Кроме того, необходимо создавать и учитывать модели нарушителей безопасности ПДн согласно [4; 5].

На основе перечня актуальных угроз составляется частное техническое задание [5; 6], в котором отражаются основные критерии построения СЗПДн.

Автоматизированная система, реализованная авторами [7], позволяет оперативно проводить следующие

этапы предпроектного обследования ИСПДн: классификацию ИСПДн, определение исходной степени защищенности ИСПДн и построение частных моделей угроз безопасности.

Таким образом, при проведении предпроектного обследования – этапа аудита информационной безопасности, важно помнить, что полученный результат ляжет в основу будущей СЗПДн, обеспечивающей заданный уровень защищенности ПДн.

Авторами сформированы перечни угроз безопасности ПДн для специальных ИСПДн согласно [4; 5], а также рассмотрены возможные модели нарушители для ИСПДн в зависимости от структуры системы.

Библиографические ссылки

1. Российская Федерация. Законы. О персональных данных : федер. закон : утв. Президентом РФ 27 июля 2006 г., № 152-ФЗ. М., 2006.
2. Об утверждении порядка проведения классификации информационных систем персональных данных : приказ Федер. службы по техн. и экспорт. контролю, ФСБ РФ и М-ва информ. технол. и связи РФ от 13 февр. 2008 г. № 55/86/20 3. М., 2008.
3. Методика определения актуальных угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных : утв. ФСТЭК от 15 февр. 2008 г. М., 2008.
4. Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных : утв. ФСТЭК России от 15 февр. 2008 г. М., 2008.
5. Об утверждении положения о методах и способах защиты информации в информационных системах персональных данных : приказ Федер. службы по техн. и экспорт. контролю РФ от 5 февр. 2010 г. № 58. М., 2010.
6. Методические рекомендации по обеспечению с помощью криптосредств безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных с использованием средств автоматизации : утв. руковод. 8 Центра ФСБ России от 21 февр. 2008 г. № 149/5-144. М., 2008.
7. Шелупанов А. А., Миронова В. Г., Ерохин С. С. Автоматизированная система предпроектного обследования информационной системы персональных данных «АИСТ-П» // Вестник ТУСУР. 2010. Вып. 1(21). Ч. 1. С. 14–22.

V. G. Mironova, A. A. Shelupanov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk

ANALYSIS OF PREPROJECT SURVEY INFORMATION SYSTEM OF PERSONAL DATA STAGES

This research is devoted to auditing stage of information security during the pre-project examination of personal data information systems. The approach for resource minimization to create a system of personal data protection is suggested.

© Миронова В. Г., Шелупанов А. А., 2010

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ СИГНАЛОВ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Проанализированы угрозы функционирования навигационных подсистем, использующих данные от спутниковых радионавигационных систем. Предложен способ повышения защищенности навигационных сигналов от имеющихся угроз.

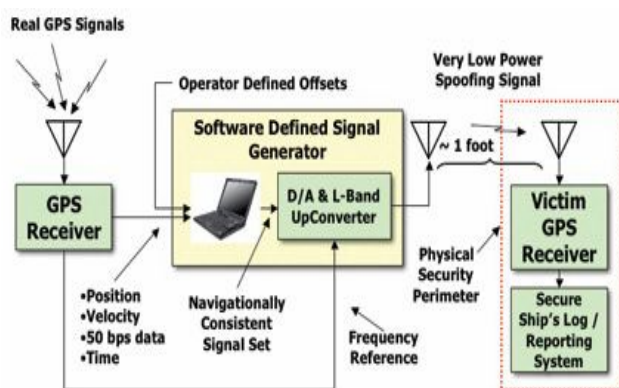
Среди всех сфер применения спутниковой радионавигации можно выделить несколько таких, от которых в значительной степени зависит нормальное функционирование экономики государства. Это прежде всего системы управления транспортом и системы синхронизации различных телекоммуникационных и энергосетей.

В последнее время активно ведутся разработки систем захода на посадку воздушных судов, применяющих сигналы спутниковых радионавигационных систем (СРНС) [1]. При этом предполагается использовать ассистирующие наземные псевдоспутники для повышения точности позиционирования. При полетах на эшелоне навигационные данные, полученные от СРНС, находят применение уже сейчас.

СРНС используются для навигационного обеспечения морских судов при плавании в открытом море и прибрежной зоне, прохождении узких мест, заходе в порты и маневрировании в портах, для навигационного обеспечения судов речного флота при движении по озерам, водохранилищам, рекам и каналам.

При этом СРНС имеют ряд уязвимостей, систематизированных в [1]. Среди них можно особо выделить возможность навязывания приемной аппаратуре ложных, имитируемых, навигационных сигналов и возможность подавления навигационных сигналов преднамеренными помехами.

В работе [2] описывается тип атаки на СРНС под названием спуфинг. Суть атаки заключается в подмене сигналов от реальных навигационных спутников сигналами от псевдоспутников для отклонения объекта от нужного курса, при этом навигационное оборудование «считает», что соблюдается правильный курс. Схема работы системы имитации навигационных сигналов представлена на рисунке:



Станция имитации сигналов может располагаться на некотором расстоянии от объекта воздействия, генерируя ложные навигационные сигналы. На начальном этапе происходит замещение принимаемых реальных спутниковых сигналов имитируемыми сигналами из-за их большей мощности. Затем параметры навигационных сообщений имитируемых сигналов изменяются таким образом, чтобы при сохранении отображаемых навигатором данных отклонить судно от курса в требуемом направлении. При воздействии на системы синхронизации различных телекоммуникационных и энергосетей манипуляции с меткой времени и меткой ухода спутниковых часов могут нарушить работу данных сетей.

В работе [3] отмечается, что вероятность подавления преднамеренными помехами радиотехнической системы, которой в данном случае выступает СРНС, зависит от вероятности того, что параметры используемых сигналов будут определены (разведаны) системой радиоэлектронного подавления.

Противодействовать рассматриваемым угрозам можно с помощью повышения структурной скрытности сигналов. Структурную скрытность навигационных сигналов, доступных на сегодняшний день для гражданского использования, можно считать неудовлетворительной. Параметры сигналов, состав и структура навигационных сообщений подробно описаны в интерфейсных контрольных документах соответствующих систем. Для кодового разделения каналов используется одна структура ансамбля ортогональных либо квазиортогональных кодовых последовательностей.

В европейской СРНС Galileo предполагается создать различные типы сигналов для разных категорий потребителей. Сервис повышенной надежности для авиации и судовой навигации предусматривает информирование потребителей о понижении точности позиционирования, двухканальность и повышенную скорость передачи данных. Но эти меры не позволят предотвратить подавление и имитацию навигационных сигналов. Правительственный сервис предусматривает кодирование сигнала, что защищает его от имитации и существенно снижает вероятность подавления. Но доступ к этому сигналу предполагается ограничить европейскими спецслужбами. Таким образом, у российских гражданских потребителей нет доступа к сигналам, защищенным от подавления и имитации.

Предлагается ввести в состав навигационных сигналов системы Глонасс новый навигационный сигнал с кодовым разделением каналов и с повышенной структурной скрытностью, которую предлагается реализовать с помощью стохастической смены ансамблей квазиортогональных кодовых последовательностей, генерируемых на основе метода, описанного в [4]. Повышение структурной скрытности навигационного сигнала позволит существенно снизить вероятность успешного анализа навигационного сигнала системой радиоэлектронной разведки и, как следствие, модификацию навигационных сообщений и формирование эффективных помех для подавления навигационных сигналов.

D. V. Oryol

Stavropol State University, Russia, Stavropol

SUBSTANTIATION OF SECURITY INCREASE NECESSITY FOR SATELLITE RADIO NAVIGATION SYSTEMS

Threats of navigating subsystems functioning, using data from satellite radio navigating systems are analyzed, the way of navigating signals security increase from available threats is presented.

© Орел Д. В., 2010

УДК 67.404.3

В. В. Сафронов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

СУБЪЕКТЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРАВООТНОШЕНИЙ

Информационные правоотношения — это социальные отношения по поводу создания, обладания и пользования информацией, складывающиеся в информационной сфере, урегулированные информационно-правовыми нормами, субъекты которых обладают набором специальных прав и обязанностей.

Информационные правоотношения, рассмотренные как система, представляют собой сложное явление, состоящее из различных элементов и структурных связей между ними. В общей теории правоотношений в качестве его элементов выделяют участников (субъектов), объект и содержание правоотношения. По мнению авторов, представляется возможным дополнить структуру и такими двумя элементами, обычно в нее не включаемыми, как форма и основания правоотношения, так как без формы немислимо содержание, а без основания само правоотношение.

К основным субъектам информационного права относятся лица, участвующие в создании, преобразовании, передаче и распространении, получении и потреблении информации. Это прежде всего создатели, или производители информации, обладатели информации, потребители информации.

Создатели (производители) информации – это лица, в результате интеллектуальной деятельности которых появляется информация. К ним относятся и ав-

- ### **Библиографические ссылки**
1. Lorimer R. GNSS Simulators Serve as Industry Bellwether // GPS World. 2009. 15 April.
 2. Scott L. Expert Advice - Location Assurance // GPS World. 2007. 1 July.
 3. Борисов В. И., Зинчук В. М. Помехозащищенность систем радиосвязи. Вероятностно-временной подход. 2-е изд., испр. М.: РадиоСофт, 2008.
 4. Жук А. П., Фомин Л. А., Романько Д. В., Орел Д. В. Использование класса особых сигналов для передачи информации в радиосистемах с кодовым разделением каналов // Нейрокомпьютеры. Разработка и применение. 2010. № 1.

торы, создающие творческую продукцию, и лица (в том числе органы государственной власти, органы местного самоуправления, юридические лица), не претендующие на авторство по поводу созданной ими информации. К данным субъектам по логике закона «Об авторском праве и смежных правах» относятся приобретатели авторских прав по авторским договорам, а также работодатели в случаях создания служебного произведения. Кроме того, в соответствии с Патентным законом к таким субъектам можно отнести и авторов изобретений полезных моделей и промышленных образцов, а также патентообладателей и лицензиатов. Правоспособность этих лиц возникает в силу провозглашенной законом возможности каждого быть автором произведений науки, литературы и искусства, без какого бы то ни было дополнительного разрешения. Дееспособность автора не имеет значения для обладания права на информационный объект, однако влияет на возможность реализации имущественных прав на информационный объект (в данном

случае применяются нормы гражданского права). Субъектами информационных правоотношений также являются и обладатели средств индивидуализации.

Физические лица обладают именем, состоящим из собственно имени, отчества и фамилии. При этом физическое лицо обладает правом защищать свое имя, в том числе требовать воспроизведения его без каких бы то ни было искажений, а также оценивать имя и вносить право на его использование в качестве вклада в уставный капитал хозяйственных товариществ и обществ. Кроме того, имя может стать товарным знаком, к примеру, товарный знак популярной певицы «Алла Пугачева», под которым выпускается обувь и парфюмерные изделия. В современной практике таких примеров достаточно, когда имя известного лица используется в рекламных целях, в том числе и для продвижения своего товара на рынке.

Юридические лица обладают фирменным наименованием, товарным знаком или знаком обслуживания, право на использование которого может быть передано любому лицу по договору коммерческой концессии. Юридическое лицо обладает также деловой репутацией, защита которого осуществляется в рамках гражданского законодательства, хотя деловая репутация также может быть объектом договора (совместного товарищества или другого), то есть являться неким информационным ресурсом, который сам может стать средством получения прибыли.

Государство также обладает собственным именем и некоторыми исключительными правами на объекты промышленной собственности и информацию, составляющие государственную тайну. Государство может передавать право на использование своего имени в коммерческих целях, однако пользователи в таком случае должны оплачивать обязательные платежи за подобное использование.

Ряд производителей информации не претендует на защиту своих личных неимущественных прав на созданную информацию, однако они заинтересованы в признании этой информации как своей собственной. К ним можно отнести производителей открытых справочных информационно-поисковых систем, баз, банков данных и т. п.

Обладатели информации – это посредники между создателями и потребителями информации; лица, приобретающие исключительное право на передачу и распространение информации и обеспечивающие доведение созданной информации до конечного потребителя.

Потребители информации – это лица, нуждающиеся в информации, производящие поиск и получающие ее для удовлетворения своих потребностей.

К субъектам информационных правоотношений относятся также и те лица, которые участвуют в создании и применении средств и механизмов программно-технического обеспечения информационных процессов – информационных систем, сетей, информационных технологий и средств их обеспечения (информационных, лингвистических, технических, программных и иных).

Соответственно каждый из перечисленных лиц должен обладать правосубъектностью для того, чтобы вступать в информационные правоотношения. При этом правоспособность указанных лиц является общей, однако дееспособность физических лиц может быть ограничена, при этом ограничение устанавливается не фактически уполномоченным на то органом, а формально тем объектом, по поводу которого лица вступают в правоотношения, т. е. статусом самой информации: общедоступна она или ограничена в пользовании, или вообще изъята из пользования.

Обращаясь к общим принципам классификации субъектов правоотношений, субъектов информационных правоотношений можно подразделить:

- на индивидуальные субъекты – физические лица, участвующие в информационном процессе (оборот информации – создании, передаче, использовании);
- коллективные субъекты – юридические лица, независимо от форм собственности и организационно-правовых форм [1].

Библиографическая ссылка

1. Боев В. М., Павельева О. Г. Информационное право : учеб. пособие / ГАУП. СПб., 2006.

V. V. Safronov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

SUBJECTS OF INFORMATIONAL LEGAL RELATIONSHIPS

Informational legal relationships are social relations concerning creation, possession and usage of information that are formed in the sphere of information and regulated by the informational legal norms which subjects possess a set of special rights and obligations.

© Сафронов В. В., 2010

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СИСТЕМЫ РОЛЕВОГО РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИТЕРИЯ ВЕСОВОЙ СЛОЖНОСТИ

Описывается новый критерий для оценки качества систем ролевого разграничения доступа – весовая сложность. Приведен пример применения критерия на иерархии ролей класса RBAC3.

Системы ролевого разграничения доступа (СРРД) в настоящее время широко применяются в автоматизированных информационных системах (АИС) для управления доступами пользователей. При этом каждая СРРД является реализацией формальной модели ролевого разграничения доступа (РМРД). В настоящее время множество коммерческих СРРД, используемых в том числе российскими предприятиями, построено на основе формальной модели RBAC3, описанной в стандарте [1].

Существует достаточно много алгоритмов, применяемых для проектирования СРД на основе RBAC3 [2]. Для оценки качества полученной СРД используются такие критерии, как общее количество ролей в системе и полнота покрытия множества привилегий [3]. Данные критерии не позволяют оценить СРД с точки зрения оптимальности структуры и удобства администрирования, в то время как эти показатели являются ключевыми для предприятий – владельцев АИС, для которых настраивается СРД.

В данной работе автором предлагается новый критерий оценки качества СРД АИС – весовая сложность, и показано, что данный критерий позволяет оценить оптимальность структуры СРД с точки зрения заданных требований.

Рассмотрим некоторые основные понятия базовой РМРД RBAC3, которые потребуются для дальнейшего описания [1]:

P – множество всех возможных прав доступа (привилегий);

U – множество всех пользователей системы;

$R \subseteq 2^P$ – множество всех ролей системы (роль – множество привилегий из P);

$UA \subseteq U \times R$ – множество всех назначений пользователей на роли;

$UP \subseteq P \times R$ – множество всех назначений привилегий в состав ролей;

$RH \subseteq R \times R$ – множество иерархических отношений между парами ролей.

Задачу оценки качества РМРД можно сформулировать следующим образом. Обозначив через m число привилегий, а через n – число пользователей, допуская возможность непосредственного назначения привилегий пользователям и считая, что каждому пользователю может быть назначено относительно большое число полномочий, необходимо оценить число связей между m и n . Доказано, что число таких связей в ролевой модели можно сократить до порядка $(m+n)$ [3]. Введем определение «весовая сложность ролевой мо-

дели». Эта сложность включает в себя число связей в ролевой модели, при этом разные связи могут иметь различные веса.

Определение

Пусть $W = \langle w_r, w_u, w_p, w_h, w_d \rangle$, где $w_r, w_u, w_p, w_h, w_d \in \mathbb{N}^+ \cup \{\infty\}$. Тогда весовая сложность модели (ВСМ) – $wsc(\Gamma, W)$ – вычисляется по формуле

$$wsc(\Gamma, W) = w_r \cdot |R| + w_u \cdot |UA| + w_p \cdot |PA| + w_h \cdot |t_reduce(RH)| + w_d \cdot |DUPA|,$$

где $|\cdot|$ – размер множества связей, а $t_reduce(RH)$ – результат сокращения иерархии ролевой модели.

Сокращение ролевой модели – это минимальное множество связей, соответствующее той же иерархии. Например, $t_reduce(\{(r_1, r_2), (r_2, r_3), (r_1, r_3)\}) = \{(r_1, r_2), (r_2, r_3)\}$, так как (r_1, r_3) следует из двух предыдущих связей.

Вычисления с бесконечностью обозначаются следующими выражениями:

$$0 * \infty = 0, \forall_{x \in \mathbb{N}^+} x \cdot \infty = \infty, \forall_{x \in \mathbb{N}^+ \cup \{\infty\}} x + \infty = \infty.$$

Руководствуясь вышеописанным критерием оценки эффективности, при построении ролевой модели нужно стремиться максимально возможно сократить ее вес, сохранив при этом все существующие в системе доступы. Для этого можно установить максимально допустимый вес модели, рассматриваемой в качестве рабочей. Определив $w_h = \infty$, на выходе получаем плоскую (лишенную иерархии) ролевую модель, так как вес любой из связей наследования будет бесконечным.

Положив $w_d = \infty$, мы запретим прямое назначение привилегий пользователям. Установив $w_r = 1$, $w_u = w_p = 0$ и $w_h = w_d = \infty$, мы можем минимизировать число ролей.

В качестве примера проведем взвешивание двух моделей. W_1 : $w_r = w_u = w_p = w_h = w_d = 1$ и W_2 : $w_r = w_u = 1$; $w_p = w_h = w_d = 2$. Согласно схеме W_1 предположим, что стоимость добавления каждого элемента (роли или назначения роли пользователю) в ролевую модель равна 1. Весовая сложность, таким образом, равна стоимости построения модели. В схеме W_2 цена всех операций с привилегиями выше. Такая модель используется во многих коммерческих продуктах, где для включения привилегии в состав роли необходимо выполнить ряд трудоемких операций, в то время как назначение роли пользователю является менее сложной задачей.

Таким образом, управляя коэффициентами весовой сложности, мы получаем возможность оценить сложность системы разграничения доступа и выбрать СРД, максимально отвечающую заданным требованиям: глубина иерархии, число привилегий в каждой роли, количество пользователей, обладающих заданной ролью и т. п. Предложенный автором критерий может быть использован при оценке качества СРД, внедряемых для контроля доступа АИС предприятий.

Библиографические ссылки

1. National Institute of Standards and Technology, Proposed Standard for Role-Based Access Control. URL: <http://csrc.nist.gov/rbac/rbacSTD-ACM.pdf>.
2. Colantonio A., Di Pietro R., Ocello A. A cost-driven approach to role engineering // Proc. of the 23rd ACM Symposium on Applied Computing, SAC'08. 2008. P. 2129–2136.
3. Ferraiolo D., Kuhn D., Chandramoul R. Role Based Access Control / ARTECH HOUSE. INC. 2003.

N. A. Semenova

Moscow State University of Electronics and Mathematics, Moscow, Russia

QUALITY EVALUATING OF RBAC SYSTEMS USING WEIGHT COMPLEXITY CRITERIA

This research is devoted to a new criteria for quality evaluating of RBAC system – weight complexity. A sample of criteria exploitation for RBAC3 class models is given.

© Семенова Н. А., 2010

УДК 004

Е. В. Тетерина, В. В. Черненко

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОВРЕМЕННЫХ АНТИВИРУСНЫХ ПРОГРАММ

Атака на систему антивирусной защиты, установленную на компьютере, – это один из распространенных методов, которые киберпреступники используют, чтобы получить доступ к ценной информации и ресурсам. Поэтому способность антивирусной программы противостоять этому воздействию играет важную роль.

Проблема защиты информации – одна из основных в современном мире. В компьютерном сообществе сообщения об атаках на информацию, о хакерах и компьютерных взломах стали обыденной практикой. Одним из распространенных видов атак на информацию являются компьютерные вирусы. Они способны причинить значительный ущерб не только отдельному человеку или организации, но и экономике в целом. Поэтому важное значение в современном мире имеет не только защита сети от вирусов, но и понимание пользователями принципов антивирусной защиты.

Современные программы взлома не перестают совершенствоваться, развиваются и находят все новые приемы для получения полного и длительного контроля над компьютером жертвы. Одним из основных методов получения желаемой информации является целенаправленное нарушение целостности работы защитной антивирусной программы, установленной на компьютере. Добившись желаемого, вредоносная программа «поселяется» в компьютере, и получает полный доступ к имеющейся в нем информации.

Для того чтобы обезопасить себя и свой компьютер, необходимо использовать качественную и на-

дежную антивирусную программу, которая способна предотвратить проникновение вируса в компьютер.

Так, в сентябре 2010 г., Российский информационно-аналитический центр Anti-Malware.ru проверил самозащиту 20 наиболее популярных комплексных персональных антивирусных продуктов класса Internet Security. Экспертами Anti-Malware.ru были протестированы эффективность самозащиты антивирусов на отдельных машинах под управлением Microsoft Windows XP SP3 и Windows 7 с правами локального администратора при помощи набора утилит, имитирующих распространенные виды атак на защитное ПО, или вручную.

В данном исследовании проверялись возможности изменения доступа к файлам и ключам реестра антивируса; модификация или удаление файлов антивируса; модификация и удаление значимых ключей реестра антивируса; завершение или модификация процессов антивируса множеством методов; выгрузка драйверов [1].

По итогам теста лидерами в самозащите оказались российские антивирусные продукты Kaspersky Internet Security 2011 и Dr. Web Security Space 6.0, показавшие результаты 100 и 99 % защиты соответ-

венно, и получившие наивысшую награду Platinum Self-Protection Award.

Результаты теста показали, что большинство антивирусных программ достойно выдержали испытания, 12 из 20, протестированных – антивирус, преодолели 80%-й барьер набранных баллов хотя бы на одной из операционных систем Windows XP SP3.

Результаты проведенного теста на платформе операционной системы Windows XP SP3 в целом немного лучше, чем на новой Windows 7. Заметно хуже самозащита на Windows 7 оказалась у таких антивирусных программ, как Eset Smart Security, G DATA Internet Security, F-Secure Internet Security 2010, AVG Internet Security, VBA32 Personal. Лучшие показатели для Windows 7 только у двух программ: Panda Internet Security и Microsoft Security Essentials.

Очень высокие результаты в самозащите (97...86 %) продемонстрировали антивирусные программы Online Solutions Security Suite 1.5 и Outpost Security Suite Pro 7.0, а также Norton Internet Security 2010, Avast Internet Security 5.0, Comodo Internet Security 4.1, Avira Premium Security Suite 10.0, BitDefender Internet Security 2011 и ZoneAlarm Internet Security Suite 2010.

Достойные результаты продемонстрировали также программы Eset Smart Security 4.2 (76 %), Panda Internet Security 2011 (70 %), G DATA Internet Security 2011 (70 %) и McAfee Internet Security 2010 (63 %).

Остальные антивирусы, в числе которых AVG Internet Security 9.0, F-Secure Internet Security 2010, VBA32 Personal 3.12, Trend Micro Internet Security 2010 и PC Tools Internet Security 2010 показали удовлетворительный результат (59...49 %) [2; 3].

Стоит отметить, что несмотря на ужесточение требований к качеству защитных механизмов продуктов, которые необходимы современным программам безопасности, особенно с учетом появления все более технически совершенных угроз, производители анти-

вирусных программ показывают довольно стабильный результат.

Также была проанализирована динамика улучшения самозащиты антивирусных программ за 2009–2010 гг. на базе операционной системы Windows XP SP3. Динамика изменения результатов теста позывает, что большинство брендов улучшили самозащиту своих продуктов по сравнению с прошлыми годами. По-прежнему очень высокие результаты показали российские Kaspersky Internet Security, DrWeb Security Space и зарубежные Norton Internet Security, Avast! Internet Security и Avira Premium Security Suite. Ухудшение самозащиты наблюдается только у VBA32 Personal, Panda Internet Security и Trend Micro Internet Security. Результат Microsoft также снизился. Лучшее всего работа по самозащите своих антивирусных программ была проделана компаниями BitDefender, Eset и McAfee [1].

Несмотря на общий прогресс в самозащите, результаты многих антивирусных продуктов еще далеки от идеала. Многие разработчики пока уделяют явно недостаточное внимание этому аспекту защиты. Особенно это касается крупных западных компаний, которые уже традиционно занимают последние места в подобных тестах. Стоит добавить, что самозащита эффективна только против атак, поступающих из режима пользователя, но малоэффективна против атак, направленных из ядра.

Библиографические ссылки

1. Тест самозащиты антивирусов (сентябрь 2010). URL: http://www.anti-malware.ru/antivirus_self_protection_test_2010.
2. Anti-Malware представил результаты тестов самозащиты антивирусов. URL: http://www.securitylab.ru/news/397839.php?pagen=2&el_id=397839.
3. Современные требования к антивирусной программе. URL: <http://ezpc.ru/pcvir4.shtml>.

E. V. Teterina, V. V. Chernenko

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

PERFORMANCE ANALYSIS OF MODERN ANTIVIRUS SOFTWARE

Attack on anti-virus protection installed on your computer is one of the common methods that cyber criminals use to gain access to victims' information and resources. Therefore, the ability of anti-virus program to resist this effect has an important role.

© Тетерина Е. В., Черненко В. В., 2010

Т. С. Хеурхабаров, В. Г. Жуков

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

О ПРИМЕНЕНИИ ИСКУССТВЕННЫХ ИММУННЫХ СИСТЕМ В ЗАДАЧЕ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ

Рассматривается применение модели искусственной иммунной системы для фильтрации нежелательной электронной корреспонденции. Приводится описание основных механизмов, заложенных в данной модели.

Иммунная система предоставляет организму человека очень эффективные механизмы защиты, позволяющие отличать свои клетки от чужеродных. Это свойство иммунных систем привело к созданию ее искусственной модели для решения различных прикладных задач [1]. Одной из таких задач может быть обнаружение нежелательной электронной корреспонденции. Прежде чем приступить к описанию данной системы, вкратце рассмотрим, каким образом функционирует иммунная система человека.

Главным принципом действия человеческой иммунной системы является сравнение определенных «шаблонов» с находящимися внутри организма телами и выявление таким способом инородных тел, называемых антигенами. Роль упомянутых шаблонов выполняют лимфоциты, постоянно генерируемые спинным мозгом и тимусом с учетом информации, содержащейся в ДНК (такая информация все время накапливается, и процесс этот называется эволюцией геномной библиотеки). Каждый тип лимфоцита отвечает за обнаружение какого-то ограниченного числа антигенов. Лимфоциты способны обнаруживать только ту информацию, которая внутри организма отсутствует, и если какое-то тело подходит под данный шаблон, значит, оно явно чужое. В случае обнаружения лимфоцитами антигена на основании соответствующего шаблона вырабатываются антитела, которые и уничтожают его.

В модели искусственной иммунной системы для обнаружения нежелательной электронной корреспонденции в качестве антигенов выступают входящие электронные письма. Цифровые лимфоциты образуются путем случайной рекомбинации элементов геномной библиотеки, представляющих собой шаблоны, описанные специальным мета языком. Шаблон содержит некоторую информацию, характерную для нежелательной электронной корреспонденции. Можно использовать несколько геномных библиотек, содержащих разные типы шаблонов, например, отдельно для русского и английского языка. Каждый цифровой лимфоцит помимо комбинации элементов геномной библиотеки содержит два числовых показателя (`msg_count`, `spam_detected`). Данные счетчики инициализируются в процессе первоначального обучения системы. На этапе обучения подготавливается набор писем. Для каждого письма из этого набора заранее известно, к какой категории оно принадлежит: легитимная почта или нежелательная. Далее каждое из этих писем вводится в систему. Для всех лимфоцитов,

которые соответствовали письму, показатель `msg_count` увеличивается на 1. В случае же, если письмо является нежелательным, также увеличивается показатель `spam_detected`.

В процессе нормального функционирования системы при поступлении нового письма оно анализируется всеми лимфоцитами. Если лимфоцит соответствует письму, то его показатель `msg_count` увеличивается на 1, и этот лимфоцит заносится в специальный список, который назовет `matched_list`. Далее посчитаем величины `sum_msg_count` и `sum_spam_detected`, представляющие собой сумму показателей `msg_count` и `spam_detected` лимфоцитов из списка `matched_list`. Данные суммы используются для расчета взвешенной оценки, показывающей вероятность того, что письмо является нежелательным. Эта оценка сравнивается с заданной пользователем границей. Если оценка меньше этой величины, то письмо считается легитимным, если же больше – нежелательным. От выбора границы во многом зависит эффективность работы системы, поэтому оптимальное значение данного параметра может быть подобрано автоматически с использованием генетических алгоритмов или нейронной сети. Если письмо было классифицировано как нежелательное, то показатель `spam_detected` у всех лимфоцитов из списка `matched_list` увеличивается на 1.

Также присутствует механизм выработки новых и уничтожения неиспользуемых лимфоцитов. Лимфоциты, которые долгое время не участвовали в обнаружении нежелательной почты, уничтожаются и заменяются новыми. Для эффективности работы системы должна присутствовать возможность изменения и пополнения геномной библиотеки. Предполагается, что весьма эффективным методом построения геномной библиотеки будет использование базы данных обученного байесовского фильтра, применяемого для фильтрации нежелательной электронной почты.

Прежде чем письмо поступит на вход иммунной системы, оно должно пройти предварительную обработку. Обработка состоит из нескольких этапов:

1. Целью данного этапа является перевод содержимого письма в текстовую форму, если оно изначально не является таковым. Определяется тип содержимого в теле письма. Если это html, то необходимо удалить все html теги. Если же картинка, то необходимо подключить механизм распознавания текста.

2. На данном этапе из полученного текста удаляются так называемые стоп-слова. К таким словам относятся предлоги, союзы, частицы, а также другие

слова, не несущие никакой смысловой нагрузки. Также удаляются знаки препинания.

3. Одним из методов обхода фильтров, применяемых рассылщиками нежелательной электронной корреспонденции – замена букв в словах похожими по начертанию символами. Так, например, русская буква «о» может быть заменена латинской «o» или нулем. Также слова заведомо могут писаться с грамматическими ошибками. На данном этапе необходимо исправить как можно больше таких замен и ошибок.

4. На последнем этапе предварительной обработки каждое слово в тексте приводится к своей словообразовательной единице. Например, прилагательное «рекламный» будет приведено к существительному «реклама». Данная операция позволяет значительно сократить количество детекторов, так как для всей

группы однокоренных слов будет всего один детектор, а не на каждую форму слова отдельный детектор.

На основании предложенной идеи разрабатывается программное средство для автоматического обнаружения нежелательной электронной корреспонденции. Целью разработки программы является проверка эффективности обнаружения нежелательной электронной корреспонденции, а также сравнение данного метода с распространенными механизмами фильтрации.

Библиографическая ссылка

1. Искусственные иммунные системы и их применение / под ред. Д. Дасгупты ; пер. с англ. под ред. А. А. Романюхи. М. : Физматлит, 2006.

T. S. Heirkhabarov, V. G. Ghukov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE APPLICATION OF ARTIFICIAL IMMUNE SYSTEMS FOR SOLVING SPAM DETECTION PROBLEM.

The application of artificial immune system for unsolicited E-mail filtering is discussed. The description of the main procedures included into the system is carried out.

© Хеирхабаров Т. С., Жуков В. Г., 2010

УДК 004.056

А. С. Хохоля, В. В. Золотарев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Рассмотрены наиболее важные моменты, необходимые для реализации проекта. Поставлены цель и задачи работы, сформулированы проблемы, актуальность и область применения результатов работы.

В настоящее время многие информационные системы развиваются стихийно по мере роста потребностей организации, что приводит к неэффективному использованию системы, появлению уязвимых мест и, как следствие, экономическим потерям и не рациональному использованию средств.

Целью работы является разработка методики и алгоритмов построения математических моделей информационных систем и анализа их. Это позволит повысить эффективность работы информационной системы; обнаружить уязвимые места в информационной системе; устранить уязвимости в информационной системе; повысить эффективность расходования средств.

В ходе выполнения работы необходимо выполнить следующие задачи:

1) выбрать факторы, воздействующие на информационную систему, и свойства, показывающие состояние информационной системы;

2) собрать информацию и сделать анализ структур систем;

3) выявить скрытые закономерности в моделях;

4) прогнозировать состояние информационной системы, основываясь на поведении модели системы.

Результаты данной работы найдут широкое применение при анализе существующих информационных систем. С помощью данной методики можно будет оценить эффективность и уязвимость информационной системы по различным факторам, в том числе не рассмотренным в работе.

Для объективной оценки информационной системы необходимо задать факторы, влияющие на систему, с помощью которых можно оценить ее состояние. Факторы делятся на количественные и качественные [1]. Также критично правильно описать интересующие для изучения свойства системы, такие как, например, время работы отдельных элементов или экономические затраты.

Для каждого заданного свойства системы определяется структурная схема реализации данного свойства. Такая схема может представлять собой взвешенный граф производства, показывать, из каких элементов и связей, реализующих данное свойство, состоит система. Производится учет влияния заданных факторов на элементы структуры системы.

Собранная информация хранится в виде массивов данных, что облегчит ее обработку. Анализ представляет собой поиск оптимальных вариантов выполнения задачи типа: минимизация влияния на элементы системы человеческого фактора при минимуме затраченного времени на работу системы. Для поиска оптимальных решений можно ввести соотношения между свойствами или факторами и свойствами. Так, определив стоимость работы системы в течение часа, вместе с вероятностью и стоимостью задержки из-за влияния человеческого фактора на систему, можно найти наиболее экономически выгодный вариант управления системой.

С ростом данных о системе будет расти трудоемкость анализа. Так как большинство взаимодействий свойств системы являются линейными (при увеличении времени работы увеличивается стоимость выпол-

нения работы), то можно использовать динамическое программирование, когда оптимальное решение определяется принятием оптимального выбора на каждом шаге. Такой подход значительно сократит трудоемкость анализа.

С помощью разрабатываемой методики оценивается текущее состояние системы с точки зрения ее эффективности. Учет факторов, влияющих на элементы системы, позволяет принять во внимание безопасность функционирования элементов системы. По оценке влияния факторов на информационную систему и взаимосвязей между ними становится возможным построить максимально эффективную и минимально уязвимую систему.

Библиографическая ссылка

1. Жуков В. Г., Золотарев В. В., Паротькин Н. Ю. и др. Применение факторного анализа и эволюционного алгоритма оптимизации для решения задачи управления информационными рисками систем электронного документооборота // Системы управления и информационные технологии. Воронеж : Научная книга, 2009. № 3(37). С. 41–50.

A. S. Khokholya, V. V. Zolotarev

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE ANALYSIS OF DYNAMIC PROGRAMMING INFORMATION SECURITY EFFICIENCY

The research states the most important points for the project execution. Also the goals and assignments, cognitive factors, topicality and application cases are pointed out.

© Хохоля А. С., Золотарев В. В., 2010

УДК 004.318

С. А. Чекмарев, Ф. А. Лукин, В. Х. Ханов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ БОРТОВОГО КОМПЬЮТЕРА НА БАЗЕ ОТКРЫТЫХ IP-БЛОКОВ*

Представлена модель прототипа бортового компьютера. Описаны процессы компиляции проекта, формирования файла конфигурации. Показаны тестирование работоспособности интерфейсов бортового компьютера, связь его с другими устройствами.

Для построения бортовых систем управления наиболее эффективна концепция «система на кристалле», внедрение которой является одним из приоритетных направлений развития отечественной электроники. Одной из особенностей данной концепции является возможность использования готовых аппаратных решений, которые заложены в описаниях базовых блоков (IP-блоков) [1]. Таким образом, можно проектировать

функционально-сложные, надежные, современные решения с низким энергопотреблением и габаритами.

Развитие данных подходов к проектированию обусловлено наличием открытых IP-ядер, доступных для свободного использования проектировщиком. Так, например, для реализации проекта бортового компьютера управления (БКУ) была использована библиотека GRLIB, разработанная фирмой «Gaisler Research».

*Работа выполнена в рамках реализации ФЦП Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы, ГК П1032 от 27 мая 2010 г.

Она включает в себя набор IP-блоков, написанных на языке VHDL, а также тесты для проверки их работоспособности [2]. Библиотека ориентирована на использование системной шины AMBA (процессорно-независимая шина, пригодная для использования с процессорными ядрами разных архитектур). Также GRLIB описывает ядро процессора LEON3 (32-рядный процессор, применяемый SPARC v.8 (Scalable Processor Architecture)). Осуществляется поддержка таких интерфейсов, как ETHERNET, JTAG, DSU, RS232, SPACEWIRE. Однако употребление многих ее составных частей предусматривает приобретение коммерческой лицензии [3]. Поэтому важно применять в проекте свои решения.

Наряду с библиотекой был создан проект бортового компьютера. Взаимодействие процессора LEON3 с остальными устройствами проекта осуществляется по шине AMBA. Внешняя память может быть подключена к системе через контроллер памяти [4]. Периферийные устройства взаимодействуют с системой через SpaceWire, ETHERNET, UART (RS232) интерфейсы. Также есть отладочные порты JTAG, DSU. Особенностью данного проекта является поддержка интерфейса SPACEWIRE, что позволяет создавать высокоскоростные и надежные сети передачи информации применительно к суровым условиям эксплуатации.

В процессе отладки проекта был использован комплекс GR-RASTA. Комплекс представляет собой отладочную платформу для проектирования «систем на кристалле» на базе процессора LEON. Комплекс позволяет протестировать проект, отладить программ-

ное обеспечение [5]. В его состав входит программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) GR-CPIC-XC4V, разработанная фирмой «Xilinx», что определило используемую среду разработки проекта (САПР Xilinx ISE), на базе которой был сформирован файл конфигурации (объемом 1,8 Мб) и сконфигурирована ПЛИС GR-CPIC-XC4V. Удалось организовать связь ПЛИС с персональным компьютером через RS232 интерфейс. Функционирование SPACEWIRE интерфейса было проверено посредством выполнения специальной тестирующей программы, загруженной в память БКУ. В дальнейшей работе необходимо загрузить многозадачную операционную систему RTEMS в память БКУ, и с ее помощью осуществлять взаимодействие с устройствами, поддерживающими SPACEWIRE интерфейс.

Библиографические ссылки

1. Немудров В. Г., Мартин Г. Системы-на-кристалле. Проектирование и развитие. М.: Техносфера, 2004.
2. Gaisler J., Catovic E., Isomaki M., et al. GRLIB IP Core User's Manual Version 1.0.16 // Gaisler Research. 2009.
3. Gaisler J., Habinc S., Catovic E. GRLIB IP Library User's Manual Version 1.0.16 // Gaisler Research. 2009. P. 78.
4. Weaver D., Germond T. The SPARC Architecture Manual, Version 8 / SPARC International. Inc. 2009. P. 78.
5. Gaisler J., Habinc S. GR-RASTA Board User Manual / GAISLER RESEARCH, PENDER ELECTRONIC DESIGN. 2009. P. 17.

S. A. Chekmaryov, F. A. Lukin, V. Kh. Khanov

Siberian State Aerospace University named after the academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

DEVELOPMENT OF THE ONBOARD COMPUTER MODELS ON BASE OPENED IP-CORES

The developed model of a prototype of the onboard computer is presented. Process of compilation of the project and generating programming file is described. Tests of working capacity of interfaces of the onboard computer are shown. Its communication with other devices is described.

© Чекмарев С. А., Лукин Ф. А., Ханов В. Х., 2010

УДК 621.396+621.394/.396.019.3

А. В. Черноусов, А. Д. Головачев, А. В. Кузовников

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ШИРИНЫ ПОЛОСЫ ВЕЙВЛЕТ МОДУЛИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ ОТ ПАРАМЕТРОВ ФОРМИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ

Рассматривается возможность использования вейвлет функции Шеннона для формирования широкополосного сигнала. Исследуется влияние параметров, задающих вейвлет Шеннона на ширину спектра передаваемого сигнала.

Во второй половине XX в. началось бурное развитие и рост количества систем спутниковой связи. Но поскольку радиочастоты являются ограниченным ресурсом, то возникают проблемы с обеспече-

нием надежной связи в условиях воздействия как организованных, так и случайных помех и многостационарного доступа при работе в пакетных радиосетях.

Для передачи цифровых данных по спутниковому каналу связи они должны быть сначала преобразованы в радиосигнал, занимающий определенный частотный диапазон. Стоит отметить, что тип модуляции влияет на ширину полосы, занимаемую сигналом.

Проблема формирования помехоустойчивого сигнала наилучшим образом может быть решена при использовании сигналов с расширенным спектром, при этом сигнал занимает полосу частот, значительно большую полосы частот, минимально необходимой для передачи информации. Расширение полосы сигнала позволяет уменьшить спектральную плотность мощности и уровень взаимовлияния между различными системами связи. Классическим методом непосредственного расширения спектра является кодирование сигнала, с использованием псевдослучайных последовательностей.

Для дополнительного увеличения ширины занимаемой сигналом полосы частот (по сравнению с классическим методом расширения) можно применять специальные функции – вейвлеты.

Основной особенностью данных функций является маленькая длительность импульса. Длительность импульса и ширина полосы частот, занимаемой сигналом, находятся в обратной зависимости.

Особый интерес представляет влияние параметров вейвлет-функции на ширину полосы частот, занимае-

мой сигналом. Для выявления зависимостей ширины полосы частот, от параметров было произведено моделирование в среде Matlab (см. рисунок).

В среде Matlab для генерации вейвлета Шеннона используется функция `shanwavf`, которая возвращает вектор ψ значений комплексного вейвлета Шеннона:

$$\psi(t) = \sqrt{f_b} e^{2\pi f_c t} \text{sinc}(f_b t)$$
 определенного в интервале (lb, ub) . Основными задающими параметрами при формировании вейвлета Шеннона являются ширина полосы частот f_b и центральная частота f_c вейвлета. При этом f_b и f_c должны удовлетворять неравенству $f_c \frac{f_b}{2}$ (табл. 1, 2).

Анализ полученных результатов показал, что изменение параметров, задающих вейвлет функцию, позволяет изменять ширину полосы частот, занимаемую сигналом: чем шире полоса задающего вейвлета, тем больше общая ширина полосы формируемого сигнала. Расширение временного интервала формирующего вейвлета позволяет расширить полосу формируемого сигнала, однако при этом значительная часть полезной мощности тратится на неинформативную составляющую вейвлет функции. Решение задачи выбора оптимальной конфигурации параметров задающих вейвлетов определяется экспериментальным путем и требует дополнительных исследований.

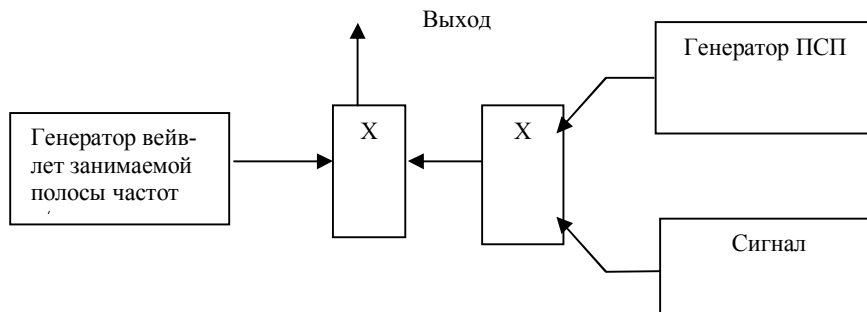


Схема расширения спектра с использованием вейвлет-функций

Таблица 1

Влияние параметров f_b, f_c на значение ширины спектра при фиксированном значении интервала (lb, ub)

Значение параметра		Значение ширины спектра взятой на уровне -3дБ (Δf , МГц)
f_b	f_c	
1	0,5	12
3	1,5	36
5	2,5	58
5	3,5	70

Таблица 2

Влияние параметров lb, ub на значение ширины спектра при фиксированном значении параметров $f_b = 1, f_c = 0,5$

Значение параметра		Значение ширины спектра взятой на уровне -3дБ (Δf , МГц)
lb	ub	
-5	5	6
-10	10	12
-20	20	24
-30	30	36

A. V. Chernousov, A. D. Golovachev, A. V. Kusovnikov

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

THE RESEARCH OF WALVET MODULATED SIGNALS BAND WIDTH DEPENDANCE ON THE FORMING FUNCTION PARAMETERS

The possibility of Shannon wavelet function usage for modulating of broadband signals is considered. Influence of Shannon wavelet function parameters on spectrum width of a transmittable signal is also researched.

© Черноусов А. В., Головачев А. Д., Кузовников А. В., 2010

УДК 004.056

М. О. Шудрак, И. А. Лубкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ЗАЩИТА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕТОДОМ ПОЛИМОРФНОЙ ГЕНЕРАЦИИ КОДА

Рассматривается метод защиты программного кода от исследования и модификаций при помощи полиморфной генерации кода.

На сегодняшний день существует и развивается широкий спектр систем и методов защиты программного обеспечения, позволяющих обеспечивать безопасность интеллектуальной собственности. Но вместе с тем совершенствуются и методы взлома таких систем [1].

В основе практически любого метода исследования программного обеспечения лежит предварительное исследование (дизассемблирование) кода, отвечающего за его защиту. Цель такого исследования заключается в том, чтобы реконструировать алгоритм защиты для его последующей модификации и автоматизации процесса взлома.

Для противодействия такому исследованию применяется метод полиморфной генерации программного кода. В основе данного метода лежит возможность динамически генерировать различные версии машинного кода, не изменяя логику работы алгоритма защиты.

Такой метод значительно затрудняет анализ кода и полностью исключает автоматизацию процесса взлома программы. Но у этого метода существует и ряд недостатков:

- число версий машинного кода существенно ограничено;
- описание правил преобразования инструкций требует огромных временных затрат разработчика полиморфного генератора.

Приведенные выше недостатки легко устранить, если использовать методы генетического программирования для генерации полиморфного кода. Для этого

необходимо представить машинную инструкцию в виде дерева, где выполняемая операция будет иметь вид узла дерева, а регистры и значения – листьев дерева. Алгоритм поиска решения можно разделить на четыре этапа.

Этап 1. На данном этапе с помощью генератора случайных чисел формируется новая популяция решений, представляющая собой массив машинных инструкций.

Этап 2. Сравниваются выходные значения каждой инструкции, в случае совпадения осуществляется выход из алгоритма – необходимая инструкция найдена. Если этого не происходит, то переходим к этапу 3.

Этап 3. С помощью методов генетического программирования, таких как селекция, отберем новую популяцию потомков, в 2 раза меньше начальной.

Этап 4. С помощью методов генетического программирования, таких как рекомбинация и мутация, рекомбинируем и получим вторую часть популяции. Перейдем к этапу 2.

Применение данного алгоритма к каждой инструкции защитного механизма позволит полностью изменить его представление в виде машинного кода, тем самым затруднив его анализ и полностью исключив возможность автоматизации процесса взлома программного обеспечения.

Библиографическая ссылка

1. Панов А. С. Защита программного обеспечения. Спб. : БХВ-Петербург, 2006.

М. О. Шудрак, И. А. Лубкин

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE METHOD OF POLYMORPHIC CODE GENERATION IN SOFTWARE PROTECTION

This article describes a method of code protection from reversing engine using polymorphic code generation.

© Шудрак М. О., Лубкин И. А., 2010

УДК 004.724

К. Е. Шудрова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

АЛГОРИТМ ВСТРАИВАНИЯ СКРЫТОЙ ИНФОРМАЦИИ В ВИДЕОПОТОК

Рассматривается алгоритм распределения нагрузки «Метка привилегий». Данный алгоритм позволяет встраивать скрытую информацию в поток видео. Выделяются методы обхода защиты данного способа защищенной передачи информации и способы противодействия.

Человечество всегда интересовало, как скрыть информацию. Делалось это в разное время различными способами. Мы рассмотрим методику организации защищенного канала передачи с помощью передачи стеганографических контейнеров.

Остановимся вкратце на алгоритме. Целью алгоритма является скрытая передача информации в информационном потоке. С точки зрения стороннего наблюдателя происходит обычная видеоконференция с аутентификацией пользователей. С точки зрения участников видеоконференции совершается обмен секретной информацией. Достоинством данного алгоритма является то, что нет необходимости скрывать факт обмена информацией, неизвестным остается только ее содержание.

Алгоритм для пользователя состоит из следующих шагов:

1. Предъявляется аутентификатор (электронный ключ).
2. При удачной аутентификации в программу вводится необходимая секретная информация.
3. Начинается видеоконференция (а в ходе нее отправляется секретная информация).
4. В ходе видеоконференции принимается и расшифровывается информация, полученная от другого участника обмена данными.
5. Конференция завершается.

Для того чтобы получить информацию, пользователю необходимо иметь установленную программу «Метка привилегий»; электронный ключ с аутентификационными данными; веб-камеру и доступ в сеть для организации связи; секретную информацию, если планируется дуплексный сеанс связи, а не просто получение данных.

Безопасность обмена информацией обеспечивается следующими средствами:

– в конференции могут участвовать только пользователи, данные от которых приходят со специальными метками в служебных полях пакетов TCP;

– даже при самостоятельной установке клиента программы нарушителем участие в информационном обмене затруднено тем, что IP-адреса легитимных пользователей задаются администратором в серверной части приложения «Метка привилегий»;

– при попытке доступа в компьютер пользователя у нарушителя возникает проблема, связанная с необходимостью предъявления аппаратного ключа;

– при наличии аппаратного ключа и доступа к программе нарушитель сталкивается с последним рубежом – необходимостью введения пароля;

– если пользователи знают друг друга – видеоконференция позволяет осуществлять аутентификацию по биометрическим данным.

Иными словами, для того чтобы нарушитель перехватил информацию, необходимо:

- 1) знать о факте передачи скрытой информации в рамках данной конференции;
- 2) иметь доступ в сеть, в которой циркулирует данная информация (так как сеть может быть локальной без выхода в Интернет, то необходимо иметь физический доступ в организацию);
- 3) иметь IP-адрес из белого списка администратора;
- 4) установить клиентское приложение «Метка привилегий»;
- 5) получить аппаратный ключ для аутентификации;
- 6) знать пароль;
- 7) в случае обмена информацией с заведомо известным лицом придется подделывать сходство внешности и голоса.

Конечно, возможен и другой вариант – пользователь пытается изменить настройки серверной части приложения. Для этого необходимо иметь аппарат-

ный ключ, пароль и доступ к рабочему месту администратора.

Если же пытаться получить информацию непосредственно из канала связи, а не из конечных узлов, то мы имеем видеотрафик и догадку о том, что в нем, возможно, скрыта дополнительная секретная информация. Для того чтобы ее получить, необходимо знать какие именно биты несут в себе нужную информацию, а какие нет. Сделать это проблематично, так как передача происходит асинхронно, с использованием оригинального алгоритма стеганографических преобразований.

Последний вариант обхода защиты – пользователь, самостоятельно устанавливающий сервер на свой компьютер, чтобы все обращения шли через его машину. Для того чтобы этого не произошло, необходимо:

- в настройках клиентских программ жестко задать MAC-адрес сервера;
- в клиентских приложениях использовать для идентификации сервера данные аппаратного ключа администратора;

– администратору являться участником конференции для аутентификации по биометрическим данным его личности другими участниками.

Как дополнительную меру, которая делает обмен данными более неудобным, но значительно повышает надежность, можно применять шифрование информации, которую мы собираемся встраивать в стегоконтейнеры. Таким образом, даже пройдя все рубежи защиты, нарушитель получит только зашифрованную информацию.

В заключение можно сказать, что в любой системе защиты наибольшую опасность представляют угрозы изнутри системы, а не снаружи. Данный способ передачи информации наделяет администратора очень большими полномочиями – через него идут все потоки информации. Если не применяется шифрование передаваемых секретных данных или же криптографический метод защиты выбран неудачно, единственное что можно сделать – применять организационные меры.

K. E. Shudrova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

ALGORITHM OF THE HIDDEN INFORMATION EMBEDDING INTO THE VIDEO STREAM

It is covered «the Label of privileges». load allocation algorithm. The given algorithm allows to add the hidden information in video flow. Here the methods of protection bypass of the given method of the protected information transfer and counteraction methods are considered.

© Шудрова К. Е., 2010

Секция
**«НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ
В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ»**

**ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА СБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ
ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Показана необходимость совершенствования инструментов мониторинга сбытовой деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса.

С экономических позиций оборонные предприятия и организации имеют свою специфику, которая проявляется в монополии заказчика, обусловленной преобладанием государственного заказа над инициативными работами и особыми требованиями к качеству производимой продукции. Необходимыми условиями успешного функционирования предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК) в условиях рынка являются ориентация производства на потребителей и конкурентов, гибкое приспособление к изменяющейся рыночной конъюнктуре [1]. Снижение государственного оборонного заказа и его недофинансирование заставляют предприятия ОПК переориентироваться на производство гражданской продукции, учитывающее потребности рынка. Конкурентоспособность конверсионной продукции ОПК, по мнению А. Тихонова (URL: <http://www.cast.ru/journal>), определяется следующими основными факторами:

- наукоемкостью производимой продукции;
- ценой конверсионной продукции;
- сроками обновления модельного ряда и вывода новой продукции на рынок;
- качеством продукции;
- послепродажным сервисным обслуживанием.

Производство и сбыт конверсионной продукции на предприятиях ОПК позволяет обеспечить их выживание в долгосрочной перспективе. Так, в 2007 г. объем реализации ОПК России составил около 20 млрд долл., из них более 10 млрд долл. приходилось на государственный заказ, 7 млрд долл. – на экспорт. С 2000 по 2007 гг. объем реализации российского ОПК увеличился в 3,7 раза, в том числе госзаказ – в 6,4 раза, экспорт – в 2,2 раза. По данным Минэкономразвития, рост промышленной продукции ОПК в январе–августе 2009 г. составил 105,3 % по сравнению с соответствующим периодом 2008 г. (URL: <http://www.minprom.gov.ru/activity/avia/stat/15>).

Предприятиям ОПК, осуществляющим конверсионную деятельность, необходимо уделять большое внимание сбытовой деятельности, так как привычная форма организации сбыта и управления производством, основанная на госзаказах и бюджетном финансировании, имеет место только при производстве продукции стратегического назначения. При сбыте продукции гражданского назначения необходимо учитывать требования рынка, иначе многие производства будут работать на склад, впуская в расход колоссальные объемы дефицитного сырья и труд работников. Без осуществления мониторинга сбытовой дея-

тельности трудности сбыта произведенной конверсионной продукции со временем будут возрастать. Конверсионным предприятиям для преодоления кризисного состояния необходима продуманная сбытовая политика, научное изучение потребностей общества и согласованность интересов потребителей с эффективным использованием собственных капиталов и ресурсов.

Укрупненно содержание сбытовой деятельности на предприятии ОПК можно представить четырьмя этапами: изучение спроса на продукцию предприятия; преддоговорная работа с потребителями; заключение договоров поставки; выполнение договоров поставки.

На каждом этапе необходимо осуществлять мониторинг основных показателей:

- объема заказа за анализируемый период;
- задержек в оплате заказов;
- сроков выполнения заказов;
- предполагаемых сроков востребования продукции;
- ассортимента;
- количества заказа;
- качества заказа;
- цен на продукцию;
- сроков поставки;
- условий предоплаты и оплаты продукции;
- сроков отгрузки продукции;
- объемов отгрузки продукции;
- поступления денежных средств на счет предприятия.

Число показателей сбытовой деятельности может меняться в зависимости от конкретных условий сбыта. Однако необходимо заранее уточнить, что нестандартные ситуации, например такие как возврат недоброкачественной продукции или получение претензий покупателя, в данном перечне показателей сбытовой деятельности не рассмотрены.

Мониторинг сбытовой деятельности позволит лучше контролировать эффективность отдельных элементов сбытовой политики и вносить в нее необходимые поправки, контролировать соответствие товарного ассортимента потребительскому спросу, а также принимать решения по упразднению нерентабельных видов изделий, их модификации или разработке новых.

Детально проработанная и документально закрепленная сбытовая политика становится эффективным инструментом текущего и последующего мониторинга сбытовой деятельности предприятий ОПК. Обос-

нованное формирование и эффективный контроль сбытовой деятельности, оптимизация процедур планирования продаж, контроль за выполнением планов сбыта и за потребителями позволяют значительно усовершенствовать сбытовую деятельность предприятий ОПК в условиях ужесточающейся конкуренции.

Библиографическая ссылка

1. Ерыгин Ю. В., Лобков К. Ю. Устойчивое инновационное развитие предприятий ОПК: концепция, принципы и методы планирования : монография / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск 2004.

E. V. Belyakova, N. E. Gilts

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

MONITORING FEATURES OF OIC ENTERPRISES' MARKETING ACTIVITY

The urgency of monitoring tools improvement for defence industry complex enterprises' marketing activity is shown.

© Белякова Е. В., Гильц Н. Е., 2010

УДК 658

А. С. Бутусин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ВОЗМОЖНОСТИ ЛОГИСТИКИ В КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Показана роль космических технологий в развитии логистики, а также рассмотрены возможности использования логистики в космосе.

Несмотря на полвека активного развития логистики в хозяйственной деятельности, сфера ее применения продолжает расширяться. В настоящее время рождается еще одно направление – космическая логистика.

Современная логистика была бы немыслима без достижений ученых в космосе. Ярким примером тому может служить широко используемая спутниковая система слежения за движением грузов ГЛОНАСС, с помощью которой и владелец груза, и транспортная компания всегда имеют необходимую информацию. Не менее важны навигационная система GPS и мобильная связь. Космонавтика открыла новую эру и в области пассажирских перевозок. Конечно, речь о регулярных рейсах куда бы то ни было сегодня не идет, однако растущее число космических туристов наводит на мысль о том, что, возможно, рано или поздно и это станет достижимым [1].

Вместе с тем логистика сама влияет на развитие и изучение космоса. Ученые Массачусетского технологического института при содействии коллег из Лаборатории реактивного движения NASA разработали программное обеспечение SpaceNet, моделирующее цепочки снабжения лунной базы, которую США собираются построить к 2020 г. Программное обеспечение позволяет рассчитать маршруты доставки на Луну кислорода, пищи, топлива, исследовательского оборудования и запчастей для механизмов. Модель космической логистики предполагает наличие «перевалочных пунктов» на Земле, Луне, Марсе и на стационарных орбитах вокруг них, а также определенных точек в пространстве, где гравитация одного космического тела компенсирует гравитацию другого. Такая

логистика будет построена на тех же принципах, что и земная, однако при этом необходимо учитывать, что из-за объективных причин задержки между доставкой грузов могут составлять до девяти месяцев.

Развитие логистики в космической отрасли в будущем поможет сократить как финансовые ресурсы, так и время на подготовку и запуск кораблей ([URL: http://science.compulenta.ru/](http://science.compulenta.ru/)).

Логистика также может использоваться при расчете орбит движения спутников и объектов двойного назначения. К примеру, китайская спутниковая навигационная система «Бэйдоу» по состоянию на август 2010 г. включала в себя 5 спутников, расположенных на геостационарной орбите, и обеспечивала определение географических координат в Китае и на соседних территориях. Планируется, что на орбиту будет выведено 30 спутников, сама система заработает уже в 2012 г., а на полную мощность выйдет к 2020 г. Для расчета эффективной работы системы планируется создать специальную логистическую программу.

Таким образом, космическая логистика является одним из самых перспективных направлений логистики. Развитие таких видов транспорта, как автомобильный, железнодорожный, авиационный и надводный, уже прошло апогей своего развития. В то же время космос – очень молодая и малоисследованная область, за которой будущее не только логистики, но и человечества в целом.

Библиографическая ссылка

1. Китаева Е., Хрылова Т. Ничто не заменит людям космос // Деловой Петербург. 2007. № 62. С. 12–13.

OPPORTUNITIES OF LOGISTICS IN SPACE BRANCH

The role of space technologies in development of logistics is shown, and the opportunities of logistics use in space are considered.

© Бутусин А. С., 2010

УДК 339.543

Ю. В. Кипчук, И. В. Полухин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ТАМОЖЕННОЙ ПОШЛИНЫ НА ЭКСПОРТ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ (ТОВАРНАЯ ПОЗИЦИЯ 4403 ТНВЭД ТС)

Дана краткая характеристика места Красноярского края на международном рынке по вывозу необработанной древесины; приведены конкурентные преимущества перед другими экспортёрами данной продукции; представлены основные направления деятельности, а также динамика экспорта пиловочника по различным периодам времени (в денежном и натуральном выражении); проведен анализ зависимости объемов экспорта лесопроductии товарной позиции 4403 ТНВЭД ТС от размера ставки вывозной таможенной пошлины.

Красноярский край является крупнейшим лесным регионом Российской Федерации. Текущие лесные запасы края оцениваются в 7,8 млрд м³ (9,4 % от общероссийских запасов и 2,5 % от мировых). Расчетная лесосека по рубкам главного пользования составляет 59,7 млн м³, в том числе в лесах Министерства природных ресурсов России 55,2 млн м³, из них по хвойному хозяйству 33,1 млн м³.

В 2002–2004 гг. общий объем рубок по главному пользованию составлял около 9 млн м³, или 15 %, в том числе по хвойному хозяйству 24 %. Таким образом, в Красноярском крае имеется значительный резерв по использованию лесных ресурсов.

Помимо больших запасов леса Красноярский край обладает рядом других преимуществ по сравнению с другими регионами Сибири и Дальнего Востока: Иркутской, Читинской, Хабаровской областями, Республикой Саха (Якутия), Республикой Бурятия и Приморским краем:

– в Красноярском крае, в отличие от других регионов, имеется достаточное количество свободных сырьевых ресурсов;

– конкуренция среди лесных компаний края за ресурсы ниже, чем в других регионах;

– качество древесины в Красноярском крае приблизительно соответствует качеству древесины в Иркутской области и значительно лучше, чем у Читинской области, Хабаровского края, Республики Бурятия и Приморского края.

Экспорт круглого леса из края ведется по четырем основным направлениям: в Китай – 50 %; Японию – 39 %; Корею – 6 %; Турцию – 5 %.

Лес является одной из основных статей российского экспорта в Китай, наряду с нефтью, газом, рыбой. В настоящее время Россия занимает первое место в мире по объему экспорта в Китай не только по пиловочнику, но и по пиломатериалам. А учитывая устойчивую экономическую обстановку в Китае, многие специалисты прогнозируют, что спрос на пиловочник из России будет стабильным, так как Россия является наиболее близким и доступным источником качественной хвойной древесины для китайской экономики.

Одним из факторов, существенно влияющих на объем и вид экспортируемой лесопроductии, является ставка таможенной пошлины. Для стимулирования внутреннего рынка к переработке сырьевых ресурсов Правительство РФ издало Постановление № 795 от 23.12.2006 г., в котором было предусмотрено постепенное повышение экспортных пошлин на круглый пиловочник, но в связи с мировым экономическим кризисом действие этого постановления приостановлено Постановлением № 1071 от 23.12.2009 г. В связи с этим были установлены следующие ставки вывозных таможенных пошлин в отношении необработанных лесоматериалов (товарная позиция 4403 ТНВЭД ТС): с 1 января 2010 г. эта ставка составляет 25 % от таможенной стоимости, но не менее 15 евро за 1 м³ (см. таблицу), а с 1 января 2011 г. она увеличится до 80 % от таможенной стоимости, но не менее 50 евро за 1 м³.

Проведя анализ таблицы, можно отметить, что объем экспорта круглого леса обратно пропорционален ставке таможенной пошлины (рост ставки таможенной пошлины сопровождается снижением объемов экспорта). Это подтверждается таможенной статистической Федеральноей таможенной службы России.

Зависимость объема экспорта товарной группы 4403 ТНВЭД от ставки таможенной пошлины

Год	Ставка таможенной пошлины	Объем российского экспорта		Объем экспорта Красноярского края	
		тыс. м ³	млн долл. США	тыс. м ³	млн долл. США
1995	4 экю/1 000 кг	14 824,2	4 400	226,19	20,2
2000	10 %, но не менее 5 евро/м ³	31 345,4	4 657	470,2	25,1
2005	6,5 %, но не менее 4 евро/м ³	47 937,9	2 856,3	1 814,9	124,2
2006	6,5 %, но не менее 4 евро/м ³	51 088,3	3 259,1	2 380,6	159,5
2007	20 %, но не менее 10 евро/м ³	53 923,1	4 138,4	3 217,6	254,8
2008	25 %, но не менее 15 евро/м ³	36 739,2	3 492,9	2 025,9	261,6
2009	25 %, но не менее 15 евро/м ³	21 652,7	1 832,4	1 664,9	195,3
2010 (янв.–март)	25 %, но не менее 15 евро/м ³	2 860	245,9	509,7	57,8

На снижение объемов экспорта необработанной древесины оказали влияние планомерное повышение вывозных таможенных пошлин, влияние общей мировой экономической ситуации (значительное снижение объемов экспорта наблюдается начиная с 2007 г.), а также активная работа правоохранительных подразделений таможенных органов по пресечению незаконного оборота древесины во взаимодействии с другими силовыми и контролирующими органами.

Таким образом, анализ рыночной ситуации и прогнозы специалистов позволяют сделать вывод о том, что экспортные операции с пиловочником хвойных пород из России будут и дальше носить устойчивый и прибыльный характер. А анализ объемов экспорта за последние 5 лет свидетельствует о том, что объемы вывоза круглого леса сокращаются и все большую долю экспорта занимают пиломатериалы, что демонстрирует переориентацию национального рынка на более глубокую переработку лесоматериалов.

Yu. V. Kipchuk, I. V. Polukhin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE IMPACT OF THE CUSTOMS DUTY SIZE ON TIMBER EXPORTS

In this paper a brief description of the Krasnoyarsky Krai international market for export of unprocessed timber is given, there are some competitive advantages over the other exporters of the product; the main areas of activity, as well as dynamics (in cash and kind; rates of export customs fees) of exports of saw logs for the various periods of time are presented and, in connection with this, the analysis to identify the dependence of exports forest products of heading 4403 commodity structure on the Customs Union of the bets size export duty is carried out.

© Кипчук Ю. В., Полухин И. В., 2010

УДК 338.001.36

П. К. Коркина

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛОГИСТИКИ В РОССИИ

Рассматриваются особенности состояния логистики на российском рынке в настоящее время, приведена ее характеристика, отражены потенциальные возможности логистики.

В настоящее время состояние логистики в России весьма неоднозначно. На фоне значительного роста интереса к логистике как со стороны фирм, так и со стороны отдельных правительственных институтов, для большинства россиян логистика все еще является чем-то загадочным, как в свое время генетика или кибернетика. Многие высшие руководители компаний весьма смутно представляют себе потенциальные возможности логистики в плане улучшения бизнеса и повышения конкурентоспособности российских

фирм. Катастрофически не хватает дипломированных менеджеров-логистов.

Между тем опыт промышленно развитых стран показывает, что логистике принадлежит стратегически важная роль в современном бизнесе, и этим объясняется тот факт, что все больше специалистов, добившихся успеха в этой области, занимает высшие должности в руководстве своих компаний.

Как известно, под логистикой понимают эффективное управление материальными и связанными с

ними информационными и финансовыми потоками с оптимальными затратами всех ресурсов для полного удовлетворения требований потребителей. Для этого логистика охватывает и объединяет в единый процесс такие разнообразные виды деятельности, как производство, информационный обмен, транспортировка, управление закупками и запасами, складирование, грузопереработка, упаковка и др. [1]. В настоящее время в западных фирмах традиционные сферы приложения логистики слились воедино, образовав стратегическую инновационную систему. Высокопоставленные менеджеры, успешно работающие в области логистики, все чаще выступают в роли межфункциональных координаторов различных частных видов деятельности как внутри, так и вне своих фирм. Стратегические интересы побуждают таких менеджеров к преодолению межфирменных границ для налаживания эффективных взаимосвязей внутри логистической цепи. Наиболее яркое проявление современной логистики заключается в том, что она обеспечивает комплексный результат за счет внутренней и внешней интеграции одной из ключевых сфер компетентности любой фирмы.

А теперь рассмотрим то, что происходит на российском рынке. Как известно, во многих российских компаниях в настоящее время происходит такой процесс, как сокращение издержек, который включает в себя сокращение статьи затрат «Заработная плата» за счет сокращения персонала или отсутствия индексации заработных плат, невыплаты премий, уменьшения социальных гарантий; в транспортной логистике увеличивается загрузка транспорта и пересматриваются маршруты доставки. Кроме того, в России во многих компаниях логистика до сих пор воспринимается как затратная часть и инвестиции в нее замораживаются. Но ведь логистика – это не только сервисная составляющая, но и «оптимизатор» всех бизнес-процессов. Главным при этом является скорость прохождения информации, принятия решений, реакции на изменение внешней среды, а также стабильность сроков с соблюдением гарантированного качества. И единственный способ оперативно реагировать на все изменения и работать с минимальными вложениями в запасы – это работать оперативно, быстро и гибко.

С логистическими системами связано получение 20...30 % валового национального продукта ведущих промышленно развитых стран. Как показывает зарубежный опыт, сокращение логистических издержек на 1 % эквивалентно почти 10%-му увеличению объема продаж фирмы. Внедрение современного логистического менеджмента в практику бизнеса позволяет фирмам значительно сократить все виды запасов продукции в производстве, снабжении и сбыте, ускорить оборачиваемость оборотного капитала, снизить себестоимость производства и затраты на дистрибуцию, обеспечить наиболее полное удовлетворение потребителей в качестве товаров и сервиса. Потенциал логистики позволяет реализовать целевые установки фирмы в рамках ее миссии, являясь стратегическим фактором в условиях усиления конкуренции.

В настоящее время при построении логистических систем большое значение имеет определение места логистического менеджмента в общей структуре управления фирмой и областей его взаимодействия с другими сферами менеджмента. Современная система менеджмента фирмы представляет собой композицию организационной структуры управления с функционально ориентированными сферами деятельности (финансы, инвестиции, производство, маркетинг и сбыт, инновации, персонал и т. п.), объединенными стратегическими, тактическими и другими целями. Рационально управляя запасами продукции в снабжении, производстве и сбыте, логистика способствует уменьшению общих затрат, снижению цены товаров и в результате – улучшению стратегических позиций фирмы на рынке, а также эффективной координации объемов закупок материальных ресурсов и производства готовой продукции с прогнозируемым объемом продаж.

Логистика должна обеспечивать выполнение основной целевой установки фирмы – обслуживания потребителей на конкурентно высоком уровне с оптимальными общими издержками. Принимая решение о дифференциации на базе своей компетентности в сфере логистики, фирма должна стремиться превзойти конкурентов во всех звеньях своей деятельности. Логистика призвана обслуживать большинство потребностей производства и маркетинга таким образом, чтобы в полной мере использовать способность фирмы к своевременной и надлежащей поставке продуктов или услуг потребителям. Компании, наиболее преуспевшие в области логистики, характеризуются альтернативными логистическими возможностями, исключительной гибкостью, работой в режиме реального времени, оперативным контролем и, что наиболее важно, – совершенством поставки логистического сервиса.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что отечественная экономика переживает сейчас непростой посткризисный период. Одним из путей выхода из этого состояния, как показывает мировой опыт, является построение логистических систем. На российском рынке логистические концепции и системы в бизнесе продвигают в основном зарубежные фирмы и предприятия с долевым участием иностранного капитала. Отечественные компании в подавляющем большинстве пока еще настороженно относятся к внедрению логистических инноваций. Однако несмотря на сложную экономическую ситуацию, многие перспективно мыслящие руководители, зачастую интуитивно чувствуя потенциал логистики в плане получения конкурентных преимуществ и упрочения своего положения в бизнесе или основываясь на западном опыте, стремятся внедрить в своих фирмах логистические концепции и системы.

Библиографическая ссылка

1. Гаджинский А. М. Логистика. М. : Дашков и К, 2008.

P. K. Korkina

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE CONTEMPORARY STATE OF LOGISTIC IN RUSSIA

The features of logistic state at Russian market are examined, its characteristic is given, logistic potentialities are reflected in this work.

© Коркина П. К., 2010

УДК 339.543

В. О. Леонтьева, И. В. Полухин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ВАЛЮТНОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО И ПРОБЛЕМЫ ВАЛЮТНОГО КОНТРОЛЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Страны в мировом сообществе находятся в тесной интеграции друг с другом, экономика каждой страны зависит от состояния мирового рынка, а изменения и кризисы в одной стране в той или иной мере будут отражаться на экономике всех стран. В этой связи экспорт носит не только экономический, но и политический характер. Поэтому валютная политика государства должна быть максимально взвешенной: не слишком давить на экспортеров, но в то же время не давать возможности перекачивать капитал за границу.

Нет смысла оспаривать мнение о том, что внешняя торговля играет позитивную роль в экономике. Так, считается, что заниженный курс рубля по отношению к ведущим мировым валютам объективно играет на руку российским экспортерам, увеличивая их доходы от внешнеэкономической деятельности. Однако если рассмотреть структуру российского экспорта, то легко заметить, что практически весь он состоит из сырьевых ресурсов, в основном нефти и газа (URL: <http://www.tamognia.ru/>).

Нельзя не отметить, что рынок сырья очень чувствителен к мировой конъюнктуре. Глубокая сырьевая зависимость этого рынка исключает возможность быстрого и безболезненного приспособления российской экономики к его резко меняющимся условиям, что создает угрозу экономической безопасности страны.

В настоящий момент за счет высоких цен на нефть на мировом рынке и заниженного курса рубля по отношению к доллару США экспорт является не просто привлекательной сферой деятельности, но, более того, источником к существованию страны в целом. Главной же проблемой следует считать создание баланса между интересами государства, защищаемыми с помощью валютного контроля, и интересами участников экспортно-импортных операций, поскольку состояние дел и в экспортном, и в импортной бизнесе сказывается и на благосостоянии населения, и на состоянии экономики России.

Основу законодательства о валютном регулировании и валютном контроле в РФ составляют Федеральный закон № 173-ФЗ от 10.12.2003 г. (в редакции от 22.07.2008) «О валютном регулировании и валютном контроле» и Положение ЦБ РФ № 258-П от 01.06.2004 г. (в редакции от 26.09.2008) «О порядке

представления резидентами уполномоченным банкам подтверждающих документов и информации, связанных с проведением валютных операций с нерезидентами по внешнеторговым сделкам, и осуществления уполномоченными банками контроля за проведением валютных операций».

В соответствии с Федеральным законом «О валютном регулировании и валютном контроле» структуру валютного контроля РФ и место Красноярской таможни среди них можно представить следующим образом:

- 1) органы валютного контроля:
 - Центральный банк Российской Федерации;
 - Федеральная служба финансово-бюджетного надзора (Росфиннадзор);
 - Федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный Правительством РФ;
- 2) агенты валютного контроля:
 - уполномоченные банки;
 - таможенные органы, в том числе Красноярская таможня;
 - налоговые органы;
 - не являющиеся уполномоченными банками профессиональные участники рынка ценных бумаг, в том числе держатели реестра (регистраторы), подотчетные федеральному органу исполнительной власти по рынку ценных бумаг.

На данный момент существует необходимость в совершенствовании Федерального закона РФ «О валютном регулировании и валютном контроле» и иных актов валютного законодательства в части ответственности. Такая ответственность должна, с одной стороны, соответствовать Конституции РФ, а с другой –

надежно обеспечивать применение государственных мер по борьбе с незаконной утечкой капитала.

В настоящее время типичными нарушениями в области контроля за поступлением выручки от экспорта

товара являются зачисление иностранной выручки на счета в иностранные банки без лицензии Центрального банка России и незачисление выручки на счета от реализации товаров, услуг и работ на территории РФ.

V. O. Leontyeva, I. V. Polukhin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

CURRENCY LEGISLATION AND PROBLEMS OF CURRENCY CONTROL IN RUSSIA

Countries in the world community are closely integrated with one another, the economy of each country depends on the state of the world market, and some changes and crises in one country will result at a greater or lesser extent in all economies. In this regard, the export is not only of economic, but political character. Therefore, monetary policies should be maximally balanced: not to pressure on exporters, but at the same time not to permit to pump the capital abroad.

© Леонтьева В. О., Полухин И. В., 2010

УДК 339.543.42

И. В. Полухин, Ю. С. Резанова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛЬГОТ ПО УПЛАТЕ ТАМОЖЕННЫХ ПОШЛИН И НАЛОГОВ НА ДИНАМИКУ ТАМОЖЕННЫХ ПЛАТЕЖЕЙ

Главной целью анализа льгот по уплате таможенных платежей является оценка полноты и правомерности их предоставления для выявления резервов снижения задолженности по уплате таможенных платежей. Ниже представлен анализ применения тарифных льгот и льгот по уплате НДС на примере Красноярской таможни, определены их структура, динамика поступлений.

Льготы по таможенным платежам являются одним из основных видов льгот, при котором сокращаются затраты участников внешнеэкономической деятельности (ВЭД).

В соответствии с решением Межгосударственного совета Евразийского экономического сообщества (ЕврАзЭС) с 1 июля 2010 г. вступил Договор о Таможенном кодексе Таможенного союза (ТК ТС). Если до принятия ТК ТС тарифные льготы включали в себя льготы по уплате таможенных пошлин и налогов, то сейчас они состоят из льгот по уплате таможенных пошлин.

В качестве основных целей применения тарифных льгот и льгот по уплате налогов можно назвать следующие:

- содействие развитию внешней торговли и ее стимулирование;
- обеспечение соблюдения интересов граждан и юридических лиц – участников ВЭД;
- обеспечение благоприятного климата для иностранных государств и участников ВЭД.

Влияние льгот по уплате таможенных пошлин и налогов на поступление таможенных платежей в федеральный бюджет РФ рассмотрим на примере Красноярской таможни.

Красноярская таможня успешно выполняет плановые показатели по перечислению таможенных плате-

жей в федеральный бюджет, устанавливаемые ежегодно Правительством РФ. В частности, перечисление таможенных платежей Красноярской таможней в федеральный бюджет РФ за период 2007–2009 гг. имело ту же динамику, что и перечисление таможенных платежей на уровне Федеральной таможенной службы (ФТС) России.

В 2006–2009 гг. в регионе деятельности Красноярской таможни участникам ВЭД были предоставлены льготы на сумму, превышающую 1 806 млн руб. При этом наибольшие суммы льгот предоставляются по налогу на добавленную стоимость (НДС), а также по ввозной таможенной пошлине.

Льготы по уплате таможенных платежей занимают достаточно скромную часть в объеме платежей, перечисленных в федеральный бюджет. Однако если в 2006 г. эта доля составила 0,6 %, то в 2009 г. – уже 6,9 %.

Льготы по уплате таможенных платежей имеют традиционную структуру. В край ввозится медицинское оборудование и технологическое оборудование в уставный фонд предприятий с полным условным освобождением от уплаты таможенных пошлин и налогов. Таких предприятий на территории края не более десяти, в том числе предприятия, ввозящие оборудование в рамках международного соглашения по линии Российского космического агентства.

При предоставлении таможенных льгот по уплате таможенных платежей в настоящее время особенно актуальной является проблема предоставления таких льгот в отношении ввозимой важнейшей и жизненно необходимой медицинской техники.

В соответствии со ст. 150 Налогового кодекса РФ ввоз на таможенную территорию Российской Федерации важнейшей и жизненно необходимой медицинской техники по перечню, утвержденному постановлением Правительства РФ № 19 от 17.01.2002 г., не подлежит обложению НДС.

Льгота по уплате НДС в отношении ввозимой медицинской техники может быть предоставлена, если ввозимый товар декларируется полностью в том комплекте, составе и с теми принадлежностями, которые указаны в регистрационном удостоверении Росздравнадзора. В случае ввоза на таможенную территорию Российской Федерации медицинской техники не в полном комплекте или составе либо в случае, если принадлежности не соответствуют указанным в регистрационном удостоверении, льготы по уплате таможенных платежей не предоставляются.

Однако в практике встречаются случаи, когда по одному регистрационному удостоверению ввозится больше принадлежностей, чем это необходимо для соблюдения данной льготной процедуры.

Федеральная таможенная служба России пресекает подобные действия, однако рассматриваемая в письме Росздравнадзора № 04-16491/07 от 28.08.2007 г. «О регистрации изделий медицинского назначения» анализируемая и судебная практика не поддерживает такого мнения таможенных органов.

Таким образом, существует проблема права реализации льгот по уплате таможенных платежей в отношении важнейшей и жизненно необходимой медицинской техники, реализация которой на территории Российской Федерации не подлежит обложению НДС для участников внешнеэкономической деятельности, и регламента ее предоставления для таможенных органов.

Если говорить о влиянии льгот в целом на динамику таможенных платежей, то можно сделать вывод, что такое влияние имеет положительный характер с точки зрения социальной направленности, однако большого влияния на перечисление таможенных платежей в федеральный бюджет оно не оказывает, поскольку доля предоставляемых льгот мала по сравнению с перечисляемыми в бюджет РФ суммами. В то же время необходимо учитывать цели предоставления льгот на уровне всех государственных структур, чтобы действовать в данном направлении более согласованно.

I. V. Polukhin, Yu. S. Rezanova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

ANALYSIS OF CUSTOMS CLEARANCE CHARGES BENEFITS AND TAXES INFLUENCE ON CUSTOMS PAYMENTS DYNAMICS

The main objective of the benefit analysis of customs clearance charges is the estimation of completeness and legitimacy of their granting for revealing debts decrease reserves on customs clearance charges. The analysis of application of tariff privileges and privileges on VAT payment on example of Krasnoyarsk customs is carried out, their structure and dynamics of receipts are defined.

© Полухин И. В., Резанова Ю. С., 2010

УДК 658.8

Д. А. Прокопович

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ГРУЗОВЫХ АВИАПЕРЕВОЗОК В МИРЕ

Рассматриваются современные тенденции развития грузовых авиаперевозок, а именно: рационализация использования воздушных судов, оптимизация маршрутной сети, взаимодействие с пассажирскими перевозками. Анализируются перспективы развития аэропорта Красноярск в связи с представленными тенденциями.

Восстанавливающаяся после кризиса мировая экономика требует новых решений в организации глобальных грузовых потоков. Особенно это касается грузовых перевозок воздушным транспортом, которые испытали на себе наиболее мощное воздействие экономического спада. После такого воздействия уместно говорить не о восстановлении прежних позиций, а о поиске новых решений, касающихся эксплуа-

тации воздушных судов, взаимодействия с пассажирскими перевозками, организации маршрутной сети и хабов.

Наиболее заметной тенденцией, касающейся воздушного флота, является выбытие из эксплуатации широкофюзеляжных самолетов Boeing 747-200F и Boeing 747-400F, на которых выполняется 78 % прямых рейсов ведущих мировых грузовых авиаперевоз-

чиков с частотой 3 раза в неделю [1]. Безусловно, 2–3-суточное ожидание отправки заведомо проигрывает немедленной отправке груза с перегрузкой на стыковочный рейс в хабе. Однако об отказе от широкофюзеляжного флота в среднесрочной перспективе речи не идет. Наоборот, здесь ожидается заметное увеличение потребности перевозчиков в судах этого класса. Таким образом, кризис стал удобной экономической возможностью для смены поколений грузовых воздушных судов.

Другой тенденцией в использовании воздушного флота является конвертация пассажирских судов в грузовые. Прежде всего это характерно для самолетов семейства А 320. В частности, в настоящее время реализуется совместный российско-европейский проект по конвертации лайнеров Airbus на мощностях корпорации «Иркут».

Еще одной тенденцией, определяющей будущее грузового воздушного флота, является растущая потребность в рамповых самолетах при остром их дефиците [2]. В мировом авиастроении произошел разрыв между поколениями рамповой авиации: эксплуатирующиеся модели (например, Ил-76ТД и его модификации) выработали существенную долю ресурса и в определенной степени морально устарели, а новое поколение находится пока еще очень далеко даже от стадии летных испытаний. Одним из выходов, позволяющим снизить остроту потребности в рамповой авиации, является налаживание выпуска модифицированного самолета Ан-124, а до тех пор – использование военно-транспортного самолета «Руслан» [2].

В сфере взаимодействия грузовых авиаперевозок с пассажирскими проявляется растущая зависимость первых от последних. Поскольку независимых чисто грузовых компаний мало, то грузовые перевозки могут выделяться в отдельный бизнес, дочерний по отношению к пассажирской авиакомпании или финансово-промышленной группе, ее контролирующей, и взаимодействующий с учредителем на основе трансфертного ценообразования (например, Air Bridge Cargo, Lufthansa Cargo, Aeroflot Cargo и др.). Грузоперевозки также могут включаться в структуру самой авиакомпании в качестве департамента, т. е. без образования отдельного юридического лица. В обоих случаях имеет место тенденция к увеличению привлекательности использования провозных емкостей пассажирских воздушных судов по отношению к грузовому флоту [3]. Некоторые авиакомпании полностью выводят грузовой флот из эксплуатации [4].

Заметно проявляют себя интеграционные процессы, выражающиеся для авиаперевозчиков в передаче ими воздушных судов в «мокрый» лизинг специализированным логистическим компаниям [5].

Что касается организации маршрутной сети, то она подвержена влиянию асимметричности авиаперевозок и проявляется в распространении круговых маршрутов (например, Москва–Гонконг–Мумбаи–Москва у Aeroflot Cargo [3]), а также комбинации беспосадочного перелета из Европы в Азию с невысокой коммерческой загрузкой и обратного перелета с максимальной загрузкой, но с промежуточной посадкой на дозаправку.

Рационализация месторасположения хабов связана с повышением загрузки воздушных судов (например, ближневосточный или сибирский хаб позволяет комбинировать на пути в Юго-Восточную Азию грузы из Европы и Африки), а также оптимальным использованием времени, в том числе ночного. На фоне ожидающегося ужесточения требований к работе западноевропейских аэропортов в ночное время повышается привлекательность аэропортов Восточной Европы и Ближнего Востока за счет того, что в этих аэропортах в течение одной ночи может быть организовано прибытие груза, его перегрузка на борт стыковочного самолета и доставка по месту назначения к началу следующего рабочего дня. Данная стратегия, например, была взята на вооружение авиакомпанией Emirates в своем хабе в Дубае [6].

Рассмотренные тенденции развития технологий грузовых авиаперевозок заставляют по-новому взглянуть на перспективы организации авиахаба в аэропорту Красноярск. Рост объемов перевозок, стремление к рационализации маршрутной сети с учетом асимметрии грузопотоков обуславливают повышение интереса к круговым межконтинентальным маршрутам, в частности к маршруту Азия–Европа–Северная Америка–Азия. В этой связи красноярский аэропорт в силу своего местоположения обладает несомненным преимуществом для приема кроссполярных рейсов из Северной Америки с последующим распределением грузопотоков фактически по всей Азии. Отметим также, что активизация кроссполярных перевозок может усилить позиции Красноярска и как внутриазиатского хаба.

Библиографические ссылки

1. Казачкова Е., Сеницкий А. Грузовое семейство Airbus [Электронный ресурс] // Авиатрансп. обозрение : электрон. версия журн. 2008. Июль–авг. (№ 91). URL: <http://www.ato.ru/content/> (дата обращения: 28.09.2010).
2. Сеницкий А. Огни рампы [Электронный ресурс] // Авиатрансп. обозрение : электрон. версия журн. 2007. Июнь (№ 80). URL: <http://www.ato.ru/content/> (дата обращения: 28.09.2010).
3. Сеницкий А. Структурные перемены [Электронный ресурс] // Авиатрансп. обозрение : электрон. версия журн. 2009. Июнь (№ 100). URL: <http://www.ato.ru/content/> (дата обращения: 28.09.2010).
4. Зверева П. Japan Airlines отказалась от грузовиков [Электронный ресурс] // Авиатрансп. обозрение : электрон. версия журн. 2010. Апр. (№ 108). URL: <http://www.ato.ru/content/> (дата обращения: 28.09.2010).
5. Отт Дж. На пороге перемен [Электронный ресурс] // Авиатрансп. обозрение : электрон. версия журн. 2007. Июнь. (№ 80). URL: <http://www.ato.ru/content/> (дата обращения: 28.09.2010).
6. Сеницкий А. Вертикаль вместо диагонали [Электронный ресурс] // Авиатрансп. обозрение : электрон. версия журн. 2010. Июнь (№ 110). URL: <http://www.ato.ru/content/> (дата обращения: 28.09.2010).

D. A. Prokopovich

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

WORLD TRENDS OF AIR CARGO BUSINESS

Current trends in air cargo business, such as optimization of the fleet and rout network, cooperation with passenger segment, are presented. Prospects of Krasnoyarsk airport development in connection with current trends are analyzed.

© Прокопович Д. А., 2010

УДК 656.223.28

М. А. Рагозина, Ю. К. Хахалева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, России, Красноярск

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГПКК «ЦЕНТР ТАМОЖЕННОЙ ЛОГИСТИКИ»

Раскрывается сущность расширения Государственного предприятия Красноярского края «Центр таможенной логистики». На основе проведенного анализа его хозяйственно-финансовой деятельности предлагается организация представительства в Иркутской области, перечисляются этапы его формирования, анализируются основные характеристики работы и обосновывается экономическая эффективность.

В современном мире любая компания, заботящаяся об успешном развитии своего бизнеса, ориентируется в первую очередь на запросы потребителя, проводя мониторинг потребительского спроса. В последние годы спрос на транспортные услуги стабильно увеличивается. Особо стоит отметить экспансию в российские регионы торговых сетей и крупных дистрибьюторов, что влечет за собой не только количественный рост спроса на логистические услуги, но и ужесточение требований к их качеству. При выборе логистического оператора преимущество получает та компания, которая обладает развитой филиальной или агентской сетью и может предложить одинаковые стандарты работы.

Рынок транспортной и складской логистики в Сибири продолжает развиваться стремительными темпами. Одним из показателей этого является тот факт, что в сибирские города продолжают приходить все больше федеральных и зарубежных компаний, как транспортных, так и специализирующихся на складской логистике, а объемы входящих и исходящих грузовых потоков увеличиваются.

Деятельность Государственного предприятия Красноярского края (ГПКК) «Центр таможенной логистики» (ЦТЛ) предполагает оказание потребителю разнообразных логистических услуг. Их перечень и значительный диапазон, в котором может меняться их качество, влияние этих услуг на конкурентоспособность предприятия и величину издержек, а также ряд других факторов подчеркивают необходимость в создании точно определенной стратегии в области логистического сервисного обслуживания потребителей. Поэтому целью данного исследования стало обоснование практических мероприятий по разработке логистической стратегии развития ГПКК «ЦТЛ».

В предоставлении логистических услуг ГПКК «ЦТЛ» входит исполнение заказа, в том числе перевозка груза на транспорте, подбор ассортимента, упаковка, маркировка, формирование грузовых единиц и другие операции, сопровождение в пути и обеспечение сохранности перевозимого груза, принятие груза и его погрузка на подвижной состав, предоставление информации о прохождении грузов.

Большое значение для данного предприятия имеют транспортные объекты, но нередко возникают ситуации, когда подготовленные и оснащенные перевозочные ресурсы простаивают или используются неэффективно. Так, большое количество грузовых вагонов ГПКК «ЦТЛ» находятся на консервации. Тем самым оно несет расходы, связанные с содержанием основных средств, выплатой налогов на имущество и транспорт.

Для ГПКК «ЦТЛ» является важным присутствие его транспорта на транспортных коммуникациях федерального и международного значения, которые проходят по территории Красноярского края. В частности, город Красноярск – это крупный транзитный узел на Транссибирской магистрали, которая проходит по югу края.

Таким образом, ГПКК «ЦТЛ» имеет стабильное положение в Красноярском крае и удовлетворяет его спрос на логистические услуги. Однако для дальнейшего развития предприятия целесообразно создать его представительство в соседней Иркутской области. В этой области имеется большое количество промышленных предприятий, а ее основной магистралью является Восточно-Сибирская железная дорога. Немаловажен и тот факт, что в Иркутской области наблюдается нехватка подвижного состава, из-за которой периодически страдают крупные предприятия.

Организационно-правовая форма ГПКК «ЦТЛ» – унитарное предприятие. Это означает, что оно является коммерческой организацией, не наделенной правом собственности на закрепленное за ней имущество. Поэтому представительство ГПКК «ЦТЛ» должно осуществлять свои функции на основании доверенности без образования юридического лица.

Создание представительства в Иркутской области позволит сократить расходы на содержание законсервированного имущества и распространить влияние ГПКК «ЦТЛ» на эту область. В первое время представительством и его руководителем будут осуществляться получение заявок на аренду вагонов и организация рекламы. В ближайшие 3 года, согласно финансовому плану, объем предоставляемых услуг с каждым годом должен увеличиваться в 2 раза, т. е. в 2011 г. в аренду будут сдаваться 20 грузовых полувагонов, в 2012 г. – 40 вагонов, что связано с перспективами постепенного завоевания рынка в Иркутской области. А если учесть, что цены на аренду останутся на уровне 2010 г., то предприятие сможет заслужить репутацию надежного поставщика, в результате чего количество потребителей увеличится.

Увеличение объема услуг в 2 раза в 2011 и 2012 гг. позволит увеличить прибыль практически в 2,5 раза, что связано с предельной себестоимостью каждой дополнительной услуги. В итоге базовый темп роста составит более 500 %.

Экономическая эффективность выражается годовым экономическим эффектом в 916,61 тыс. руб. Коэффициент эффективности больше нормативного коэффициента, поэтому можно сказать, что затраты экономически обоснованы. Срок окупаемости проекта – 2 года 1,5 месяца. Увеличение показателя рентабельности составит 51,47 %.

Однако следует отметить, что для повышения прибыли предприятия необходимо увеличить количество основных средств. Дальнейшее развитие представительства возможно за счет расширения предоставляемых им услуг и выхода на новые рынки и на новых потребителей.

Таким образом, данный проект может считаться экономически эффективным и принести реальную пользу транспортно-логистической компании ГПКК «ЦТЛ».

M. A. Ragozina, Yu. K. Khakhaleva

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

DEVELOPING ACTIONS FOR PERFECTION OF ECONOMIC ACTIVITIES OF «THE CENTER OF TRANSPORT LOGISTICS» STATE ENTERPRISE OF KRASNOYARSK REGION (SEKR)

The essence of expansion of the enterprise is revealed, on the basis of the analysis of economic-financial activity of the enterprise the representation organization in the Irkutsk region is presented, stages of its formation are listed, the basic characteristics of its work are analyzed and its economic efficiency is proved.

© Рагозина М. А., Хахалева Ю. К., 2010

УДК 622.003 (075):378

А. В. Селиванов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

И. И. Вахлаев

Институт химии и химической технологии Сибирского отделения
Российской академии наук, Россия, Красноярск

А. Д. Бурменко

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА БАЛАНСА МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Предложена методика организации и управления движением материальных и сопутствующих потоков на предприятии на основе сетевых графиков и контроля норм расхода материалов по однородным массивам входной информации по мере накопления статистики.

Возможность организации и управления движением материальных и сопутствующих потоков рассмотрим на примере промышленного предприятия. Процедуры материально-технического обеспечения пер-

воначально устанавливаются по объектам (например, технологическим процессам, услугам) отдельно. Пусть сетевым графиком задается совокупность работ по объекту 1 [1]. Расчет параметров сетевого графика

производится на самом графике по алгоритму [2] по всем событиям с их проецированием на числовую ось по ранним окончаниям работ.

Для своевременного выполнения любой работы требуется определенное количество материальных ресурсов (комплектов). Коды комплектов упорядочиваются во времени и отражаются на параллельной оси материально-технического обеспечения (МТО) с учетом имеющихся полных резервов. Особые требования предъявляются к комплектам, обеспечивающим работы, принадлежащие критическому пути, так как поставка этих комплектов имеет нулевой резерв времени и должна осуществляться без нарушения графика, в противном случае срывается директивная дата окончания комплекса работ объекта 1 по причине запаздывания поставок комплектов на рабочие места. Прочие комплекты, которые обеспечивают работы, не лежащие на критическом пути, могут поступать на рабочие места с некоторыми задержками, не превышающими полных резервов времени по соответствующим цепочкам работ.

Преимущество данного подхода заключается в том, что материальный поток упорядочивается во времени в соответствии с заданной последовательностью, согласно которой комплекты материальных ресурсов должны поступать на рабочие места со склада предприятия. Для определения общего потока материальных ресурсов предприятия следует совместить проекции поставок комплектов по всем объектам с учетом возможного смещения начала работ от условного нуля и режима работ по объектам. Таким образом будет сформирован объединенный поток комплектов материальных ресурсов предприятия на плановый период.

Объединенный график поставок является базовым документом, по которому устанавливается дата самого раннего начала работ по совокупности объектов предприятия, учтенных в нем. Тогда момент начала заключения договоров с внешними организациями – поставщиками комплектов материалов будет определяться методом обратного отсчета от плановой календарной даты начала работ по объектам. В результате будет сформирован такой сетевой график на поставку материалов, конечное событие которого совпадает с датой начала работ по объектам (или завершается поставкой с более ранней календарной датой). К подготовленным смежным сетевым графикам применяются процедуры их оптимизации по известным методам [2; 3].

Общая трудоемкость внешних работ снабженческого периода поставки комплектов материалов, установленных по объединенному сетевому графику, на внутренний склад предприятия оценивается по следующим компонентам: трудоемкости заключения договоров с поставщиками, трудоемкости оплаты услуг поставщиков, трудоемкости изготовления (производства) комплектов, трудоемкости транспортирования комплектов от поставщиков, трудоемкости погрузочно-разгрузочных работ, трудоемкости временного хранения комплектов материалов от поставщиков.

Оплата поставок материальных ресурсов производится частями с учетом объединенного графика потребности комплектов по предприятию в целом. Сопутствующее финансовое обеспечение поддерживает такую периодичность поставок, которая совпадает (или не превышает) по срокам с установленными датами объединенного графика доставки материальных ресурсов на предприятие.

Приоритет отдается тем вариантам поставок, которые удовлетворяют критериям минимальности трудоемкости внешних работ и затрат, своевременности поставок материальных ресурсов, качества поставляемых материальных ресурсов, устойчивости договорных отношений. Контроль и регулирование фактического расхода материалов осуществляются по однородной входной информации, получаемой по мере накопления статистики по периодам поставок комплектов материалов и оцениваемой методами математической статистики [4].

Также предлагается использовать возможности имитационного моделирования с целью контроля текущих и страховых запасов материалов. Организационные отношения в логистической инфраструктуре формируются по контурно-интегрированному принципу, согласно которому локальные контуры объединяются в интегрированную структуру поставок и сопровождения движения материальных, информационных, финансовых потоков [5]. В качестве общего критерия рационального функционирования логистической системы принимается известное превышение финансовых поступлений от продаж собственной продукции предприятия над соответствующим объемом финансового обеспечения поставок комплектов.

Предложенная методика позволяет повысить надежность материально-технического обеспечения за счет увеличения коэффициента технической готовности оборудования. В итоге упорядочиваются материальные, информационные и финансовые потоки, обеспечивается контроль расходования материальных запасов, снижаются расходы на поддержание баланса материалов предприятия.

Библиографические ссылки

1. Селиванов А. В., Вашлаев И. И. Концепция формирования баланса материалов в логистических цепях поставок материальных ресурсов горного предприятия // Логистика и экономика регионов : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2010. Ч. 1. С. 311–315.
2. Комащенко В. И., Школа И. Н. Организация, планирование управление предприятиями горной промышленности : учебник для вузов. М. : Высш. шк., 1980.
3. Ганицкий В. И. Организация производства на карьерах. М. : Недра, 1983.
4. Автоматизированный учет материалов на горном предприятии с расчетом и контролем их баланса / В. В. Ефремов, А. В. Селиванов, И. И. Вашлаев, В. Г. Трофимов // Изв. вузов. Гор. журн. 1999. № 1–2. С. 88–95.

5. Селиванов А. В., Вашлаев И. И. Концепция развития текущей организации производства на рудных карьерах средней мощности // Современные тех-

нологии освоения минеральных ресурсов : сб. материалов 7-й Междунар. науч.-техн. конф. / Сиб. федер. ун-т. Красноярск, 2009. Ч. 1. С. 328–334.

A. V. Selivanov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

I. I. Vashlaev

Institute of Chemistry and Chemical Technology, Russian Academy of Science, Siberian Branch, Russia, Krasnoyarsk

A. D. Burmenko

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

TECHNIQUE OF FORMATION AND CALCULATION OF MATERIAL RESOURCES BALANCE IN LOGISTICAL SYSTEMS

The organization and traffic control of material and accompanying streams at the enterprise on the basis of network schedules and the control of norms of the materials expense in homogeneous files of the entrance information in process of statistics accumulation is suggested.

© Селиванов А. В., Вашлаев И. И., Бурменко А. Д., 2010

УДК 656.11

Я. И. Шамлицкий, Д. В. Тихоненко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ГЛОНАСС/GPS

Излагаются теоретические основы систем навигации на основе ГЛОНАСС/GPS. Дается описание аппаратно-программной системы GPS-мониторинга транспорта «Форт-Телеком».

В логистике транспорт играет значительную роль, связывая между собой отдельные экономические районы, компании, предприятия и фирмы. Перемещая материальные ресурсы и готовую продукцию из сферы производства в сферу производственного или личного потребления, транспорт тем самым участвует в производстве материальных благ. В зависимости от вида перемещаемых грузов затраты на транспортировку могут составлять более 40 % от общей стоимости этих материальных благ [1].

Современные условия ведения бизнеса ставят перед компаниями все новые и новые задачи. Сейчас для получения прибыли уже не достаточно просто составить оптимальный транспортный маршрут. Необходимо постоянно отслеживать координаты транспортных средств, чтобы динамично реагировать на быстро меняющуюся дорожную обстановку.

Развитие транспортной инфраструктуры и обеспечение навигации всех видов транспорта невозможно без современной достоверной информации об объектах поверхности Земли, которую создает и обеспечивает геодезия и картография. Эта информация очень важна для организации перевозок на всех видах транспорта, в первую очередь при решении вопроса навигационного обеспечения транспорта (практиче-

ски это 80 % всего объема разработок различных навигационных систем).

Главная цель навигации заключается в непрерывном определении точного местоположения объекта в заданной системе координат и в нахождении оптимального маршрута движения этого объекта на основе получения и обработки его навигационных параметров и информации о местности, по которой он перемещается. Наиболее современные методы навигации – астрономические и радиотехнические. Астрономические методы основаны на определении положения известных небесных светил относительно выбранной системы координат. Радиотехнические методы позволяют бортовым приборам различных наземных и спутниковых навигационных систем (GPS, ГЛОНАСС, Galileo) быстро и автоматически определять и указывать местоположение, а при необходимости – и скорость, в любых погодных условиях.

Координаты, которые определяются с помощью спутниковых систем GPS, ГЛОНАСС и др., в движении могут давать точность 5...10 м. Для их улучшения существуют так называемые дифференциальные станции или пункты, на которых постоянно отслеживаются координаты и получают поправки к ним. Эти поправки стабильны примерно на расстоянии 30...50 км, и если передать их на движущийся объект,

то можно повысить точность определения координат этого объекта.

Система навигационного обеспечения представляет собой совокупность организационных, технических, программных, информационных и технологических средств, предназначенных для оперативного всепогодного, высокоточного и по возможности автономного применения навигационных и картографо-геодезических средств для решения задач наземного навигационного обеспечения в режиме, близком к реальному времени.

Для анализа возможностей систем навигации рассмотрим в качестве примера разработку системы GPS-мониторинга «Форт-Телеком».

Система GPS-мониторинга позволяет отслеживать на карте перемещение всех транспортных средств автопарка и наблюдать за текущим состоянием каждого из них (скорость движения, температура в холодильнике, открытие грузового отсека и пр.). О любом факте отклонения транспортного средства от заданных условий движения будет мгновенно сообщено пользователю системы (см. рисунок).

Организация контроля расхода топлива поможет значительно сократить расходы за счет исключения несанкционированных сливов топлива и повышения экономичности езды водителей. Устанавливаемые на транспортное средство GSM-терминалы FORT-300 (FORT-300GL) могут использоваться в качестве полноценной замены автомобильной сигнализации или как ее дополнение, что позволит организовать надежную многоконтурную систему охраны [2].

Система GPS-мониторинга «Форт-Телеком» может создавать разнообразные отчеты на основе данных, собранных о движении транспортного средства. Это отчеты о расходе топлива, пробеге, времени работы и простоев, количестве сделанных рейсов, превышениях скорости, работе специальных механизмов и пр.

Координаты объекта, его скорость, высота над уровнем моря и т. п., определяются с использованием технологии GPS, остальная информация передается по GSM-терминалу. Данные, пришедшие от GSM-терминала на сервер, обрабатываются им и сохраняются в базе данных. Если покрытия GSM-сети нет, то данные накапливаются в «черном ящике» и будут переданы при появлении сети. Программное обеспечение поддерживает большое число различных форматов электронных карт, в том числе интернет-карт, загружаемых в реальном масштабе времени с серверов Google, Yahoo, Yandex и пр.

Создание системы GPS-мониторинга позволит повысить эффективность и рентабельность транспортного комплекса за счет сокращения непроизводительных пробегов и времени простоя, увеличения машино-часов на линии и сокращения затрат на содержание диспетчеров станций.

Библиографические ссылки

1. Миротин Л. Б., Тышбаев Ы. Э. Системный анализ в логистике. М. : Экзамен, 2004.
2. Кременец Ю. А. Технические средства организации дорожного движения. М. : Транспорт, 1990.

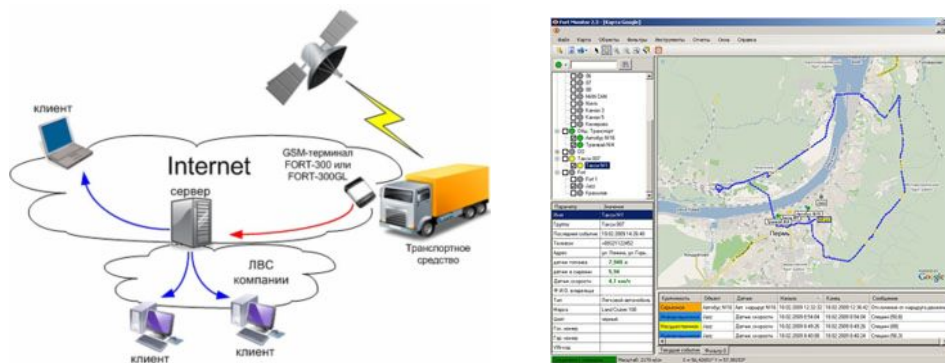


Схема взаимодействия и интерфейс программы «Форт-Телеком»

Y. I. Shamlitskiy, D. V. Tikhonenko

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

VEHICLES' MONITORING SYSTEMS ON THE BASIS OF GLONASS/GPS

The theoretical bases of navigational systems on the basis of Glonass/GPS are stated. The description of hardware-software monitoring system of «FORT» transport is given.

© Шамлицкий Я. И., Тихоненко Д. В., 2010

К ВОПРОСУ ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Поднимается вопрос идентификации логистической инфраструктуры в рамках региональных логистических систем, а также показывается ее значимость для регионального развития.

В настоящее время общепринятого понятия логистической инфраструктуры не существует, вследствие чего складывается не вполне верное представление о ее роли в рамках региональных логистических систем. В большинстве случаев под ней либо понимается исключительно транспортная инфраструктура, либо последняя дополняется складской инфраструктурой. Между тем современные требования диктуют необходимость создания условий не только для физического распределения логистических потоков, но и для эффективной координации их деятельности, в результате чего возникает необходимость в подсистеме, обеспечивающей поддержку информационных потоков.

Логистическая инфраструктура является одной из важнейших составляющих социально-экономической сферы, по своей значимости сравнимой с кровеносной системой, обеспечивающей функционирование человеческого организма. Нетрудно сделать вывод, что плохое функционирование логистической инфраструктуры, ее несоответствие требованиям времени непосредственным образом сказывается на деятельности хозяйства всего региона.

Термин «инфраструктура» изначально был заимствован из военной терминологии, где он использовался для обозначения комплекса тыловых сооружений, обеспечивающих действия вооруженных сил. Следовательно, на региональном уровне под инфраструктурой можно понимать систему объектов и норм, обеспечивающих жизнедеятельность и взаимодействие субъектов экономики региона, которыми могут являться как юридические образования, так и физические лица, образующие население территории.

С точки зрения развития экономического потенциала инфраструктура региона состоит из инженерной и тесно связанной с ней логистической инфраструктуры. Качество жизни людей обеспечивает социальная инфраструктура, включающая в себя жилищное и коммунальное хозяйство, здравоохранение, бытовое обслуживание, систему образования, учреждения культуры, науки и т. д. Производственная функция реализуется с помощью производственной инфраструктуры, под которой понимается комплекс инженерно-технических сооружений и объектов, обеспечивающих необходимые материально-технические условия для размещения и успешного функционирования предприятий промышленного производства (URL: <http://www.glossary.ru>).

Как известно, логистический подход заключается в интеграции различных областей деятельности с целью достижения желаемого результата с мини-

мальными затратами времени и ресурсов путем сквозного управления потоками [1]. Ключевой задачей логистической инфраструктуры является обеспечение функционирования в системе трех основных потоков: материального, финансового и информационного.

Материальный поток состоит из материальных ресурсов, незавершенной и готовой продукции, рассматриваемых в процессе приложения к ним различных логистических операций и отнесенных к определенному временному интервалу. Финансовый поток зависит от рынка финансовых капиталов и финансовых ресурсов [2]. Под информационным потоком понимается сложившееся или организованное в пределах логистической информационной системы движение информации в определенном направлении. Обеспечение нормального функционирования информационных потоков имеет для региональных систем особое значение.

Кроме того, следует выделить еще один тип потоков, непосредственно касающихся региональных систем на современном этапе их развития, – сервисные потоки, представляющие собой количество услуг, оказываемых за определенный временной интервал. Необходимость введения понятия потока услуг обусловлена возрастающей важностью и развитием индустрии сервиса и концентрацией в ней все большего количества компаний и населения [3].

Таким образом, логистическая инфраструктура является объединяющей по отношению к социальной и производственной инфраструктуре, так как она включает в себя подсистемы, характерные для них обеих. Основная цель функционирования логистической инфраструктуры – оптимизация движения в логистической системе потоков, причем в ее рамках необходимо уделять внимание не только материальным, финансовым, информационным, но и сервисным потокам. Следовательно, логистическая инфраструктура региона должна определяться как подсистема, обеспечивающая функционирование всех прочих подсистем региона путем оптимизации движения логистических потоков, в силу чего развитие региона непосредственно зависит от эффективности ее работы.

Результатом формирования логистической инфраструктуры в рассматриваемых системах является повышение эффективности управления регионом за счет более системного управления логистическими потоками и появления эффекта синергии во взаимодействии социальной и производственной частей логистической инфраструктуры. В условиях перехода эконо-

мики страны к интенсивным методам хозяйствования создания логистической инфраструктуры становится важной задачей регионального развития Российской Федерации.

Библиографические ссылки

1. Аникин Б. А. Логистика : учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Инфра-М, 2000.

2. Информационные потоки в логистике [Электронный ресурс] : информ. портал по логистике, транспорту и таможне. Соп. 2002–2010. URL: <http://www.logistic.ru/articles/artic.php?np=0309> (дата обращения: 29.09.2010).

3. Алесинская Т. В. Основы логистики. Общие вопросы логистического управления : учеб. пособие. Таганрог : Изд-во Таганрог. радиотехн. ун-та, 2005.

P. G. Shvalov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

CONCERNING THE IDENTIFICATION OF THE LOGISTICAL INFRASTRUCTURE AT THE REGIONAL LEVEL

The subject is the question of the identification of the logistical infrastructure in the regional logistical systems and, in addition to this, its importance for the development of the region is shown.

© Швалов П. Г., 2010

УДК 339.186

Н. В. Широченко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ЗАКУПОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЕДИНИЧНОГО И МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Комбинированный подход к прогнозированию потребности в запасе позволяет использовать инструментальный как количественного, так и качественного подходов к прогнозированию спроса.

Управление закупочной деятельностью на предприятиях единичного и мелкосерийного производства, к которым относятся предприятия космической отрасли, требует учета особенностей организации технологического цикла производства.

Открытое акционерное общество «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева» (ОАО «ИСС») является одним из ведущих предприятий космической отрасли, производящих высокотехнологичную наукоемкую продукцию. Качественное и своевременное обеспечение материалами и покупными комплектующими изделиями является одним из важнейших факторов при производстве такой продукции. Общие цели функции закупок таковы, что предприятие должно получать необходимое по качеству и количеству сырье в нужное время, в нужном месте, от надежного поставщика, своевременно отвечающего по своим обязательствам, с хорошим сервисом (как до осуществления продажи, так и после нее) и по выгодной цене. В достижении этих целей особое значение приобретает процесс определения потребности в материалах и покупных комплектующих изделиях.

Обеспечение предприятия единичного и мелкосерийного производства покупными комплектующими в малых количествах в требуемый срок весьма проблематично. Цикл изготовления готовой продукции на ОАО «ИСС» достаточно большой – от одного года до полутора лет, а номенклатура покупных изделий составляет более 5 000 наименований. Кроме того, оперативный анализ управления запасами показал, что на складах предприятия имеются запасы, находящиеся без движения в течение нескольких месяцев, причем часть этих запасов является целевыми закупками. Все эти факторы обуславливают особое отношение к процессу планирования потребности в запасах и применению современных подходов и методик.

Прогнозирование будущего потребления запаса основывается на двух принципиально различных подходах: количественном и качественном. Количественный подход к оценке будущей потребности в запасе строится либо на основе временных рядов накопленной за прошлые периоды времени статистики потребления, либо на основе статистических данных изменения фактической величины спроса. Качественный подход к прогнозированию потребности опирается на

экспертные оценки специалистов. Комбинация количественного и качественного подходов к прогнозированию потребности в запасе позволяет говорить о комбинированном подходе к прогнозированию спроса.

Комбинированный подход к прогнозированию потребности в запасе представляет собой сочетание прогнозирования на основе статистических данных и экспертных оценок. Такое сочетание позволяет избежать недостатков каждого из указанных подходов и использовать их преимущества. Фактически появления комбинированного подхода вызвано несостоятельностью методов прогнозирования потребности,

опирающихся на статистические данные. Чем более динамично и разнообразно развивается рынок, тем сильнее влияют отдельные факторы на характеристики конечного спроса и, следовательно, на потребность в запасе. Появляется необходимость дополнять результаты статистической обработки данных прошлых периодов экспертными оценками новых тенденций. Рассчитанные автоматически по временным рядам с учетом особенностей производства и тенденций спроса прогнозы корректируются по результатам группового обсуждения на совещаниях ведущих специалистов предприятия и руководителей подразделений, связанных с управлением запасами.

N. V. Shirochenko

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

**ORGANISATION APPROACHES OF PROCUREMENT ACTIVITY
ON ENTERPRISES OF SINGLE AND SMALL-SCALE PRODUCTION**

The combined approach to the supply-needs forecasting allows to use toolset of quantitative and qualitative approaches to the demand forecasting.

© Широченко Н. В., 2010

Секция
**«АСТРОНОМИЯ. ПРОБЛЕМЫ
АСТЕРОИДНОЙ ОПАСНОСТИ»**

С. С. Аплеснин, Е. В. Еремин, А. В. Юзифович, М. А. Лопатина

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, КрасноярскМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $Mn_{1-x}Ho_xS$

Проведены измерения намагниченности твердых растворов $Mn_{1-x}Ho_xS$ в поле $H = 500$ Ое в интервале температур $77\text{ К} < T < 300\text{ К}$. Получены зависимости намагниченности от поля при фиксированных температурах для ряда составов. Обнаружены перегибы в зависимости $M(H)$ при $T < 25\text{ К}$ и найдено уменьшение парамагнитной температуры Нееля от концентрации.

Материалы, обнаруживающие связь между электрическими и магнитными свойствами, являются привлекательными для возможного использования в качестве элементной базы в микроэлектронике, в спинтронике, в сенсорных устройствах. Соединения с переменной валентностью проявляют ряд фазовых переходов «металл–диэлектрик», магнитные фазовые переходы, включая изменения магнитных свойств без изменения магнитной симметрии.

Полупроводник HoS имеет тетрагональную кристаллическую структуру, отрицательную парамагнитную температуру Кюри $\Theta = -32\text{ К}$ и большой магнитный момент. В данном соединении реализуется неколлинеарная магнитная структура [1]. В результате конкуренции обменных взаимодействий в твердых растворах $Mn_{1-x}Ho_xS$ возможно существование неоднородных состояний с локализованными электронами проводимости. Изменение магнитной структуры под действием внешних факторов может привести к делокализации носителей тока. Поэтому важно определить магнитные свойства и магнитную структуру $Mn_{1-x}Ho_xS$.

С этой целью в работе проведены измерения магнитного момента от температуры в области $4\text{ К} < T < 300\text{ К}$, определены зависимости $M(H)$ в магнитных полях $0 < H < 10\text{ Тл}$ (рис. 1, 2).

Замещение марганца гольмием в интервале концентраций $0 < x < 0,35$ не меняет знака обменного взаимодействия и приводит к монотонному уменьшению парамагнитной температуры Кюри от $\Theta = -440\text{ К}$ до $\Theta = -50\text{ К}$ для $x = 0,3$. На отсутствие спонтанного момента указывает линейная зависимость магнитного момента от поля в области $0 < H < 5\text{ Тл}$. В полях $H \sim 5\text{ Тл}$ наблюдается точка перегиба в $M(H)$ и небольшой гистерезис при температуре $T = 5\text{ К}$, связанный с изменением вектора антиферромагнетизма для магнитного момента гольмия. Конкуренция полей анизотропий для моментов марганца и гольмия приводит к неколлинеарной магнитной структуре и к резкому увеличению магнитной восприимчивости. Наиболее отчетливо неоднородность магнитной структуры, связанная со случайным направлением магнитных моментов и величинами обменных полей, проявляется в виде максимумов мнимой части диэлектрической проницаемости при температурах $T \sim 50\text{ К}$ и $T \approx 150\text{ К}$.

Библиографическая ссылка

1. Suryanarayanan R., Smirnov I. A., Brun G., Shul'man S. G. // J. de Phys. 1976. 37. С. 4–271.

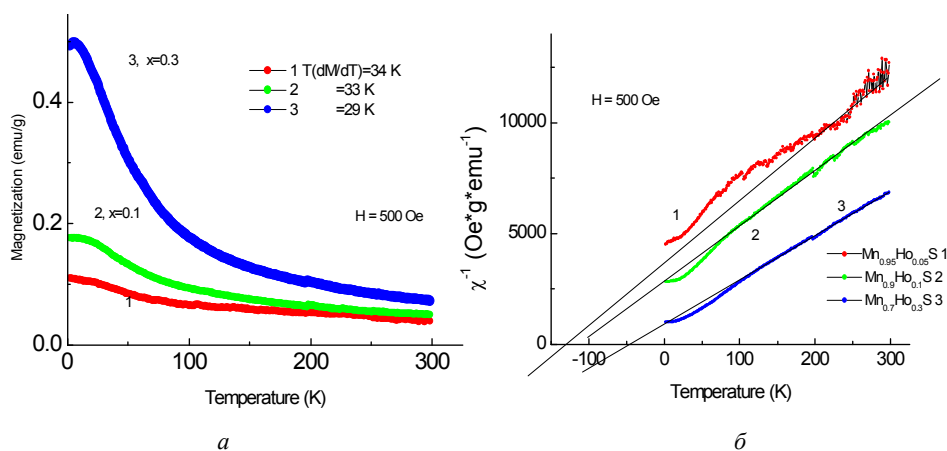


Рис. 1. Зависимость намагниченности от температуры в поле $H = 500$ Ое в $Mn_{1-x}Ho_xS$ для $x = 0,05$ (1), $0,1$ (2), $0,25$ (3) (а); температурная зависимость обратной восприимчивости $Mn_{1-x}Ho_xS$ для $x = 0,05$ (1), $0,1$ (2), $0,25$ (3) (б)

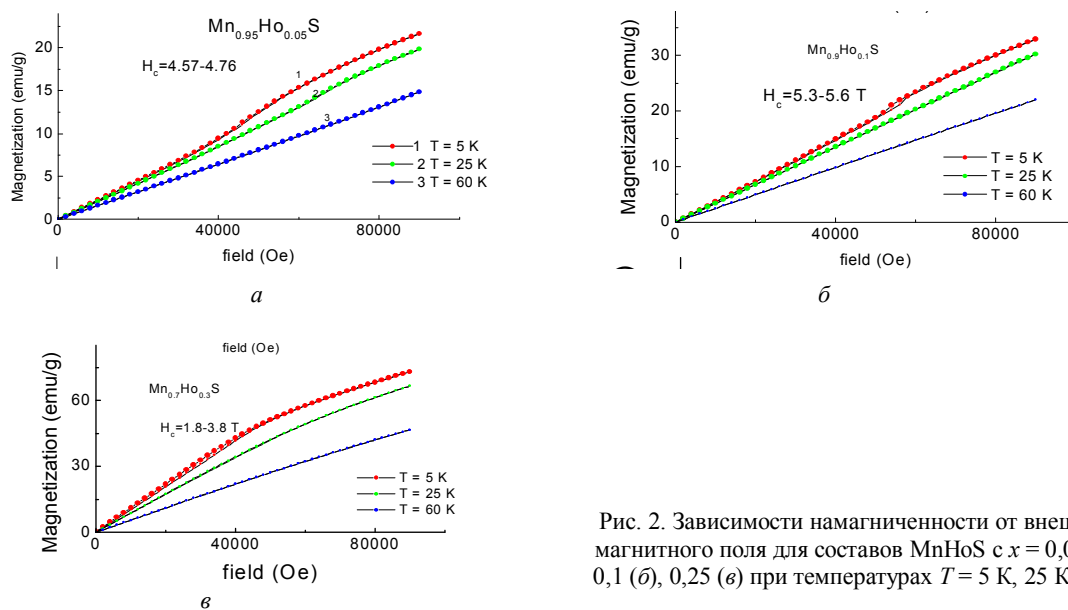


Рис. 2. Зависимости намагниченности от внешнего магнитного поля для составов $MnHoS$ с $x = 0,05$ (а), $0,1$ (б), $0,25$ (в) при температурах $T = 5$ К, 25 К, 60 К

S. S. Aplesnin, E. V. Eremin, A. V. Yuzifovich, M. A. Lopatina
Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

MAGNETIZATION PROPERTIES OF $Mn_{1-x}Ho_xS$ SOLID SOLUTIONS

Magnetization measurement of $Mn_{1-x}Ho_xS$ solid solutions in $H = 500$ Oe field in the range of temperature 77 K $< T < 300$ K are carried out. Magnetization dependencies versus magnetic field for set of compounds are found. Inflection points of $M(H)$ at $T < 25$ K and paramagnetic Neel temperature versus concentration are established.

© Аплеснин С. С., Еремин Е. В., Юзифович А. В., Лопатина М. А., 2010

УДК 539.21:537.86

С. С. Аплеснин, А. М. Харьков

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

Д. А. Балаев

Институт физики имени Л. В. Киренского Сибирского отделения
Российской академии наук, Россия, Красноярск

В. В. Соколов

Институт неорганической химии имени А. В. Николаева Сибирского отделения
Российской академии наук, Россия, Новосибирск

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЯ $Sm_xMn_{1-x}S$ С ПЕРЕМЕННОЙ ВАЛЕНТНОСТЬЮ

Проведено исследование электрических свойств соединения $Sm_xMn_{1-x}S$ с переменной валентностью в интервале температур 90 K $< T < 400$ K для составов $x = 0,15$; $x = 0,2$; $x = 0,25$. Обнаружен металлический тип проводимости с наибольшей величиной роста сопротивления в области температуры $T \approx 100$ K.

Замещение катионов марганца редкоземельными элементами в сульфидах MnS может индуцировать ряд фазовых переходов, магнитных и электрических, а также переход «металл–диэлектрик». Редкоземельные ионы в зависимости от типа валентности Re^{3+} или Re^{2+} могут располагаться в валентной зоне или вблизи уровня Ферми, что определяет электронные свойства, влияющие на люминесценцию и проводимость соединений. Двухвалентный ион самария Sm^{2+} имеет изо-

электронную конфигурацию Eu^{3+} и энергию перехода $E_{fd} = 0,4$ эВ из состояния $4f^6 - 4f^5(6H)5d t_{2g}$ [1]. Ширина щели E_g между валентной зоной и зоной проводимости в SmS немного меньше, чем в MnS . Под действием давления сопротивление, объем и магнитная восприимчивость в SmS уменьшаются на порядок соответственно: объем на 13 %, восприимчивость на 60 % при $P = 6,5$ кбар [2], что связывается с переходом иона самария из Sm^{3+} в двухвалентное состояние.

Сульфиды самария и марганца имеют кристаллическую решетку типа NaCl с постоянной решетки $a = 5,965 \text{ \AA}$ (SmS) и $a = 5,222 \text{ \AA}$ (MnS). При достижении критической величины давления $P = 6,5 \text{ кбар}$ решетка SmS резко сжимается и постоянная решетки достигает значения $a_p = 5,69 \text{ \AA}$ [1]. Можно ожидать, что при замещении катионов марганца ионами самария давление, оказываемое ближайшим окружением, приведет к аналогичному эффекту.

Изучение кристаллической структуры полученных образцов проведено при комнатной температуре в монокроматическом излучении $\text{CuK}\alpha$ на рентгеновской установке ДРОН-3.

Согласно результатам рентгеноструктурного анализа твердые растворы $\text{Sm}_x\text{Mn}_{1-x}\text{S}$ имеют гранецентрированную кубическую (ГЦК) решетку типа NaCl, характерную для $\alpha\text{-MnS}$. Исходные соединения SmS и MnS имеют полупроводниковый тип проводимости (рис. 1).

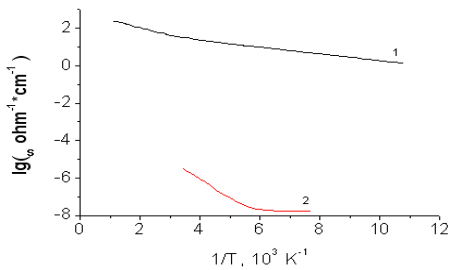


Рис. 1. Зависимость сопротивления SmS (1) и MnS (2) от обратной температуры для образцов

Можно ожидать, что при концентрации замещения $x = 0,15$ произойдет протекание по узлам для ионов самария и соответственно переход «металл-диэлектрик».

В твердом растворе $\text{Sm}_x\text{Mn}_{1-x}\text{S}$ с $x = 0,2$ наблюдается максимум в температурном поведении сопротивления при $T = 100 \text{ К}$ с уменьшением величины сопротивления практически на порядок при понижении температуры. При $T > 125 \text{ К}$ сопротивление имеет активационный характер с энергией $E_a = 0,12 \text{ эВ}$, найденной из зависимости $\ln \rho = -0,9 + 1250/T$. Для состава $x = 0,25$ наблюдается металлический тип проводимости (рис. 2).

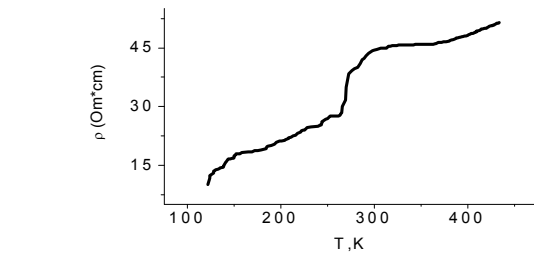
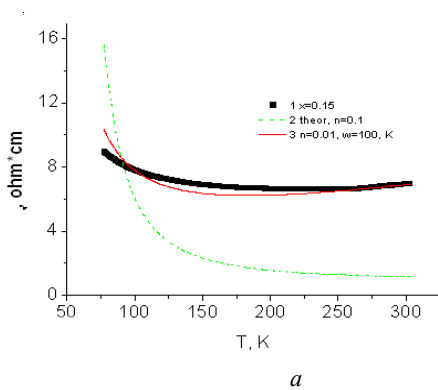


Рис. 2. Температурная зависимость удельного электросопротивления для $\text{Sm}_x\text{Mn}_{1-x}\text{S}$ с составом $x = 0,25$

При малой концентрации ионов Sm осуществляется проводимость по примесям, величина которой зависит от степени компенсации полупроводника. Электроны перемещаются в случае проводимости по примесям от занятого донора к незанятому путем термически активированных перескоков с энергией активации E_a . Основная часть этой энергии возникает из-за разности в энергиях локальных спиновых порядков вблизи пустого и занятого примесных состояний.

В ферромагнитной области эта энергия активации исчезает, так как 4f-спины упорядочиваются и проводимость становится или металлической, или обычной прыжковой проводимостью, определяемой локальными флуктуациями статического потенциала в решетке, обусловленными дефектами заряда.

Проводимость по примесям будет осуществляться как диффузионный процесс, и дрейфовая подвижность определится выражением $u = u_0 \exp(-E_a/kT)$, где $u_0 = ea^2\omega_{ph}/(kT)$; ω_{ph} – частота перескоков, равная частоте фононов, a – расстояние между донорами. Используя классическое приближение для проводимости $\sigma = enu = ne^2 h\omega_{ph}/12\hbar kT \exp(-E_a/kT)$ и экспериментальные результаты, определим концентрацию n и энергию активации E_a . На рис. 3 приведены температурные зависимости проводимости для $n = 0,1$, $E_a = 410 \text{ К}$ (2), $n = 0,01$, $E_a = 183 \text{ К}$ (3). Таким образом, для $\text{Sm}_{0,25}\text{Mn}_{0,75}\text{S}$ наблюдается типичный металлический тип проводимости.

Библиографические ссылки

1. Suryanarayanan R., Smirnov I. A., Brun G., Shul'man S. G. // J. de Phys. 1976. 37. C4–271.
2. Kaneko T., Ohashi M., Abe S., Yoshida H. // Physica. 1977. 86–88B. 224.

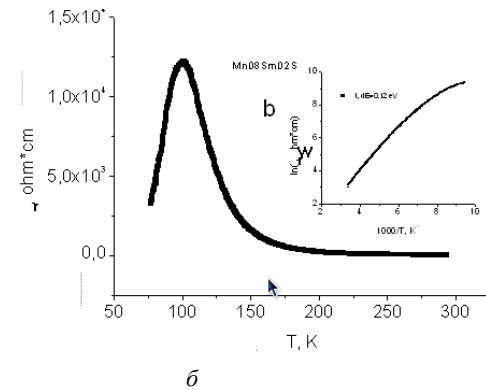


Рис. 3. Температурная зависимость для образцов $\text{Sm}_x\text{Mn}_{1-x}\text{S}$ с составами $x = 0,15$ (а) и $x = 0,2$ (б)

S. S. Aplesnin, A. M. Kharkov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

D. A. Balaev

L. V. Kirensky Institute of Physics, Russian Academy of Science, Siberian Branch, Russia, Krasnoyarsk

V. V. Sokolov

Inorganic Chemistry University, Russian Academy of Science, Siberian Branch, Russia, Novosibirsk

ELECTRICAL PROPERTIES OF $\text{Sm}_x\text{Mn}_{1-x}\text{S}$ MIXED-VALENCE COMPOUNDS

A study of electrical properties of the $\text{Sm}_x\text{Mn}_{1-x}\text{S}$ mixed-valence compounds in the range of temperature $90\text{ K} < T < 400\text{ K}$ for the compositions $x = 0.15$; $x = 0.2$, $x = 0.25$ is carried out. Metallic conductivity and maximum of resistance at the temperature $T \approx 100\text{ K}$ for $x = 0.2$ are found.

© Аплеснин С. С., Харьков А. М., Балаев Д. А., Соколов В. В., 2010

УДК 669.713.7

С. С. Аплеснин, Л. В. Удод, И. А. Алдаилов, М. Н. Ситников

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск**МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА $\text{Bi}_{24}(\text{BiCo})\text{O}_{40}$**

Проведены измерения магнитных свойств твердых растворов $\text{Bi}_{24}(\text{BiCo})\text{O}_{40}$ в интервале температур $77\text{ K} < T < 800\text{ K}$ в поле $H = 8\ 600\text{ Oe}$. Обнаружен температурный гистерезис намагниченности в зависимости от предыстории.

Орбитальное упорядочение в системах с сильными электронными корреляциями является одним из необходимых компонентов появления новых физических свойств, таких как сверхпроводимость, магнитосопротивление, переход «металл–диэлектрик» и магнитные фазовые переходы. Понимание взаимодействий между спиновыми, зарядовыми, орбитальными и решеточными степенями свободы проясняют механизмы, стабилизирующие определенный тип упорядочения в системе.

Соединения переходных элементов с одним электроном или одной дыркой на e_g -уровне обнаруживают орбитальное упорядочение, например, LaMnO_3 [1] и KCuF_3 , в которых выявлен эффект колоссального магнитосопротивления и квазиодномерный антиферромагнитный порядок. Как правило, они обнаруживают кооперативный эффект Яна–Теллера и взаимодействие орбиталей через решетку пропорционально электрон-фононному взаимодействию g^2/ω (ω – фононная частота). Существует и другой класс соединений RVO_3 , содержащих V^{3+} [2], где также существует орбитальное упорядочение, которое не сопровождается кооперативным эффектом Яна–Теллера, а проявляется искажениями в упругой решетке, имеющей разные знаки коэффициентов теплового расширения по осям кристалла. Это связано с упорядочением электронов по t_{2g} -орбиталям и образованием орбитального магнитного момента. Так, в LaCoO_3 наблюдается переход «металл–диэлектрик» выше температуры 500 К, что объясняется нарушением ближнего орбитального порядка.

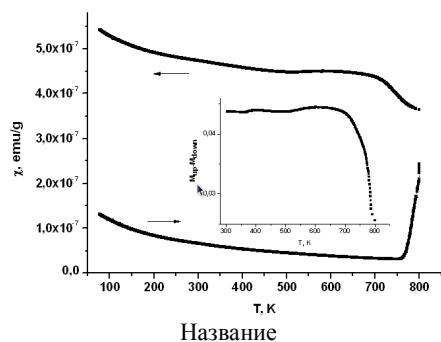
Цель данной работы состояла в исследовании влияния корреляции вырожденных состояний трехвалентного иона кобальта на магнитные и электрические свойства $\text{Bi}_{24}(\text{BiCo})\text{O}_{40}$.

Кобальтит висмута был получен методом твердофазной реакции. Рентгеноструктурный анализ показал, что синтезированное вещество имеет химическую формулу $\text{Bi}_{24}(\text{CoBi})\text{O}_{40}$, кубическую симметрию с пространственной группой 123 и параметром решетки $a = 10,1917(1)\text{ \AA}$. Элементарная ячейка содержит одну формульную единицу. Два структурно неэквивалентных атома висмута, $\text{Bi}(1)$ и $\text{Bi}(2)$, занимают позиции: атом $\text{Bi}(1) - 24f$, $\text{Bi}(2) - 2a$.

Атомы кобальта находятся в частном положении – $2a$; атомы кислорода $\text{O}(1)$ и $\text{O}(3)$ – в позиции $8c$, а атом $\text{O}(2)$ – в $24f$. Атомы висмута и кобальта находятся в тетраэдрическом окружении из атомов кислорода.

Электронная конфигурация иона Co^{3+} в тетраэдрическом окружении соответствует заполнению e_g -орбиталей и два электрона находятся на t_{2g} -оболочке вблизи химпотенциала. В результате сильного кулоновского взаимодействия между электронами на t_{2g} -орбиталях возможно неравномерное заселение d_{xz} - и d_{yz} -орбиталей, т. е. в предельном случае одна из орбиталей останется незанятой. Выигрыш в потенциальной энергии электронов составит 0,5 эВ. Колебания электронной плотности между орбиталями индуцируют деформацию гибридных орбиталей и вызывают колебания ионов кислорода и соответствующие моды колебаний тетраэдра. Заселенность d_{xz} - и d_{yx} -орбиталей индуцирует орбитальный магнитный момент $L^z = -\mu_B$, заполнение d_{yz} - и d_{yx} -орбиталей дает $L^z = \mu_B$, и результирующий момент равен нулю (при заселенных d_{yz} - и d_{yx} -орбиталях). Взаимодействие орбиталей с определенными модами колебаний тетраэдра формирует вибронные моды с волной спиновой плотности.

В $\text{Bi}_{24}(\text{CoBi})\text{O}_{40}$ возможно замораживание орбитального момента ниже температуры $T = 790$ К. На рисунке изображена температурная зависимость восприимчивости образца в магнитном поле $H = 8600$ Э.



S. S. Aplesnin, L. V. Udod, I. A. Aldashov, M. N. Sitnikov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

MAGNETIC PROPERTIES OF $\text{Bi}_{24}(\text{BiCo})\text{O}_{40}$

Magnetic properties of solid $\text{Bi}_{24}(\text{SiCo})\text{O}_{40}$ in $77 \text{ K} < T < 800 \text{ K}$ temperature interval and in external magnetic field $H = 8600 \text{ Oe}$ were measured. Temperature hysteresis of magnetization in dependence of the prehistory was discovered.

© Аплеснин С. С., Удод Л. В., Алдашов И. А., Ситников М. Н., 2010

УДК 537.311.3

Г. И. Баринев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ТЕРМОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ МАГГЕМИТА

Проведены измерения зависимости намагниченности тонких пленок маггемита от температуры и ориентации пленок. Обнаружено линейное поведение спонтанной намагниченности $M/M_s = 2,2 (1 - T/T_c)$ ниже температуры Кюри (T_c), которое объясняется изменением величины спина иона железа в тетраэдрических позициях вследствие локальных деформаций решетки.

Исследованию окислов железа уделяется интенсивное внимание в связи с возможным применением в качестве записывающих устройств в спинтронике, где они используются в виде тонких пленок или мультислоев. Понижение размерности значительно модифицирует упругие и магнитные свойства этих окислов. Так, в объемном образце маггемит ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) при температуре 560 К необратимо превращался в гематит ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), имеющий гексагональную кристаллическую структуру. Введение небольшого количества примесей двухвалентных ионов или осаждение на подложку из кристалла окиси магния приводит к резкому увеличению температуры кристаллического перехода до $T = 680 \dots 780$ К и сохранению кубической фазы вплоть до $T < 680$ К [1].

Структуру ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) можно рассматривать как составленную из трех шпинельных решеток, наложенных друг на друга в направлении оси c . Тетраэдриче-

ские и октаэдрические позиции заполнены трехвалентными ионами железа.

Цель настоящей работы состояла в определении температурной зависимости спонтанной намагниченности тонких пленок маггемита.

Необходимые для исследований тонкие монокристаллические слои (толщиной $0,1 \dots 1,0 \mu\text{m}$) маггемита эпитаксиально осаждались на подложки из кристаллов окиси магния (MgO) методом химических транспортных реакций. Подложки в виде тонких пластин скалывались в плоскости (100) из монокристалла кубической сингонии с параметром элементарной ячейки, равным $4,21 \text{ \AA}$. Необходимо отметить, что особенностью эпитаксиального осаждения является ориентированный рост кристалла на кристаллической подложке [6], вследствие чего монокристаллические слои маггемита растут в плоскости (100). Параметры

Библиографические ссылки

1. Zhou J. S., Goodenough J. B. // Phys. Rev. 2003. B68. 144406.
2. Horsch P., Olesr A. M., Feiner L. F. et al. // PRL. 2008. 100. 167205.

решетки полученных образцов определялись методом рентгеноструктурного анализа и составили 8,35 Å.

Анизотропные свойства образцов исследовались на магнитометре в горизонтальном магнитном поле напряженностью 1...7 кОе при двух положениях образца: плоскостью горизонтально и плоскостью вертикально. В первом случае обнаружены две оси легкого намагничивания вдоль кристаллографических направлений типа [110]. Во втором случае намагниченность направлена перпендикулярно плоскости образца. Формирование перпендикулярной кристаллографической анизотропии обусловлено искажением тетраэдрического окружения ионов железа в тонких эпитаксиальных слоях маггемита.

Термомагнитные измерения позволили установить, что температура Кюри маггемита составляет 685 К, а нормированная намагниченность хорошо описывается линейной зависимостью $M / M_s = 2,2(1 - T / T_c)$ в области температур $600 \text{ К} < T < 685 \text{ К}$.

Линейное температурное поведение намагниченности маггемита ниже температуры Кюри хорошо объясняется в рамках модели с изменением спина на ионах железа в тетраэдрических позициях вследствие сильных локальных деформационных искажений.

Библиографическая ссылка

1. Aronniemi M., Lahtinen J., Hamtojarvi P. // Surface and Interface Analysis. 2003. 36. 8. 1004.

G. I. Barinov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THERMOMAGNETIC PROPERTIES OF THIN EPITAXIAL MAGHEMITE FILMS

Dependence of thin maghemite films magnetization on the temperature and the orientation of the film is measured. Linear behaviour of the spontaneous magnetization below Curie temperature – $M / M_s = 2.2(1 - T / T_c)$ is discovered it can be explained by spin value change of the Fe ions in tetrahedral positions as a result of local lattice deformations.

© Баринов Г. И., 2010

УДК 538.94

В. А. Гавричков, С. Г. Овчинников

Институт физики имени Л. В. Киренского Сибирского отделения
Российской академии наук, Россия, Красноярск

Л. Е. Якимов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА МАНГАНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Для расчета дисперсионных зависимостей $La_{1-x}Sr_xMnO_3$ применен обобщенный метод сильной связи. Произведена точная диагонализация кластера MnO_6 при различных заполнениях. В базисе собственных состояний кластера записан гамильтониан межкластерных взаимодействий. Численно решено дисперсионное уравнение. Вычисленные дисперсионные соотношения воспроизводят наблюдаемую в фотоэмиссионных исследованиях данных оксидов дисперсию.

Современный интерес к манганитам связан с наблюдающимся в них колоссальным магниторезистивным эффектом – изменением электросопротивления на несколько порядков под действием внешнего магнитного поля. Эти вещества также обладают разнообразной фазовой диаграммой, на которой, в зависимости от величины допирования и температуры, имеются области с различными типами магнитного упорядочения, проводимости, кристаллической структуры, зарядового и орбитального упорядочения.

Традиционная модель двойного обмена оказывает неспособной объяснить наблюдаемое изменение проводимости при переходе «металл–диэлектрик». Поэтому для расчетов электронной структуры в дан-

ной работе применен обобщенный метод сильной связи [1].

В рамках этого метода кристаллическая решётка разбивается на ячейки-кластеры. Все учитываемые в гамильтониане взаимодействия разделяются на внутрикластерные и межкластерные. Задача о взаимодействиях внутри одного кластера решается точно. Этот набор состояний используется как базис для записи гамильтониана межкластерных взаимодействий и получения дисперсии по теории возмущений.

По получаемым в результате дисперсионным соотношениям, плотности состояний и положению уровня Ферми можно качественно судить о проводимости вещества. Параметрами решения являются

величина допирования x и температура T . Последняя задается через тип магнитного упорядочения – парамагнитный или ферромагнитный, что соответствует температурам выше и ниже температуры Кюри T_C .

В области $0,2 \leq x \leq 0,3$ результаты для дисперсионных соотношений качественно совпадают с результатами фотоэмиссионных ARPES-исследований. Однако переход «металл–диэлектрик» в точке T_C при значениях параметров, вычисленных в первопринципном LDA-подходе, получить невозможно.

Библиографическая ссылка

1. Вальков В. В., Овчинников С. Г. Квазичастицы в сильно коррелированных системах. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2001.

V. A. Gavrichkov, S. G. Ovchinnikov

L. V. Kirensky Institute of Physics, Russian Academy of Science, Siberian Branch, Russia, Krasnoyarsk

L. E. Yakimov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

ELECTRONIC STRUCTURE OF MANGANITE MATERIALS

The generalized tight-binding method is used to obtain the quasiparticle dispersion in $La_{1-x}Sr_xMnO_3$ manganites. The Hamiltonian of the MnO_6 cluster is exactly diagonalized. The inter-cluster interactions Hamiltonian is written using the basis of cluster eigen states. The dispersion equation is solved numerically. The calculated dispersion reproduces the quasiparticle dispersion from ARPES data.

© Гавричков В. А., Овчинников С. Г., Якимов Л. Е., 2010

ISBN 669.713.7

G. Gosmanová, I. Kraus

Czech Technical University, Czech Republic, Prague

XRD ANALYSIS OF OXIDE LAYERS FORMED ON Zr1Nb ALLOY AT 360 °C IN VVER ENVIRONMENT*

The contribution deals with properties of oxide layers arising on Zr1Nb alloy during oxidation.

Corrosion properties of zirconium alloys are intensively investigated because of their main use as fuel claddings in primary circuits of nuclear reactors. However, the corrosion mechanism of zirconium alloys is still not quite understood. The characterization of the oxide properties such as macroscopic stresses σ and microstructure and their changes through different stages of oxide growth may contribute to better understanding of corrosion mechanism. The investigation has been performed in cooperation with UJP PRAHA, Inc., where the corrosion behavior of Zr-based alloys in different environments has been studied in long-term tests. Tubular specimens from Kroll Zr1Nb alloy (Russia) denoted 6 were oxidized at 360 °C in VVER imitating water with exposures varying from 105 to 357 days. The measurements were carried out on two types of oxide layers so-called “wet” and “dry”. While the “dry” samples were dehydrated on air after corrosion exposure, the “wet” samples were permanently kept in water. It is known that ZrO_2 is gradually hydrated forming hydrated oxide of a gel character when exposed to water. The gel represents a two-phase system forming a joint structure composed of solid and liquid components. It can be assumed that “wet” samples better correspond to the oxide state in-situ. Since X-rays cannot detect the

amorphous gel, the obtained characteristics are related only to the crystalline part, i.e., monoclinic ZrO_2 of the hydrated layer. The measurements were performed on {10-4} planes of monoclinic ZrO_2 using $CoK\alpha$ radiation. The „sum of the surface principal stresses“ technique with a reference substance was used to the macroscopic stresses determination [1].

The recent XRD research was focused on the properties of gel-like oxide layers [2]. It was shown that: **(a)** the values of macroscopic stresses σ in the crystalline part of hydrated layers increase in comparison with those of dry samples. The effect can be caused by the increase in the hydrated layer volume provided a mechanical stability stays in the oxide/metal system, **(b)** the values of crystallite size D in the crystalline part of hydrated layers decrease in comparison with those of dry samples. The effect can be caused by dissolution of the mosaic blocks boundaries. These findings can be illustrated using average values of investigated quantities, which were calculated for the corresponding range of exposures:

σW (MPa)	-1085	DW (nm)	14	εW	0,0069
σD (MPa)	-990	DD (nm)	16	εD	0,0072
R σ (D - W)	94	RD(D - W)	2	R ε (D - W)	0,0003
$\Delta\sigma$	51	ΔD	1	$\Delta\varepsilon$	0,0002

*This research has been supported by MŠMT grant No 6840770021.

Average values of macroscopic stresses σ crystallite size D and microdeformations ε determined for hydrated (W) and dehydrated (D) oxide layers of alloy Zr1Nb type 6 oxidized at 360 °C in the VVER environment. The differences R between D and W values and errors of measurement are tabled as well.

The present investigation indicates that exceptions occur from this observation. The above-mentioned relations between characteristics of wet and dry oxide layers are reversed after some exposures, i.e. $\sigma_W < \sigma_D$ and $D_W > D_D$. Moreover intensity diffracted from (10-4) plane decreased for hydrated layers at the same exposures. Graphs in the figure illustrate differences R_σ (D-W) and R_{Int} (D-W) (A), corrosion kinetics (B) and courses of crystallite size D of oxide layers for “wet” and “dry” samples of alloy 6 exposed in VVER water. Exposures related to kinetics changes are highlighted.

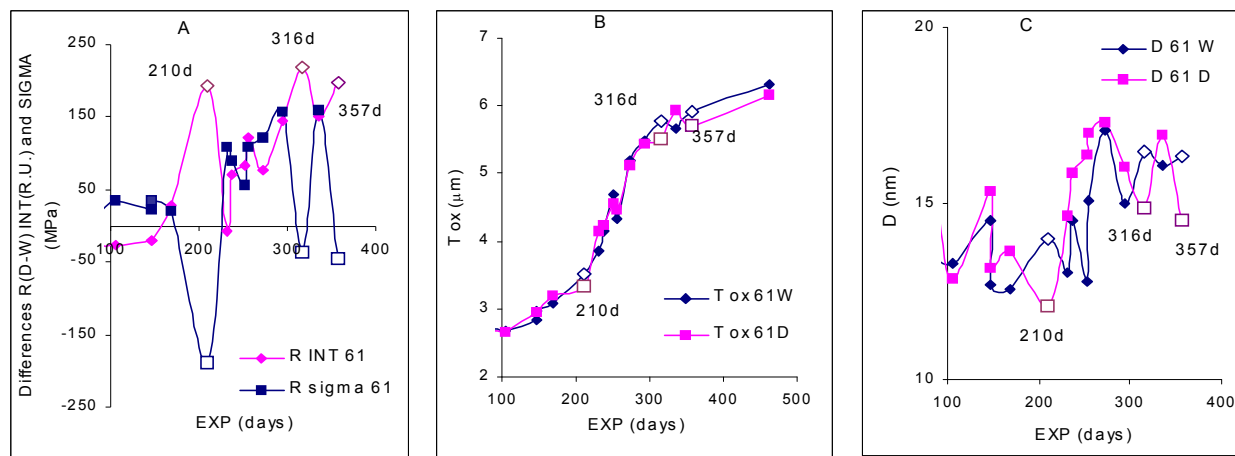
The increase of crystallite size D in the hydrated layers (Fig. C) can be caused by stress induced recrystallization. On the assumption that the whole mass of the crystalline component remains the same, reorientation of crystallites should occur if the diffracted intensity decreases for hydrated layers (Fig. A). Such changes in microstructure are accompanied with a decrease of macroscopic stresses (Fig. A) and probably with the pores evaluation in oxide layers. Consequently, the changes in

oxidation process can be expected for both the steady state and temporary character. As can be seen from Fig. B, the changes of oxidation process correspond with above-mentioned observations. It should be noticed that transition from parabolic to quasi-linear kinetic was actually declared for alloy Zr1Nb type 6 about the exposure 210 days ($T_{ox} \approx 3.5 \mu\text{m}$).

It can be concluded from the results of XRD analysis that the changes in oxidation process are related to the changes in microstructure of oxide layers such as stress-induced recrystallization together with reorientation of crystallites. This assumption is in good agreement with the diffusion model of corrosion. Other important physical factors (as tetragonal – monoclinic phase transformation) contribute to steady state kinetics changes as well.

References

1. Kraus I., Trofimov V. V. Rentgenová tenzometrie. Praha : Academia, 1988.
2. Influence of hydration on the XRD-determined characteristics of zirconium oxide layers [Electronic resource] / Gosmanová G. et al // Proc. of 17th Int. Met. Conf. Metal 2008. Červený zámek, Hradec nad Moravicí, ČR. 13.05–15.05.2008. CD-ROM. Ostrava : Tanger, 2008. P. 1–3.



Differences R (D-W) between values of stresses σ and integral intensity I_{int} respectively (A), oxidation kinetics (B) and crystallite size D (C) obtained for dehydrated (D) and hydrated (W) oxide layers by means of X-ray measurements. The exposures related to kinetics changes are depicted

Галина Гозманова, Иво Краус

Чешский технический университет, факультет ядерной физики
и физической инженерии, Чешская Республика, Прага

ПОРОШКОВАЯ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНАЯ КРИСТАЛЛОГРАФИЯ ОКСИДНЫХ СЛОЕВ, ОБРАЗОВАННЫХ НА СПЛАВЕ Zr1Nb ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 360°C В ВОДНОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ

В исследовании рассматриваются свойства оксидных слоев, возникающих на сплаве Zr1Nb во время окисления.

УДК 621.762.2

Г. М. Зеер, Н. С. Николаева, М. Ю. Кучинский, О. Н. Ледяева

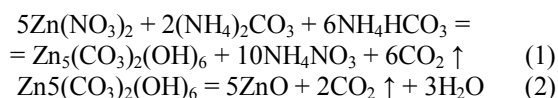
Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

НАНОРАЗМЕРНЫЙ ОКСИД ЦИНКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СЕРЕБРА

Получен электроконтактный материал на основе серебра с высокодисперсными включениями оксида цинка с применением двух методов. Исследована микроструктура данных композитов.

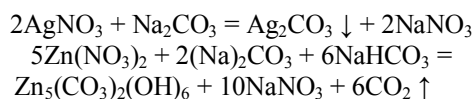
Распространенным электроконтактным материалом для разрывных контактов низковольтной электроаппаратуры (до 1 000 В) на средние токи (до 1 000 А) являются композиты на основе серебра. Одними из самых известных являются контакты состава Ag–МО. В данных композитах важно, чтобы частицы оксидов имели минимальные размеры и равномерное распределение в металлической матрице, что способствует как улучшению физико-механических свойств материала без уменьшения электропроводности, так и повышению его устойчивости к дуговой эрозии. Формирование структуры композита закладывается на стадии подготовки порошковой шихты, в связи с чем возникает необходимость исследования способов получения электроконтактных материалов с высокодисперсной и химически однородной структурой.

В данной работе образцы композита Ag–ZnO изготавливали из порошков Ag и ZnO и из порошка Ag, покрытого наноразмерными частицами ZnO (рис. 1). Порошки оксида цинка получали термическим разложением гидрокарбоната цинка (2), синтезированного путем смешивания водных растворов гидрокарбоната аммония и нитрата цинка (1):



Синтезированный порошок ZnO представлял собой сферические агломераты диаметром около 1 мкм, состоящие из кристаллитов оксида цинка с размерами менее 20 нм (рис. 1, а).

Метод совместного соосаждения солей заключается в смешении осадителя Na_2CO_3 с водным раствором нитратов серебра и цинка с заданным катионным соотношением. При этом в растворе протекают следующие реакции:



В результате отжига осажденной солевой смеси был получен металл-оксидный порошок из Ag и ZnO, представляющий собой агломерированные частицы серебра в широком диапазоне размеров, при этом их поверхность покрыта мельчайшими частицами оксида цинка в наноразмерном диапазоне (рис. 1, б).

Из полученных порошков методами порошковой металлургии были изготовлены образцы электроконтактов (рис. 2). При механическом смешивании порошков вследствие агломерации наночастиц оксидов

и далее в процессе спекания их максимальный размер в компактах возрастает до 1 мкм (рис. 2, а). При сравнении фрактограмм композитов следует отметить, что в материале, изготовленном из порошков, синтезированных методом соосаждения солей, наблюдается более равномерное распределение ZnO, размеры оксидной фазы при этом не превышают 0,5 мкм (рис. 2, б).

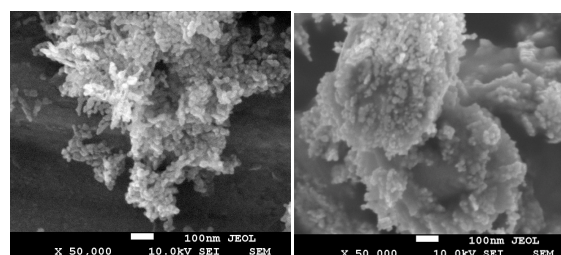


Рис. 1. Форма и размеры порошков: а – ZnO; б – Ag–ZnO

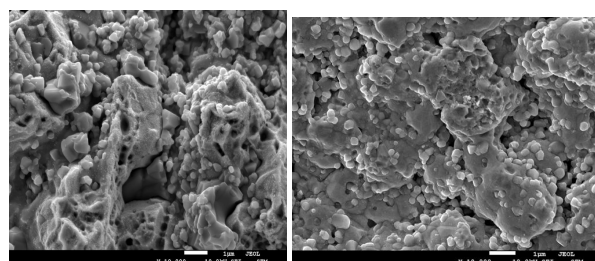


Рис. 2. Фрактограммы композитов Ag–ZnO из шихты: а – полученной механическим смешиванием порошков Ag и ZnO, б – полученной методом соосаждения солей

Причиной агломерации нанокристаллитов ZnO, помимо их высокой поверхностной энергии, при механическом смешивании могут являться условия гомогенизации шихты, носящие вероятностно-статистический характер, а при соосаждении солей – различие скоростей кристаллизации соединений серебра и цинка.

Таким образом, использование порошков, полученных разными методами, позволило получить композиты, имеющие различную микроструктуру. Композит, изготовленный из порошка, синтезированного соосаждением солей, имеет более равномерное распределение ZnO, размеры оксидной фазы более дисперсны, что способствует улучшению эксплуатационных свойств контактов.

Электронно-микроскопические исследования проведены в лаборатории электронной микроскопии ЦКП СФУ на микроскопе JEOL JSM-7001F.

G. M. Zeer, N. S. Nikolaeva, M. Yu. Kuchinskiy, O. N. Ledyeva
Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

NANODIMENSIONAL ZINC OXIDE FOR SILVER BASED ELECTROTECHNICAL MATERIALS

The electrical contact material, which is based on silver with ultrafine particles of zinc oxide was obtained by the two methods. The microstructure of these composites was investigated.

© Зеер Г. М., Николаева Н. С., Кучинский М. Ю., Ледяева О. Н., 2010

УДК 538.971

А. Ю. Игуменов, Г. А. Александрова, Е. П. Березицкая
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

А. А. Чернятина, Р. А. Ермолаев
ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ МИКРОТОПОГРАФИИ ДЕФЕКТНЫХ ОБЛАСТЕЙ ПОВЕРХНОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ*

Методом АСМ исследованы поверхности радиопрозрачного терморегулирующего покрытия на разных стадиях разрушения, возникающего в процессе длительного хранения. Получены данные о структуре поверхности покрытия в нанометровом диапазоне, проведено сравнение различных по степени разрушения областей между собой, установлена тенденция изменения микрорельефа поверхности в процессе старения.

Солнечное и корпускулярное излучения оказывают негативное влияние на космические аппараты (КА). Колебания температуры и неравномерный нагрев элементов антенн способны вызвать изменение диаграммы направленности электромагнитного излучения антенны КА. Под действием корпускулярного излучения на диэлектрических поверхностях космических аппаратов скапливается неоднородный электростатический заряд, вызывающий разряды между областями с разным потенциалом, способствующие ухудшению характеристик оптических поверхностей и вызывающие помехи и сбои бортовой электронной аппаратуры.

Эффективным способом уменьшения перепада температур на конструкции антенны является использование светоотражающего терморегулирующего экрана из радиопрозрачного материала. Для защиты от электризации необходимо нанесение на внешнюю поверхность покрытия радиопрозрачных электропроводных слоев, не ухудшающих характеристики светоотражающего покрытия.

Нами было исследовано радиопрозрачное терморегулирующее покрытие с верхним слоем полупроводникового материала, нанесенного методом термического испарения. Электропроводный радиопрозрачный подслой покрытия получен методом магнетронного распыления. Ранее замечено, что в результа-

те длительного хранения указанного покрытия на изначально глянцевой поверхности образуются темные матовые пятна, что свидетельствует о его разрушении. На поверхности исследованного образца были визуальными различимы несколько областей с различной степенью разрушения покрытия: светлая глянцевая неповрежденная область, переходная и самая темная область, в которой покрытия практически не осталось. Методом атомно-силовой микроскопии был исследован микрорельеф поверхности в каждой из этих областей. Измерения проводились на сканирующей зондовой нанолaborатории «Интегра Аура». Была проведена компьютерная обработка полученных изображений рельефа и найдены параметры поверхностных структур. Также определена средняя шероховатость и распределение наблюдаемых поверхностных структур по высотам.

Анализ полученных данных показал, что при переходе от светлой области к темной, где полностью разрушено глянцевое полупроводниковое покрытие, увеличиваются размеры нанокластеров на поверхности, увеличивается шероховатость, в связи с чем уменьшается отражательная способность покрытия. Результаты исследований будут учтены при оптимизации состава и технологии изготовления радиопрозрачного терморегулирующего покрытия.

*Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (номер контракта П590).

A. Yu. Igumenov, G. A. Alexandrova, E. P. Berezitskaya

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

A. A. Chernyatina, R. A. Ermolaev

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

**THE RESEARCH BY ATOMIC-FORCE-MICROSCOPY MICROTOPOGRAPHY
OF DEFECTED FIELDS OF SURFACE OF MULTIFUNCTIONAL COVERS FOR SPACE DEVICES,
WHICH ARE CREATING DURING OF CONSERVATION**

The work is devoted to investigation of radio-transparent thermo-balance cover surface on different stage of destruction, which appears during a long conservation. The data of cover's surface structures in nanometer range were obtained, the comparison of different regions was realized, the character of surface micro relief evolution appearing during the conservation was determined.

© Игуменов А. Ю., Александрова Г. А., Березицкая Е. П., Чернятина А. А., Ермолаев Р. А., 2010

УДК 621.921

A. Коваленко

Чешский технический университет, Чешская Республика, Прага

I. Кратохвилова, Ф. Фендрих

Институт физики, Чешская Республика, Прага

C. Залиш

Институт физической химии имени Я. Гейровского, Чешская Республика, Прага

**КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКАЯ СИМУЛЯЦИЯ ФЛЮОРЕСЦЕНТНЫХ
НАНОАЛМАЗНЫХ ЧАСТИЦ**

Изучаются свойства флуоресцентных наноалмазных частиц посредством их моделирования при помощи программного пакета Gaussian 09. Особое внимание уделено зависимости флуоресценции от химии поверхности наноалмазов.

В последние годы в науке все больше внимания привлекает к себе алмаз в различных его видах. Нанокристаллические и ультрананокристаллические алмазные частицы помимо свойств кристаллических алмазов обладают особенными характеристиками, которые определяют широчайшие возможности их применения. Уникальные электрические, оптические и механические свойства делают наноалмазы исключительно перспективным материалом в самых различных областях. На основе наноалмазов разрабатываются МЭМС-устройства, биосенсоры, различные полупроводниковые приборы и т. д.

Благодаря нанометровым размерам кристаллитов наноалмазы обладают колоссальной величиной удельной поверхности. В силу особенностей технологии производства и очистки, структура наноалмазов отличается от структуры алмазных монокристаллов: поверхность нанокристаллов содержит атомы углерода, отдельные связи которых не скомпенсированы, что приводит к ультравысокой поверхностной активности наноалмазов. В связи с этим свойством наноалмазы обладают уникальной сорбционной емкостью и могут быть с успехом использованы не только в области технологий и производства, но также в качестве эффективной системы доставки лекарств и генной терапии.

Одним из уникальных физических свойств наноалмазов, а также характеристикой кристаллических алмазов, является собственная фотолюминесценция, происходящая от структурных дефектов и примесей.

Особое значение для науки представляют так называемые NV-центры окраски, состоящие из атома азота и близлежащей вакансии. Подобные дефекты имеют как нейтральный (NV^0), так и отрицательный (NV^-) заряды. Оба центра фотостабильны и имеют различные длины волн флуоресценции, которые могут быть легко идентифицированы на индивидуальном уровне. Это свойство позволяет расценивать наноалмаз как основу для дальнейшего развития более точных методов биомаркировки. Также флуоресцентные наноалмазы рассматриваются как перспективный материал для создания квантовых вычислительных устройств.

Основной целью данной работы является глубокое изучение механизмов флуоресценции наноалмазов, а также свойств и параметров, влияющих на характеристики испускаемого излучения. В качестве метода исследования был использован программный пакет Gaussian 09 с использованием теории функционала плотности. Были проанализированы модели кластеров наноалмазов, содержащие от 35 до 120 атомов углерода, с различными модификациями поверхности, включая водород, а также различные соединения кислорода, азота и водорода. В результате этих расчетов получены данные об изменениях геометрии кристаллической решетки основного и возбужденного состояния, плотности электронных состояний на отдельных атомах, электронные переходы. Полученные данные определяют изменения энергии поглощения и, соответственно, люминесценции наноалмазных частиц.

A. Kovalenko

Czech Technical University, Czech Republic, Prague

I. Kratochvilova, F. Fendrykh

Institute of Physics, Czech Republic, Prague

S. Zális

J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Czech Republic, Prague

QUANTUM CHEMICAL CALCULATIONS OF THE FLUORESCENT NANODIAMOND PARTICLES

The research, based on the modeling of the fluorescent nanodiamond particles using “Gaussian 09” program package is considered. Particular attention is paid to the dependence of fluorescence on the surface chemistry of nanodiamonds.

© Коваленко А., Крадохилова И., Залиш С., Фендрих Ф., 2010

УДК 537.632,535-4,535.016,53.082.5

Н. Н. Косырев, Д. А. Шевцов, С. Н. Варнаков

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

А. Е. Худяков, А. В. Ефремов

Институт физики имени Л. В. Киренского Сибирского отделения
Российской академии наук, Россия, Красноярск

С. В. Рыхлицкий, В. А. Швец

Институт физики полупроводников имени А. В. Ржанова Сибирского отделения
Российской академии наук Россия, Новосибирск

СВЕРХВЫСОКОВАКУУМНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОСТРУКТУР МАГНИТОЭЛЛИПСОМЕТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ IN SITU*

Описана сверхвысоковакуумная камера, позволяющая изготавливать наноструктуры на основе тонких магнитных пленок. В качестве метода контроля параметров растущей структуры предложена новая методика – спектральная магнитоэллипсометрия, позволяющая получать информацию о структурных, оптических и магнитных свойствах непосредственно в процессе изготовления в реальном времени.

На современном этапе развития нанотехнологий и материаловедения стоит задача создания совершенных по структуре полупроводниковых материалов, что обусловлено высокой чувствительностью электронных свойств материала к дефектам и неоднородностям структуры [1]. Это связано с тенденциями развития твердотельной микроэлектроники, направленными на повышение степени интеграции и переходом к использованию квантово-размерных явлений и двумерных кристаллов [2]. Оптимальными возможностями для получения низкоразмерных систем с квантовыми эффектами обладает технология молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ). Метод МЛЭ дает возможность конструирования принципиально новых материалов, не существующих в природе и обладающих уникальными свойствами с перспективами их применения в аэрокосмической отрасли.

В настоящее время довольно остро стоит вопрос анализа и контроля структуры и свойств поверхностей тонких пленок ввиду их перспективного применения в устройствах наноэлектроники и спинтроники. Однако измерение параметров пленок нанометровых толщин имеет свою специфику. В частности, при получении наноструктур в условиях сверхвысокого вакуума встает проблема контроля их свойств *in situ*, непосредственно в процессе изготовления, – поскольку исследование таких структур *ex situ*, на воздухе, зачастую невозможно в связи с высокой химической активностью многих материалов, используемых в данной области. Здесь большое преимущество имеют оптические методы, так как они не оказывают влияния на исследуемый образец и имеют определенную гибкость при использовании *in situ*, т. е. непосредственно в сверхвысоковакуумной камере.

*Работа выполнена в рамках программы № 4.1 ОФН РАН «Спинтроника», программы Президиума РАН № 27.10, интеграционного проекта СО РАН и ДВО РАН № 22, федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (код проекта: НК-744П/ГК П1185).

Одним из методов такого анализа является метод *in situ* эллипсометрии, который позволяет на основании данных об изменении поляризации отраженного от образца света, не нарушая структуры поверхности, производить исследование и контроль ее свойств в течение технологического процесса [3]. Также известен метод магнитооптического эффекта Керра, который, обладая схожей схемой измерения, позволяет получать сведения о магнитных свойствах исследуемого материала. По набору измеряемых параметров эти методы взаимно дополняют друг друга [4]. Оба метода удовлетворяют нас, так как являются неразрушающими, не изменяют свойства материала и обладают достаточной чувствительностью.

В этой связи было принято решение создать новый комплекс, который бы обладал возможностями проведения эллипсометрических измерений, наблюдения экваториального эффекта Керра и также проведения технологического процесса напыления тонких пленок [5; 6]. В докладе будут рассмотрены основные возможности созданной экспериментальной установки и

продемонстрированы первые результаты магнитоэллипсометрических измерений.

Библиографические ссылки

1. Ржанов А. В. Электронные процессы на поверхности полупроводников. М.: Наука, 1971.
2. Hasegawa S., Ino S. Correlation between atomic-scale structures and macroscopic chemical properties of metal-covered Si(111) surfaces // Intern. J. Modern Phys. 1993. Vol. B7. P. 3817–3876.
3. Свиташев К. К., Ржанов А. В. Основы эллипсометрии. Новосибирск: Наука, 1979.
4. Котов В. А., Звездин А. К. Магнитооптика тонких пленок. М.: Наука, 1988.
5. Исследование *in situ* ферромагнетизма при комнатной температуре в магнитных нанослоях / С. Г. Овчинников, А. Е. Худяков, Г. В. Бондаренко, Н. Н. Косырев // Изв. РАН Сер. физическая. Т. 73. № 1. 2009. С. 24–26.
6. Varnakov S. N., Kosyrev N. N., Ovchinnikov S. G. *In situ* ellipsometry for monitoring growth of three layer Fe/Si/Fe structure // Euro-Asian symp. «Trends in magnetism», 2004. P. 303.

N. N. Kosyrev, D. A. Shevtsov, S. N. Varnakov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

A. E. Khudyakov, A. V. Efremov

L. V. Kirensky Institute of Physics, Russian Academy of Science, Siberian Branch, Russia, Krasnoyarsk

S. V. Rykhlytsky, V. A. Shvets

Institute of Semiconductor Physics, Russian Academy of Science, Siberian Branch, Russia, Novosibirsk

ULTRA HIGH VACUUM INSTALLATION FOR NANOSTRUCTURE PRODUCTION WITH MAGNETOELLIPSONOMETRIC CONTROL

The ultra high vacuum installation for nanostructure production was created. The spectral magnetoellipsometer has been integrated in the technological setup. The device is constructed on the base of ellipsometer LEF-751/752 and adapted for magnetic measurements. We use in this device the new optical circuit which allows both ellipsometric parameters (Ψ and Δ) measurements as well as magneto-optical measurements.

© Косырев Н. Н., Шевцов Д. В., Варнаков С. Н., Худяков А. Е., Ефремов А. В., Рыхлицкий С. В., Швец В. А., 2010

УДК 621.793.182

В. П. Кривобоков, С. Н. Янин, Р. С. Третьяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, Томск

ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ МАГНЕТРОННОЕ ОСАЖДЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

Рассматривается магнетронная распылительная система с жидкофазным катодом, предназначенная для высокоскоростного осаждения покрытий из различных металлов. Приводятся основные характеристики магнетронного разряда при работе на медном катоде и свойства получаемых покрытий.

Устойчивый интерес к магнетронным распылительным системам объясняется широкими возможностями данных устройств в задачах формирования покрытий с заданной толщиной, составом, структурой, химическими и физическими свойствами. Они характеризуются высокой эффективностью, надежностью, простотой сборки и хорошими эксплуатационными

характеристиками. Но есть и недостатки, такие как низкая производительность (скорость осаждения для различных металлов ~ 10 нм/с) и загрязнение покрытий (работа в газовой среде Ag при давлении 0,1 Па).

Представленные недостатки можно устранить, используя магнетронную систему с жидкофазным катодом (рис. 1). Такое решение дает возможность реали-

зовать режим самораспыления, когда в качестве рабочего газа выступают пары материала мишени и напуск аргона можно прекратить. Причем давление в вакуумной камере составляет $\sim 10^{-3}$ Па и разряд стабильно горит.

Введение дополнительной магнитной системы между мишенью магнетрона и подложкой направлено на удержание электронов и дополнительную ионизацию и возбуждение атомов, направленных на подложку.

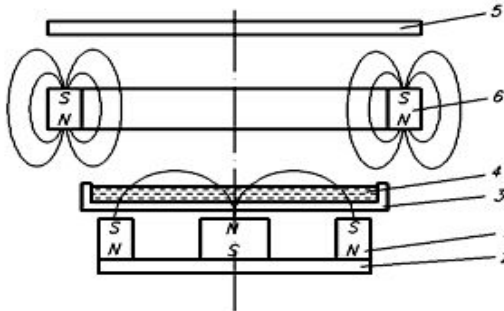


Рис. 1. Конструкция жидкофазного магнетрона с дополнительной магнитной системой:

1 – постоянные магниты; 2 – магнитопровод; 3 – тугоплавкий тигель; 4 – мишень; 5 – подложка; 6 – дополнительная магнитная система

Вольт-амперная характеристика магнетронного разряда в режиме стабилизации мощности (мишень – медь) представлена на рис. 2. Работу данного магнетрона можно условно разбить на три участка: работа на твердой мишени в атмосфере аргона; разогрев и плавление материала мишени в атмосфере аргона; работа на жидкой фазе, отключение подачи аргона, режим самораспыления.

Рассмотрим зависимость скорости роста пленки от подаваемой в магнетрон мощности (рис. 3). Видно, что скорость осаждения при мощности 3 800 Вт составляет ~ 700 нм/с, что на два порядка превышает скорость осаждения при классическом магнетронном распылении.

В таблице представлены коэффициенты шероховатости для покрытий, полученных с помощью классического магнетронного распыления и жидкофазного магнетронного распыления. Морфологически поверхности покрытий идентичны друг другу.

Рассмотрев снимки медных покрытий на сломе, полученные на электронном микроскопе, можно сделать вывод, что использование магнитной ловушки

приводит к получению более плотной структуры покрытия (рис. 4).

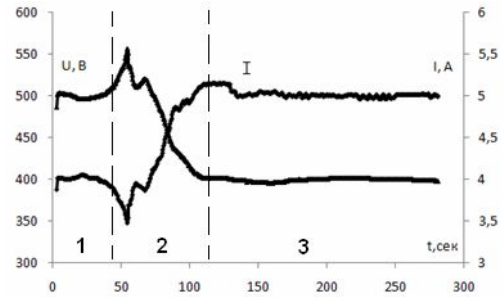


Рис. 2. Зависимость тока и напряжения разряда от времени, при мощности 2 кВт и начальном давлении аргона 0,2 Па

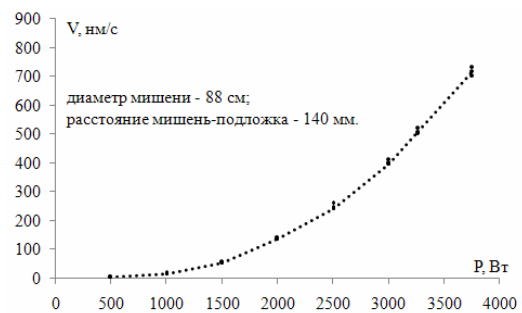


Рис. 3. Зависимость скорости осаждения медной пленки от мощности разряда

Преимущества использования магнетронных распылительных систем следующие:

- высокая скорость осаждения покрытий до 700 нм/с и более;
- работа при высоком вакууме около 10^{-3} Па;
- получение более чистых покрытий (режим самораспыления);
- возможность получения плотной структуры осаждаемого покрытия;
- максимальный коэффициент использования мишени.

Таким образом, применение магнетрона с жидкофазной мишенью для осаждения металлических покрытий является весьма перспективным. Возможно использование данных систем в микроэлектронике и аэрокосмической промышленности.

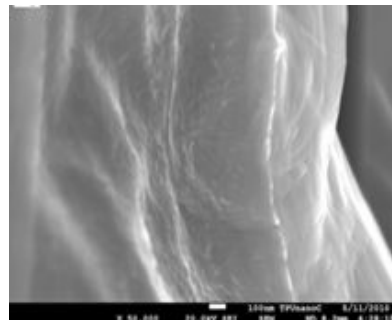
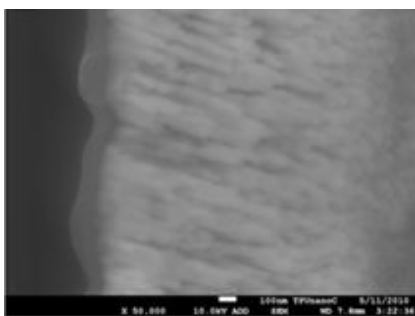


Рис. 4. Электронные снимки медных пленок, полученных с помощью жидкофазного магнетронного диода без магнитной ловушки (а) и с магнитной ловушкой (б)

Морфология поверхности исходной подложки и получаемых покрытий

Исследуемые образцы	Коэффициент Ra, нм	Коэффициент Rz, нм
Подложка (предметное стекло)	9,8	53,5
Медная пленка, полученная с помощью классической MPC	47,7	359
Медная пленка, полученная с помощью жидкофазного магнетрона	47,2	223

V. P. Krivobokov, S. N. Yanin, R. S. Tretyakov

National Research Tomsk Polytechnical University, Russia, Tomsk

HIGH-SPEED MAGNETRON DEPOSITION OF METAL COVERS

The magnetron spraying system with liquid-phase cathode intended for high-speed deposition of covers from various metals is observed. Basic performances of magnetron category by activity on the copper cathode and properties of gained covers are studied.

© Кривобок В. П., Янин С. Н., Третьяков Р. С., 2010

УДК 53

И. А. Крутов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

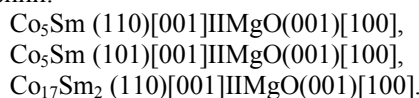
В. С. Жигалов

Институт физики имени Л. В. Киренского Сибирского отделения
Российской академии наук, Россия, Красноярск

ВЫСОКОАНИЗОТРОПНЫЕ ФАЗЫ Co-Sm-ПЛЕНОК: СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ*

Исследовались пленки, полученные с помощью твердофазных реакций при термообработке структуры α -Co(110)/Sm/Co, предварительно осажденной на подложки из MgO(001) методом термического испарения в вакууме.

Магнитомягкие Co-Sm-пленочные материалы с большими значениями одноосной магнитокристаллической анизотропии используются в микроэлектронных и микромеханических приложениях, а также для изготовления постоянных магнитов. В таких материалах необходимо, чтобы легкая ось намагничивания совпадала с одним из кристаллографических направлений. Выбор направлений и величина анизотропии управляются эпитаксиальным ростом на монокристаллических подложках с использованием различных методов напыления [1–2]. В нашей работе пленки получались с помощью твердофазных реакций [3] при термообработке структуры α -Co(110)/Sm/Co, предварительно осажденной на подложки из MgO(001) методом термического испарения в вакууме. В процессе реакций вновь образованные фазы Co₅Sm и Co₁₇Sm₂ эпитаксиально вырастали на базе первого кобальтового слоя с соблюдением трех ориентационных соотношений:



Рентгеновские спектры для пленок состава 33 at. % Sm демонстрируют пример твердотельного синтеза эпи-

таксиальной фазы Co₅Sm с рефлексами (110) и (220) уже при температуре отжига в 360 °C (рис. 1).

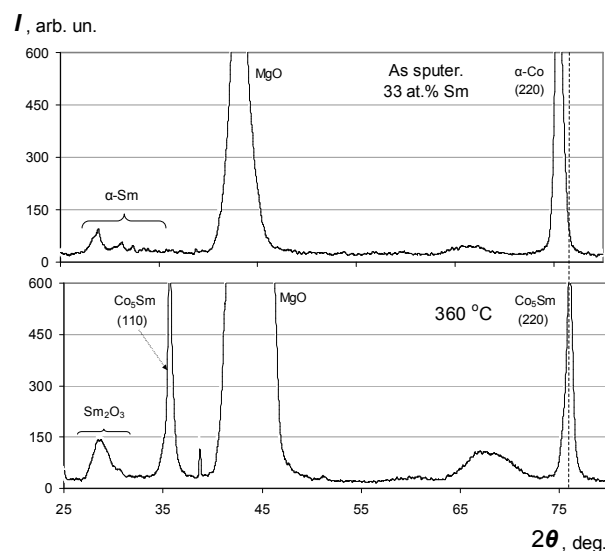


Рис. 1. Рентгеновские спектры для пленок системы Co-Sm общего состава 25 at. % Sm до и после отжига при температуре 360 °C

*Работа поддержана программой АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы 2009–2010 гг.» № 2.1.1/4399.

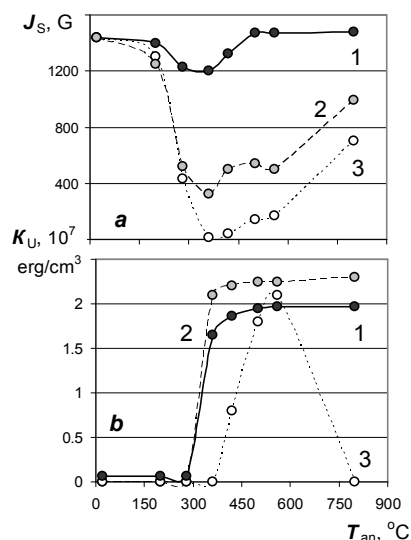


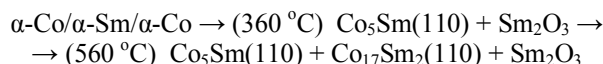
Рис. 2. Изменение магнитных свойств: *a* – намагниченности насыщения; *b* – эффективной константы анизотропии в зависимости от температуры отжига. Кривая 1 соответствует образцу содержанием Sm 18 at. %, кривые 2 и 3 – 33 и 75 at. % Sm соответственно

В процессе термообработки помимо структурных изменений исследовались также изменения намагниченности насыщения (J_S), константы двухосной (магнитокристаллографической) анизотропии (K_4), определялись критические температуры твердофазных ре-

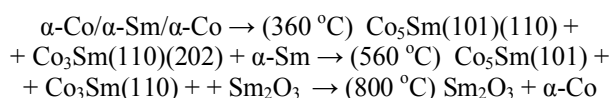
акций и происходящих при этом фазовых превращений. Результаты измерений магнитных параметров представлены на рис. 2.

Большая двухосная магнитокристаллическая анизотропия (порядка 10^7 erg/cm³) в наших образцах вызвана эпитаксиальным ростом фаз Co_5Sm и $Co_{17}Sm_2$, а их ориентационные соотношения с подложкой, определяющие направление легких осей намагничивания, зависят от соотношения толщин Co и Sm и температуры термообработки. Цепочки превращений и ориентация фаз в зависимости от этих параметров выглядят следующим образом.

Для пленочной структуры состава 18 и 33 at. % Sm:



Для пленок состава 75 at. Sm:



Библиографические ссылки

1. Singh A., Neu V., Tamm R. et al. // Appl. Phys. Lett. 2005. 87. 072505.
2. Fullerton E. E., Samuel J. J., Sowers C. H. et al. // Appl. Phys. Lett. 1998. 72. 380.
3. Myagkov V. G., Zhigalov V. S., Bykova L. E., Bondarenko G. N. // JMMM. 2006. 305. 534.

I. A. Krutopv

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

V. S. Zhigalov

L. V. Kirensky Institute of Physics, Russian Academy of Science, Siberian Branch, Russia, Krasnoyarsk

HIGH-ANISOTROPIC CoSm FILMS' PHASES. SYNTHESIS AND RESEARCH

Films, got in the result of solid phase reactions at $\alpha-Co(110)/Sm/Co$ structure heat treatment, preliminary reined in the $MgO(001)$ bottom layer by means of thermal vaporization in vacuum were studied.

© Крутов И. А., Жигалов В. С., 2010

УДК 669.14.018.28

Г. Г. Круушенко, С. Н. Решетникова, А. А. Мишин

Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения
Российской академии наук, Россия, Красноярск

МЕХАНИЗМ МОДИФИЦИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЕВО-КРЕМНИЕВОГО СПЛАВА НАНОПОРОШКАМИ (НА ПРИМЕРЕ НИТРИДА ТИТАНА)

Предложен механизм модифицирования алюминиево-кремниевых сплавов нанопорошками на примере нанопорошка нитрида титана TiN.

Большая группа алюминиево-кремниевых литейных сплавов доэвтектического состава применяется в машиностроении для изготовления литых деталей, работающих в сложно-нагруженных условиях.

При этом с целью измельчения структуры литых деталей и, как результат, повышения механических свойств получаемых из них литых деталей, сплавы обрабатываются в жидком состоянии флюсами, содержащими натрийсодержащие соли.

Однако в случае необходимости получения литых деталей ответственного назначения, к которым предъявляются повышенные требования по уровню механических свойств и эксплуатационных характеристик в составе изделий, работающих в экстремальных условиях, такой способ модифицирования не дает желаемого эффекта.

Работа выполнена на машиностроительном предприятии при литье детали транспортного средства, работающей в сложно-нагруженных условиях эксплуатации, отливаемой из сплава типа АЛ4. При этом наружная поверхность отливки оформлялась в металлической форме, внутренняя – с помощью песчаного стержня, в котором была также устроена литниковопитающая система.

Требуемый уровень механических свойства сплава в отливках в термически обработанном состоянии согласно технической документации: временное сопротивление разрушению $\sigma_b \geq 350$ МПа, предел текучести $\sigma_{0,2} \geq 240$ МПа, относительное удлинение $\delta \geq 5,0$ %, твердость по Бринеллю НВ – в пределах 1100...1170 МПа.

При работе по стандартной заводской технологии механические свойства не всех отливок удовлетворяли таким, достаточно жестким требованиям. Поэтому было предпринято исследование с целью повышения их уровня. Новизной в работе явилось применение для модифицирования нанопорошка TiN, полученного методом плазмохимического синтеза [1].

После расплавления в индукционной печи всех компонентов шихты расплав дегазировали при 750 °С гексахлорэтаном C_2Cl_6 (негигроскопичная соль), затем его модифицировали стандартным тройным модификатором (25,0 % NaF + 12,5 % KCl + 62,5 % NaCl) в количестве 1,5...2,0 масс. % от массы плавки (недостатки – взаимодействие с материалом плавильной емкости, малое время сохранения эффекта модифицирования, гигроскопичность солей и др.), который высыпался на зеркало металла и после 15-минутной выдержки замешивался в расплав, затем продукты взаимодействия модификатора с расплавом счищались с поверхности металла, после чего вместо стандартного модифицирования заводской чушковой лигатурой Al-10 %Ti (недостаток – длительный процесс растворения) в расплав путем замешивания до полного растворения вводили 1,2 кг пруткового ($\varnothing 9,5$ мм) модификатора, приготовленного путем прессования частиц алюминия с нанопорошком нитрида титана TiN. Содержание этого соединения в прутке составляло порядка 2,5...2,8 %. Количество любого из НП при последующем их введении в различные сплавы не превышало 0,05 %, а в отдельных случаях составляло тысячные доли процента. Расход прутка при этом составляет 20...25 кг на 1 т металла.

Из обработанного по описанной технологии сплава при 710...720 °С заливали три детали. От каждой плавки одновременно в кокиль заливали по три пробы, из которых впоследствии после термообработки в одной садке с деталями вырезали образцы для испытания механических свойств.

В результате проведенной работы были получены отливки с требуемыми механическими свойствами, которые после соответствующей механической обработки успешно прошли в составе изделий стендовые и эксплуатационные испытания.

В данном исследовании, несмотря на то, что время разлива сплава после окончания металлургической обработки продолжалась существенно дольше регламентного, механические свойства всех трех отливок практически не различались.

Можно полагать, что модифицирующее воздействие НП на структуру сплава связано со свойствами используемых в данной работе для этой цели нанопорошков. Во-первых, все они обладают высокой температурой плавления, во-вторых, они имеют низкую реакционную способность, в-третьих, они обладают высокой седиментационной устойчивостью в жидкостях. Если значение двух первых свойств достаточно понятно, то относительно третьей характеристики можно сказать следующее. Даже если вводимые в металлические расплавы модифицирующие агенты по известному набору характеристик отвечают соответствующим требованиям, то не во всех случаях они работают достаточно эффективно из-за оседания под действием силы тяжести. Частицы же НП обладают исключительно высокой седиментационной устойчивостью из-за своих малых размеров и высокой удельной поверхности по причине, установленной А. Эйнштейном [2], который показал, что для частиц размером до 1 мкм энергии броуновского движения достаточно для того, чтобы они находились в постоянном движении и не оседали под действием силы тяжести. Поэтому частицы НП, можно сказать, обладают двойным модифицирующим воздействием: во-первых, они служат центрами кристаллизации, а, во-вторых, будучи весьма многочисленными по количеству и находясь длительное время во взвешенном состоянии, блокируют диффузию соответствующих атомов (кластеров, блоков) к зарождающимся и растущим кристаллам, что, в конечном счете, и способствует формированию мелкокристаллической структуры литых изделий. Кроме того, нами установлено [3], что частицы НП могут упрочнять присутствующие в расплавах интерметаллические соединения. Все эти эффекты и ведут к повышению механических свойств тех же литых изделий.

Библиографические ссылки

1. Плазмохимический синтез ультрадисперсных порошков и их применение для модифицирования металлов и сплавов / В. П. Сабуров, А. Н. Черепанов, М. Ф. Жуков и др. // Новосибирск : Наука. Сиб. издат. фирма РАН, 1995.
2. Эйнштейн А., Смолуховский М. Броуновское движение. М.-Л. : ОНТИ, 1936.
3. Крущенко Г. Г., Балашов Б. А. Упрочнение частиц $TiAl_3$ в алюминиевом композиционном материале // Литейное производство. 1995. № 10. С. 16–17.

G. G. Krushenko, S. N. Reshetnikova, A. A. Mishin

Computational Modeling Institute, Russian Academy of Science, Siberian Branch, Russia, Krasnoyarsk

THE MECHANISM OF ALUMINIUM-SILICON ALLOYS INOCULATION BY NANOPOWDERS (AT NANOPOWDER OF TITANIUM NITRIDE EXAMPLE)*The mechanism of aluminium-silicon alloys inoculation by nanopowders at nanopowder of titanium nitride example is suggested.*

© Крушенко Г. Г., Решетникова С. Н., Мишин А. А., 2010

УДК 535.4

С. А. Лященко

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

С. Н. Варнаков

Институт физики имени Л. В. Киренского Сибирского отделения
Российской академии наук, Россия, Красноярск**КОМПОНЕНТНО-ГРАДИЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ Fe НА Si(100) ПО ДАННЫМ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭЛЛИПСОМЕТРИИ****При исследовании методом спектральной эллипсометрии наноструктуры Fe, напыленной на нагретую до температуры 450 °С поверхность Si(100), продемонстрирован процесс подбора оптимальной модели полученной структуры, варьированием её химического состава и геометрии.*

Получение стабильных наноструктур металла, диэлектрика или полупроводника на поверхности монокристаллического кремния – это путь к созданию электронных элементов с высокими эксплуатационными характеристиками, такими как малое время задержки элементов интегральных схем, высокий КПД солнечных батарей, однородность электрических изоляторов и защитных покрытий.

После напыления тонких структур в вакууме необходимо определять как качество самой поверхности, так и характеристики получаемых структур, в том числе толщину и концентрации отдельных компонент в слое. Существуют многочисленные методы определения свойств поверхностных структур [1]. Например, оптические методы основаны на исследовании коэффициентов отражения и экстинкции, фазовых сдвигов, вносимых присутствием вещества, угловых зависимостей этих сдвигов и т. п. Одним из таких методов, активно развивающихся в последние годы, является метод спектральной эллипсометрии [2]. Оптические характеристики исследуемых структур находятся посредством номограмм, построенных по результатам решения прямой задачи эллипсометрии [2].

Измерения эллипсометрических параметров осуществлялись *ex situ* на установке быстродействующе-

го спектрального эллипсометра с использованием программного комплекса Spectr, поиск и оптимизация модели производились в программном пакете «Градиент SE». Данные снимались в четырехзонном режиме [3] при угле падения света 70°. Получены спектральные зависимости углов Ψ и Δ в диапазоне длин волн падающего излучения от 400 до 850 нм. Напыление железа производилось в сверхвысоком вакууме при температуре подложки 450 °С в течение 10 минут при скорости осаждения 0,027 Å/с. Были найдены решения обратной задачи эллипсометрии для моделей структуры, с переходами по геометрии – от однородной пленки с резкими границами раздела к островковым образованиям; по химическому составу – от первичных элементов при напылении к химическим соединениям между Fe, Si и воздухом.

Расхождение экспериментальной кривой с оптимизированной модельной зависимостью было найдено как функция минимизации вида

$$D = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N |\rho_{i\text{теор}} - \rho_{i\text{изм}}|^2},$$

где $\rho \equiv \text{tg}\Psi \cdot e^{i\Delta}$ – комплексная величина отношения коэффициентов Френеля; N – количество точек спектра.

*Работа выполнена в рамках программы № 4.1 ОФН РАН «Спинтроника», программы Президиума РАН № 27.10, интеграционного проекта СО РАН и ДВО РАН № 22, федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (коды проектов: НК-179П/ГК П1464, НК-556П/ГК П555).

Эффективная диэлектрическая проницаемость многокомпонентной среды рассчитывалась по соотношению Лихтенекера для механической смеси [4]:

$$\epsilon_{\text{eff}} = \prod_{i=1}^M \epsilon_i^{d_i},$$

где M – количество компонент в среде; ϵ_i – диэлектрическая проницаемость i -й компоненты; d_i – объемная доля i -й компоненты.

Библиографические ссылки

1. Вудраф Д., Делчер Т. Современные методы исследования поверхности. М. : Мир, 1989.
2. Аззам Р., Башара Н. Эллипсометрия и поляризованный свет : пер. с англ. М. : Мир, 1981.
3. Горшков М. М. Эллипсометрия. М. : Сов. радио, 1974.
4. Bruggeman D. A. G. // Ann. Phys. (Leip.) 1935. 24. P. 636.

S. A. Lyaschenko

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

S. N. Varnakov

L. V. Kirensky Institute of Physics, Russian Academy of Science, Siberian Branch, Russia, Krasnoyarsk

THE COMPONENT-GRADIENT MODELING OF Fe ON Si(100) STRUCTURE BY SPECTROSCOPIC ELLIPSOMETRY DATA

The nanostructure study of Fe, deposited on the Si (100) with surface temperature 450 ° C by spectroscopic ellipsometry method, the process of selecting the optimal model for obtained structure by varying its chemical composition and geometry was demonstrated.

© Лященко С. А., Варнаков С. Н., 2010

УДК 548.571

A. B. Mozherin

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

Ю. Ю. Логинов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ В КРИСТАЛЛАХ КРЕМНИЯ И ГЕРМАНИЯ МЕТОДОМ ПРОСВЕЧИВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

Структурные дефекты могут вносить серьезные изменения в физико-химические свойства кремния и германия, влияя на работу электронных устройств. Методом электронной микроскопии исследованы закономерности образования структурных дефектов в кремнии и германии.

Полупроводниковый кремний и германий используются при изготовлении большинства высокотехнологичных приборов, поэтому необходимо знать качество полупроводника, а также, какие изменения происходят с его свойствами при легировании фосфором или бором с целью создания p - и n -типа материала.

Основной задачей было исследование в образцах Si и Ge дислокаций и дефектов упаковки, образующихся при выращивании монокристаллов, а также изучение влияния различных воздействий на кремний или германий и появление в них «приобретенных» дефектов. Исследования проводили с использованием просвечивающего электронного микроскопа JEOL 2100. Был усовершенствован метод пробоподготовки образцов. Вначале из слитка с помощью алмазной пилы вырезались тонкие слои образца (толщиной 0,3...0,5 мм). Затем с помощью специального устройства Gatan Tuned Piezo Cutting Tool вырезались

диски диаметром 3 мм. На третьем этапе использовали устройство Gatan Disc Grinder, предназначенное для механического утонения образцов диаметром 3 мм до толщины 80...120 мкм, далее устройство Gatan Dimple Grinder – для прецизионного механического утонения центральной части образца диаметром 3 мм, до толщины менее 10 мкм. На последнем этапе с помощью Gatan Precision Ion Polishing System методом ионного травления в вакууме утончали центральную часть полученного образца (диск диаметром 3 мм и толщиной не более 100 нм в центральной части) до 10 нм толщиной.

Типичными дефектами в монокристаллах кремния и германия являются дислокации (рис. 1), дислокационные стенки практически краевых дислокаций. Большую сложность при исследовании дислокаций представляют экстинкционные контуры, которые внешне очень похожи на структурные дефекты (дис-

локации, дефекты упаковки и др.), однако таковыми не являются. Их изображения накладываются на изображения дефектов, тем самым мешая их обнаружению. Эта проблема была решена путем использованием гониометра. При повороте образца на различные углы экстинкционные контура перемещались, в то время как структурные дефекты были неподвижны, меняя лишь свою яркость.

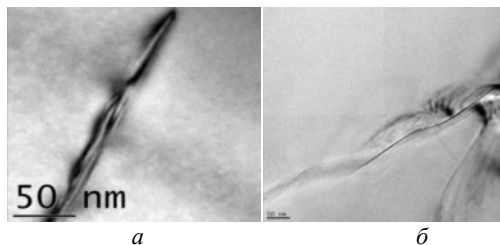


Рис. 1. Дислокация в кремнии (а), и германии (б)

Образцы, легированные фосфором или бором, содержали хорошо развитые дислокационные петли и дефекты упаковки, декорированные большим количеством преципитатов (рис. 2) [1; 2].

По результатам работы можно сделать вывод: все кристаллы кремния и германия содержали структурные дефекты плотностью $10^5 \dots 10^6 \text{ см}^{-2}$. Однако в кристаллах, легированных фосфором или бором, обнаружено, что после термообработки при $800 \text{ }^\circ\text{C}$ в ва-

кууме наблюдается выделение примесных преципитатов на дислокациях и дефектах упаковки, что объясняется диффузией примеси и точечных дефектов на эти стоки.

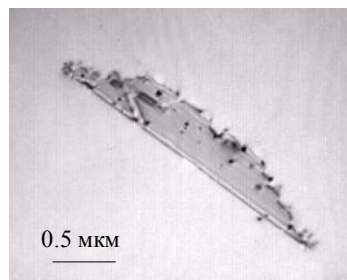


Рис. 2. Формирование примесных преципитатов на дефектах упаковки в кремнии, легированном фосфором после отжига при $800 \text{ }^\circ\text{C}$

Библиографические ссылки

1. Логинов Ю. Ю., Браун П. Д., Дьюроуз К. Закономерности образования структурных дефектов в полупроводниках A_2B_6 . М.: Логос, 2003.
2. Логинов Ю. Ю., Мозжерин А. В. Электронно-микроскопические исследования гетероэпитаксиальных наноструктур солнечных элементов // Материалы XIII Междунар. науч. конф. «Решетневские чтения». В 2 ч. Ч. 2. Красноярск, 2009. С. 682–683.

A. V. Mozherin

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

Y. Y. Loginov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPY STUDY OF THE DEFECT FORMATION IN SILICON AND GERMANIUM CRYSTALS

Structural defects can make serious changes in the physical and chemical properties of silicon and germanium, affect the operation of electronic devices. The structural defect formation in silicon and germanium using transmission electron microscopy were studied.

© Мозжерин А. В., Логинов Ю. Ю., 2010

УДК 621.78

И. П. Попов, С. Ю. Кутومانов, К. А. Николенко

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева (Национальный исследовательский университет), Россия, Самара

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ТРУБНЫХ ЗАГОТОВОК БОЛЬШИМИ ПЛАСТИЧЕСКИМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ

Разработан способ структурообразования трубного полуфабриката большими пластическими деформациями. Проведены экспериментальные исследования. Получен образец алюминиевой трубной заготовки с мелкозернистой кристаллической структурой.

Важнейшей задачей в обработке металлов давлением является получение поковок, отличающихся повышенными прочностными свойствами, надежной повторяемостью и стабильностью этих свойств [1, с. 70].

Поэтому разработка и исследование новых, более технологичных способов достижения интенсивных пластических деформаций для изготовления полуфабрикатов с мелкозернистой структурой, имеющих

высокое качество и конкурентоспособные цены, является актуальным и перспективным направлением [2; 3].

Полуфабрикаты из микроструктурированных кристаллических алюминиевых сплавов находят широкое применение при изготовлении трубопроводов, защитных поверхностей материалов, изделий авиационно-космической техники, а также в отраслях ядерной энергетики, электромагнитной и электронной техники, в медицине, военном деле и других видах и сферах деятельности.

Эффективность предложенного способа определяется тем, что структурообразование осуществляется в холодном состоянии (без нагрева заготовки), без операций отжига и термообработки. Тем самым существенно сокращается длительность технологического процесса и уменьшается себестоимость изделия без потери качества.

Модель оснастки и оборудование для интенсивной пластической деформации трубной заготовки, основанной на процессе прямого и обратного выдавливания, изображены на рис. 1.

Структурообразование осуществляется в пять этапов. На первом этапе нижний пуансон движется вверх, проталкивая заготовку через поясок контейнера. Движение продолжается до тех пор, пока не исчезнет зазор между верхним пуансоном и оправкой. Происходит небольшая деформация (поджатие) заготовки для полного заполнения металлом гравюры штампа.

На втором этапе контейнер начинает перемещаться вдоль оси трубной заготовки вниз до соприкосновения с нижним пуансоном. Происходит операция обратного выдавливания. При этом вверху образуются пустоты, куда начинает затекать металл. Таким образом происходит переливание металла в гравюре штампа, сопровождающееся измельчением зерна.

На третьем этапе контейнер начинает двигаться вверх до соприкосновения с выступом верхнего пуансона. Происходит операция прямого выдавливания.

Четвертый и пятый этапы идентичны предыдущим двум этапам. В результате в заготовке возникает попеременно перемещающаяся вверх-вниз зона локальной пластической деформации. При этом геометрические размеры трубной заготовки остаются неизменными. За пять этапов получается полуфабрикат, имеющий мелкозернистую кристаллическую структуру, близкую к наноструктуре (≈ 100 нм).

Экспериментальные исследования проводились на универсальном гидравлическом оборудовании. Структура полученного образца была изучена при помощи растрового электронного микроскопа РЭМ-1000. На рис. 2 представлено структурное состояние цилиндрической полой заготовки, из которой изготовлена тонкая просвечивающая фольга. На образце видны структурные блоки, размеры которых не превышают 50 нм. Электронограмма показывает высокую степень структурированности металла.

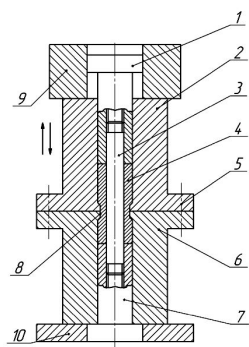
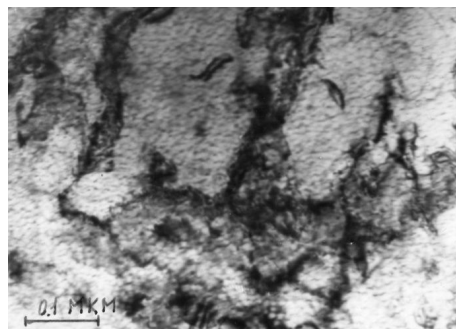
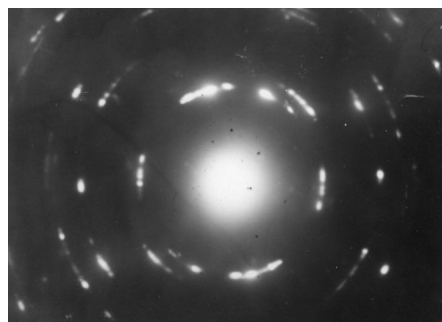


Рис. 1. Модель инструмента и заготовки для интенсивной пластической деформации:

1 – пуансон верхний; 2 – верхняя часть контейнера; 3 – оправка; 4 – заготовка; 5 – соединительный элемент; 6 – нижняя часть контейнера; 7 – пуансон нижний; 8 – поясок; 9 – опорное кольцо верхнее; 10 – опорное кольцо нижнее



а



б

Рис. 2. Структура алюминиевого сплава АД0 (увеличение в 20 тыс. раз) (а) и электронограмма (б)

Исследуемый способ, несмотря на условия пластического деформирования при схеме напряженного состояния всестороннего сжатия, требует небольших усилий деформирования благодаря технологическим параметрам (форме заготовки, степени и последовательности деформирования, конструкции устройств, числу переходов, виду применяемого оборудования). Таким образом, разработанный способ выдавливания является эффективным и дает возможность измельчения структуры более чем в 400 раз.

Библиографические ссылки

1. Валиев Р. З., Корзников А. В., Мулюков Р. Р. Структура и свойства металлических материалов с субмелкокристаллической структурой // ФММ. 1992. Т. 2. № 6.
2. Валиев Р. З., Александров И. В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. М.: Лотос, 2000.
3. Процессы пластического структурообразования металлов / В. М. Сегал, В. И. Резников, В. И. Копылов и др. Минск: Наука и техника, 1994.

I. P. Popov, S. Yu. Kutomanov, K. A. Nikolenko

Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolev
(National Research University), Russia, Samara

STRUCTURIZATION OF ALUMINIUM TRUMPET PREPARATIONS BY BIG PLASTIC DEFORMATIONS

The way of structurization of a trumpet semifinished item by big plastic deformations is developed. Experimental researches are lead. The sample of aluminium trumpet preparation with fine-grained crystal structure is received.

© Попов А. Н., Кутоманов С. Ю., Николаенко К. А., 2010

УДК 541.124.16+662.612

А. Н. Рыбакова, В. С. Жигалов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ТВЕРДОФАЗНЫЙ СИНТЕЗ ПЛЕНОК СИСТЕМЫ Co–Cr*

Проанализировано использование твердофазных реакций для синтеза пленок системы Co–Cr. Исследованы условия изготовления пленок в концентрационном диапазоне от 10 до 25 ат. %.

Развитие микроэлектроники связано с интенсивным внедрением в нее тонкопленочных элементов. Твердофазные реакции в системе реагентов приводят к образованию сплавов и соединений, по своим свойствам отличающихся от свойств исходных элементов. Это обстоятельство все в большей степени используется при разработке новых технологий синтеза материалов. Характер распространения реакционных волн обусловлен экзотермичностью реакций при химическом взаимодействии реагентов. Синтез материалов с использованием твердофазных реакций имеет неоспоримые преимущества перед обычными способами получения новых материалов, как то: высокая чистота продуктов синтеза, простота аппаратуры, малые энергозатраты и т. д.

В литературе приведены три основных типа твердофазных реакций:

- T1 => T2;
- T1 + T2 => T3;
- T1 + T2 => T3 + T4.

Для целей твердофазного синтеза наиболее всего подходит второй тип реакций.

Твердофазный синтез (ТФС) в пленках проходит при низких температурах, что обусловлено высоким коэффициентом диффузии, которая на порядки выше диффузии в объемных материалах, при этом любая твердотельная реакция совершается в виде последовательности промежуточных фазовых состояний, энергетически мало отличающихся друг от друга, а реакционная зона локализована на поверхности раздела фаз реагентов и продуктов [1].

В данной работе изучена методика ТФС пленочного магнитного материала Co–Cr [2], которая заключалась в предварительном изготовлении двухслойных структур Co–Cr на монокристаллических (MgO) и стеклянных подложках и последующей серии отжигов при разных температурах, в результате которых происходили химические взаимодействия между слоями.

*Работа поддержана программой «Развитие научного потенциала высшей школы» (грант № 2.1.1/4399. 2009–2010 гг.).

При этом установлены основные параметры твердофазного синтеза:

1. Синтезирована фаза σ -CoCr.
2. Состав пленки ~ 50 ат. % Cr.
3. Температура инициирования фазы σ -CoCr составляет ~ 400 °С.

В работе проведены измерения магнитных параметров намагниченности насыщения (J_s) и константы кристаллографической анизотропии (K_1) в зависимо-

сти от температуры отжига, по результатам которых построены их зависимости.

Библиографические ссылки

1. Мягков В. Г., Баюков О. А. и др. // Письма в ЖЭТФ. 2004. Т. 80. Вып. 7. С. 555–559.
2. Жигалов В. С., Мягков В. Г. и др. // Письма в ЖЭТФ. 2009. Т. 88. Вып. 6. С. 445–449.

A. N. Rybakova, V. S. Zhigalov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

SOLID PHASE SYNTHESIS OF Co-Cr FILMS SYSTEM

The use of solid-state reactions for the synthesis of Co-Cr films has been reviewed. We have studied the conditions of film preparation in a concentration range from 10 to 25 at. %.

© Рыбакова А. Н., Жигалов В. С., 2010

УДК 548.4

М. В. Сержантова, А. А. Кузубов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ НА ЭЛЕКТРОННУЮ СТРУКТУРУ МОНОСЛОЯ h-BN

Исследовано влияние вакансий бора, азота и бивакансий на электронную структуру h-BN. При наличии вакансий в ней появляются внедренные состояния в запрещенной зоне. Положение внедренного состояния изменяется в зависимости от деформации. Расчеты показывают, что в зависимости от вида дефекта и величины приложенной деформации внедренное состояние может оказаться как локализованным, так и нелокализованным на атомах, окружающих дефект. В случае когда состояние локализовано, в системе наблюдается неоднородность распределения спиновой плотности, что приводит к появлению в системе магнитного момента.

В настоящее время проявляется интерес к исследованиям гексагонального нитрида бора (h-BN), материалы на его основе занимают важное место в ряду инструментальных материалов и являются основой многих современных технологий. Основное применение h-BN – синтез сверхтвердых материалов: кубического и вюрцитоподобного нитрида бора, получение высокоугнеупорных материалов, армирующих волокон. Химическая инертность и антиадгезионные свойства по отношению к металлам и сплавам – основные преимущества h-BN. В спрессованном состоянии h-BN обладает полупроводниковыми свойствами, а присутствие примесей в соединении может вызывать люминесценцию [1]. Подобно углероду, структура h-BN может образовывать монослои, которые являются аналогами графена. Подобные структуры были получены экспериментально [2; 3], при этом в ряде работ производился расчет их электронной структуры [4; 5]. Известно, что ширина запрещенной зоны h-BN варьируется в пределах от 3 до 7,5 эВ [1; 6; 7], однако экспериментального объяснения данному факту не найдено. Можно предположить, что разброс ширины

щели запрещенной зоны объясняется наличием дефектов в кристалле.

В работе изучалось влияние вакансий на электронную структуру монослоя h-BN и изменения электронной структуры при деформации вдоль одного из направлений.

Расчеты проводились в рамках формализма функционала плотности (DFT) [8] с градиентными поправками (PBE) с использованием пакета VASP (Vienna Ab-initio Simulation Package) [9–11]. В ходе вычислений применялся ультрамягкий псевдопотенциал Вандербиля (Vanderbilt ultrasoft pseudopotential) [12]. Размер 2D суперячейки монослоя h-BN равен $12,3 \times 11,2 \times 15,0$ Å. Анализ распределения электронной и спиновой плотности проводился с помощью программы Bader [13–15], которая обрабатывает данные, полученные с помощью пакета VASP.

На начальном этапе была рассчитана электронная структура монослоя h-BN. Результаты расчета показали, что плоскость h-BN является диэлектриком с не прямой запрещенной зоной, ширина которой составляет 4,94 эВ, что соответствует данным работы [2].

Исследование зависимости плотностей состояния структур монослоя h-BN от наличия бора, азота и бивакансии по бору и азоту, при одноосной деформации выявило, что внедренный уровень при сжатии перемещается к вакантному нижнему уровню или к заполненному верхнему уровню. В случае дефекта бора внедренный уровень при сжатии приближается к заполненному верхнему уровню, а при расширении – к вакантному нижнему уровню. В случае дефекта азота внедренный уровень при сжатии приближается к вакантному нижнему уровню, а при расширении – к заполненному верхнему уровню. При наличии бивакансии наблюдается два внедренных состояния, при сжатии оба состояния стремятся к заполненному верхнему уровню. Таким образом, разброс ширины запрещенной зоны объясняется наличием дефектов, которые в определенном количестве присутствуют в кристалле, и условиями, в которых находится система, а именно деформацией слоя.

Анализ распределения спиновой плотности показал, что в случае бездефектной структуры, а также в случае, когда внедренные состояния оказываются локализованными, спиновая плотность равномерно распределена по всем атомам, входящим в суперячейку. Когда внедренное состояние локализовано в области дефекта, спиновая плотность распределена неоднородно и имеет максимум неоднородности распределения на атомах, окружающих дефект. Это в свою очередь приводит к появлению в данном случае

в системе магнитного момента. Таким образом, магнитный момент в недеформированной структуре появляется при наличии дефекта по азоту, при этом дополнительно он может появляться при сжатии на 2 и 4 % и растяжении на 2 % пластины h-BN с дефектом бора и растяжении на 4 % монослоя с бидефектом.

Библиографические ссылки

1. Ooi N. et al. // Mater. Sci. Eng. 2006. 14. 515.
2. Novoselov K. S. et al. // PNAS. 2005. 102. 10451.
3. Song Li, Lijie Ci, Hao Lu, Sorokin P. B. et al. // Nano Lett. 2010. 10. 3209.
4. Xingfa G. et al. // J. Phys. Chem. 2008. C 112. 12677.
5. Du Sean A. J. et al. // Chem. Phys. Let. 2007. 447. 181.
6. Watanabe K. et al. // Nature Mater. 2004. 3. 404.
7. Solozhenko V. L. et al. // J. Phys. Chem. 2001. Solids. 62. 1331.
8. Kohn W. et al. // Phys. Rev. 1965. 140. 1133.
9. Kresse G. et al. // Phys. Rev. 1993. 47. 558.
10. Kresse G. et al. // Phys. Rev. 1993. 48. 13115.
11. Kresse G. et al. // Phys. Rev. 1994. 49. 14251.
12. Vanderbilt D. // Phys. Rev. 1990. 41. 7892.
13. Tang W. et al. // J. Phys.: Condens. Matter 2009. 21. 084204.
14. Sanville E. et al. // J. Comp. Chem. 2007. 28. 899.
15. Henkelman G. et al. // Comput. Mater. Sci. 2006. 36. 254.

M. V. Serzhantova, A. A. Kuzubov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THEORETICAL INVESTIGATION OF DEFECTS INFLUENCE ON ELECTRONIC STRUCTURE OF h-BN MONOLAYER

Influences of boron and nitrogen vacant positions and deviances on the electronic structure of h-BN were investigated in our work. If there are some vacant positions in the structure the interstitial states appear in a band gap. The position of interstitial state changes in dependence of strain. Computations show that interstitial state might be localized or nonlocalized on atoms surrounding the defect in dependence of the kind of defect and the strength of applied strain. When state is localized the inhomogeneity of spin density distribution is observed.

© Сержантова М. В., Кузубов А. А., 2010

УДК 537.312.6

В. В. Соколович

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В МОНОСУЛЬФИДАХ 3d-МЕТАЛЛОВ

Проведен анализ физических свойств моносльфидов 3d-металлов. При этом основное внимание уделено изменениям в свойствах, возникающих при изменении числа 3d-электронов. В результате анализа выявлен ряд закономерностей, характерных для моносльфидов и определяемых степенью заполнения 3d-состояний.

В соединениях переходных металлов наблюдается широкий спектр физических свойств. Особенности этих соединений в основном определяются специфической d-электронной структурой, сочетанием зонных и атомных

свойств. Для большинства окислов переходных металлов наблюдаемые свойства достаточно хорошо описываются на основе зонной теории с учетом межэлектронного и электрон-фононного взаимодей-

ствия. В случае сульфидов возникает необходимость в использовании многоэлектронных представлений, учитывающих существование зонных и атомных состояний. В связи с этим сульфиды представляют интерес как с практической, так и с теоретической точки зрения.

Особый интерес среди сульфидов вызывают моносульфиды 3d-металлов, кристаллизующиеся в структуре типа NiAs. Гексагональная NiAs-структура в данных моносulfидах наблюдается при высоких температурах, при низких температурах реализуются структуры более низкой симметрии. Наряду со структурными переходами в моносulfидах наблюдаются переходы «металл–диэлектрик», магнитные переходы [1].

NiAs-структура и указанные выше фазовые переходы характерны для d(f)-соединений. Анализ тем-

ператур структурных и магнитных переходов показывает, что с уменьшением числа d-электронов в металлах, наблюдается понижение температур этих переходов.

Причем немаловажно, что уменьшение температур происходит практически линейно. Также обращает на себя внимание различие в характере магнитных структур, реализуемых в TiS, VS, CrS и FeS, CoS, NiS. В данном случае прослеживается зависимость типа реализуемой магнитной структуры от числа d-электронов.

Библиографическая ссылка

1. Лосева Г. В., Овчинников С. Г., Петраковский Г. А. Переход металл–диэлектрик в сульфиды 3d-металлов. Новосибирск: Наука, 1983.

V. V. Sokolovich

Siberian State Aerospace University name named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE PHASE TRANSITIONS IN 3D-METALLS MONOSULFIDES

The analysis of the physical properties of the 3d-metals monosulfides has been carried out. Thus, the basic attention was given to the changes appear due to the variable number of the 3d-electrons. As a result, the series of the regularities typical for the monosulfides which are determined of the population of the 3d-states were revealed.

© Соколович В. В., 2010

УДК 537.312.6

В. В. Соколович, О. А. Баюков

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

МЕССБАУЭРОВСКИЕ СПЕКТРЫ $Fe_{1-x}S$

Проведено изучение влияния вакансий на мессбауэровские спектры сульфидов 3d-металлов. Мессбауэровские измерения проводились при комнатной температуре. В качестве объектов исследования использовались синтезированные и природные образцы сульфида железа. Проведен совместный анализ полученных мессбауэровских спектров со спектрами, наблюдаемыми ранее для $Fe_xCr_{1-x}S$.

Большинство моносulfидов 3d-металлов кристаллизуется в структуре типа NiAs, либо в ее модификациях. Данные сульфиды обладают широким спектром физических свойств и у них наблюдаются всевозможные фазовые превращения. Важно отметить, что все соединения, кристаллизующиеся в структуре типа NiAs и ее аналогах, за исключением AuSn, содержат в своем составе переходные элементы. Соответственно, понятно, что разнообразие наблюдаемых стабильных фаз, формирующихся на основе гексагональной никель-арсенидной структуры, разнообразие наблюдаемых физических свойств есть результат способности d-электронов образовывать различные химические связи. Очевидно, что это последнее определяется числом электронов в d-состояниях и распределением электронов по этим состояниям. Интересные возможности для изучения влияния степени заполнения d-состояний на физические свойства предостав-

ляют твердые растворы замещения – соединения, в которых один элемент замещается элементом с другим числом d-электронов.

При этом особый интерес в данном случае представляет информация, получаемая методами мессбауэровской спектроскопии. Исследование твердых растворов $Fe_xCr_{1-x}S$ было предпринято в работе [1]. Используемая в работе технология получения образцов не исключала возникновения в них катионных вакансий. В связи с этим в данной работе предпринято изучение влияния вакансий на мессбауэровские спектры $Fe_{1-x}S$. В качестве объектов исследования использовались синтезированные и природные образцы. Проведено обсуждение наблюдаемых спектров.

Библиографическая ссылка

1. Соколович В. В., Баюков О. А. // ФТТ. 2007. 49. 10. 1831.

V. V. Sokolovich, O. A. Bayukov

Siberian State Aerospace University name after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

MOSSBAUER Fe_{1-x}S SPECTRA

The investigation of the vacancies influence on the Mossbauer spectra of the 3d-metals sulphides was done. The Mossbauer measurements have been made at room temperature. As objects of research the synthesized and natural samples of the ferrous sulphides were used. The joint analysis of the obtained and received earlier for Fe_xCr_{1-x}S compound Mossbauer spectra is carried out.

© Соколов В. В., Баюков О. А., 2010

УДК 538.971

Р. Е. Тихомиров, А. С. Паришин, Г. А. Александрова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

В. А. Харламов, А. А. Чернятина, Р. А. Ермолаев

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

Ю. Л. Михлин

Институт химии и химической технологии Сибирского отделения
Российской академии наук, Россия, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ, МЕТОДОМ РЕНТГЕНОВСКОЙ ФОТОЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ*

Исследовано полупроводниковое терморегулирующее покрытие с возникшим дефектом в виде пятен на поверхности изделия. Исследование проводилось методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.

Одним из основных факторов, определяющих надежность и долговечность работы космического аппарата, является стабильность его теплового режима, так как современная оптико-радиоэлектронная аппаратура космического аппарата работает в определенном температурном режиме. В систему терморегулирования аппаратов входят различные терморегулирующие покрытия [1], которые устанавливают баланс между выделением тепла внутри космического аппарата, энергией, поглощаемой из космоса, и энергией, переизлучаемой в космическое пространство.

Разработка и производство терморегулирующего покрытия с заданными характеристиками представляет собой сложную технологическую задачу [2]. Поэтому важным моментом в технологическом процессе является своевременное отслеживание возникающих дефектов и изучение механизмов их формирования с целью исключения их возникновения в дальнейшем.

Исследуемое покрытие представляет собой многослойную структуру на основе гибкой органической подложки. Структура состоит из слоев германия и оксидного полупроводника. На лицевой стороне покрытия наблюдаются визуально различимые дефекты в виде светлых пятен, образовавшихся в процессе хранения.

С помощью рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии был исследован химический состав покрытия. Исследование осуществлялось в центре коллективного пользования Красноярского научного центра СО РАН на рентгеновском фотоэлектронном спектрометре SPECS. Измерения проводились в темной области пленки с лицевой стороны.

Определены элементный состав изучаемой структуры и распределение концентраций этих элементов по толщине образца. Показано, что найденные элементы в целом соответствуют профильной структуре пленки. Полученное относительно высокое содержание кислорода во внешних слоях может быть обусловлено окислительными процессами и гидроадсорбцией. По результатам исследования будут скорректированы структура покрытия и технологические режимы его изготовления, с целью повышения его стойкости к факторам хранения.

Библиографические ссылки

1. Хасс Г. Физика тонких пленок / под ред. Г. Хасса и Р. Э. Туна. Т. 2. М.: Мир, 1967.
2. Холлэнд Л. Нанесение тонких пленок в вакууме: пер с англ. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963.

*Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (номер контракта П590).

R. E. Tikhomirov, A. S. Parshin, G. A. Alexandrova
Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk
V. A. Kharlamov, A. A. Chernyatina, R. A. Ermolaev
JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk
Yu. L. Mikhlin
Institute of Chemistry and Chemical Technology, Russian Academy of Science,
Siberian Branch, Russia, Krasnoyarsk

RESEARCH OF SEMICONDUCTOR THERMOBALANCE COVER DEFECTS WHICH APPEARS DURING OF CONSERVAION BY X-RAY PHOTOELECTRON SPECTROSCOPY METHOD

In this work the semiconductor thermobalance cover with spot defects on surface sample is investigated. The research was carried by x-ray photoelectron spectroscopy method.

© Тихомиров Р. Е., Паршин А. С., Александрова Г. А., Ермолаев Р. А.,
Харламов В. А., Чернятина А. А. Михлин Ю. Л., 2010

УДК 538.971

Д. В. Юрченко, Г. А. Александрова, Е. П. Березицкая
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск
А. А. Чернятина, Р. А. Ермолаев
ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПОГРАФИИ РАДИОПРОЗРАЧНЫХ ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ*

Проведено сравнение радиопрозрачных терморегулирующих покрытий с верхним полупроводниковым слоем, реализуемых на органической подложке методами термического испарения и магнетронного распыления. Методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) в полуконтактном режиме исследованы особенности поверхности образцов.

Используемые в работе образцы представляли собой покрытия, предназначенные для защиты космических аппаратов (КА) от негативного воздействия электромагнитного излучения Солнца и потоков заряженных частиц радиационных поясов Земли. При периодическом освещении Солнцем температура поверхности КА может изменяться от 90 до 470 К (в зависимости от терморadiационных свойств поверхности), под действием корпускулярного излучения на диэлектрических поверхностях скапливается неоднородный электростатический заряд. Эти факторы могут отрицательно сказываться на работе бортовых антенных систем, вызывать помехи и сбои электронной аппаратуры КА, поэтому задача создания защитных покрытий с контролируемыми свойствами для аэрокосмической отрасли в наше время очень актуальна. В качестве перспективного материала светозащитных экранов антенн может быть использована радиационностойкая пленка с покрытием на основе полупро-

водникового материала с высоким показателем преломления и заданным электросопротивлением. Благодаря своим оптическим свойствам такой материал обеспечит благоприятный тепловой режим антенных систем, а оптимальное электросопротивление материала обеспечит эффективное стекание электростатического заряда при сохранении прозрачности для радиоизлучения. Нами был исследован микрорельеф таких покрытий. Образцы покрытия получены путем нанесения подслоя на основе оксида индия методами магнетронного распыления и термического испарения и последующего нанесения отражающего слоя германия методом термического испарения.

Исследования проводились на сканирующей зондовой нанолаборатории «Интегра Аура» методом атомно-силовой микроскопии в полуконтактном режиме. Для каждого образца были получены изображения рельефа поверхности, проведена его 3D-визуализация.

*Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (номер контракта П590).

Показано, что на покрытии, подслои на котором получен путем магнетронного распыления, наблюдаются структуры, размеры которых (линейные размеры в плоскости основания, высоты) существенно больше, чем на покрытии, полученном полностью термическим испарением. Как следствие, определенное значение шероховатости для покрытия, подслои на котором изготовлен методом магнетронного распыления, превосходит его же для покрытия, полученного термическим испарением. Менее развитая поверхность может объяснить более высокую стабильность свойств покрытия, полученного термическим испаре-

нием, при термовлажностном старении, отмеченную в ходе исследования. Также известно, что шероховатость поверхности определяет ее отражающую способность. Действительно, результаты измерений подтверждают, что коэффициент отражения покрытия, полученного методом термического испарения (с меньшей шероховатостью), выше (0,53...0,60 и 0,48...0,54 соответственно). Это объясняется меньшими потерями на рассеяние света.

Полученные результаты будут использованы при отработке технологии изготовления радиопрозрачного светоотражающего покрытия.

D. V. Yurchenko, G. A. Alexandrova, E. P. Berezitskaya

The Siberian state aerospace University named by academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

A. A. Chernyatina, R. A. Ermolaev

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

RESEARCH OF RADIOTRSPARENT THERMOREGULATING COVERS TOPOGRAPHY FOR THE SPACE DEVICES RECEIVED BY VARIOUS METHODS

The work is devoted to research of radiotransparent thermoregulating covers with the top semi-conductor layer, realized on organic substrate by methods of thermal evaporation and magnetron dispersion. Features sample surfaces were investigated and they was compared with each other for various ways of deposition by the method of atomic-force-microscopy (AFM) in semicontact mode.

© Юрченко Д. В., Александрова Г. А., Березницкая Е. П., Чернятина А. А., Ермолаев Р. А., 2010

УДК 54.061

И. А. Яковлев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

С. Н. Варнаков

Институт физики имени Л. В. Киренского Сибирского отделения
Российской академии наук, Россия, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ СИЛИЦИДОВ ЖЕЛЕЗА ПРИ РЕАКТИВНОЙ И ТВЕРДОФАЗНОЙ ЭПИТАКСИИ*

Методом дифракции отраженных быстрых электронов были изучены начальные этапы формирования силицидов системы Fe–Si, полученные методами реактивной и твердофазной эпитаксии при разных температурах подложки Si. Установлено влияние технологических параметров при напылении на процесс формирования силицидов.

Изучение атомной диффузии и процессов образования при этом различных фаз в 3D-системах является основным в материаловедении. В наноразмерных мультислоях (2D-объектах) атомная диффузия на границах раздела играет важнейшую роль в определении их физических свойств.

Магнитные мультислои и сэндвич-структуры с чередующимися полупроводниковыми и металлическими нанослоями интересны тем, что их свойства возможно широко варьировать путем контроли-

руемого введения примеси, а также различными видами излучений и изменением температуры [1]. Что касается взаимодиффузии на интерфейсе в тонкопленочной системе Fe–Si, то тут картина достаточно сложна.

Во множестве работ приведены результаты, которые показывают, что на формирование структуры влияет множество других факторов: ориентация поверхности подложки, скорость поступления материала, температура образца, и даже примеси.

*Работа выполнена в рамках программы № 4.1 ОФН РАН «Спинтроника», программы Президиума РАН № 27.10, интеграционного проекта СО РАН и ДВО РАН № 22, федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (коды проектов: НК-179П/ГК П1464, НК-556П/ГК П555).

При взаимодействии атомов железа с поверхностью кремния образуется целый ряд стабильных и метастабильных соединений. Среди стабильных силицидов железа (Fe_3Si , $\epsilon\text{-FeSi}$, $\gamma\text{-FeSi}_2$) наибольший интерес вызывает дисилицид $\beta\text{-FeSi}_2$. Этот дисилицид железа, имеющий прямую запрещенную зону $E_g = 0,85 \dots 0,87$ эВ [2] привлек внимание как перспективный материал для кремниевой технологии при изготовлении светоизлучателей и фотоприемников.

Целью данной работы является изучение начальных этапов формирования силицидов системы Fe–Si методом дифракции отраженных быстрых электронов при различных методах напыления и при разных температурах образца.

Эксперимент состоял из двух этапов. Первый этап: напыление железа на нагретую до заданной температуры (150 °C, 300 °C, 450 °C) атомарно чистую подложку Si(100) со скоростью 0,0027 нм/с. Второй этап: напыление железа (скорость 0,0027 нм/с) на подложку при комнатной температуре, с последующим отжигом при заданной температуре (150 °C, 300 °C, 450 °C),

время отжига 90 мин. Все эксперименты контролировались методом дифракции отраженных быстрых электронов.

Анализ полученных дифрактограмм позволяет сделать следующие выводы: в зависимости от температуры образца и метода напыления на поверхности формируются различные фазы силицида [3]. Рост всех структур проходит по механизму Вольмера–Вебера. Также установлено, что при определенных температурных условиях на поверхности формируется несколько фаз силицида.

Библиографические ссылки

1. S. N. Varnakov, S. V. Komogortsev, S. G. Ovchinnikov et al. // J. Appl. Phys. 2008. 104. 094703.
2. Галкин Н. Г., Горошко Д. Л., Полярный В. О. и др. // ФТП. 2007. 41. 1085.
3. Диаграмма состояния двойных металлических систем : справ. : в 3 т. Т. 2 / под общ. ред. Н. П. Лякишева. М. : Машиностроение, 1997.

I. A. Yakovlev

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

S. N. Varnakov

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

FEATURES OF IRON SILICIDE FORMATION IN REACTIVE AND SOLID-PHASE EPITAXY

The initial stages of Fe-Si silicides formation obtained by reactive and solid-phase epitaxy at different temperatures of substrate Si by high energy electron diffraction were studied. The influence of process parameters during deposition on the formation of silicides is investigated.

Секция

**«ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ»**

A. V. Kabanova, N. I. Smorodina

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

PROBLEMS OF FINANCING OF THE SPACE-ROCKET INDUSTRY

In this article the major problems of financing, efficiency and consequences of accepted decisions on stabilization of an economic situation in the space-rocket industry of Russian Federation are considered.

© Кабанова А. В., Смородинова Н. И., 2010

УДК 629.78.075.001.14

Л. В. Костина, Т. А. Громова, В. В. Матвеев, А. Ядков, Д. Марков

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

НЕОБХОДИМЫЕ ЗАТРАТЫ ДЛЯ ЗАПУСКА НОСИТЕЛЯ НАНОСПУТНИКА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИМ НЕОБХОДИМОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

На приведенных примерах уже действующих спутников рассчитываются необходимые затраты для запуска носителя наноспутника и обеспечение им необходимой информацией студентов колледжа. Для этого была организована группа единомышленников.

«Малыши» завоевывают мир! А может ли такой «малыш» обеспечить информацией в рамках проблемы изменения окружающей среды и климата, природных катастроф (для мониторинга парниковых газов и катастрофических явлений в атмосфере и ионосфере Земли) студентов колледжа?

Когда говорят о малых спутниках, имеют в виду его габариты и массу по сравнению с Международной космической станцией. В связи с быстрым ростом новых видов спутников европейская фирма Agianespace предложила условную классификацию спутников по массе, что оказалось очень удобным. По этой классификации советский спутник Земли, выведенный на орбиту 4 октября 1957 г., массой 83 кг, принадлежит к классу микроспутников.

Уникальность малых спутников состоит в следующем: быстродействие бортового компьютера можно увеличить на порядок через короткое время; электронные камеры делают снимки более высокого разрешения. А вот выводить их на орбиту можно при помощи легких носителей, крылатых ракет; в 2005 г. российский космонавт С. Шарипов просто оттолкнул рукой спутник ТНС-0 при выходе из Международной космической станции.

На сегодняшний день можно выделить два основных направления, по которым идет развитие малых спутников:

1. Направление «Лучше, быстрее, дешевле»: масса 10–100 кг, габариты – несколько десятков сантиметров, недорогие комплектующие, участие студентов при изготовлении, бесплатный вывод на орбиту. Достоинство такого способа – возможность для студента принять участие от замысла до обработки полетных данных в течение всего срока обучения, возможность

обучения на более высоком уровне познания научных достижений и обменом опыта: от идеи через математическую модель и компьютерное моделирование к лабораторному макетированию.

2. Промышленное направление инициируется космическими фирмами. Благодаря современным достижениям в области электроники, материаловедения, нанотехнологии и нетрадиционные подходы к конструированию позволяют создавать спутники значительно меньшие по размерам и массе, чем традиционные. Они позволяют делать хорошие снимки Земли с оптическим разрешением 10–15 м на пиксель, распространять изображение в непрерывном режиме передачи в реальном масштабе времени с пространственным разрешением 50 м в полосе шириной 400 км в четырех спектральных каналах (голубом, зеленом, красном и ближнем инфракрасном).

На приведенных примерах уже действующих спутников рассчитываются необходимые затраты для запуска носителя наноспутника и обеспечение им необходимой информацией студентов колледжа. Для этого была организована группа единомышленников.

Студент первого курса специальности 230103 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» подготовил общую информацию о действующих группах молодежи, о классификации запускаемых спутников и проводимых ими исследований. Студент второго курса специальности 230103 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» создает простейшую программу по расчету траектории полета носителя с учетом законов ракетного движения, структуры и составной части ракеты с испол-

зованием различных космических двигательных систем. А студенты третьего курса специальности 150409 «Специальные машины и устройства» занимаются изготовлением ракетносителя.

Исследовательская работа будет проводиться на базе мастерских колледжа, при расчетах применяются формулы Циолковского, конструктивная характеристика с коэффициентами полезной нагрузки и относительной начальной массы.

При успешном проведении расчетов будет создана автоматизированная программа, позволяющая рассчитывать параметры различных систем наноспутников, а также эскизные проекты и анимации макета ракетносителя для заданных параметров. В данном проекте принимают участие студенты, обучающиеся по контракту целевого набора ОАО «Информационные спутниковые системы».

Планируется сотрудничество с НОЦ «Малые космические аппараты».

L. V. Kostina, T. A. Gromova, V. V. Matveev, A. Yadkov, D. Markov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE NECESSARY EXPENSES ON NANOSATELLITE CARRIER ROCKET COMBUSTION AND ITS PROVIDING FOR NECESSARY INFORMATION

We are calculating the necessary expenses on nanosatellite carrier rocket combustion and its providing for the necessary information on the examples of the college students. For that purpose a group of associates is organized.

© Костина Л. В., Громова Т. А., Матвеев В. В., Ядков А., Марков Д., 2010

УДК 621

А. Ю. Литвинчук, С. А. Максимов

ОАО «Красноярский машиностроительный завод», Россия, Красноярск

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО РЫНКА ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Дана оценка перспективы развития мирового рынка ракетно-космической техники и место России на этом рынке. Обозначена актуальность работ, проводимых ОАО «Красмаш» с предприятиями отрасли, по поставке на производство двигателя нового поколения.

В настоящее время объем мирового космического рынка (МКР) оценивается в 120–150 млрд долл. США в год и к 2020 г. достигнет уровня, превышающего 700 млрд долл. США в год [1; 2]. В структуре общего объема МКР 75 % занимает сектор производства космических аппаратов (КА) и аппаратуры, оказания услуг космической связи, вещания и ретрансляции, 15 % – сектор рынка навигационной аппаратуры потребителей и навигационных услуг, по 3 % – секторы средств выведения и оказания пусковых услуг, изображений Земли соответственно. По видам деятельности МКР можно разделить на две составляющие: рынок производства космической продукции и предоставления услуг.

Объем товарооборота рынка производства ракетно-космической техники (РКТ) по оценкам специалистов составляет порядка 15 % [1] от общего объема МКР. В объеме товарооборота около 50 % приходится на производство КА и их элементов (составных частей, агрегатов, аппаратуры), 40 % – производство элементов, систем и агрегатов других финальных изделий РКТ, 10 % – производство средств выведения и оказания пусковых услуг.

Значительное место на рынке производства РКТ занимают предприятия ракетно-космической про-

мышленности (РКП) России. Объем продаж предприятий РКП России составляет более 8 % от объема мирового рынка производства РКТ или около 0,5 % [2] от общего объема мирового космического рынка. Россия продолжает сохранять лидирующее положение на рынке коммерческих пусковых услуг (около 30 % коммерческого грузопотока выводится на российских ракетах-носителях (РН)) и в выполнении программ пилотируемых космических полетов. Согласно данным официального сайта Федерального агентства и свободной интернет-энциклопедии «Википедия», за последние пять лет доля России в общем количестве пусков РН в мире составляет в среднем 40 % при ежегодном росте интенсивности пусков РН (см. таблицу).

Конкурентоспособность предприятий РКП России на рынке коммерческих пусковых услуг обусловлена потребительскими свойствами изготавливаемой ими продукции, в частности средств выведения (СВ), которые соответствуют мировому уровню или его превосходят. Российские СВ обладают широкими возможностями по запуску КА различного назначения, являются наиболее безопасными и надежными в мире и имеют более низкие удельные стоимости выведения полезной нагрузки.

Интенсивность космической деятельности разных стран

Наименование страны	Количество пусков РН/из них аварийные				
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Россия	27/3	25/1	26/1	27	32
США	12	18/1	19/1	15/1	24/1
Китай	5	6	10	11	6
ЕС	5	5	6	6	7
Япония	2	6	2	1	3
Проект «Морской старт»	4	5	1/1	5	1
Индия	1	1/1	3	3	2
Израиль	–	–	1	–	–
Иран	–	–	–	1/1	1
Южная Корея	–	–	–	–	1/1
КНДР	–	–	–	–	1/1
Итого	56/3	66/3	68/3	69/2	78/3

Поэтому на мировом рынке пусковых услуг Россия представлена полным спектром РН тяжелого, среднего и легкого классов, включая конверсионные носители, созданные на основе снятых с вооружения баллистических ракет наземного и морского базирования. В их числе РН легкого класса – «Старт», «Космос», «Рокот», «Днепр», среднего – типа «Союз» и тяжелого – «Протон».

Но в последнее время в процессе развития мирового рынка пусковых услуг и в целом рынка производства РКТ наблюдаются тенденции и процессы, оказывающие существенное влияние на конкурентоспособность предприятий РКП России и их позиции на рынке:

- стабилизация рынка производства КА и их элементов, что ведет к усилению конкурентной борьбы на рынке коммерческих пусковых услуг;

- активное совершенствование зарубежных средств выведения – в ближайшее время удельная стоимость выведения КА российскими СВ станет сопоставимой с зарубежными;

- повышение международных законодательных требований по снижению неблагоприятного воздействия космической деятельности – большинство российских СВ используют токсичные компоненты топлива и могут быть запрещены.

В этих условиях сохранение Россией лидирующих позиций на рынке коммерческих пусковых услуг возможно только в результате модернизации существующих РН, в том числе повышения эффективности разгонных блоков, и создания перспективных РН но-

вого поколения, а также выполнения приоритетных требований к перспективным средствам выведения (СВ) – повышение надежности и уменьшение стоимости выведения КА.

Современным двигателем РКП как и раньше должна стать технология двигателестроения. Именно ракетное двигателестроение стало той отраслью, в которой опережающими темпами началась разработка новейших материалов и технологий, обеспечивающих создание двигателей летательных аппаратов, характеризующихся минимальной массой и габаритами при максимальной прочности и жесткости узлов, максимальным ресурсом и высокой надежностью в работе. В этой связи актуальность работ предприятий РКП, в том числе ОАО «Красмаш», по постановке на производство двигателя нового поколения 11Д58МФ, имеет беспрецедентную значимость для отрасли, и может стать технологическим форсайтом, переломным моментом в процессе непрерывной стагнации российского ракетно- и двигателестроения.

Библиографические ссылки

1. Международная космическая деятельность России: состояние и перспективы развития / Машприбор. Королев, 2008.

2. Стратегия развития ракетно-космической промышленности на период до 2015 г. [Электронный ресурс] / ТС ВПК : информац. агентство. URL: <http://www.vpk.ru>.

A. Yu. Litvinchuk, S. A. Maksimov

JSC «Krasnoyarsk machine-building plant», Russia, Krasnoyarsk

PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT OF THE WORLD MARKET OF MANUFACTURE OF SPACE-ROCKET TECHNICS

The estimation of perspective of development of world market SRT and place of Russia in this market is given. The urgency of operations of led JSC «Kras mash» with the enterprises of branch for setting on manufacture of the engine of new generation is designated.

© Литвинчук А. Ю., Максимов С. А., 2010

УДК 338.3.001

А. А. Лукьянова, И. В. Рябищук

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск**ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА
ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Рассматриваются условия формирования инновационного потенциала предприятий оборонно-промышленного комплекса и факторы, оказывающие влияние на него.

Сфера инновационной деятельности остается одной из ключевых в российской экономике, так как знание инновационного механизма, его рычагов и стимулов имеет значение для разработки и широкого распространения новых продуктов, услуг, наукоемких технологий.

На сегодняшний день наличие инновационного потенциала предприятия является условием, при котором появляется возможность эффективного развития хозяйственного субъекта.

В связи с этим возникает задача исследования механизмов развития, которые не только соответствуют современным представлениям о научно-техническом прогрессе, но и особенностям текущего состояния и возможным перспективным направлениям развития российской экономики.

В качестве приоритетного направления развития национальной экономики определено развитие предприятий ОПК на основе формирования инновационного потенциала ОПК.

Структурно инновационный потенциал предприятий ОПК представлен следующими компонентами, находящимися в тесной взаимосвязи между собой: научно-технический потенциал, технологический потенциал, кадровый потенциал, ресурсный потенциал, маркетинговый потенциал, образовательный, финансовый потенциал и организационно-управленческий потенциал. Механизм формирования инновационного потенциала предприятий ОПК как системы взаимосвязанных ресурсов обуславливается созданием и последующим развитием на предприятиях комплекса входящих в ее состав компонент.

Для обеспечения конкурентоспособности промышленных предприятий страны, в частности предприятий ОПК, в современных экономических условиях особенно эффективен менеджмент производства и реализации продукции и услуг, включающий профессионально подготовленные интеллектуальные ресурсы, современные методы и механизмы управления потенциалом наукоемких предприятий. Это, в свою очередь, свидетельствует о возрастании роли инновационного потенциала, а следовательно, и влияния факторов, имеющих непосредственное значение в его развитии.

Развитие инновационного потенциала на предприятиях ОПК сопровождается выделением следующих групп факторов:

а) группа внешних факторов, обуславливающих взаимодействие предприятия с экономической и социальной средами посредством:

– использования внешних источников для осуществления инновационного процесса: от открытия и разработки до коммерциализации новшества;

– коммуникации с заказчиками, деловыми партнерами, инвесторами, конкурентами, исследовательскими организациями и вузами;

– лоббирования интересов в государственных институциональных структурах;

б) группа внутренних факторов содержит отличительные особенности предприятия, характеризующие его инновационную состоятельность и определяющиеся следующими показателями:

– научно-техническим потенциалом, характеризующим возможности организации в области НИОКР;

– организационно-управленческим потенциалом ОПК;

– интеграцией технологических и организационно-управленческих инноваций;

– технологическим потенциалом ОПК;

– обучением персонала и вовлечением в инновационный процесс – кадровым потенциалом, определяющим уровень профессиональной квалификации персонала для осуществления инноваций;

– эффективной системой маркетинга – маркетинговым потенциалом ОПК;

– финансовым положением, характеризующим финансовую устойчивость и степень зависимости от внешних источников финансирования инноваций – финансовым потенциалом ОПК;

– непрерывным управлением качеством, инфраструктурой, организационным развитием предприятия [1].

В качестве средства, формирующего систему внутренних и внешних экономических отношений, выступает реструктуризация предприятий.

Анализ экономической литературы показывает, что эффективность экономического развития предприятия и его инновационной активности обусловлены развитием инновационного потенциала предприятия.

В настоящее время отсутствуют системные исследования механизмов развития инновационного потенциала предприятий ОПК. В связи с чем представляется необходимым выявить те факторы, эффект от

влияния которых оказывает благоприятное воздействие на обеспечение инновационной деятельности (см. рисунок).



Формирование факторов развития инновационного потенциала предприятий ОПК [2]

Сегодня реальный сектор национальной экономики России практически не использует накопленный потенциал. Таким образом, возникает необходимость проведения следующих мероприятий:

- повышения инновационной активности предприятий;
- обеспечения взаимодействия между отдельными элементами инновационной инфраструктуры (прикладные исследования – ОКР – опытное производство – мелкосерийное производство – серийное производство);
- создания и/или усовершенствования механизмов трансфера знаний и технологий в сферу производства и выпуска на рынок конкурентоспособной наукоемкой продукции;
- капитализации научных результатов;
- развития инвестиционной привлекательности научных организаций и инновационно-активных предприятий;

- развития экономических и нормативно-правовых механизмов введения результатов интеллектуальной деятельности в хозяйственный оборот;

- устранения тенденции технологического отставания большинства перерабатывающих отраслей российской экономики путем приобретения новых технологий и оборудования, перепрофилирования части производственных мощностей на выпуск конкурентоспособной продукции;

- повышения спроса со стороны реального сектора национальной экономики и коммерциализация результатов научно-технической деятельности;

- увеличения финансирования исследований (развития знаний) в перспективных отраслях науки, обеспечивающих конкурентоспособность экономики России в мировом хозяйстве;

- развития малого инновационного предпринимательства в научной и высокотехнологичной сферах.

Проведение подобных мероприятий является неотъемлемой частью работы по созданию и развитию инновационной экономики и, в частности, инновационной направленности предприятий ОПК на основе создания инновационного потенциала. Анализ вышеуказанных факторов позволяет сделать вывод о том, что на механизм формирования и развития инновационного потенциала предприятий ОПК оказывает влияние целый ряд показателей, начиная от наличия соответствующего количества основных и оборотных фондов предприятия, заканчивая нормативно-правовыми актами, действующими на рынке инноваций.

Таким образом, для обеспечения ускоренного развития инновационного потенциала предприятий ОПК необходима соответствующая организационно-экономическая система, включающая в себя: информационное обеспечение, экспертизы, научно-технические и инновационные программы, финансово-экономическое обеспечение научно-технической и инновационной деятельности предприятий ОПК и др.

Библиографические ссылки

1. Колосова Т. В. Системный подход к развитию инфраструктурных элементов инновационной деятельности предприятия // Транспортное дело России. 2009. № 1.
2. Степанова Е. А. Инновационная стратегия: потенциал, ограничения, предпосылки успешности [Электронный ресурс]. URL: <http://tisbi.ru>.

A. A. Lukyanova, I. V. Ryabishchuk

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

FACTORS OF INNOVATIVE POTENTIAL DEVELOPMENT OF THE ENTERPRISES OF DEFENSIVE-INDUSTRIAL COMPLEX

In this article innovative potential formation conditions of the enterprises of defensive-industrial complex and the factors influencing it are considering.

© Лукьянова А. А., Рябищук И. В., 2010

В. Ю. Медянцеv

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АЭРОКОСМИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Определен круг ключевых вопросов, которые могут обеспечить поступательное движение университета.

Сегодняшняя ситуация СибГАУ, как ни странно будет данное сравнение, описана М. Горьким в легенде о Данко. И прошедшая приемная кампания в какой-то мере является подтверждением этого.

В сложившихся условиях у СибГАУ есть два принципиально разных варианта развития: сжиматься или развиваться. Некоторые попытки двигаться по второму пути уже предпринимаются. В частности можно отметить:

- принятие в университете Кодекса корпоративной культуры [1], который должен содействовать сплочению коллектива в процессе стратегических изменений;
- модернизацию площади Котельникова, которая должна работать на имидж университета;
- появление рекламного слогана «Здесь зажигают звезды», который можно трактовать и как запуск малых спутников Земли, и как рождение талантов;
- участие университета в программе «Малая родина», которая может дать университету новые возможности развития.

Объективно любой университет является центром генерации инновационных идей для ареала своего влияния. Для СибГАУ исполнение этой функции становится ключевым условием стратегического развития. В этом смысле слоган «Здесь зажигают звезды» должен стать миссией университета.

Согласно работе [2] определение миссии должно включать следующие элементы:

- провозглашение ценностей и убеждений (философия организации);
- продукты, которые организация будет производить, или потребности, которые собирается удовлетворять (сфера деятельности);
- рынок, на котором организация позиционируется (потенциальные потребители);
- способы выхода на свой рынок;
- ключевые технологии, передовая техника, которые будут использоваться (сила организации, преимущества и отличия от других).

Что нужно, чтобы слоган «Здесь зажигают звезды» превратился в миссию? Во-первых, коллектив, являющийся носителем адекватных вызовов времени ценностей и убеждений. Чтобы все не окончилось, как в легенде о Данко, важен не только принятый Кодекс корпоративной культуры, необходимо принятие большинством членов коллектива определенных норм

и ценностей. Это очень большая, кропотливая и ответственная работа, а не формальное ознакомление с Кодексом. Нормы и ценности являются фундаментом, на который должна опираться вся и текущая, и стратегическая работа университета. Перекосы в фундаменте способны породить трещину в возводимом здании. Недаром крылатой является фраза: «Кадры решают все».

Во-вторых, надо определиться с ключевыми технологиями, т. е. как «зажигать звезды». Необходима ориентация на получение студентами навыков творческой работы. Рынок труда требует все меньше и меньше специалистов экономического профиля. Но на нем все больше востребованы VIP-специалисты этого направления. Можно ли научить вождению автомобиля без автомобиля? А может ли быть хорошим управленцем человек, который ни разу не подергал за рычаги управления предприятия? Не подержался, а именно подержал.

Для университета имеет принципиальное, ключевое значение наличие собственной базы и для производственной практики студентов финансово-экономического направления, и для их трудоустройства после окончания вуза, если планируется движение по пути развития. Участие в программе «Малая родина» дает такой шанс потому, что университет может помочь решить для края и Сибирского региона следующие важные задачи:

- жизнеобеспечение (качество жизни, которое определяет энергетика, жилье и т. д.);
- транспорт (например, только частная авиация может открыть такой рынок, который способен помочь университету в решении многих, если не всех вопросов);
- малый и средний бизнес (в частности использование космических технологий на Земле).

В-третьих, необходимо расширить круг продуктов, которые производит университет. Если мы готовим специалистов в каких-то сферах, значит мы конкурируем с другими учебными заведениями. Если университет поднимется до уровня производства успешных инновационных бизнесов для местных территорий, то конкуренции сегодня на этом рынке в стране нет. Мы становимся монополистами со всеми вытекающими последствиями.

Не надо забывать, что другие университеты свое развитие тоже видят в этом же направлении. Для ус-

пешного же движения по этому пути необходимо формирование определенных норм и ценностей людей, которые участвуют в этой работе. В противном случае все упрется в вопросы доверия. Конечно, не все рассыплется, как картонный домик. Но люди, ожегшись на молоке, будут дуть на воду.

Кроме того, необходимо переосмысление подходов к поддержке предпринимательства и развитию территории. Сегодняшний подход: «Все сложим в кучу и будет поддержка или развитие». На самом деле развитие может возникнуть, если произойдет положительная синергия сложеного на базе хорошей стратегии. А стратегия – это когда у тебя кончились патроны, но ты продолжаешь стрелять, чтобы враг ни о чем не догадался [3]. Поэтому важны кадры, способные решать большие задачи. В этом плане кадровая политика университета, в том числе в вопросах оплаты труда, является стержнем стратегического развития.

Есть ли шанс у СибГАУ не просто выжить, а обрести достойное место на рынке образовательных услуг? Многие скептически относятся к такой возможности. Достигнуть такой цели – очень сложно. Но если не попробуешь – всю жизнь будешь сомневаться в своей правоте. Практика – критерий истины, сказал один из великих мыслителей.

Библиографические ссылки

1. Кодекс корпоративной культуры / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2008.
2. Стратегическое управление : конспект лекций для студентов спец. 0608, 0611 / сост. : Г. И. Латышенко, Ю. В. Данильченко ; Сиб. аэрокосмич. акад. Красноярск, 2001.
3. Ансофф И. Новая корпоративная стратегия : пер. с англ. / под ред. Ю. Н. Каптуревского. СПб. : Питер, 1999.

V. U. Medjanzev

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

PROVIDE UNIVERSITY PROGRESS

The circle of key questions which can provide university progress is defined.

© Медянцеv В. Ю., 2010

УДК 629.78

О. В. Римаренко, Е. А. Журнова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ИСПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА ПО СОЗДАНИЮ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Приведены показатели оценки ключевых этапов жизненного цикла проекта, обосновано совместное применение проектного подхода и программы обеспечения качества при создании малого космического аппарата.

В связи с необходимостью адаптации предприятий ракетно-космической отрасли к динамично меняющимся внешним условиям, возрастает значимость применения проектного подхода в процессе создания космической техники. При применении проектного подхода деятельность предприятия становится более предсказуемой, прозрачной и легко контролируемой; повышается эффективность работы участников проекта.

Проектный подход предполагает осуществление организации, планирования, руководства и координации ресурсов на протяжении проектного цикла, направленных на эффективное достижение целей проекта путем применения современных методов и технологии управления для достижения определенных в проекте результатов. В ходе управления проектом основная задача сводится к эффективному взаимодействию его процессов, обеспечивающих достижение целей проекта. В общем случае выделяют четыре этапа жизненного цикла проекта – инициация, планирование, реализация и завершение.

Инициация проекта включает в себя формирование программы проекта и предварительного описания его содержания. Этап инициации задает основные параметры проекта – его описание и обоснование, структурированный план мероприятий, ответственность участников, требования заинтересованных сторон, бюджет. Исполнение проекта означает реализацию регламентированных мероприятий и выполнение плана проекта на всех стадиях его жизненного цикла. При этом исполнение проекта должно регулярно измеряться и анализироваться для выявления отклонений от намеченного плана и оценки их влияния на проект. Для каждого этапа применяют особую систему показателей. Оценка этапа инициации предполагает использование следующих показателей: целевой эффективности проекта; коэффициента инновационности проекта; компетенции участников проекта.

Этап планирования проекта предполагает разработку плана его реализации. В процессе планирования определяются и дорабатываются содержание и стои-

мость проекта, осуществляются оценка ресурсов, планирование управления рисками, определение состава и длительности операций, а также разработка календарного плана проекта. Основными показателями этапа планирования являются ошибки планирования (например, количество незапланированных, но технологически необходимых работ), качество плановых документов и качество установленных регламентов.

Неотъемлемым элементом процесса планирования проекта является планирование качества. Обеспечение качества космических аппаратов приоритетно в силу сложности и высокой наукоемкости космической техники; направлено на создание уверенности, что требования к качеству выполнены; предполагает осуществление деятельности, при которой все работы на этапах проектирования, сборки, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации производимой продукции выполняются установленным образом, а их результаты удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям. Основным документом, на базе которого осуществляется деятельность предприятия по обеспечению качества, выступает программа обеспечения качества [1].

Целями программы обеспечения качества при создании спутника является своевременное выполнение требований к качеству на этапах проектирования, изготовления, сборки, испытаний и приемки космического аппарата, а также раннее обнаружение потенциальных и действительных проблем, которые могут оказать нежелательное воздействие на характеристики космического аппарата, разработка корректирующих действий по их предупреждению.

Программой обеспечения качества предусмотрен перечень мероприятий, позволяющих обеспечить необходимый уровень уверенности в том, что разрабатываемая, изготавливаемая и испытываемая продукция отвечает требованиям контракта. Так, гарантия качества космического аппарата в процессе производства обеспечивается реализацией следующих положений: обучения и аттестации исполнителей; технологического оснащения производства; метрологического обеспечения производства; контроля изготовленной продукции на соответствие конструкторской, технологической и ссылочной нормативно-технической документации; контроля готовности к испытаниям.

По мере осуществления проекта, ответственные обязаны постоянно осуществлять контроль выполнения работ, который заключается в сборе фактических

данных и сравнении их с плановыми показателями. Контроль качества позволяет убедиться в том, что производство не снижает качества проекта, а изготовленное изделие соответствует конструкторской документации. Процесс обеспечения качества необходим для применения плановых систематических операций по проверке качества с целью удостовериться, что в проекте используются все необходимые процессы для выполнения требований. На выходе данного процесса могут быть получены изменения плана управления проектом, рекомендованные корректирующие и предупреждающие действия. Таким образом, на этапе реализации проекта оценке подвергаются как процесс управления проектом (показатели – число нарушений регламента; степень отклонений по срокам, бюджету, качеству), так и непосредственно процесс создания космического аппарата.

Завершение проекта предполагает формальное завершение всех операций проекта или этапа проекта, передачу изготовленного изделия соответствующим лицам или закрытие остановленного проекта. Основными показателями оценки данного этапа являются качество договоров и качество проектной документации.

Таким образом, оптимальным способом гарантии качества космических аппаратов является программа обеспечения качества на основе проектного управления. Программа обеспечения качества определяет принципы, в соответствии с которыми в проекте будет обеспечено необходимое качество выполнения работ относительно организационной структуры, ресурсов, методического и инструментального обеспечения. Как и для программы обеспечения качества, для каждого этапа проекта формируется перечень регламентированных мероприятий по управлению проектом. Этапы предполагают получение измеряемого результата, на создание которого требуются определенные ресурсы и компетенции участников проекта. В соответствии с перечнем мероприятий осуществляется выбор показателей оценки исполнения проекта, которые позволяют делать выводы о качестве реализации проекта.

Библиографическая ссылка

1. Римаренко О. В. Программа обеспечения качества как способ гарантии качества космических аппаратов // Решетневские чтения : материалы XIII Междунар. науч. конф., посвящ. 50-летию Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та им. акад. М. Ф. Решетнева ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2009. Ч. 2. С. 591–592.

O. V. Rimarenko, E. A. Zhirnova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE QUESTIONS OF QUALITY MAINTENANCE OF PROJECT PERFORMANCE FOR CREATION OF THE SMALL SATELLITE VEHICLE

The activities of assessment of key stages of project life cycle are resulted. It's based joint application of the project approach and the program of quality maintenance at creation the small satellite vehicle.

© Римаренко О. В., Жирнова Е. А., 2010

УДК 332.1

Н. Р. Рожкина, А. А. Рымарчук, Н. И. Смородинова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

РАЗВИТИЕ ФОРМ ФИНАНСИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рассмотрены варианты финансирования космической деятельности Российской Федерации и перспективы их развития в XXI в. путем международного сотрудничества участников реализуемых проектов.

Во второй половине XX в. лучшие научные и инженерные силы России были сосредоточены в ракетно-космической отрасли, финансирование которой было приоритетным. Это определяется важностью космической деятельности, ее вкладом в социально-экономическое развитие и обеспечение безопасности страны. В силу своей особенности, перспективности и значимости, космические технологии отнесены к числу пяти главных направлений модернизации и технологического прорыва России.

Одной из главных задач преобразований ракетно-космической промышленности является формирование под эффективным управлением государства отрасли, способной создавать ракетно-космическую технику мирового уровня, отвечающую всем потребностям страны, а также востребованную на внешнем рынке. С этой целью разработаны и реализуются «Федеральная космическая программа России на 2006–2015 гг.» (ФКП-2015), федеральные целевые программы «Глобальная навигационная система» (ГЛОНАС), «Использование результатов космической деятельности в интересах социально-экономического развития Российской Федерации и ее регионов на 2009–2015 гг.» и др.

Очевидно, что реальность планов космической деятельности определяют возможности финансирования, поэтому в первую очередь основные вложения несет государство, существенный рост которых наблюдается в последние годы. Динамика финансирования космической деятельности России может быть представлена следующими данными по объему средств федерального бюджета (расходы) на федеральные программы (млрд руб.): 2005 г. – 23,2; 2008 г. – 27,7; 2009 г. – 73,3, 2010 г. – 77,8. Однако объем государственного финансирования космических исследований в России пока несопоставим с аналогичными расходами в США, который составил в 2008 г. 18,9 млрд долл. (бюджет NASA) [1].

Состояние отечественной экономики и системы управления космической деятельностью требует выработки действенных моделей как для привлечения частного капитала к финансированию проектов, так и для обеспечения коммерческого использования существующей и создаваемой за государственный счет инфраструктуры.

Приоритет России в высоких технологиях, используемых в ракетно-космической отрасли, признается во всем мире, однако до начала 90-х гг. прошлого столетия новации отрасли применялись в закрытом режиме и не использовались в других отраслях народного хо-

зяйства. Уже в постсоветское время в сфере деятельности ракетно-космической отрасли все более заметен частный бизнес, в том числе иностранный. Привлечение негосударственного сектора диктуется необходимостью максимальной коммерциализации результатов космических исследований и возможностями расширения на этой основе финансовой базы, а международное сотрудничество способствует широкому обмену взаимодополняющими научными данными, которые обеспечивают качественный рост эффективности космических исследований в интересах фундаментальной науки, при этом исключается эффект дублирования затрат на аналогичные исследования в разных странах.

Взаимная заинтересованность в международном сотрудничестве востребовала появление ряда отработанных на практике организационно-финансовых форм такого сотрудничества при решении задач освоения космического пространства [1].

Одной из этих форм выступает совместная реализация общего проекта на основе концепции «Баланса вкладов». Каждый из участников совместно реализуемого проекта вносит в него вклад в виде отдельных составляющих (технических элементов) создаваемого космического комплекса, определенного объема полетных услуг и услуг по обеспечению его работы (логистика, электропитание, жизнеобеспечение и т. п.). Вклады учитываются в «Балансе вкладов» – официально утверждаемом документе, подтверждающем достижение участниками проекта консенсуса относительно необходимого состава работ каждой из сторон, выполняемых за счет соответствующего национального бюджета.

Такая модель, например, является базовой для проекта создания и эксплуатации международной космической станции (МКС), общая стоимость которой за весь период эксплуатации составляет около 100 млрд долл.

Также существует другая, видоизмененная модель софинансирования, которая может быть представлена как совместная реализация общего проекта на основе смешанной модели «Баланса вкладов» и взаимных платежей.

В рамках этой модели дополнительно к «Балансу вкладов» допускаются межгосударственные расчеты между участниками реализации проекта за оказание каких-либо услуг или поставок тех или иных технических элементов создаваемого космического комплекса. Модель эта менее партнерская, поскольку сама возможность межгосударственных платежей основыв-

вается либо на наличии головного участника, оплачивающего те или иные формы участия других партнеров, либо на четком разделении создаваемого космического комплекса на национальные сегменты и расчете всех денежных и неденежных балансов применительно к этим сегментам.

Примером приведенной модели является ситуация, когда после катастрофы многоразового челнока «Колумбия» последовало решение о радикальном сокращении программы «Спейс Шаттл» и был заключен контракт между NASA и Роскосмосом на общую сумму 719 млн долл., в соответствии с которым с помощью российских кораблей «Союз» обеспечивалась

доставка и возврат американских членов экипажа, а также груза и оборудования в 2009–2011 гг.

Таким образом, обеспечение международного партнерства при финансировании программ космической деятельности требует формирования специально созданных моделей, позволяющих достичь баланса вкладов и полезных эффектов участников проектов различных государств.

Библиографическая ссылка

1. Макаров Ю., Пайсон Д. Модели взаимодействия при финансировании космической деятельности // Экономист. 2010. № 6. С. 33–40.

N. R. Rozhkina, A. A. Rymarchuk, N. I. Smorodina

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

DEVELOPMENT OF FORMS OF FINANCING OF SPACE ACTIVITY

In this article versions of financing of Russian Federation space activity and prospects of its development at XXI century by international cooperation of sold projects participants are considered.

© Рожкина Н. Р., Рымарчук А. А., Смородинова Н. И., 2010

УДК: 338.22.01

С. С. Семенов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ПРЕДПРИЯТИЯ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА: ОСОБЕННОСТИ, ПРОБЛЕМЫ, ПОТЕНЦИАЛ

Выявлены основные проблемы предприятий оборонно-промышленного комплекса, для решения которых необходимо учитывать отраслевые особенности и имеющийся потенциал.

Оборонно-промышленный комплекс (ОПК) является важной частью экономики России. В состав ОПК входит более тысячи различных предприятий. Российская оборонная промышленность обеспечивает производство 70 % всех средств связи, 60 % сложной медицинской техники, 30 % оборудования для ТЭК.

Оборонно-промышленная отрасль оказывает большое влияние на состояние экономики всей страны. Поэтому большое внимание следует уделять тем проблемам, с которыми сталкиваются предприятия отрасли, а также имеющемуся у них потенциалу.

В первую очередь рассмотрим характерные черты отрасли. К ним можно отнести:

- потребность в высококвалифицированных кадрах;
- конверсию производства;
- монополию заказчика, обусловленная преобладанием государственного заказа над инициативными работами;
- особые требования к качеству производимой продукции;
- высокую наукоемкость и технологичность продукции;

– долгосрочность и капиталоемкость большинства реализуемых инвестиционных проектов;

– наличие избыточных (мобилизационных) мощностей, запасов стратегического сырья и материалов;

– высокий уровень специализации и монополизации производителей, обуславливающий затратный характер ценообразования;

– особые информационные условия (секретность), ограничивающие кооперацию и передачу технологий [1].

Если в советский период деятельность предприятий ОПК во многом имела прогрессивный характер, то в современных условиях наблюдается стагнация. Несмотря на некоторые позитивные сдвиги, произошедшие за последние несколько лет, положение промышленных предприятий и научных организаций ОПК остается сложным. Основными проблемами отрасли являются: сложное финансовое положение, простой производственных мощностей, недостаток оборотных средств, низкий уровень рентабельности, не позволяющий инвестировать собственные средства в развитие производства, а также сокращение численности персонала.

Некоторые проблемы, с которыми сталкивается ОПК, характерны не только для России. Так, американская военная промышленность стала наиболее пострадавшим от сокращения внутреннего заказа ОПК. В результате, военные корпорации вынуждены были увеличить долю высокотехнологичной гражданской продукции в общем объеме производства, интернационализировать производство для сокращения финансовых и политических рисков, а также форсировать экспорт.

На сегодняшний день государство принимает меры по улучшению состояния ОПК в основном посредством его реформирования. Однако в складывающейся ситуации способны к выживанию лишь те предприятия, которые смогли наладить экспортные поставки продукции и завоевать место на внутреннем рынке гражданской продукции.

Рассмотрим потенциал, которым обладают предприятия ОПК.

Производственный потенциал. Производственные мощности, ранее использовавшиеся для выпуска вооружения и военной техники, переоснащаются на производство продукции двойного или чисто гражданского назначения. Несмотря на имеющиеся сложности, ОПК является единственной производственной системой, способной решать многие технологические задачи на уровне современных требований.

Научный потенциал. Зависимость научной сферы ОПК от заказов государства в среднем превышает 65 % по военным заказам и 20 % по гражданским. Практика наиболее развитых стран показывает, что до 50–60 % оборонных научных разработок и технологий имеют применимость и высокую потенциальную эффективность при производстве наукоемкой конверсионной и двойного применения продукции, а их внедрение в гражданский сектор усиливает его конкурентоспособность на мировом рынке.

Экспортный потенциал выражен текущими и нарастающими объемами продаж военной техники зарубежным партнерам. Основными странами-импортерами российского вооружения и военной техники

по-прежнему остаются Китай, Индия, Алжир, Вьетнам, Йемен, Ливия, Республика Корея. В 2006 г. наметилась тенденция к расширению экспорта за счет государств Центральной и Латинской Америки (Венесуэла, Колумбия, Перу, Уругвай). На сегодняшний день Россия останется среди лидеров стран-экспортеров вооружений (на втором месте после США).

Финансовое положение. Одним из путей сохранения и роста финансовой устойчивости для предприятий ОПК является диверсификация производства и экономики с целью формирования бизнеса, независимого от выполнения государственного оборонного заказа. Однако отсутствие необходимых инвестиционных ресурсов сдерживает реализацию данной стратегии. В виду увеличения государственного оборонного заказа и возможной неритмичности его оплаты, становится очевидной необходимость моделировать и прогнозировать финансовую устойчивость предприятий ОПК, уделив особое внимание формированию механизмов регулирования устойчивости.

Кадровый потенциал. На предприятиях ОПК острой является проблема недостатка инженерно-технического персонала высокой квалификации. Такая ситуация во многом обусловлена тем, что существующие нормы по формированию затратной части не позволяют формировать гибкую функцию начисления конкурентного уровня заработной платы. Благодаря сохраняющимся связям с рядом учебных заведений остается возможность подготовки квалифицированных специалистов.

Перечисленные особенности актуализируют необходимость комплексного подхода к формированию линии поведения предприятий ОПК, нацеленной на выживание и дальнейшее устойчивое развитие.

Библиографическая ссылка

1. Кузык Б. Оборонно-промышленный комплекс России: прорыв в XXI век [Электронный ресурс]. URL: <http://lib.rin.ru/doc/i/8902p2.html>.

S. S. Semenov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

ENTERPRISE MILITARY-INDUSTRIAL COMPLEX: CHARACTERISTICS, PROBLEMS AND POTENTIAL

The basic problems of defense enterprises, for which there is need to take into account industry characteristics and the existing potential.

© Семенов С. С., 2010

А. А. Скобарев

ОАО «Красноярский машиностроительный завод», Россия, Красноярск

**ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ
КАК ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РЕСУРС: НЕОКЛАССИЧЕСКИЙ ПОДХОД**

Экономическая сущность технологий и интеллектуальной собственности рассматривается с позиции теории транзакционных издержек.

Эволюция фирмы как экономического института тесно связана с научно-техническим развитием (НТР) общества. С одной стороны, НТР порождало все новые потребности общества, а с другой – всегда давало решения, позволяющие эти потребности удовлетворять. В то же время потребности человека, связанные с его биологической эволюцией, не изменялись. Поэтому растущее число фирм стало полагаться на технологии и технические знания в целом при реализации возможностей получения прибыли, тем самым давая начало развитию нового вида современного института фирмы – основанных на технологии предприятий (ОНТП). В то время как технологии стали основным фактором развития ОНТП, фирмы данного вида в совокупности превратились в важный источник НТР. Таким образом, история развития ОНТП и научно-технических знаний общества представляет собой пример положительной коэволюции расширяющегося экономического института и научно-технической базы производительных сил.

Сущность ОНТП как вида фирмы заключается в особенностях процесса присвоения и эксплуатации ресурсов, а также в особенностях структуры ресурсов, в которой главную роль играют технологии. Технологии как научно-технические знания обладают рядом отличительных свойств, которые определяют характеристики их присвоения и эксплуатации в качестве экономического ресурса: неподверженностью физическому износу, неистощимостью при использовании, невозможностью отчуждения и низкими или нулевыми переменными затратами на копирование и каждое новое использование. Данные свойства определяют особенности процессов присвоения и эксплуатации ресурсов, характерных для ОНТП. Следует выделить пять видов экономии, связанных с процессами присвоения и эксплуатации ресурсов:

1. Статическая экономия масштаба. Проявляется в том, что одни и те же технологии могут быть использованы в производстве различных продуктов, при несущественных затратах на адаптацию. Переменные затраты, связанные с использованием технологии в каждом новом продукте, как правило, на порядок меньше, чем постоянные затраты, связанные с разработкой технологии, что позволяет получить существенную экономию масштаба, если технология обладает широким спектром применимости в рамках предприятия.

2. Динамическая экономия масштаба. Как было отмечено выше, технологические знания не потребляются, не изнашиваются в процессе эксплуатации,

но, как правило, улучшаются в процессе обучения через многократное использование, что порождает динамическую экономию масштаба.

3. Экономия совмещения. Некоторые технологии потенциально могут комбинироваться с другими технологиями, что в результате приводит к появлению инноваций, новых технических свойств и улучшению функциональных параметров продуктов.

4. Экономия скорости. Для комбинирования и эксплуатации технологий часто необходим некоторый трансфер. При этом в определенных условиях процесс межфирменного трансфера технологий более эффективен, чем внутрифирменный трансфер, что является источником потенциальных преимуществ в скорости инновационного процесса и времени, затрачиваемом для выведения продукции на целевой рынок.

5. Экономия размещения. Технологически диверсифицированное ОНТП может размещать свои операции (особенно связанные с осуществлением НИОКР) в регионах с высокой концентрацией научно-технических знаний (например, в особых экономических зонах), что, благодаря социальным и экономическим особенностям данных регионов, является источником экономических выгод для предприятия. Данная экономия соответствует L-фактору в OLI-парадигме Даннинга.

В целом, внутренние свойства технологии делают ее крайне ценным и в некотором отношении уникальным экономическим ресурсом. Однако технология обладает также и такими свойствами, которые ограничивают реализацию ее экономического потенциала. Так, технологические знания крайне трудно поддаются оценке (под оценкой здесь имеется в виду определение рыночной цены), что является источником непараллельности информации между продавцом и покупателем и создает для них высокие транзакционные издержки при покупке/продаже технологий в условиях рынка (в трактовке Д. Норта – затраты по оценке полезных свойств объекта обмена).

Таким образом, внутренние свойства технологии как экономического ресурса, с одной стороны, создают значительный экономический потенциал, а с другой стороны, воздвигают барьеры для эксплуатации технологии, особенно для эксплуатации через механизмы рыночного обмена. Это создает объективную потребность в существовании в рыночной экономике такой системы, которая снижала бы транзакционные издержки эксплуатации технологии, стимулируя тем самым технологическое развитие. На современном этапе данные функции применительно к технологиче-

ским знаниям выполняет международная патентная система и, следовательно, институт интеллектуальной собственности.

Присвоение и эксплуатация основанных на технологии предприятий технологических знаний в форме интеллектуальной собственности, усиливает определенные свойства технологии как экономического ресурса, и позволяет более эффективно использовать экономии масштаба, совмещения, скорости и размещения. При этом сокращение транзакционных издержек происходит в двух направлениях: во-первых, формализация технологических знаний позволяет снизить издержки на оценку полезных свойств технологий в процессе их эксплуатации на рынке и в процессе накопления, и, во-вторых, право легитимной

временной монополии на использование технологии, которое получает обладатель интеллектуальной собственности, позволяет снизить издержки, связанные с риском некупаемости инвестиций в исследования и разработки.

В заключение следует отметить, что существование института интеллектуальной собственности не обходится обществу бесплатно: общественные издержки включают некоторое искажение потока инвестиций в отдельные области и направления исследований и разработок (инвестируются те исследования, на результаты которых проще получить исключительные права), издержки временных монополий, а также издержки администрирования патентной и других регистрирующих систем.

A. A. Skobarev

JSC «Krasnoyarsk machine-building plant», Russia, Krasnoyarsk

TECHNOLOGY AND INTELLECTUAL PROPERTY AS ECONOMIC RESOURCE: NEOCLASSICAL APPROACH

Economic entity of technology and intellectual property is viewed through transaction cost theory

© Скобареv А. А., 2010

УДК 629.78

О. С. Станишевская, Ю. В. Данильченко

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

SWOT-АНАЛИЗ ПОЛОЖЕНИЯ ОАО «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ» ИМЕНИ АКАДЕМИКА М. Ф. РЕШЕТНЕВА» НА МЕЖДУНАРОДНОМ РЫНКЕ

Предпринята попытка определить положение ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева» на международном рынке на основе совмещения метода SWOT-анализа с концепцией «8P».

В настоящее время многие предприятия выходят на международный рынок, где высока нестабильность внешней среды, действуют различные конкуренты, изменяются потребности заказчиков. В этих условиях для дальнейшего развития предприятию необходимо определить свое текущее положение на рынке. Одним из наиболее точных инструментов определения положения предприятия на рынке является SWOT-анализ.

ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева» является одной из ведущих компаний космической отрасли России. Основное направление ее деятельности – создание космических аппаратов, систем и комплексов различного назначения: фиксированной и мобильной связи, навигации, геодезии, ретрансляции. Компания владеет технологиями полного цикла создания спутников, включая прикладные исследования, проектирование и разработку, изготовление и испытания. На сегодняшний день космические аппараты, созданные ОАО «ИСС», составляют 2/3 орбитальной группировки Российской Федерации. Сегодня спутники производства ОАО «ИСС» по всем основным характеристикам

на равных конкурируют с лучшими мировыми образцами космической техники.

В настоящее время на международном космическом рынке можно выделить следующих конкурентов ОАО «ИСС»: Space Systems Loral, Thales Alenia Space, Astrium, Boeing, Orbital, Lockheed Martin. Если рассматривать этих производителей космической техники более детально, то следует отметить, что большинство из них являются крупными американскими корпорациями. Что не удивительно, учитывая тот факт, что государственное финансирование ракетно-космической отрасли в США в 20 раз превышает российское [1].

Попытаемся определить, какое положение ОАО «ИСС» имени академика М. Ф. Решетнева» занимает на международном рынке, рассмотрев сильные и слабые стороны предприятия. Известно, что SWOT-анализ является самым распространенным методом ситуационного анализа. Совместим его с распространенной в промышленном маркетинге концепцией «8P», и в этом случае сможем получить более детальную оценку положения предприятия на выбранном нами рынке (см. таблицу).

SWOT-матрица для ОАО «ИСС» имени академика М. Ф. Решетнева»

<i>Сильные стороны</i>	<i>Слабые стороны</i>
«1Р»: Рынок	
История предприятия насчитывает более 50 лет Большое количество запатентованных изобретений Соответствующая стандартам ИСО 9000–2000 система менеджмента качества	Недостаточность бюджетного финансирования Усиление конкуренции со стороны новых космических держав
«2Р»: Продукция	
Широкий ассортимент информационных спутниковых систем	Устаревшая элементная база ИСС Низкий срок эксплуатации ИСС
«3Р»: Цена	
Относительно низкая цена в сравнении с международными конкурентами	Нестабильный валютный курс ограничивает возможности ценообразования предприятия
«4Р»: Продвижение	
Участие предприятия в национальных и международных выставках Наличие заранее сформированного портфеля заказов на изготовление спутников Участие в тендерах на создание космических систем связи в России и по всему миру, в том числе в Канаде, Индонезии, Колумбии, Турции, Украине	Не сформированный имидж компании на международном рынке
«5Р»: Потребители	
Рост числа коммерческих запусков космических аппаратов	Снижение темпов роста объемов продукции, выполняемых по госзаказу
«6Р»: Персонал	
Увеличение численности персонала за 2009 г. за счет роста количества заказов Привлечение молодых сотрудников и обеспечение социального пакета	Средний возраст работника предприятия – старше 45 лет Низкий приток в отрасль научных кадров в силу недостаточного уровня заработной платы научных работников
«7Р»: Производство	
Создание интегрированной структуры на базе ОАО «ИСС», включающей в себя несколько предприятий, занимающихся созданием космической техники Реализация совместных проектов с зарубежными компаниями отрасли (Space Communication Ltd., Thales Alenia Space и др.)	Зависимость от предприятий других отраслей экономики, которые непосредственно задействованы в производстве ракетно-космической техники, выполняя примерно 15 % общего объема работ
«8Р»: План	
Участие в реализации Федеральной космической программы (2006–2015 гг.) и Федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система»	Отставание России в практическом использовании результатов космической деятельности от США и других космических держав
<i>Возможности</i>	<i>Угрозы</i>
Заключение контрактов на предоставление не одних спутников, а совместно со средством их выведения на орбиту Обновление станочного и иного парка оборудования Расширение международного сотрудничества Уход с рынка ряда конкурентов	Отсутствие внебюджетных инвестиций Удорожание сырья, материалов, комплектующих Срывы в поставках сырья, материалов, комплектующих Отсутствие на рынках труда специалистов требуемой квалификации Изменение законодательства

Видно, что предприятию необходимо уделить особое внимание обновлению элементной базы. А именно, техническое переоснащение производства и экспериментальной базы ракетно-космической промышленности, доведение ее до уровня, отвечающего требованиям мировых стандартов, смогло бы помочь в обеспечении создания и обработки ракетно-космической техники, ее качества и надежности. Учитывая одну из слабых сторон предприятия – снижение темпов роста объемов продукции, выполняемых по госзаказам, и одну из его возможностей – расширение международного сотрудничества, ОАО «ИСС» следует вести постоянную работу над поиском новых потребителей [1–3].

Таким образом, для того, чтобы ОАО «ИСС» имени академика М. Ф. Решетнева смогло усилить свою конкурентоспособность на международном рынке, предприятию необходимо поддерживать широкий ас-

сортимент своей продукции, постоянно расширяя его с учетом новейших разработок, принимать участие в новых национальных и международных выставках, космических программах и совместных проектах с зарубежными компаниями отрасли.

Библиографические ссылки

1. ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева : сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iss-reshetnev.ru>.
2. Анализ современного состояния и тенденции развития ракетно-космической отрасли / М. Е. Гаврилова [и др.] // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2009.
3. Тестоедов Н. А. Не время для бонусов // Эксперт-Сибирь. 2010. № 13–14.

O. S. Stanishevskaya, Yu. V. Danilchenko
Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

SWOT-ANALYSES OF JSC «ISS» RESHETNEV COMPANY» POSITION ON INTERNATIONAL MARKET

An effort of determination of JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems» position on international market by integration of SWOT-analyses with «8P» concept was done in this article.

© Станишевская О. С., Данильченко Ю. В., 2010

УДК 331.2

Е. М. Сычева, Д. А. Дайнич

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОПЛАТЫ И СТИМУЛИРОВАНИЯ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Рассматривается изучение направлений совершенствования системы управления мотивации труда на предприятии, предлагаются мероприятия по совершенствованию системы оплаты и премирования труда персонала.

Проблема оплаты труда – одна из ключевых в российской экономике. От ее успешного решения во многом зависят как повышение эффективности производства, так и рост благосостояния людей, благоприятный социально-психологический климат в обществе. Одним из основных принципов организации заработной платы в современной экономике является принцип материальной заинтересованности работника в результатах своего труда. Новые системы организации труда и заработной платы должны обеспечить сотрудникам материальные стимулы. Эти стимулы могут быть задействованы наиболее эффективно при жесткой индивидуализации заработной платы каждого работника, т. е. при внедрении бестарифной, гибкой модели оплаты труда, при которой заработок работника находится в прямой зависимости от спроса на производимую им продукцию и выполняемые информационные услуги, от качества и конкурентоспособности выполняемых работ и, конечно, от финансового положения предприятия, на котором он работает. К сожалению, зачастую трудность объективной оценки этих факторов приводит к замене их в практической деятельности на частные признаки, такие как: стаж работы, уровень квалификации и должность. Это упрощает задачу выбора размера оплаты труда, но сопровождается нарушением объективности оценки труда [1].

Надо заметить, что в данное время необходимо так строить систему оплаты труда, чтобы она была непосредственным двигателем высокой производительности и рентабельности предприятия; необходимо добиться такого баланса, чтобы хорошо работающий персонал получал достойную зарплату, а совсем плохо работающие были вынуждены уйти и быть замененными на более добросовестных, но все это должно происходить таким образом, чтобы предприятие не осталось совсем без кадров и в то же

время происходил достаточный «естественный» отбор. Добиться такого баланса представляется довольно непростой задачей, учитывая финансовые сложности, сопровождающие сейчас практически каждое предприятие.

От обеспеченности предприятия трудовыми ресурсами и эффективности их использования зависят объем и своевременность выполнения всех работ, эффективность использования оборудования, машин, механизмов и, как результат, – объем производства продукции, ее себестоимость, прибыль и ряд других экономических показателей. Предложенные мероприятия более точно представляют размеры доплат как для рабочих бригад, так и для отдельных работников. Предложена конкретизация численности человек в бригаде. Также были разработаны мероприятия, мотивирующие персонал предприятия к получению дополнительного образования и повышению квалификации. После анализа системы оплаты труда на предприятии и реализации мероприятий, совершенствующих ее, происходит рост объема производства на 7,48 % что, соответственно, приводит к росту производительности труда. Также происходит увеличение фонда заработной платы, следовательно, происходит прирост среднегодовой заработной платы. Рост производительности труда показывает эффективность работы всего предприятия.

Разработаны мероприятия стимулирования рабочего для прохождения курсов повышения квалификации и получения дополнительного образования. Рассмотрены основные положения по премированию на предприятии и внесены изменения, уточняющие размеры различных коэффициентов и надбавок. Были доработаны критерии и показатели, по которым оценивается деятельность персонала и его личные качества. После проведенных мероприятий была определена их эффективность. Основным показателем стал

рост производительности, который оказал влияние на рост объема реализации (выпуска).

Высокая мотивация персонала – это важнейшее условие успеха организации. Ни одна компания не может преуспеть без настроения работников на работу с высокой отдачей, без высокого уровня приверженности персонала, без заинтересованности членов предприятия в конечных результатах и без их стремления внести свой вклад в достижение поставленных целей. Именно поэтому так высок интерес руководителей и исследователей, занимающихся управлением, к изучению причин, заставляющих людей работать с полной отдачей сил в интересах предприятия [2]. И хотя нельзя утверждать, что рабочие результаты и рабочее поведение работников определяется только лишь их мотивацией, все же значение мотивации очень велико. Проведенный анализ системы оплаты труда показал, что на предприятии выявлена проблема недоработок некоторых положений о премировании. В некоторых из них нечетко определено количество человек в бригаде, что затрудняет определение процента премии. Также необходимо простимулировать работников предприятия на повышение квалификации и получе-

ние дополнительного образования. Положение о порядке установления КТУ рабочим в бригадах было полностью переработано. В новом варианте не стало деления на повышающие и понижающие коэффициенты, а также выделены основные показатели, которые можно измерить количественно, по которым определяются поправочные коэффициенты. Результатом от внедрения предлагаемых мероприятий станет прирост выручки при неизменной численности как ППП в целом, так и производственных рабочих, что, соответственно, приводит к росту производительности труда. Также происходит увеличение фонда заработной платы ППП и производственных рабочих, следовательно, происходит прирост среднегодовой заработной платы. Рост всех вышеуказанных показателей свидетельствует о положительном эффекте предлагаемых мероприятий, а значит и о повышении эффективности работы предприятия в целом.

Библиографические ссылки

1. Кибанов А. Я. Управление персоналом организации. М. : Инфра-М, 2007.
2. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. М. : Дело, 2007.

E. M. Sicheva, D. A. Dainich

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

IMPROVEMENT OF PAYMENT SYSTEM AND LABOUR STIMULATION AT ENTERPRISES OF ENGINEERING INDUSTRY

The thesis is devoted to improvement of payment system and labour stimulation. The object of the research paper is public corporation «Krasnoyarsk machine-building plant».

The current system of payment was examined according to comparison of existing provisions about payment and bonus payment. The result of the project is the elaboration of measures for improvement of payment and bonus payment system at enterprises of engineering industry. Evaluation of economical effectiveness of the elaborated system was done.

© Сычева Е. М., Дайнич Д. А., 2010

УДК 658.274

Е. М. Сычева, Е. С. Латыпова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Рассматривается одна из главных проблем предприятий оборонно-промышленного комплекса – физический износ основных производственных фондов. Представлено краткое описание проекта обновления активной части основных фондов предприятия путем модернизации производства на примере механообрабатывающего цеха.

Технический прогресс и развитие рыночных отношений постоянно побуждают предприятия обновлять свои основные фонды и производственные мощности, а также стремиться к более полному их использованию. Недоиспользование основных производственных фондов – это потери не только в виде продукции, но еще и потери основных средств, которые морально устаревают и не могут быть использованы в силу изменения номенклатуры производимой

продукции. В условиях рынка предприятия ОПК стремятся производить конкурентоспособную продукцию требуемого качества и с необходимыми потребительскими свойствами. Такую продукцию можно изготавливать только на оборудовании, имеющем современные технико-экономические показатели. Одной из основных проблем предприятий ОПК является устаревание основных фондов, недостаточность их технического и технологического перевооружения.

Физический износ и моральное старение оборудования на многих предприятиях достигли 80 %. Тема модернизации актуальна, так как от технического состояния оборудования зависят качество производимой продукции и эффективность работы всего предприятия. В целом, ситуация с техническим состоянием основных фондов и их обновлением на предприятии критическая и отражает общую обстановку в отрасли. Больше половины основных средств физически изношены и требуют капитального ремонта, реконструкции, модернизации или замены. Поэтому без решения вопроса об обновлении имеющегося парка оборудования в цехах невозможно дальнейшее развитие предприятия в целом, повышение уровня качества продукции и снижение себестоимости.

Проведенные исследования деятельности механообрабатывающего цеха показали, что объем выпуска товарной продукции от основной деятельности увеличился и специальная продукция занимает основную долю в формировании выручки; возрастной анализ показывает практически отсутствие молодых кадров; в составе основных средств наибольший удельный вес занимает здание, а стоимость оборудования снижается. Это вызвано большой долей устаревшего оборудования, которое увеличивает потери от брака и снижает качество продукции [1]. В связи с этим, цеху требуется постепенное обновление станочного парка, так как на сегодняшний день практически весь парк оборудования имеет 100 % износ и поддерживается в рабочем состоянии благодаря службе механика.

Следует заметить, что качество основных производственных фондов во многом определяет эффективность работы предприятия. Однако больше половины основных средств физически и морально изношены и требуют капитального ремонта, реконструкции, модернизации или замены. Поэтому, в связи с выявленной проблемой относительно устаревшего оборудования, предложены следующие мероприятия по модернизации производства в механообрабатывающем цехе:

1. Замена изношенного оборудования на новые высокопроизводительные станки и организация их работы в две смены, которая позволит увеличить годовой экономический эффект и уменьшить срок окупаемости. К основным характеристикам новых станков с ЧПУ американской фирмы Haas можно отнести: высокую точность токарной обработки; наличие

функции постоянной скорости резания; быструю смену позиций инструмента; возможность достижения скоростных режимов обработки; расширенные технологические возможности. Данные характеристики позволят снизить трудоемкость и увеличить производительность.

2. Подключение станков к локальной сети цеха, которое обеспечит быструю передачу управляющих программ по сети на станки; позволит обмениваться управляющими программами между станками и оперативно корректировать эти программы. Результаты этого мероприятия позволят сэкономить время технологов, поскольку им не придется ходить с отдела в цех с ноутбуком и загружать управляющие программы на каждый станок.

Для организации 2-сменной работы были учтены: увеличение текучести кадров при 2-сменной работе; снижение разрядности выполняемых работ (с 4,5 до 4,0) с более худшим качеством; дополнительные затраты на транспорт и питание; увеличение объема выпускаемой продукции.

Таким образом, результаты расчетов показали, что при работе в одну смену срок окупаемости станков самый большой и составляет 7 лет, а годовой экономический эффект отрицательный –103 448,46 руб. [2]. Наиболее выгодным является вариант работы станков в две смены, при которой годовой экономический эффект составит 994 151,58 руб., срок окупаемости 4,8 года. Затраты на реализацию второго мероприятия составят 38 175 руб. После подключения станков к локальной сети цеха значительно уменьшится время технологов, а именно на 105 ч в год, и будет составлять 9 ч в год. Затраты на их заработную плату уменьшатся на 15 444,88 руб. и составят 1 323,84 руб. в год. Срок окупаемости данного мероприятия 2,5 года.

Реализация данных мероприятий позволит повысить эффективность работы новых станков, увеличить выпуск продукции, а это положительно скажется на результатах работы всего цеха. Модернизация основных средств позволит частично обновить станочный парк и уменьшить затраты на содержание устаревших и часто выходящих из строя станков.

Библиографические ссылки

1. Бужинский А. И., Шеремета А. Д. Методика экономического анализа промышленного предприятия. М. : Финансы и статистика, 2008.
2. Васильев Г. А. Техничко-экономические расчеты новой техники. М. : Инфра-М, 2006.

E. M. Sicheva, E. S. Latipova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE FEASIBILITY REPORT ON MODERNIZATION OF MANUFACTURE OF THE ENTERPRISE OF AN OIC

An object of research in degree work is one of the most largest enterprise military-industrial complex of the country Joint Stock Company. The subject of research in work was a condition of capital assets on the enterprise. Renovation requirement of the machinery in the shop is grounded, the characteristic of the new lathes with NPC «Haas» is given. Result of degree work is working out actions by modernization of production in the shop: replacement of obsolete equipment on new lathes and an organization two removable works of the lathes, their connection to local-area network of the shop. The estimation of economic efficiency of the present actions is made.

© Сычева Е. М., Латыпова Е. С., 2010

С. А. Тихонова

Российский научно-исследовательский институт экономики, политики
и права в научно-технической сфере, Россия, Москва**ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ПОТРЕБНОСТИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ
В ИННОВАЦИОННЫХ КАДРАХ (НА ПРИМЕРЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ)***

На примере аэрокосмической отрасли рассмотрены проблемы оценки потребности наукоемких и высокотехнологичных отраслей в инновационных кадрах. Исследованы возможности использования существующих методов определения потребности в высококвалифицированных специалистах. Проанализирована роль научно-образовательных центров как одной из эффективных организационных форм в развитии инновационного трудового потенциала. Даны рекомендации по внедрению компетентностного подхода к образованию в рамках образовательно-научно-производственных кластеров.

Реализация стратегии инновационного развития России невозможна без решения проблем обеспеченности квалифицированными кадрами стратегических отраслей промышленности, к числу которых относится аэрокосмическая отрасль. Современные тенденции инновационно-технологического развития принципиально изменяют квалификационные требования к специалистам наукоемких и высокотехнологичных отраслей. Экономике необходимы инновационные личности – гибкие, способные к генерированию и реализации нововведений, с высоким уровнем профессионализма, обусловленным уникальностью и эффективностью сочетания знаний, умений, навыков и личностных качеств для успешной деятельности в сфере науки и наукоемкого бизнеса. Кризис отечественной экономики и недостаточно четкие ориентиры ее развития не позволяют оценить, в какой мере сложившаяся структура подготовки и переподготовки инновационных кадров близка к оптимальной, определить, сколько и каких специалистов должны готовить системы высшего и послевузовского образования исходя из текущих и перспективных потребностей экономики.

Недостаточно разработана методология определения потребностей высокотехнологичных отраслей в инновационных кадрах. Наиболее распространенными методами являются балансовый, экстраполяции, моделирования, опроса. Применение метода экстраполяции и балансового метода для высокотехнологичных отраслей ограничено, поскольку тенденции и соотношения, которые экстраполируются на будущий период, должны уже существовать. Метод моделирования же более применим для определения потребностей в квалифицированных специалистах в изменяющихся условиях. Модель может быть составлена как на основе требований технологии, так и на основе социотехнического подхода, учитывающего запросы производственной и социальной подсистем организации. Однако в условиях недостатка комплексной информации, более простым для определения потребностей в специалистах по инновационной деятельности является метод опроса.

Исследования, проведенные с использованием указанных методов, демонстрируют, что в России по-прежнему сохраняется структурный дисбаланс рынка труда, при котором соискатели рабочих мест не обладают теми профессиональными компетенциями, которые необходимы работодателям [1]. Поэтому так необходимы прочная институциональная основа для связей между предприятиями и учреждениями профессионального образования, развитие новых моделей интеграции науки, образования и производства, учитывающих логику формирования новых видов деятельности и, соответственно, сегментов рынка.

Формированию соответствующих компетенций призваны служить научно-образовательные центры (НОЦ) [2]. Их стратегической миссией является содействие развитию научно-технологического комплекса страны и обеспечение его необходимыми человеческими ресурсами, сбалансированными по численности, направлениям подготовки, по квалификационной и возрастной структуре с учетом необходимых темпов их обновления и прогнозируемых структурных преобразований в науке и экономике. В целях обеспечения воспроизводственного цикла подготовки компетентных специалистов для инновационного развития наукоемких производств в области ракетно-космической техники создан НОЦ «Институт космических исследований и высоких технологий» на базе Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева совместно с Красноярским научным центром СО РАН.

Деятельность научно-образовательных центров должна быть практически ориентированной под запросы конкретных наукоемких высокотехнологичных производственных предприятий, входящих в новый тип интегрированных структур – образовательно-научно-производственный кластер. [3] Кластерный подход должен быть использован при формировании программ и проектов, обеспечивающих инновационное развитие вузов как в области организации образовательного процесса и научно-инновационной деятельности, так и в плане сотрудничества с работодателями.

*Исследование выполнено в рамках Гранта Президента Российской Федерации для поддержки молодых ученых за счет средств федерального бюджета (№ МК-95.2009.6).

При подготовке инновационно-активных инженерных, научных и научно-педагогических кадров важным требованием является участие ассоциаций промышленников и предпринимателей, специалистов профильных предприятий и организаций кластера в выработке критериев, квалификационных характеристик, профессиональных компетенций выпускников, образовательных стандартов.

Библиографические ссылки

1. Методика выявления потребности субъектов РФ в специалистах по инновационной деятельности [Электронный ресурс] / Национальный информационно-аналитический центр по мониторингу подготовки кадров для научно-инновационной деятельности и обес-

печению их мобильности. URL: <http://www.niackadr.ru/index.php?id=143>.

2. Тихонова С. А. Научно-образовательный центр как эффективная организационная форма, способствующая формированию инновационного трудового потенциала в экономике России // От науки к бизнесу. Формирование и деятельность инновационных поясов вокруг учреждений высшей школы : материалы IV Междунар. форума (13–15 мая, 2010, г. Санкт-Петербург). СПб. : Сборка, 2010. С. 238–241.

3. Тихонова С. А. Концептуальные подходы к управлению развитием инновационного трудового потенциала в экономике России // Наука. Инновации. Образование : альм. Вып. 9. М. : РИЭПП, 2010.

S. A. Tikhonova

Russian Institute for Economics, Policy and Law in Science and Technology, Russia, Moscow

THE NEED FOR INNOVATIVE PERSONNEL IN HIGH-TECHNOLOGY AREAS: ISSUES EXAMPLIFIED BY THE SPACE INDUSTRY

With the space industry used as an example, the article explores the issues of evaluating the need for innovative personnel in high-technology areas. The possibilities of using the existing methodology in determining the need for highly professional staff are explored. The role of science and educational centers is analysed as being an effective organizational form in developing the innovative potential of labor market. Also, the suggestions are given about implementing a competency approach to education using the framework of educative science-industrial clusters.

© Тихонова С. А., 2010

УДК 334.02

Н. В. Федорова, М. В. Гаджиева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА И НЕОБХОДИМОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ОТРАСЛИ

Раскрывается сущность проблем промышленных предприятий, проводится классификация методов решения проблемы дефицита оборотных средств и снижения издержек, формулируется необходимость формирования комплексных совместных программ.

Ситуацию в российской промышленности за последние несколько лет нельзя назвать благоприятной. Последствия экономического кризиса способствовали падению спроса и производства практически во всех отраслях российской промышленности. В настоящий момент отрасль еще не восстановилась после кризиса, показатели не вышли на предыдущий объем, хотя картина выглядит обнадеживающей.

Существует осознанная необходимость модернизировать российскую экономику, в том числе при активном участии государства. Однако главной проблемой является отсутствие необходимого объема оборотных средств.

Методы решения этой проблемы можно разделить на внутриотраслевые и административные. Админи-

стративные методы подразумевают помощь властных структур как федерального, так и местного ресурса. При этом местный ресурс имеет свои преимущества перед федеральным: хотя объем располагаемых средств, как правило, меньше, сама система является более гибкой, лучше учитывает местные особенности. Как пример такой программы можно рассматривать программу поддержки машиностроительных предприятий Красноярского края. В рамках субсидирования процентной ставки по кредиту для продукции, предназначенной для последующего экспорта, предоставленного Красноярскому заводу холодильников «Бирюса», было выделено 5,8 млн руб. по итогам 2009 г. Завод на 30 % увеличил экспорт, при общем падении отрасли, и получил премию Министерства

промышленности и торговли РФ как «Лучший экспортер отрасли» по итогам 2009 г. В числе предприятий края, получивших помощь краевого правительства, значатся также ОАО «Красмаш», ОАО «ДЗНВА», ЗАО «ПО Сибтяжмаш», ФГУП «НПП «Радиосвязь», ОАО «ЭВРЗ», ОАО «Восточно-Сибирский завод металлоконструкций».

В число внутриотраслевых методов относятся развитие производственных коопераций, заключение договоров о совместной закупке сырья и материалов с целью снижения издержек, организация совместных маркетинговых мероприятий.

Так, ОАО «Красмаш» в рамках сотрудничества с ОАО «Красноярский завод синтетического каучука» выполнил заказ на изготовление двух уникальных емкостей для смешивания латекса объемом 600 м³ каждая. Действенным способом снижения издержек может стать соглашения о совместной закупке материалов заводами одной отрасли – например, предприятия, производящие холодильники в нашей стране, листовый металл покупают у ОАО «НЛМК» и могут заключить договор о совместных закупках. Система региональных закупок продукции для различных нужд также заслуживает внимания. По мнению авторов, крайевым предприятиям необходимо более активно взаимодействовать друг с другом, находить возможности для сотрудничества. Так, те же холодильники для оснащения своих объектов социального назначения, например, предприятия края могут покупать у ОАО «КЗХ «Бирюса». Использование совместных программ для продвижения продукции – проведение «парных» пресс-конференций, организация исследований, способствуют сокращению маркетинговых расходов в два раза, при аналогичном результате.

Долговременный экономических успех национального хозяйства прямо связан с его инновационным характером. Объединение усилий, совместные разработки и формирование общего бюджет также является одним из методов поддержки модернизации отрасли. В части взаимодействия с административным ресурсом можно упомянуть различные грантовые программы и сотрудничество с университетами. Предприятия Красноярского края имеют особое преимущество, так как в регионе находится Сибирский федеральный университет и Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева – единственный за Уралом вуз аэрокосмического профиля. Важно понимать необходимость сочетания процесса технического обновления промышленной базы и создания условий для повышения конкурентоспособности предприятий на базе создания оригинальных технологий и продуктов.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что для успешного функционирования в неблагоприятной экономической среде с учетом системного кризиса отрасли, промышленные предприятия России испытывают острую необходимость в формировании комплексной программы сотрудничества, как с местной администрацией, так и с другими предприятиями отрасли (в том числе с региональными) для снижения издержек, выделения средств на развитие и другие подобные программы. Средства, необходимые для модернизации, значительны, и большинство предприятий машиностроения смогут осуществить ее только при наличии системного подхода и активного взаимодействия.

N. V. Fedorova, M. V. Gadzhieva

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

METHODS OF SUPPORT OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISES IN THE CONDITIONS OF THE ECONOMIC CRISIS AND NECESSITIES OF BRANCH MODERNIZATION

In the article the essence of problems of the industrial enterprises reveals, classification of methods of problem's solution in deficiency of circulating assets and decrease in costs is spent, necessity of formation of complex joint programs is formulated.

© Федорова Н. В., Гаджиева М. В., 2010

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Рассматривается вопрос реформирования и развития ракетно-космической отрасли с учетом основных приоритетов государственной политики в этой области, выделяются ключевые направления структурной перестройки отрасли.

Целью государственной политики в ракетно-космической отрасли (РКО) является создание экономически устойчивой, конкурентоспособной, диверсифицированной отрасли, обеспечение гарантированного доступа и необходимого присутствия России в космическом пространстве. Приоритетными направлениями государственной политики в этой области являются: создание космических комплексов и систем нового поколения с техническими характеристиками, обеспечивающими их высокую конкурентоспособность на мировом рынке; завершение создания и развитие системы ГЛОНАСС; развитие спутниковой группировки; расширение присутствия России на мировом космическом рынке; проведение организационных преобразований в РКО; модернизация наземной космической инфраструктуры и технологического уровня отрасли [1].

На современном этапе в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 10 ноября 2000 г. № 713 «О реформировании и развитии оборонно-промышленного комплекса страны» с 2002 г. идет процесс реформирования РКО России. Реформирование организаций РКО направлено на создание эффективного «ядра», способного обеспечить гарантированное выполнение государственного оборонного заказа и экспортных контрактов, а также расширить внешнеэкономическую деятельность за счет увеличения экспорта наукоемкой продукции с целью сохранения и роста доли России на мировом космическом рынке [2].

Основная цель реформирования РКО, по мнению экспертов, – создание структуры отрасли, адекватной государственной оборонной политике и конъюнктуре внутреннего и мирового рынков путем эффективного решения задач концентрации инвестиционного и производственного потенциала на приоритетных направлениях развития, обеспечения оптимального государственного контроля финансово-экономической деятельности создаваемых структур, рациональной диверсификации разработок и производства высокотехнологичной, наукоемкой и конкурентоспособной продукции, а также обеспечения государственной целевой поддержки процессов реструктуризации.

В соответствии с замыслом проводимой реформы структурная перестройка РКО осуществляется по четырем ключевым направлениям.

1. Изменение структуры выпускаемой продукции. На момент начала реформирования основная сфера специализации и состав базовой продукции РКО в целом определены. Задача первого периода реформиро-

вания – повышение конкурентоспособности и доведение качества изделий до уровня передовых образцов и требований отечественного и зарубежного рынков [2; 3].

2. Реструктуризация производственного потенциала. Основная идея структурной перестройки промышленности заключается в том, что на промышленных предприятиях отрасли должны быть сохранены производственные мощности, необходимые для выполнения в полном объеме программ создания ракетно-космической техники различного назначения, спрогнозированного объема иностранных коммерческих заказов и сохранения мобилизационных мощностей. Не задействованные по этим направлениям производственные мощности должны быть либо загружены созданием конкурентоспособной высокотехнологичной продукции в соответствии с другими федеральными программами и коммерческими проектами, либо выведены из состава отрасли – упразднены или использованы в коммерческих целях.

3. Реструктуризация научно-технологического потенциала. При реформировании РКО Роскосмос проводит целенаправленную политику по сохранению и омоложению научных и технологических школ и направлений, которые в свое время обеспечили высочайшие достижения российской космонавтики и ракетной техники. В ходе реформирования предусматривается выделение внебюджетных средств из специализированных фондов для дополнительного целевого финансирования и поддержания творческих коллективов, ученых и конструкторов, являющихся носителями передового научно-технического потенциала отрасли.

4. Изменение организационной и управленческой структуры РКО. Основным способом реформирования организационной структуры РКО стало создание интегрированных структур. Планом реформирования предусматривается образование «ядра» отрасли в составе примерно 11 интегрированных структур, объединяющих около 70 самостоятельных предприятий. На них будет сосредоточено более 90 % работ по федеральной космической программе и государственному оборонному заказу в области ракетно-космической техники. Кроме того, в состав отраслевого «ядра» включаются несколько государственных предприятий, осуществляющих эксплуатацию и обслуживание космической техники, в том числе Федеральный космический центр «Байконур» и Центр эксплуатации объектов космической инфраструктуры [3].

Кроме крупных интегрированных структур, в состав отраслевого «ядра» самостоятельные средние или небольшие конструкторские и научно-исследовательские организации, успешно работающие на рынке и сохранившие научные школы.

Таким образом, реструктуризация РКО России представляет собой целый комплекс взаимосвязанных и разноплановых задач, требующих решений как на уровне отдельных предприятий и организаций, так и на уровне федеральных органов исполнительной власти. Для принятия таких решений необходимо разработать научно-методологический аппарат, позволяющий анализировать как отдельные экономические объекты, подвергаемые реструктуризации, так и соб-

ственно процесс реформирования, а также отдельные мероприятия и проекты.

Библиографические ссылки

1. О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. : распоряжение Правительства РФ от 17 нояб. 2008 г. № 1662-р : ред. от 08 авг. 2009 г. // Собрание законодательства РФ. № 47. Ст. 5489.

2. Афанасьев М. В., Гусев Ю. Г. Реструктуризация и реформирование ракетно-космической промышленности. Королев : ИПК Машпробот, 2004.

3. Роскосмос / под общ. ред. А. Н. Перминова. М. : РЕТАРТ, 2005.

T. R. Ulitskaya

JSC «Krasnoyarsk machine-building plant», Russia, Krasnoyarsk

PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF SPACE-ROCKET INDUSTRY

The question of reforming and development of space-rocket industry taking into account the basic priorities of a state policy in this area is considered, key directions of structural reorganization of industry are allocate.

© Улицкая Т. Р., 2010

Секция
«ЛОГИСТИКА В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ»

Т. Б. Андрусова, Ю. А. Гомонова, О. А. Титов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

КОСМОДРОМ «ВОСТОЧНЫЙ» КАК НОВЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ КОСМОНАВТИКИ

Рассмотрены основные направления развития космической отрасли в России, приведены причины строительства нового, современного, полноценного космического центра на территории страны. Также описан план строительства объектов космодрома, выявлены преимущества расположения комплекса, показано влияние проекта на социально-экономическое развитие Дальнего Востока и России в целом.

Говоря о космических перспективах России, можно выделить пять основных направлений развития отрасли: дистанционное зондирование Земли, навигация, производство в космосе новых материалов, развитие систем спутниковой связи, реализация лунной программы. По мнению специалистов, Луна в будущем может стать энергетической и сырьевой базой для земной цивилизации, поэтому уже сейчас необходимо задуматься о разработке комплексов, которые обеспечат транспортное сообщение между Луной и Землей, и создать для этого новую ракетно-космическую систему с более высокой экономической эффективностью (URL: <http://epr-magazine.ru/vlast/initiative/amur/>).

В результате распада СССР космодром «Байконур» оказался вне территории России, реализация космических программ оказалась зависимой от другого государства. Если применительно к гражданским системам это допустимо, то в отношении военных космических систем это исключено. Существующая система космических объектов России сегодня обеспечивает решение практически всего спектра задач страны в этой отрасли, но, по оценкам специалистов, так будет только до 2015 г. Для долгосрочной перспективы этого недостаточно.

В Амурской области планируется построить новый космодром «Восточный», с которого уже в 2015 г. должны отправиться в космос новые отечественные ракеты-носители, а затем и пилотируемые корабли. Административная и социальная инфраструктура будут находиться в ЗАТО Углегорск. Новый, современный, полноценный космический центр будет включать две пусковые установки, специальный комплекс для подготовки космонавтов и для проведения медицинского обследования, конструкторские бюро, сборочные предприятия, исследовательские лаборатории, технический университет. Для обеспечения строительства космодрома будут созданы завод кислородно-азотных смесей, водородный, стекольный, цементный заводы, а также необходимо возобновить строительство Нижнебурейской ГЭС. Необходимо проложить 150 км железнодорожных путей и столько же грунтовых дорог (см. выступление О. Н. Кожемяко «Перспективы развития Амурской области в рамках стратегии социально-экономического развития Дальнего Востока, Республики Бурятия, Забайкальского края и Иркутской области на период до 2025 года»).

Все это должно обеспечить запуски новых ракет-носителей уже в 2015 г.

«Восточный» имеет ряд преимуществ над существующими космодромами: реализуются все требуемые наклонения запуска космических аппаратов; начальный участок траектории полета ракет-носителей не проходит над густонаселенными районами России и над территориями иностранных государств; районы падения отделяющихся частей ракет-носителей расположены в малонаселенных областях территории России или в нейтральных водах; место расположения космодрома находится вблизи от железнодорожных, автомобильных магистралей и аэродромов (URL: <http://www.vremya.ru/2009/121/4/232878.html>).

В отличие от других космодромов в ходе строительства Восточного планируется учитывать оценку воздействия на окружающую среду. Важная особенность проекта – безопасное, экологически чистое топливо. Планируется использовать горючее нового поколения – нафтил, состоящий из углерода и водорода, поэтому выбросы будут содержать только органические вещества.

Решение задач создания обеспечивающей инфраструктуры космодрома только за счет средств федерального бюджета в современных условиях неэффективно. Развитие космонавтики, как одной из самых дорогостоящих отраслей, нерационально без международного сотрудничества. Планируется, что в проведении работ будут участвовать предприятия и организации 18 субъектов Российской Федерации, есть договоренности о сотрудничестве с японскими компаниями при строительстве водородного завода, аэродромного комплекса, административно-делового центра. Космодром будет располагаться в 120 км от китайской границы, и отношения с этой страной направлены на взаимовыгодное долгосрочное партнерское сотрудничество в экономической сфере, а не на военную конфронтацию.

Создание космодрома позволяет реализовать ряд позитивных политических, экономических и других факторов в интересах РФ. К числу основных из них необходимо отнести следующие: обеспечение независимости космической деятельности; повышение устойчивости функционирования и конкурентоспособности отечественной наземной космической инфраструктуры; создание благоприятных условий для

расширения международного сотрудничества в Азиатско-Тихоокеанском регионе в сфере космической деятельности; поддержка социально-экономического развития Дальневосточного региона страны, формирование условий для развертывания в регионе высокотехнологичной промышленности и укрепления потенциала научных организаций.

Главный итог – создание на территории страны самодостаточной по своим возможностям наземной

космической инфраструктуры, способной обеспечить выполнение задач перспективной космической деятельности страны. Будущий космодром станет только частью целого научно-производственного комплекса, своеобразной точкой роста экономики, к которой как магнитом будут притягиваться сопутствующие проекты и их обслуживание, что предполагает более мощное ускорение в развитии всего Дальневосточного региона.

T. B. Andrusova, Y. A. Gomonova, O. A. Titov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

COSMODROME «EAST» AS THE NEW STAGE OF DEVELOPMENT THE RUSSIAN ASTRONAUTICS

In work the basic directions of development of space branch in Russia are considered, the reasons of building of the new modern high-grade space center in territory of the country are produced. And also the ground plan of objects of the cosmodrome is described, advantages of an arrangement of a complex are revealed, influence of the project on social and economic development of the Far East and Russia as a whole is shown.

© Андрусова Т. Б., Гомонова Ю. А., Титов О. А., 201

УДК 338.33

Ю. А. Анищенко

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-КОРПОРАТИВНЫХ СТРУКТУР

Раскрываются понятие и сущность концепции диверсификации производственно-хозяйственной деятельности предприятий. Рассмотрен вопрос интеграции производственно-корпоративных структур на основе стратегических альянсов.

Одной из основных черт развития современной мировой экономики стала очевидная монополизация высокотехнологичных рынков транснациональными корпорациями. Войти в мировой рынок в новом высокотехнологичном качестве – актуальная и чрезвычайно сложная задача для российской экономики. Становление крупных корпоративных структур в наукоемком высокотехнологичном секторе позволит сконцентрировать и эффективно управлять ресурсами в масштабах, обеспечивающих устойчивость и стабильность развития всей отечественной экономики в условиях конъюнктурных колебаний рынка и иных кризисных проявлений. Интеграция предприятий обеспечивает консолидацию их промышленного, научно-технического, технологического, кадрового, финансового, интеллектуального потенциалов (капиталов) на основе единства стратегических целей функционирования и системы управления, а также учета интересов каждого участника, соблюдения правил корпоративного управления, распределения ответственности и пр. [1].

Повышение научно-технического и технологического уровня экономики предполагает завершённое построение технологических цепочек производства в

одной структуре на основе не только распространения новейших технологий, но и усложнение связей в самих цепочках, включая платежеспособных потребителей продукции. Таким образом, необходима диверсификация производства посредством объединения интересов предприятий в горизонтально или/и вертикально интегрированные бизнес-группы с соответствующей финансовой и торгово-сбытовой инфраструктурой. К этому предприятия подталкивают объективные причины не только внутреннего, но и внешнеэкономического характера: нарастание процессов глобализации, обостряющих конкуренцию и требующих объединения усилий российских товаропроизводителей.

Обладая рядом существенных преимуществ, диверсификация получила широкое распространение среди передовых отечественных и зарубежных предприятий. Благодаря одновременному развитию нескольких направлений деятельности организациям удастся добиться конкурентоспособности и рационального распределения ресурсов. Для более эффективного проведения диверсификации в составе предприятия выделяют группу направлений производственно-хозяйственной деятельности с четко выраженной специализацией или целью функционирования

(бизнес-единицы). Выделенные сегменты предприятия интегрируются с аналогичными структурами других предприятий – поставщиков, конкурентов или потребителей, образуя стратегические альянсы.

Партнерские взаимоотношения в альянсах содействуют не только получению новых конкурентных преимуществ, сбережению ресурсов, распределению риска, но также ускоренному продвижению предприятий на новые рынки и созданию перспективной базы для инвестиций. Формирование стратегических альянсов возможно не только при диверсификации производственно-хозяйственной деятельности предприятия, но и на любом этапе снабженческо-производственно-сбытового цикла, в зависимости от стремления конкретных предприятий совместить маркетинг, производство, разработку продукта или другие функции. Так, еще в 60-х гг. XX в. зарубежными классиками стратегического менеджмента было установлено, что крупные предприятия прибегают к диверсификации, когда руководство осознает, что имеющиеся производственные мощности и научный потенциал могут быть также эффективно использованы для освоения, производства и продажи новых товаров на новых рынках. Рост происходит либо при расширении производства на конкретных предприятиях для работы с теми же покупателями, либо при поиске новых рынков и поставщиков. Также возможен выход на новые рынки посредством разработки соответствующей продукции для различных групп покупателей.

Рассмотрим проблему развития стратегических альянсов при диверсификации производственно-хозяйственной деятельности предприятия. Заключение альянсов – это один из наиболее быстрых и доступных путей реализации глобальной стратегии и представляет собой «мягкую» организационную форму интеграции предприятий, которая позволяет вести совместную деятельность при сохранении учредителями юридической и хозяйственной самостоятельности. Этот факт приобретает особую значимость в современных условиях хозяйствования, поскольку позволяет не снижать темпов развития системы и не уменьшать гибкость реакции на изменения внешней среды.

Существуют разные точки зрения на сущность и роль альянсов. Если рассматривать задачу создания стратегических альянсов как достижение взаимовы-

годных целей каждой из материнских организаций, такие партнерства можно определить в качестве промежуточных кооперационных соглашений о потоках и взаимосвязях с использованием ресурсов и управленческих структур независимых организаций для совместного достижения целей организаций-партнеров в соответствии с их корпоративными миссиями. Если сделать акцент на распределении ресурсов, то стратегические альянсы могут рассматриваться как соглашения между двумя или более сторонами в целях обмена знаниями или ресурсами, которые могут быть нужными для обеих сторон. Определенный долгосрочный контракт, имеющий место в стратегических альянсах, обычно подразумевает обмен или/и объединение некоторых, но не всех, ресурсов организации с одним или несколькими предприятиями.

Для российских предприятий актуальность процессов интеграции и поиска новых форм кооперации обусловлена падением спроса и объемов производства, нехваткой инвестиций и оборотных средств, сокращением государственных заказов и неопределенностью перспектив развития. Используя синергию альянса, предприятия быстро развиваются благодаря эффективному слиянию знаний, навыков, финансовых средств, технологий, инфраструктуры, средств производства и т. д. В рамках стратегических альянсов возникает возможность мобилизации преимуществ мощной корпоративной структуры при сохранении национальной обособленности ее членов.

Таким образом, интеграция способствует укреплению производственно-хозяйственных связей между отдельными предприятиями; достижению оптимального сочетания современных производственных мощностей и передовой базы исследований и разработок; масштабному использованию технологических, продуктовых и организационно-управленческих инноваций; достижению оптимальных технологических цепочек, что позволяет существенно наращивать прибавочную стоимость конечного продукта, в том числе путем роста его наукоемкости.

Библиографическая ссылка

1. Рудцкая Е. Р., Хрусталева Е. Ю. Интеграционная методология инновационного развития наукоемких производств // Инновации. М. 2008. № 8. С. 83–90.

Y. A. Anischenko

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

INTEGRATION OF INDUSTRIAL – CORPORATE STRUCTURES

In clause the concept and the concept diversification reveal is industrial-economic activities the enterprises. The question of integration of industrial-corporate structures on the basis of strategic alliances is considered.

© Анищенко Ю. А., 2010

УДК 658.5.011.56

А. В. Анкудинов, И. В. Болдина, В. В. Двирный, Д. А. Матроницкий

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ПЕРВОГО ЭТАПА ERP-СИСТЕМЫ
НАУКОЕМКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Рассмотрены результаты экономической эффективности от внедрения начального этапа ERP-системы в среде программного обеспечения Open Plan.

В условиях современного предприятия возникла острая необходимость в постоянном информационном сопровождении выпускаемых изделий на основных стадиях всех жизненных циклов полного объема выполняемых работ в любой заданный промежуток времени. Для управления жизненным циклом изделия необходимо применить систему, которая позволила бы оптимизировать информационное сопровождение основных технических процессов: проектирования, планирования и контроля, изготовления, ввода в эксплуатацию и сопровождения, технической помощи, утилизации изделий.

Достичь высокого уровня организационной координации помогает использование автоматизированных систем управления ресурсами. Такие системы управления позволяют не только ускорить процессы изготовления изделий, но и оптимизировать издержки производства.

Это ERP-системы. ERP-система (англ. Enterprise Resource Planning System – система планирования ресурсов предприятия) – это интегрированная система на базе информационных технологий для управления внутренними и внешними ресурсами предприятия.

В такой крупной научно-технической интегрированной структуре, как ОАО «ИСС» появилась острая необходимость внедрения системы планирования ресурсов. В настоящее время в кооперацию входят 10 предприятий аэрокосмической отрасли. В процессе производства удаленность предприятий не позволяет своевременно создавать и оперировать отчетными формами о состоянии работ. Грамотное внедрение системы планирования ресурсов и обеспечение доступов к серверам удаленных предприятий позволит руководству оперативно получать информацию, уменьшить затраты, связанные с трудоемкостью работ.

На предприятии ОАО «ИСС» был запущен пилотный проект по внедрению ERP-системы. Выбран один из вариантов программного обеспечения – Open Plan.

Планирование, управление и контроль работ подразделений объединения осуществляется посредством семи основных этапов, которым предшествует создание и приведение в рабочую готовность организационно-технических средств системы сквозного планирования и электронной базы данных существующих средств автоматизированной системы управления объединения, доработанных в части обеспечения двухстороннего непрерывного программного интерфейса со средой программного обеспечения Open Plan.

На первом этапе планирования, управления и контроля работ подразделений объединения использование системы Open Plan подразумевает собой разработку и утверждение «Генерального графика работ ОАО «ИСС» имени академика М. Ф. Решетнева». На последующих этапах происходит разработка генеральных сквозных графиков работ по каждой теме (заказу) предприятия, их согласование и утверждение генеральным конструктором и генеральным директором; затем подразделения, являющиеся головными за подэтапы генерального сквозного графика работ по теме (заказу), разрабатывают сетевые графики подэтапов с обеспечением выполнения подэтапов генеральных сквозных графиков работ в утвержденные сроки, согласовывают сетевой график подэтапа с головными подразделениями и подразделениями-соисполнителями, подписывают у ведущего менеджера проекта и утверждают у главного конструктора направления вместе с перечнем работ сетевого графика работ по форме определенного образца; создание (наполнение) баз данных существующих в объединении автоматизированных систем управления планирования работ подразделений на основе сетевого графика подэтапов по каждому подэтапу генеральных сквозных графиков работ с обеспечением непрерывного программного интерфейса с подэтапами, определенными в генеральном графике. После оформления отчетной информации о выполнении работ, происходит введение в базу данных отчетной информации за прошедший плановый период, подведение ежемесячных итогов работы всех подразделений с выпуском приказа о премировании в соответствии с «Положением о премировании контроле и отчетности в ОАО «ИСС», доведение результатов работы подразделений за истекший плановый период до руководства. Завершающим этапом создается формирование приемо-сдаточных документов согласно заключенных контрактов и сдача заказчиком выполненных этапов работ.

В программной среде Open Plan была подготовлена и утверждена сетевая модель ОКР по теме, охватывающая весь период проведения опытно-конструкторских работ по созданию КК с 1999 по 2011 гг., а также модель работ всего цикла серийного изготовления изделия. В программной среде Open Plan была разработана и создана «Матрица кодирования основных этапов работ по созданию и эксплуатации спутниковых систем связи, навигации, геодезии и специального назначения», в которой поэтапно струк-

турируются все составные части космических систем, космических комплексов, наземных специальных комплексов, ракетно-космических комплексов, космических аппаратов и их составных частей, создаваемых в ОАО «ИСС» (или кооперацией разработчиков при участии ОАО «ИСС»).

Важным результатом внедрения ПО Open Plan помимо повышения качества управляемости предприятием в целом и конкретными проектами в частности, является получение экономического эффекта, связанного со снижением трудоемкости работ. При внедрении ПО Open Plan происходит значительное снижение ошибок, зависящих от человеческого фактора, вследствие автоматизации конкретных видов планово-учетных и аналитических работ.

Локальными примерами косвенной эффективности, проявляющейся в конечных результатах деятельности предприятия, могут быть:

- сокращение сроков составления сводок, отчетов;
- повышение качества планово-учетных и аналитических работ;
- сокращение документооборота;
- повышение культуры и производительности труда.

Применительно к ОАО «ИСС» дана оценка эффективности за счет следующих показателей: исключения выпуска различных документов; исключения выпуска квартальных планов; снижения количества решений о переносе; повышение качества планово-учетных и аналитических работ в части снижения трудозатрат по оценке (анализу) загрузки подразделений, объемов поставок БА и к/а работ; формирования бюджета плана по темам в среде ПО Open Plan.

A. V. Ankudinov, I. V. Boldina, V. V. Dvirniy, D. A. Matronitsky

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

EFFICIENCY OF INTRODUCTION OF FIRST STAGE ERP OF SYSTEM THE HIGH TECHNOLOGY ENTERPRISE

Results of economic efficiency from introduction of initial stage ERP of system in the environment of software Open Plan are considered

© Анкудинов А. В., Болдина И. В., Двирный В. В., Матроницкий Д. А., 2010

УДК 332.1

Е. В. Афанасьева, Н. Р. Рожкина, А. А. Рымарчук

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ВЛИЯНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА НА ФОРМИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО КРЕДИТОВАНИЯ

Рассмотрены пути практической реализации инновационного кредитования в Российской Федерации в условиях экономического кризиса и перспективы быстрого решения имеющихся проблем, а также особенности взаимодействия одного из российских банков с Росавиакосмосом.

Для финансирования структурных изменений в экономике и развития новейших прогрессивных производств предприятиям нужны инвестиционные кредитные ресурсы. В настоящее время большинство региональных банков предоставляет кредиты только стабильно работающим предприятиям, в основном на короткие сроки для целей пополнения оборотных средств.

Сегодня банковскому сектору важно извлечь уроки из мирового финансового кризиса и использовать иные, более действенные, подходы в формировании кредитной активности. Одной из причин банковского кризиса в России является то, что с 2002 г. рост реальных доходов населения постоянно возрастал. Это позволило населению резко наращивать объем кредитования в банках. В этих условиях в своей кредитной

практике банки перешли от модели с тщательным анализом кредитного риска на каждого заемщика к модели «массового обслуживания незнакомцев» и приобретения кредитного риска, вследствие чего банки столкнулись с тем, что имеют сейчас – с массой «плохих» долгов [1].

Нужно уже сейчас при помощи государства реструктурировать накопленную задолженность, расчитать балансы банков и заемщиков. Тогда можно будет дать предприятиям реального сектора средства на модернизацию производств и внедрение передовых технологий. А проблемные долги поэтапно, на гибкой основе, будут возвращаться за счет реализации конкурентной продукции, выпускаемой обновленной промышленностью. При этом инвестиционными средствами может стать целевая кредитная эмиссия,

обеспеченная ликвидными на мировом рынке природными ресурсами и произведенными из них товарами.

Еще одним из важнейших условий развития инвестиционного кредитования является выработка целевой программы, способствующей трансформации коротких денег на балансах банков и на денежном рынке в единые инвестиционные ресурсы российского национального происхождения.

Сегодня национальная экономика не генерирует длинные свободные ресурсы, а роль на финансовом рынке пенсионных фондов и страховых компаний, как источников долгосрочного фондирования, незначительна. Доля кредитов сроком более пяти лет составляет 5 % от их общей массы. Поэтому банки, как правило, при кредитовании долгосрочных проектов используют, в том числе, и ресурсы меньшей срочности. Отсюда актуальной является задача внедрения денежными властями для кредитных организаций определенных гарантийных инструментов, с помощью которых можно было бы автоматически осуществить рефинансирование определенных классов стандартизированных активов банков при наступлении страховых случаев.

Значительный разброс возможностей банков напрямую влияет и на протекающие инновационные процессы. Для создания и реализации спектра продуктов, потенциально востребованных на рынке, одному банку иногда недостаточно собственных мощностей, финансовых ресурсов и инновационного потенциала. Поэтому в сфере инновационного управления банковской деятельностью отмечено создание межструктурных образований в форме долгосрочных стратегических союзов, партнерских соглашений и т. д., подразумевающих реализацию совместных мероприятий для осуществления инновационных проектов. В процессе их осуществления происходит обмен ноу-хау, имеющимися базами данных, использование совместных площадей, совмещение технологий и т. п. Таким образом, реализуется идея превращения любого коммерческого банка в финансовый супермаркет, в котором клиент может приобрести необходимый пакет услуг.

Также, вероятно, важным является наличие в банке команды профессионалов, способной принимать решения по инвестиционным проектам, оцениваемым на индивидуальной основе, совместно с заемщиками доводить кредитные проекты до эффективного завершения, опираясь на процессные подходы и стандартизацию банковского сервиса. Большое значения имеют использование банком новаторских технологий, опыт сопровождения инвестиционных кредитов, знания в области коммерциализации и трансфера технологий.

При этом должны быть востребованы и региональные команды профессионалов банковского дела на базе действующих добросовестных банков [2].

В качестве примера инновационной деятельности может быть представлен банк «ФондСервисбанк» [3].

Банк содействия предпринимательству «ФондСервисбанк» (открытое акционерное общество) образовался в июле 1994 г. и на сегодняшний день является отраслевым банком Росавиакосмоса и подведомственных ему ракетно-космических и авиационных предприятий. Благодаря тесному взаимодействию с Российским авиационно-космическим агентством, «ФондСервисбанк» участвует в финансировании авиационных программ (например таких, как «Экология и космос» и «Ракетные двигатели и космос») и Федеральной космической программы России. Кроме того, «ФондСервисбанк» вошел в число организаторов III Международной конференции-выставки «Малые спутники. Новые технологии, миниатюризация. Области эффективного применения в XXI в.».

Клиентам «ФондСервисбанка» предоставляется полный комплекс банковских услуг, большое внимание уделяется обслуживанию международных торговых операций, предлагается проектное и торговое финансирование экспортно-импортных операций.

Основную часть клиентской базы составляют государственные унитарные предприятия, связанные в единую технологическую цепочку. Все они заинтересованы в качественной, надежной системе финансирования и быстром решении текущих вопросов. Сегодня такую систему обслуживания может предложить только отраслевой банк, специалисты которого знакомы со всеми звеньями существующих технологических цепочек, начиная от поставки комплектующих и заканчивая запуском ракеты или космического аппарата.

Таким образом, одними из важнейших факторов успеха в практической реализации инновационного кредитования являются быстрее решение накопившихся проблем, активизация совместных усилий государства, бизнеса и банковского сообщества по выработке практических мер, направленных на универсализацию банковских услуг и создание новых, специфических, индивидуальных банковских продуктов.

Библиографические ссылки

1. Мехряков В. Д. Уроки кризиса и новые подходы в формировании кредитной активности // Банковское дело. 2010. № 5. С. 46–48.
2. Гуревич М. И. Как запустить инновационное кредитование: взгляд регионального банка // Банковское дело. 2010. № 5. С. 49–51.
3. ФондСервисбанк : офиц. сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fondservice.ru/>

E. V. Afanasyeva, N. R. Rozhkina, A. A. Rymarchuk

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

INFLUENCE OF THE ECONOMIC CRISIS ON FORMATION OF INNOVATIVE CREDITING

In this article ways of practical realization of innovative crediting in Russian Federation in conditions of an economic crisis and prospects of the fastest decision of existing problems are considered.

© Афанасьева Е. В., Рожкина Н. Р., Рымарчук А. А., 2010

УДК 658.3.01

Н. А. Белозерова, О. А. Титов

ОАО «Красноярский машиностроительный завод», Россия, Красноярск

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПЕРСОНАЛА

Рассматриваются основные понятия и проблемы, возникающие при оценке персонала с применением компетентностного подхода.

В настоящее время на предприятиях авиационно-космического комплекса все большую актуальность приобретают вопросы управления человеческим капиталом, возрастает роль оценки персонала. Именно в квалифицированном персонале, способном самостоятельно принимать эффективные решения в нестандартных ситуациях, заложены основные резервы регулирования и влияния на функционирование всей организации, обеспечивающие конкурентные преимущества предприятия, способствующие его процветанию и развитию. Необходимо также учитывать определенный риск наступления как благоприятных, так и отрицательных результатов от оценки кадров, возникающий при неправильном, несистематическом и поверхностном использовании методов. Кроме того, проблема внедрения системы оценки персонала на предприятиях обусловлена разрозненным характером методик в разных науках, таких как теория управления, управление персоналом, экономика, социология и психология труда. Остро стоит проблема в переложении зарубежного опыта на российские предприятия.

В настоящее время наибольшую популярность получил компетентностный подход к оценке персонала, предполагающий смещение процесса оценки в сторону развития кадрового потенциала, повышения компетентности сотрудников, эффективного применения их знаний и навыков. При разработке компетентностной модели оценки персонала следует различать понятия «компетенция» и «компетентность» работника. В современной литературе предлагается множество неоднозначных трактовок данных понятий, приведем наиболее подходящие определения. Компетенция работника – совокупность полномочий, которыми обладают или должны обладать определенные лица согласно законам, нормативным документам, уставам, положениям. Компетентность работника – это знания, опыт в определенной области науки, деятельности, жизни [1; 2].

К определению сущности профессиональной компетентности в производственных системах применяется несколько подходов:

1. Функционально-деятельностный – объединяющий теоретическую и практическую готовность к осуществлению профессиональной деятельности, к выполнению профессиональных функций, при которых основные параметры задаются функциональной структурой профессиональной деятельности.

2. Универсальный – связывающий профессиональную компетентность с базовой квалификацией специалиста и позволяющий человеку ориентироваться в широком круге вопросов, не ограниченных спе-

циализацией, обеспечивая социальную и профессиональную мобильность личности, открытость к изменениям и творческому поиску, способность к самовыражению, самообразованию и саморазвитию.

3. Личностно-деятельностный – рассматривающий труд и личность профессионала в неразрывном единстве, направленный на формирование профессионала как человека в профессии через специфику профессиональной деятельности, которая предполагает взаимодействие с другими людьми и воздействие на них [3]. То есть компетентность должна быть: в узкой (специальной) и в широкой (инвариантной к различным специальностям) области профессиональной деятельности; в общенаучной сфере (базе соответствующей профессии); в сфере социальных отношений; аутопсихологической (готовность к критической самооценке, постоянному повышению квалификации).

Нередко на практике выделяются четыре вида таких компетенций, как инструментальные (включают в основном начальные способности, базовые общие знания и знания по профессии); межличностные (описывают готовность к социальному взаимодействию, умению работать в группе, способность к самокритике, приверженность к этическим ценностям, толерантность); системные (отражают способность системно применять полученные знания на практике, осуществлять исследования, генерировать новые идеи, адаптироваться к новым ситуациям и др.); специальные – характеризуют владение профессиональными знаниями, навыками, умениями на определенном уровне, способность проектировать свое дальнейшее профессиональное развитие [4]. Обладание в полной мере всеми перечисленными видами компетентности означает зрелость человека и в профессиональной деятельности, и в профессиональном общении, и в становлении личности как профессионала, и в проявлении его как индивидуальности.

Кроме того, выделяют следующие компетенции: корпоративные (ключевые) – поддерживают миссию и ценности компании и применимы к любой должности в организации; управленческие компетенции, применяемые в отношении должностей всех уровней управления (руководителей); личностные компетенции – духовная зрелость, понимание себя и других людей, владение приемами личностного самовыражения и самореализации, готовность к профессиональному росту, организация своего труда без перегрузок времени и сил, противостояние профессиональным деформациям личности. Как показывает практика, некоторые организации используют лишь один вид компетенций [2].

Существуют определенные преимущества и недостатки оценки персонала на основе модели компетенций. К преимуществам можно отнести: установление взаимопонимания между сотрудниками разных отделов и уровней при разработке единых стандартов описания эффективности; согласованность руководства при оценке работника; определение сильных и слабых сторон каждого сотрудника и планирование его карьеры и развития; формирование кадрового резерва; разработка стандартов качества выполняемых работ. К недостаткам метода оценки персонала можно отнести: длительный и трудоемкий процесс подготовки списка компетенций; формирование группы экспертов и их обучение; дорогостоящая и трудоемкая детальная оценка каждого критерия, уровня его выраженности; высокая вероятность ошибки при разработке моделей и профиля компетенций.

Таким образом, компетентностный подход требует тщательной подготовки и проработки вопроса с привлечением множества ресурсов.

Библиографические ссылки

1. Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. Современный экономический словарь. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Инфра-М, 2004.
2. Спенсер Л. М., Спенсер С. М. Компетенции на работе: пер. с англ. М.: НРРО, 2005.
3. Управление в педагогических системах: монография / В. А. Адольф [и др.]; под ред. Н. П. Чурляевой; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2009.
4. Чурляева Н. П. Структурно-компетентностный подход к построению педагогической системы подготовки специалистов в техническом вузе: моногр. / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005.

N. A. Belozerova, O. A. Titov

JSC «Krasnoyarsk machine-building plant», Russia, Krasnoyarsk

COMPETENCE APPROACH IN PERSONNEL RATING

Article describes problems and main definitions of personal rating used with competence approach.

© Белозерова Н. А., Титов О. А., 2010

УДК 669.78

В. А. Богомолов, Ю. В. Данильченко

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЙ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ В КОНТЕКСТЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ СТРАНЫ

Рассматривается соотношение стратегических целей деятельности предприятий космической отрасли России и стратегических целей развития страны, важность их соответствия для успешной деятельности предприятия.

В конце 2008 г. в России началось замедление темпов экономического развития. Причиной этому послужил мировой финансовый кризис, докатившийся и до России. В 2009 г. его влияние на экономику стало очевидным.

В 2009 г. ВВП России сократился на 5,62 %, индекс промышленного производства в России сократился на 9,84 %, в Красноярском крае – на 9,49 %. Индекс производства по виду экономической деятельности «Обрабатывающие производства» в целом по России в 2009 г. упал на 15,62 %, в Красноярском крае – на 9,42 %.

Кризис 2008–2009 гг. наглядно показал, что в борьбе за выживание на рынке побеждают те компании, деятельность которых стратегически важна для государства. Наибольшую государственную поддержку во время кризиса получили:

– кредитно-финансовые институты, так как их банкротство привело бы к банкротству компаний реального сектора;

– сырьевые компании, так как экспорт природных ресурсов – основа экономики страны;

– предприятия оборонно-промышленного и аэрокосмического комплексов, так как данные отрасли критически важны для обороноспособности страны.

Государственная поддержка предприятий может заключаться в следующем:

- участие государства в капитале предприятия;
- поддержка с помощью государственного заказа;
- предоставление субсидий на возмещение ранее понесенных затрат;
- предоставление государственных гарантий и поручительство;
- выдача льготных займов.

Для предприятий космической отрасли России поддержка государства – необходимое условие существования. Однако для получения господдержки, деятельность предприятий должна соответствовать стратегическим целям государства в данной сфере, которые закреплены в Федеральной космической программе России на 2006–2015 гг.

Главная цель, сформулированная в Федеральной космической программе России на 2006–2015 гг. – удовлетворение растущих потребностей государственных структур, регионов, а также населения страны в космических средствах и услугах. Базисом для решения этих задач должно послужить:

- расширение и повышение эффективности использования космического пространства для решения задач в экономической, социальной, научной, культурной и других областях деятельности, а также в интересах безопасности страны;

- расширение международного сотрудничества в области космической деятельности;

- укрепление и развитие космического потенциала, обеспечивающего создание и использование космических систем и комплексов с характеристиками, соответствующими мировому уровню развития космической техники, а также гарантированный доступ и необходимое присутствие в космическом пространстве.

Соответственно, именно направленность предприятия на достижение этой поставленной цели является гарантом того, что предприятие вправе рассчитывать на государственную поддержку.

В настоящий момент ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева» участвует в реализации приоритетных направлений развития отечественной космонавтики: Федеральной космической программы (2006–2015 гг.) и Федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система».

В соответствии с Федеральной космической программой России формируется государственный заказ на создание и использование космической техники в научных и социально-экономических целях.

ОАО «ИСС» является головным исполнителем по ряду важнейших проектов: спутников серии «Экспресс-АМ», «Луч-5А/5Б», «Гонец-М». Предприятие также работает над проектами других космических аппаратов на базе платформ «Экспресс-2000» и «Экспресс-4000».

Федеральная целевая программа ГЛОНАСС направлена на дальнейшее развитие и эффективное использование Глобальной навигационной спутниковой системы за счет внедрения передовых технологий спутниковой навигации в интересах социально-экономического развития страны и обеспечения национальной безопасности. ОАО «ИСС» отвечает за космический сегмент системы и является головным предприятием по разработке и созданию навигационных космических аппаратов. В настоящее время на предприятии изготавливаются спутники второго поколения «Глонасс-М» для выполнения орбитальной группировки и ведется активная разработка спутника следующего поколения «Глонасс-К». Этот перспективный аппарат с улучшенными характеристиками будет создаваться для модернизации системы.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что в настоящий момент деятельность ОАО «Информационные спутниковые системы» тесно интегрирована в программу развития отечественной космонавтики. Это обеспечивает предприятию государственную поддержку в виде государственного заказа, что позволило предприятию в 2009 г. не только не ощутить негативного влияния кризиса, но и значительно улучшить свое финансовое положение.

Так, в 2009 г. выручка предприятия выросла на 46,9 % и составила 14,1 млрд руб. (против 9,6 млрд в 2008 г.). При этом был зафиксирован более чем четырехкратный рост чистой прибыли – 954,3 млн руб. против 233,7 млн руб. в 2009 г.

Проведенное исследование позволяет сделать заключение о том, что соответствие целей и задач деятельности предприятия стратегическим целям страны – необходимое условие выживания предприятия в современных условиях.

V. A. Bogomolov, Y. V. Danilchenko

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

STRATEGIC TARGETS OF SPACE INDUSTRY COMPANIES IN CONTEXT OF COUNTRY'S STRATEGIC TARGETS

Correlation of strategic targets of space industry companies and country's strategic targets is covered. The importance of their correspondence for successful functioning of company is comprised.

© Богомолов В. А., Данильченко Ю. В., 2010

А. А. Бойко, Н. В. Бахмарева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ПРОЦЕССНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО
УПРАВЛЕНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВОМ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ
ПРЕДПРИЯТИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ***Предлагаются принципы построения инструментов процессно-ориентированного управления производством основных производственных фондов предприятий ракетно-космической промышленности.*

Эффективность работы любой организации в значительной степени определяется эффективностью управления, его соответствием внутренним и внешним условиям деятельности предприятия. Изменение этих условий вызывает изменения подходов к управлению. Необходимость совершенствования управления производством основных производственных фондов (ОПФ) предприятий ракетно-космической промышленности (РКП) обосновывается количественными и качественными изменениями в технической базе производства и возросшими задачами по ее использованию, что оказывает прямое влияние на конечный результат финансово-хозяйственной деятельности данных предприятий.

Пристального внимания заслуживает процессный подход к управлению как путь решения проблем управления и реализации современных требований к управлению производством ОПФ. Большинство специалистов сходятся во мнении, что переход от функционального управления производством ОПФ к процессно-ориентированному требует применения инструментов, способных осуществить не только переход к управлению на основе процессного подхода, а сделать это комплексно, с максимальной эффективностью и с закреплением полученного результата.

Выявленный и систематизированный инструментарий процессно-ориентированного управления, подлежащий обязательному использованию на всех этапах при описании процессного подхода, включает в себя: схему цепочек создания ценности (ЦСЦ); систему бизнес-процессов (СБП); матрицу распределения административных задач управления (РАЗУ); систему показателей управления (СПУ). Для эффективного применения инструментов процессно-ориентированного управления производством ОПФ необходимо сформулировать принципы их построения, которые, по мнению авторов, должны основываться на общих принципах процессного подхода (принципах менеджмента качества) заложенных в стандартах ИСО 9000, учитывать особенности данного процесса и отражать основные требования к управлению производством ОПФ. Решение этих вопросов позволило сформулировать принципы построения инструментов процессно-ориентированного управления (ПОУ) производством ОПФ предприятий РКП (см. таблицу).

Сформулированные принципы ПОУ позволяют разработать инструменты процессно-ориентированного управления производством ОПФ предприятий РКП для осуществления изменений в управлении данной сферой.

Принципы построения инструментов ПОУ производством ОПФ

Инструмент ПОУ	Принципы построения инструментов ПОУ	Содержание принципа
ЦСЦ	1. Необходимая полнота (достаточность)	При разработке схем ЦСЦ производства ОПФ показываются основные стадии жизненного цикла этого процесса
	2. Разделение форм производства ОПФ	При разработке схем ЦСЦ производства ОПФ строятся две ЦСЦ (натуральная и стоимостная)
	3. Системообразующие связи	При разработке схем ЦСЦ производства ОПФ отражаются основные материальные, стоимостные и информационные системообразующие связи
	4. Обратная связь	При описании бизнес-процессов управления ЦСЦ отражаются информационные потоки обратной связи как внутри каждой ЦСЦ (натуральной и стоимостной), так и между ними
СБП	1. Учет разделения форм производства ОПФ	СБП производства ОПФ должна строиться с учетом натуральной и стоимостной форм производства ОПФ
	2. Эффективность управления	Целью построения СБП производства является повышение эффективности управления этим процессом
	3. Единство действий	Построение СБП производства ОПФ должно быть ориентировано на формирование единой структуры управления, обеспечивающей эффективное межфункциональное взаимодействие всех подразделений, участвующих в этом процессе с ориентацией их на конечный результат
	4. Совмещение основных и вспомогательных бизнес-процессов	При построении СБП производства ОПФ необходимо отражать как основные, так и вспомогательные бизнес-процессы

Инструмент ПОУ	Принципы построения инструментов ПОУ	Содержание принципа
СПУ	1. Стратегическая направленность	СПУ строится с учетом выбранного варианта (стратегии) воспроизводства ОПФ
	2. Операционная результативность и эффективность	СПУ должна обеспечивать измерение операционной результативности и эффективности воспроизводства ОПФ независимо от выбранного варианта воспроизводства ОПФ
	3. Измеряемая потребительская удовлетворенность	СПУ должна давать возможность измерять удовлетворенность потребителя как результатами входящих бизнес-процессов так и результатами всей системы бизнес-процессов
	4. Комплексность	Комплексный подход при разработке показателей как для всей системы бизнес-процессов так и для каждого процесса в отдельности. При разработке показателей всей системы процессов и каждого отдельного процесса воспроизводства ОПФ необходимо рассматривать показатели по стадиям и формам
	5. Процессная ориентация	Привязка СПУ к процессам и использование ее для определения показателей структуры подразделений

A. A. Boyko, N. V. Bahmareva

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF TOOLS THE PROTSSESSNO-FOCUSED MANAGEMENT OF REPRODUCTION OF THE BASIC PRODUCTION ASSETS OF THE ENTERPRISES THE SPACE-ROCKET INDUSTRY

Principles of construction of tools of the protsessno-focused management are offered by reproduction OPF of enterprises RKP.

© Бойко А. А., Бахмарева Н. В., 2010

УДК 621.0

В. П. Вашкевич, В. В. Двирный, Г. И. Овечкин

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ

Рассмотрены некоторые инновационные проекты, а также способ увеличения количества инноваций за счет развития интеллектуального потенциала.

В настоящее время инновационная деятельность в технологической сфере осуществляется преимущественно на промышленных предприятиях, а также в организациях малого бизнеса. Основными разработчиками нововведений являются организации научно-технологической сферы России – отраслевые научно-исследовательские и конструкторские организации, академические научные организации и вузы, а также сами промышленные и малые предприятия. Наиболее распространенным объектом исследования при изучении инновационной деятельности являются промышленные предприятия, поскольку именно промышленность является основным потребителем создаваемых технологических инноваций. Повышение требований к качеству продукции, продолжительности срока эксплуатации побуждают производителей

искать новые технические решения, совершенствовать уже имеющиеся проекты.

Новейшие разработки сибирских спутникостроителей неоднократно удостоивались высших наград международных салонов в Швейцарии, Бельгии и других странах. Во всем мире предприятие известно перспективными изобретениями в области создания космических аппаратов и их систем. На сегодняшний день трое сотрудников фирмы удостоены почетного звания «Заслуженный изобретатель Российской Федерации». Статистика показывает, что количество поданных заявок на изобретения в 2007 г. – 59, в 2008 г. – 64, в 2009 г. – 53, в 2010 г. – 41 (на данный момент). Получено патентов: 2007 г. – 27, 2008 г. – 49, 2009 г. – 53, 2010 г. – 48 (на данный момент). Количество патентов можно увеличить за счет использования творческого

потенциала молодых специалистов, обучающихся на кафедрах вузов. Сегодня предприятие организует подготовку специалистов по специализированным техническим направлениям на базе факультетов повышения квалификации и центров дополнительного образования вузов, участие в научно-технических конференциях. С 2006 г. предприятие оказывает помощь молодым специалистам при поступлении в очные аспирантуры на бюджетные места СибГАУ, СФУ, ТГУ, ТПУ, ТУСУР и КАИ без отрыва от производства. На данный момент по направлению ОАО «ИСС» обучение в аспирантурах проходят 76 молодых специалистов, еще 32 поступят осенью этого года. Каждая диссертация включает как минимум один инновационный проект, который может быть запатентован и внедрен на производстве. Следовательно, аспирант, получая знания, создает инновационные проекты, приобретает навык в новаторской деятельности, а также знакомится с правовой защитой интеллектуальной собственности, приносит выгоду своему предприятию. К числу таких инновационных проектов относятся безлюфтовая зубчатая передача и гаечный ключ с ограничивающим усилием.

Безлюфтовая зубчатая передача. Предлагаемое изобретение относится к машиностроению и может быть использовано при передаче больших усилий при вращении с высокой степенью точности. Патентный анализ показал, что многие изобретения имеют ряд недостатков, таких как невозможность длительного функционирования устройства с повышенной точностью при вращении из-за образования люфтов в процессе эксплуатации, что нежелательно при определенных условиях эксплуатации, например в космосе. Задачей изобретения является обеспечение длительного срока эксплуатации с повышенной точностью. Поставленная задача решена за счет того, что безлюфтовая зубчатая передача содержит корпус с проточками, с размещенными в них ведущим и ведомым зубчатыми колесами, выполненными с промежуточными элементами зацепления, которые расположены на периферии ведущего колеса с сопряжением с поверхностью проточки. Промежуточные элементы за-

цепления подпружинены гибким фиксирующим элементом. Данная конструкция безлюфтовой зубчатой передачи позволяет конструктивно просто устранить люфты в зубчатых передачах при выработке ресурса промежуточных элементов зацепления, обеспечить повышение надежности и эксплуатационных возможностей, повысить точность угла поворота при вращении.

Гаечный ключ с ограничивающим усилием. Изобретение относится к области силоизмерительной техники и может быть использовано на машиностроительных и других предприятиях при выполнении сборочных работ, требующих затяжки резьбовых соединений с регламентируемым моментом. Задачей изобретения является создание устройства, реализация которого позволяет повысить надежность и стабильность работы с заданным усилием затяжки. Поставленная задача достигается за счет того, что гаечный ключ с ограничивающим усилием, включает корпус, рукоятку, поводок с равномерно расположенными лунками по периферии для сдерживающего взаимодействия от проворачивания до определенного усилия с подпружиненным элементом в корпусе. Поводок выполнен с фланцем и имеет возможность перемещения относительно корпуса вдоль своей продольной оси с удержанием в корпусе. Работа устройства заключается в следующем. Устанавливают требуемый момент затяжки гайки путем воздействия на пружину. Ключ посредством стандартной накидной головки соединяют с гайкой. Производят процесс вращения рукоятки относительно оси закручиваемой гайки. Гайка будет закручиваться до тех пор, пока момент затяжки не превысит величины, выставленной на градуировочной шкале. Произойдет прокручивание рукоятки относительно поводка. Тем самым обеспечивается заданный момент затяжки гайки. Точность тарировки осуществляют путем подбора плоских пружин с соответствующей упругостью.

На оба вышеназванных технических решения оформлены материалы, которые поданы в Роспатент для рассмотрения их в качестве изобретений. В виду этого более детальное рассмотрение их конструкции не представляется возможным до получения временной правовой охраны.

V. P. Vashkevich, V. V. Dvirniy, G. I. Ovechkin

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

INNOVATION DESIGN

The article covers some innovation projects as well as the method of increasing the number of innovations due to the development of intellectual potential.

© Вашкевич В. П., Двирный В. В., Овечкин Г. И., 2010

УДК 334.027

Ф. А. Волошин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФИНАНСИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Раскрыты особенности финансирования инновационной деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса в кризисный период. Выявлены факторы, влияющие на финансирование инновационной деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса.

Значимость оборонно-промышленного комплекса (ОПК) для страны сложно переоценить. В экономике многих стран ему отводится особое место, а с наступлением кризисных явлений его значение только увеличивается. Одной из особенностей ОПК является наличие в его структуре полного инновационного цикла. Развитие инновационных программ невозможно без комплексного финансирования, как самой отрасли, так и инновационных направлений, проектов внутри предприятия.

На финансирование инновационной деятельности предприятий ОПК в последние 2–3 года, безусловно, повлиял экономический кризис. В качестве положительного момента стоит отметить, что в посткризисный 2010 г. в бюджете страны предусмотрены траты на оборону большие, чем в предыдущем 2009 г. Данный факт выделяется в структуре дефицитного бюджета и сокращения финансирования в других отраслях.

Следует отметить, что и структура выделяемых средств государством изменилась. Сокращение целевых расходных статей федерального бюджета правительство компенсировало введением федеральных целевых программ, а также помощью в рамках внепрограммной части адресной инвестиционной программы. Основную долю в финансировании инновационной деятельности занимают по-прежнему государственные источники финансирования.

Основные источники финансирования инновационной деятельности на предприятиях ОПК:

– государственные источники: бюджетные средства, средства гособоронзаказа, средства федеральных целевых программ, госинвестиции в рамках внепрограммной части федеральной адресной инвестиционной программы, государственные субсидии;

– собственные источники: амортизация, нераспределенная прибыль, доходы от коммерческой реализации продукции и технологий двойного назначения;

– привлеченные средства внешних источников: банковское финансирование, долевое участие в проектах инвесторов, выигранные гранты.

Несмотря на значительные вливания бюджетных средств в ОПК, большинство из них не были потрачены на инновационное развитие. Инновационная деятельность сама по себе многогранна, а финансирование инновационной деятельности оборонных предприятий еще и усложняется в силу специфики отрасли. Нами были выявлены и проанализированы факторы, влияющие на финансирование инновационной деятельности предприятий ОПК.

Следует различать прямые и косвенные факторы. К прямым факторам можно отнести следующие: стоимость нововведений; наличие собственных финансовых ресурсов у предприятий ОПК; финансовую поддержку со стороны государства (налоговые льготы, гранты, федеральные целевые программы (ФЦП) и т. д.); наличие комплексной программы поддержки инновационных производств, как внутри группы компаний холдинга, так и на уровне государства; степень риска и ответственности при финансировании инноваций; размер и стабильность гособоронзаказа; наличие положительного опыта внедрения, производства, разработки, коммерческого успеха конечного результата инноваций; конкуренция на международном рынке военной техники и вооружений в той области промышленности, куда предполагается направить финансирование; наличие инновационных, перспективных разработок на предприятиях ОПК; финансовые возможности и приоритеты инвесторов.

Косвенные факторы, влияющие на финансирование инновационной деятельности предприятий ОПК

Косвенные факторы	
Внешние	Внутренние
Разновидность форм привлекаемых источников финансирования	Рентабельность операционной деятельности
Налоговая нагрузка предприятия	Уровень кредитоспособности предприятия
Стоимость привлекаемого финансирования	Наличие собственных источников финансирования
Уровень инфляции в стране	Отраслевые особенности предприятия
Уровень развития финансового рынка	Уровень инновационной активности предприятия ОПК
Условия приобретения продукции естественных монополий	Параметры инновационных проектов
Состояние рынка сбыта продукции или услуги	Финансовая репутация предприятия
Инвестиционная привлекательность отрасли	Квалификация специалистов финансовых служб
Бюрократизм государственных органов управления	Организационное и информационное обеспечение финансовой деятельности

К косвенным факторам можно отнести все те обстоятельства, которые напрямую не влияют на финансирование инновационной деятельности ОПК, но по тем или иным причинам могут повлиять на принятие подобного решения. Дополнительно их разделяют на внешние и внутренние факторы (см. таблицу).

Поддержка государства в кризисный период носит комплексный характер, однако средства, направленные в ОПК, по большому счету, не пошли на финан-

сирование инноваций. В отрасли наблюдаются системные проблемы по эффективному освоению средств. Поэтому наличие комплексных мер в посткризисный период, направленных на поддержку как конкретных предприятий, так и отрасли в целом, будет свидетельствовать о том, что на смену отдельным протекционистским мероприятиям государства придет полноценная система поддержки оборонно-промышленного комплекса.

F. A. Voloshin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

THE FACTORS INFLUENCING ON FINANCING OF INNOVATIVE ACTIVITY OF DIC ENTERPRISES

In the work considered features of financing innovative activity of DIC enterprises during a crisis period. There is deduced factors, influencing on financing innovative activity of DIC enterprises.

© Волошин Ф. А., 2010

УДК 338.3. 001.76

О. А. Грязнова, Г. И. Золотарева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

СИСТЕМА КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО СТАДИЯМ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Рассматривается способ контроля затрат на предприятиях ракетно-космической отрасли, основанный на использовании особенностей формирования затрат на разных стадиях жизненного цикла изделия.

Повышение эффективности управления деятельностью предприятий ракетно-космической отрасли в современных условиях во многом зависит от выбора форм и методов управления затратами. Многие авторы рекомендуют в этом случае придерживаться классических подходов, однако при изготовлении уникальных изделий с длительным циклом производства эти методы не всегда приводят к положительным результатам.

Одним из интересных решений данной проблемы является применение способа, основанного на использовании особенностей формирования затрат на разных стадиях жизненного цикла изделия [1]. Суть его заключается в мониторинге отдельных, наиболее важных показателей на каждой стадии жизненного цикла космического аппарата.

Под жизненным циклом изделия понимается весь период его существования, начиная с появления новой научно-технической идеи, выполнения фундаментальных и прикладных исследований и его производства, и заканчивая моментом, когда это изделие подлежит замене на качественно новое, более эффективное. Несмотря на разные временные рамки, разницу технологий и используемых материалов, для каждой стадии жизненного цикла космического аппарата можно выделить преобладающие специфические черты, позволяющие организации использовать определенные временные, трудовые и стоимостные оценки.

Например, на стадии формулирования принципиальной идеи функционирования будущего изделия и его конструкторской разработки основное внимание следует уделить показателям, контролирующим сроки изготовления технической документации. Это могут быть: производительность труда; количество изобретений; количество выполненной технической документации; сроки выполнения технической документации и т. п. Неполный перечень характерных основных контролируемых показателей для каждой стадии жизненного цикла представлен в таблице.

На стадии приобретения необходимого оборудования, материальных ресурсов контролируются временные рамки самого процесса и затраты на приобретение необходимых материальных ценностей.

Предлагаемый подход позволяет сократить количество контролируемых показателей без снижения качества контроля, обеспечивая управленческий аппарат необходимым инструментом диагностики.

Библиографическая ссылка

1. Золотарева Г. И., Федоренко И. В. Особенности учета, контроля и аудита затрат на предприятиях по производству космических аппаратов // Решетневские чтения : материалы XIII Междунар. научн. конф. Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та им. акад. М. Ф. Решетнева : в 2 ч. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2009. Ч. 2. С. 618–619.

Система контролируемых показателей по стадиям жизненного цикла

№ п/п	Стадии жизненного цикла	Характеристика возможных затрат	Система контролируемых показателей по стадиям жизненного цикла
1	Формулирование идеи, конструкторская разработка изделия	Затраты на НИОКР, затраты на оплату труда	Производительность труда Количество изобретений Количество выполненной технической документации Сроки выполнения технической документации
2	Приобретение необходимого оборудования, материальных ресурсов	Материальные затраты, затраты на приобретение основных средств, амортизация, расчеты с контрагентами, затраты на капитальный и текущий ремонт	Количество закупленного оборудования на установленную дату Количество закупленных материально-производственных запасов Количество материально-производственных запасов, прошедших стадию исследования и готовых к использованию Обеспеченность уникальными материалами
3	Производство	Списание затрат на реализацию, оценка незавершенного производства, расчеты на оплату труда	Себестоимость отдельных узлов изделия Производственные расходы Потребность в дополнительных мощностях Сроки выполнения отдельных узлов изделия Технические параметры Производительность труда
4	Исследование готового аппарата, реализация продукции	Списание затрат на реализацию, расчеты на оплату труда, расчеты с контрагентами	Себестоимость изделия Сроки выполнения отдельных узлов изделия Технические параметры Производительность труда
5	Подготовка к эксплуатации, транспортировка и запуск на орбиту космического аппарата	Транспортные расходы, расчеты с контрагентами	Затраты на транспортировку Сроки доставки
6	Эксплуатация космического аппарата	Затраты на оплату труда	Фонд оплаты труда
7	Утилизация космического аппарата	Затраты на оплату труда	Фонд оплаты труда

O. A. Gryaznova, G. I. Zolotareva

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

SYSTEM OF CONTROLLABLE INDICATORS ON LIFE CYCLE STAGES

The way of control of expenses at the enterprises of the space-rocket branch, based on use of features of formation of expenses at different stages of life cycle of a product is considered.

© Грязнова О. А., Золотарева Г. И., 2010

УДК 33.338.33

М. Л. Елисеева, О. В. Ковалева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

**РАЗРАБОТКА БИЗНЕС-ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО
ОБОРУДОВАНИЯ НА ОАО «КРАСНОЯРСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»**

Представлена разработка бизнес-плана производства нефтеперерабатывающего оборудования на ОАО «Красноярский машиностроительный завод». Предметом исследования является рынок нефтеперерабатывающего оборудования. Результатом проектирования является разработка бизнес-плана производства нефтеперерабатывающего оборудования на ОАО «Красмаш». Произведена оценка экономической эффективности, окупаемости проекта, а также его рисков.

Уникальное по своим технологическим и производственным возможностям ОАО «Красмаш» стало первенцем индустриализации Красноярска, положило начало застройке правобережья и истории трех рай-

онов нашего города. Производственная деятельность «Красмаша» в создании и производстве ракетно-космической техники является для завода приоритетной. Деятельность завода никогда не ограничивалась

изготовлением «оборонки». С необходимостью конверсии производства «Красмаш» столкнулся еще в 1986 г., когда было принято решение о сокращении производства военной техники на 30 % (Положение о хозяйственном расчете на ОАО «Красмаш»).

Подводя итог анализу хозяйственной деятельности предприятия, можно сказать, что технический уровень основного и вспомогательного производств, состояние объектов инженерного обеспечения, соблюдение нормативных требований охраны труда в значительной степени не соответствует современным требованиям. Незначительные объемы капитальных вложений на техническое перевооружение привели к тому, что моральный и физический износ технологического оборудования достиг критического уровня [1].

За период 2006–2008 гг. произошло незначительное увеличение большинства коэффициентов рентабельности и деловой активности предприятия, однако общий анализ финансового состояния предприятия свидетельствует о том, что перед заводом стоит проблема выживания. Финансовая политика предприятия решает кратковременные задачи, дающие положительные результаты только сегодня с возможным отрицательным эффектом в будущем, что во многом объясняется отсутствием финансовой стратегии. Анализируя показатели ликвидности, можем отметить, что наблюдается повышение ликвидности баланса на конец периода, но баланс предприятия является слабо ликвидным: это подтверждается тем, что коэффициент абсолютной ликвидности не соответствует нормативному значению.

На протяжении всего анализируемого периода тип финансовой устойчивости характеризуется как кризисный. Все коэффициенты указывают на уменьшение финансовой устойчивости, возрастание финансовой зависимости от внешних займов и сокращение мобильности средств [1].

Итак, для повышения эффективности деятельности и приобретения абсолютно устойчивого финансового состояния предприятию следует: расширить сегмент сбыта, привлечь новых клиентов; повысить деловую активность; повысить эффективность использования ресурсов; стремиться к повышению квалификации работников.

Перейдем к бизнес-плану. Такая отрасль топливно-энергетического комплекса, как нефтяная промышленность, включает в себя предприятия, осуществляющие добычу, переработку, транспортировку, складирование и продажу нефти и сопутствующих нефтепродуктов.

Разработка и производство нефтеоборудования является перспективной по нескольким причинам. Во-первых, спрос на нефть будет продолжать расти и, как следствие, будет расти спрос на вспомогательные то-

вары, к которым и относится нефтеоборудование (URL: <http://www/oil-gas.ru>). Во-вторых, в Красноярском крае в середине 2009 г. было запущено Ванкорское нефтяное месторождение. Разрабатывать его будут в течение 5 лет, поэтому выгодное положение завода позволяет поставлять оборудование и запасные части к этому месторождению.

Метод ценообразования предприятия на продукцию будет основываться на методе «средние издержки плюс прибыль». Сбыт товара будет осуществляться без посредников.

Предполагается, что заказчик при заказе будет оплачивать половину его стоимости авансом в качестве гарантии приобретения оборудования (в случае отказа аванс не возвращается), а также для обеспечения возможности закупки сырья и материалов, предварительной оплаты труда персонала [1].

Для производства нефтеперерабатывающего оборудования у предприятия имеются все необходимые ресурсы, а именно: здание цеха; оборудование; персонал; технологии и наработки. Таким образом, предприятие с минимальными затратами может продолжить производство нефтеперерабатывающего оборудования. Но при всем этом предприятию могут понадобиться новые разработки и технологии в области производства подобного типа оборудования [1]. При запуске производства продукции предприятию необходимо будет закупить новые станки и оборудование для частичной замены старых. Необходимые инвестиции составляют 8,5 млн руб.

Показатели таблиц прибылей-убытков и кэш-фло находятся в положительном значении, за весь период жизненного цикла проекта нет убыточных годов. Это говорит о высокой эффективности проекта. Помимо данных таблиц рассматривались показатели эффективности инвестиций, согласно которым проект окупается за 4 месяца [1].

Внедрение данного проекта позволит решить следующие финансовые проблемы ОАО «Красмаш»: рассчитаться с долговыми обязательствами; повысить финансовую устойчивость предприятия; сократить финансовую зависимость от внешних источников; повысить ликвидность баланса; в целом оздоровить финансовое состояние; вывести из кризисного состояния.

Таким образом, данный проект может считаться эффективным и принести реальную пользу находящемуся в кризисном состоянии ОАО «Красмаш».

Библиографическая ссылка

1. Елисеева М. Л. Экономическая оценка инвестиций : метод. указания по выполнению курсовой работы для студентов спец. 080507 «Менеджмент организации» очн. формы обучения ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2010.

M. L. Eliseeva, O. V. Kovaleva

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

WORKING OUT OF THE BUSINESS-PLAN OF PRODUCTION THE OIL-REFINING EQUIPMENT AT THE JSC «KRASMASH»

This work is devoted working out business-plan of production the oil-refining equipment at The JSC «Krasnoyarsk machine building plant». The research object is the oil-refining equipment market. The degree work result is working of the business-plan of production the oil-refining equipment at the JSC «Krasnoyarsk machine building plant». The estimation of economic efficiency, recoument and project's risks was made.

© Елисеева М. Л., Ковалева О. В., 2010

УДК 336.648

М. Л. Елисеева, А. П. Чимитдоржина

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ ОАО «УЛАН-УДЭНСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ЗАВОД»

Рассмотрена актуальность управления финансовыми обязательствами предприятия. Разработаны и экономически обоснованы мероприятия по оптимизации структуры обязательств ОАО «Улан-Удэнский авиационный завод».

В современных условиях процесс формирования капитала, оптимизации его структуры, установления рационального соотношения различных источников финансирования и, в связи с этим, качество управления ресурсами приобретают особую важность. Хотя основу любого бизнеса составляет собственный капитал, на предприятиях ряда отраслей экономики объем используемых заемных средств значительно превосходит объем собственного капитала. Поэтому достаточный уровень заемных средств, которые, в свою очередь, характеризуют в совокупности объем финансовых обязательств, способствуют поддержанию жизнеспособности хозяйствующего субъекта в течение всего периода функционирования, сохраняя его ликвидность, устойчивость и платежеспособность.

Открытое акционерное общество «Улан-Удэнский авиационный завод» – одно из ведущих предприятий авиационной промышленности и оборонно-промышленного комплекса России. Более 70 лет предприятие производит военные и гражданские самолеты и вертолеты, которые успешно эксплуатируются по всему миру [1].

Проанализировав предприятие по абсолютным показателям финансовой устойчивости, можно сделать вывод о том, что предприятие характеризуется кризисным финансовым состоянием. В связи с этим, в целях оздоровления предприятия необходимо оптимизировать структуру финансовых обязательств. В результате анализа долгосрочных обязательств выяснилось, что наибольший удельный вес в их общей структуре занимают отложенные налоговые обязательства (96,6 %). Вторым элементом данного раздела

баланса являются займы и кредиты, составившие 3 654 тыс. руб. в базисном году, а в отчетном – предприятие полностью погасило данный вид задолженности. Темп роста общей величины долгосрочных обязательств за анализируемый период составил 217 % или 201 112 тыс. руб. в денежном выражении. В V разделе пассива бухгалтерского баланса отражаются краткосрочные обязательства. В 2006 г. данная величина составила 3 631 230 тыс. руб., а к концу 2008 г. – 7 490 086 тыс. руб. Наибольший удельный вес в общей структуре текущих обязательств занимает кредиторская задолженность, которая за 3 года увеличивается более чем в 4 раза и составляет 7 402 816 тыс. руб. За рассматриваемый период наблюдается сокращение задолженности участникам по выплате доходов и краткосрочных кредитов и займов на 448 тыс. руб. и 1 763 860 тыс. руб. соответственно. Последней статьей краткосрочных обязательств является статья «Резервы предстоящих расходов и платежей». Темп роста в 2007 г. составил 82 %, в 2008 г. – 118 %, по сравнению с базисным годом. Продолжительность оборота краткосрочных обязательств к концу отчетного 2008 г. увеличивается на 32 дня. Это свидетельствует об ухудшении финансового положения предприятия, в связи с увеличением срока возврата текущих обязательств.

Вследствие этого, одной из важнейших задач финансового менеджмента предприятия является ускорение оборачиваемости и оптимизация величины обязательств.

В качестве резерва изменения структуры обязательств предприятия была выбрана дебиторская

задолженность. Темп ее роста в 2007 г. составил 122,6 %, в 2008 г. – 227,2 %. Наибольший удельный вес в отчетном году занимает задолженность прочих дебиторов, которая выросла в 5,5 раз и составила 1 681 352 тыс. руб. Период погашения дебиторской задолженности за 2006–2008 гг. увеличился на 25 дней, данное изменение показателя оценивается отрицательно. Исходя из этого, в целях сокращения дебиторской задолженности были предложены такие мероприятия, как факторинг и сокращение срока предоставляемых кредитов.

Факторинг – финансовая комиссионная операция, при которой клиент переуступает дебиторскую задолженность факторинговой компании с целью немедленного получения большей части платежа и гарантии полного погашения задолженности [2].

В результате применения процедуры факторинга была устранена просроченная дебиторская задолженность в размере 414 891 тыс. руб. Предприятием получено финансирование от факторинговой компании в размере 385 080 тыс. руб. за вычетом факторинговой комиссии. Реализация второго мероприятия – сокращение срока предоставляемых кредитов – способствовало ускорению оборачиваемости средств, вложенных в расчеты с дебиторами и повышению эффективности деятельности фирмы. Сокращение дебиторской задолженности произошло пропорционально сокращению кредитного периода. Вследствие этого, высвобожденные средства составили 750 211 тыс. руб.

Общая сумма высвобожденных средств была направлена на оплату краткосрочных кредитов и кредиторской задолженности (1 135 291 тыс. руб.), с целью избежания пеней и штрафных санкций за задержку платежей. После внедрения предложенных мероприя-

тий обязательства предприятия сократятся на 13,42 % или 1 032 273 тыс. руб. в денежном выражении. Также произойдет сокращение периода кредиторской и дебиторской задолженностей на 122 и 42 дня соответственно. Рентабельность продаж увеличится до 28,62 %. Это обусловлено тем, что темп роста прибыли больше, чем темп роста реализованной продукции. А чистая прибыль предприятия вырастет с 1 430 млн руб. до 2 737 млн руб., как следствие роста объема продаж, эффективной производственной и финансовой деятельности предприятия.

Оценив финансовое состояние ОАО «Улан-Удэнский авиационный завод» после внедрения предложенных мероприятий, можно предположить, что предприятие будет иметь абсолютную финансовую устойчивость. Как следствие, увеличение чистой прибыли в плановом году на 91 %, повлекшее за собой рост источников формирования собственных средств. Это свидетельствует об обеспеченности предприятия финансовыми ресурсами, необходимыми для его нормального функционирования, целесообразностью их размещения и эффективностью использования, платежеспособностью и финансовой устойчивостью.

В заключение отметим, что эффективное управление дебиторской и кредиторской задолженностями относится к необходимым условиям успешной работы предприятия, так как оно создает предпосылки для быстрого роста бизнеса и укрепления финансового состояния предприятия.

Библиографические ссылки

1. ОАО «Улан-Удэнский авиационный завод» : офиц. сайт. URL: <http://www.uuaz.ru>.
2. Факторинг : сайт. URL: <http://www.factorings.ru>.

M. L. Eliseeva, A. P. Chimitdorjina

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

WORKING OUT OF ACTIONS FOR OBLIGATIONS' STRUCTURE OPTIMIZATION OF JSC «ULAN-UDE AVIATION PLANT»

This work is developed to working out of measures for obligations' structure optimization of Joint-Stock Company «Ulan-Ude aviation plant». The result of the degree work is working out and economic justification of the measures for obligations' structure optimization of JSC «Ulan-Ude aviation plant».

© Елисеева М. Л., Чимитдоржина А. П., 2010

Д. В. Еремеев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Раскрывается понятие финансовой устойчивости, приводятся факторы, необходимые для разработки методов анализа финансовой устойчивости на предприятии ракетно-космической отрасли.

В настоящее время российская экономика переживает последствия мирового финансово-экономического кризиса. Предприятия ракетно-космической отрасли (РКО), как и весь промышленный сектор, перенесли фундаментальные потрясения, негативно отразившиеся на темпах технологического развития и уровне рентабельности предприятия. Вместе с тем, негативные последствия кризиса имели существенный положительный эффект. Руководство предприятий осознало необходимость устойчивого и планомерного развития, управляемых ими промышленных систем. Одна из важнейших характеристик финансового состояния предприятия – стабильность его деятельности с позиции долгосрочной перспективы. Она связана, прежде всего, с общей финансовой структурой предприятия, степенью его зависимости от кредиторов и инвесторов. В связи с этим на повестку дня стала проблема оценки финансовой устойчивости развития предприятия, как в долгосрочной, так и в краткосрочной перспективе. Создание методологической основы качественной оценки финансовой устойчивости развития промышленного предприятия, имеющего существенные особенности своей деятельности (как РКП) в условиях неопределенности риска значительно повышают шансы на превосходство перед конкурентами при выпуске не только основной продукции, но и конверсионной.

В результате осуществления какой-либо хозяйственной операции финансовое состояние может либо оставаться неизменным, либо улучшиться, либо ухудшиться. Поток хозяйственных операций, совершаемых ежедневно, является как бы «возмутителем» определенного состояния финансовой устойчивости, причиной перехода из одного типа устойчивости в другой. Знание предельных границ изменения источников средств для покрытия вложений капитала в основные фонды или производственные затраты позволяет генерировать такие потоки хозяйственных операций, которые ведут к улучшению финансового состояния предприятия и повышению его устойчивости. Устойчивость и стабильность финансового состояния зависит от результатов производственной, коммерческой, финансово-инвестиционной деятельности предприятия, а устойчивое финансовое состояние, в свою очередь, оказывает положительное влияние на его деятельность. Обеспеченность запасов и затрат источниками формирования, а также эффективное использование финансовых ресурсов является существенной характеристикой финансовой устойчивости,

тогда как платежеспособность выступает ее внешним проявлением. Устойчивость финансового состояния организации определяет соотношение величин собственных и заемных источников формирования запасов и стоимости самих запасов.

Финансовая устойчивость – это главный компонент общей устойчивости организации, так как является характерным индикатором стабильно образующегося превышения доходов над расходами. Определение границ ее относится к числу наиболее важных экономических проблем в условиях рыночной экономики, так как недостаточная финансовая устойчивость может привести к неплатежеспособности организации, а избыточная – будет препятствовать развитию, отягощая затраты излишними запасами и резервами.

С авторской точки зрения, финансовая устойчивость является оценкой величины и структуры активов и пассивов, не только на определенную дату, но и в динамике. Это необходимо, чтобы оценить насколько предприятие независимо в финансовом плане, растет или снижается уровень этой независимости и отвечает ли состояние его активов и пассивов задачам его финансово-хозяйственной деятельности. Показатели, которые характеризуют независимость по каждому элементу активов и по имуществу в целом, дают возможность измерить, достаточно ли устойчива анализируемая предпринимательская организация в финансовом отношении, с учетом производственной и отраслевой специфики. Ведь предприятия РКО производят и реализуют два типа продукции: основную (прибыль и объемы реализации фиксированны) и конверсионную (прибыль и объемы реализации нельзя точно просчитать).

Проведенный анализ различных авторов (Л. А. Богдановская, Г. Г. Виноградов, В. В. Бочаров, Л. Т. Гиляровская, А. В. Ендовицкая, Г. В. Савицкая, А. Д. Шеремет, Е. В. Негашев и др.) показал, что они вкладывают разный смысл в трактовку понятия «финансовая устойчивость» и, как следствие, в разработку методики анализа финансовой устойчивости предприятия.

Изучение представленных различными авторами методик позволяет с уверенностью утверждать, что основное направление анализа – это анализ устойчивости финансового состояния на ту или иную дату, который показывает, насколько правильно предприятие управляло финансовыми ресурсами в течение периода, предшествующего этой дате. Дополнительно важно, чтобы состояние финансовых ресурсов соот-

ветствовало требованиям рынка и отвечало потребностям развития предприятия, поскольку недостаточная финансовая устойчивость может привести к неплатежеспособности предприятия и отсутствию у него средств для развития производства, а избыточная – препятствовать развитию, отягощая затраты предприятия излишними запасами и резервами.

Рассмотрев достоинства и недостатки характерные для данных подходов к анализу финансовой устойчивости автор сделал однозначный вывод:

– ни одна из существующих методик не дает полной и всесторонней характеристики устойчивости предприятия, т. е. ни одна из рассмотренных методик не может претендовать на использование в качестве универсальной;

– методическое содержание большей части методов не подвержено корректировке с учетом особенностей деятельности организаций различных отраслей экономики, наделяя их необходимостью соответствовать одним и тем же требованиям проведения анализа. Если же в отдельных случаях такая возможность имеется, то модель не применима по другим параметрам.

Приемлемая методика анализа финансовой устойчивости предприятия в обязательном порядке должна содержать и позволять оценивать предприятия в непрерывной динамике и с учетом отраслевой специфики функционирования, что в первую очередь характерно для предприятий ракетно-космической отрасли.

D. V. Eremeev

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

CONDITIONS OF METHODS OF ANALYSIS OF FINANCIAL STABILITY

The article deals with the concept of financial stability, given the factors needed to develop methods for analysis of financial stability in the enterprise space industry (ESI).

© Еремеев Д. В., 2010

УДК 658.1

Ю. В. Ерыгин, О. В. Хохлова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

КЛАССИФИКАЦИЯ ИННОВАЦИЙ: ХАРАКТЕРИСТИКА И АНАЛИЗ

Рассматривается проблема управления инновационной деятельностью предприятия с учетом осуществляемых типов инноваций. Приведен анализ различных подходов к их классификации.

В современной экономике роль инновационной деятельности нельзя переоценить. Значимость инноваций как основополагающих факторов экономического развития постоянно растет.

Современная хозяйственная деятельность характеризуется необходимостью постоянного роста продуктивности в условиях ограниченности первичных ресурсов [1]. Поэтому в экономической системе постоянно осуществляется перестройка составляющих ее компонентов и связей между ними с целью повышения эффективности использования ресурсов. Это достигается за счет непрекращающейся инновационной деятельности в различных секторах и на различных структурных уровнях экономики страны, регионов и всего мирового хозяйства в целом. Неудивительно, что в последнее время большое количество научных исследований посвящается проблемам управления инновациями и их роли в дальнейшем развитии мирового хозяйства.

Инновации различаются между собой по множеству параметров [2]. Разные типы инноваций имеют свои особенности разработки, осуществления и распространения, требуют специфических подходов к

реализации, соответствующих структур, методов и стилей управления инновационной деятельностью. Разнообразие свойств отдельных типов нововведений приводит к тому, что в условиях решения задач инновационного развития, при управлении инновационной деятельностью, необходимо исходить из конкретизации вида планируемого новшества. В связи с этим возникает и становится актуальной задача классификации инноваций, их типологии, необходимой как для практики управления инновациями, так и развития теории инновационного менеджмента.

Сегодня существует множество классификаторов инноваций, предлагаемых отечественными и зарубежными авторами [3]. Каждый из них выделяет разные классификационные признаки. Различные подходы к классификации инноваций представлены в таблице.

Признаки классификации, приведенные в таблице, подтверждают, что процессы нововведений многообразны и различны по своему характеру, следовательно, формы их организации, масштабы и способы воздействия на инновационную деятельность также отличаются многообразием.

Подходы к классификации инноваций

Классификационные признаки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
В зависимости от технологических параметров	*	*	*	*					*
В зависимости от области применения		*	*	*	*	*		*	
В зависимости от глубины вносимых изменений	*	*	*	*		*	*	*	*
В зависимости от причин возникновения			*						*
В зависимости от типа новизны для рынка	*		*			*		*	*
В зависимости от распространенности		*	*				*	*	*
В зависимости от масштабов		*				*	*		*
В зависимости от места в системе (на предприятии)	*								*
В зависимости от преемственности			*				*		*
В зависимости от места в производственном цикле		*	*				*		
В зависимости от этапа жизненного цикла товара		*	*					*	
В зависимости от источника происхождения					*	*			
В зависимости от происхождения разработки			*			*			
В зависимости от темпов осуществления		*	*						
В зависимости от результативности/эффективности		*	*						
В зависимости от вида эффекта, полученного в результате внедрения инновации								*	
В зависимости от методов анализа и источников получения информации для разработки новой продукции									*
В зависимости от периода реализации						*			
В зависимости от величины затрат						*			
В зависимости от источников финансирования						*			
В зависимости от степени риска						*			
В зависимости от практически достигнутых результатов						*			
В зависимости от экологичности						*			
В зависимости от безопасности						*			

Примечания: 1 – авторский коллектив под редакцией С. Д. Ильенковой; 2 – В. Ф. Гринев; 3 – П. Н. Завлин; 4 – О. П. Молчанова; 5 – Ю. П. Морозов; 6 – М. П. Посталюк; 7 – А. И. Пригожин; 8 – Р. А. Фатхутдинов; 9 – А. И. Чулок.

Как видим, разные авторы в рамках классификации инноваций придерживаются некоторого количества основных классификационных признаков. Вместе с тем намечается появление новых критериев, которые позволяют учитывать новые тенденции в инновационном развитии, что говорит о необходимости выделения новых типов инноваций.

В этой связи возникает необходимость решения вопросов по совершенствованию или разработке методов управления новыми типами инноваций. Что, в свою очередь, означает необходимость выбора адекватных методов и инструментов прогнозирования.

Библиографические ссылки

1. Инновационный менеджмент : учебник для вузов / С. Д. Ильенкова [и др.] ; под ред. С. Д. Ильенковой. М. : Банки и биржи : ЮНИТИ, 1997.
2. Посталюк М. П. Функциональная роль инновационных отношений в экономической системе // Проблемы современной экономики. 2006. № 1–2. С. 179–187.
3. Морозов Ю. П. Инновационный менеджмент : учеб. пособие для вузов. М. : ЮНИТИ-Дана, 2000.

Yu. V. Erygin, O. V. Khokhlova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

CLASSIFICATION OF INNOVATIONS: DESCRIPTION AND ANALYSIS

The article deals with the problem of management of innovation's activity in terms of diversity of types of innovation. Authors made the analysis of different approaches to classification of innovations.

© Ерыгин Ю. В., Хохлова О. В., 2010

А. В. Кабанова, Н. И. Смородинова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ПРОБЛЕМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рассмотрены важнейшие проблемы финансирования, эффективность и последствия принимаемых решений по стабилизации экономической ситуации в ракетно-космической промышленности Российской Федерации.

Ракетно-космическая промышленность (РКП) является одной из самых важных отраслей машиностроения, поэтому вопросы ее финансирования играют немаловажную роль в экономической политике страны. Аэрокосмическая отрасль во все времена с момента ее зарождения была и остается одним из основных приоритетов государства. Она должна быть высокотехнологичной инновационной отраслью, оперативно реагирующей на конъюнктуру рынка аэрокосмических услуг и успешно конкурирующей с ведущими зарубежными аэрокосмическими компаниями.

В настоящее время актуален анализ бесprecedентного научно-технического и технологического регресса. В современных экономических условиях существует ряд проблем, которые негативно сказываются на развитии ракетно-космической промышленности, важнейшими из которых являются недостаток государственного (бюджетного) финансирования и коммерциализация космической деятельности.

Во-первых, недостаток средств у государства негативно сказывается на функционировании, и развитии научной базы, что в дальнейшем вызывает отставание российской РКП от мирового уровня. Также стремление государства поддерживать расходы на космические исследования на низком уровне объясняется не только бюджетным кризисом, но и отсутствием информации об их экономической и социальной эффективности. Имеет место быть и количественная неопределенность, неосязаемость эффективности федеральных программ, предлагаемых государством.

Во-вторых, из-за малой доступности к коммерческому финансированию в ракетно-космическую промышленность для частных инвесторов и предпринимателей закрывается возможность создания достойной и мощной финансовой базы. Объективный процесс концентрации частного капитала (в том числе и инвестиций) в будущем в России может придать процессу коммерциализации космической деятельности более широкий характер. Кроме того, необходимость и возможность в современных условиях поиска дополнительных источников финансирования, привлечение коммерческого капитала в космическую промышленность могут компенсировать явно недостаточное бюджетное финансирование (URL: <http://www.federalspace.ru/main.php?id=3&nid=5467>).

Проанализировав главные проблемы, можно выделить следующие пути их решения. Одним из важных направлений улучшения финансовой базы РКП

является совершенствование системы государственного финансирования, создание госзаказов, госзакупок и различных федеральных программ по развитию ракетно-космической промышленности, создание привлекательных условий для создания коммерческих организаций в РКП. Относительно коммерциализации существует ряд инновационных для России, но привычных для США и Европы, предложений – создание платных услуг, таких как коммерческие запуски космических аппаратов, использование космических каналов связи, навигационное обеспечение, реализацию на международном рынке технологий и элементов ракетно-космической техники, реализацию на конкурсной основе орбитально-частотного ресурса, развитие космического туризма, частные инвестиционные вливания и т. д. Также соединения коммерции и аэрокосмической отрасли даст приток капитала в РКП, что поможет поднять уровень финансирования, а следовательно улучшить материально-техническое состояние предприятий. Немаловажным фактором является привлечение иностранных инвестиций в изделия ракетно-космической техники и деятельность отечественных предприятий ракетно-космической промышленности. На сегодняшний день это направление имеет большое значение для стабильного развития финансовой базы и новых технологий.

Таким образом, в целях обеспечения финансовой стабилизации предприятий представляется целесообразным в полной мере и скорейшим образом задействовать предусмотренные Президентом и Правительством Российской Федерации инструменты государственной поддержки предприятий оборонно-промышленного комплекса. Так, например в 2009 г. на развитие ракетно-космической отрасли государство выделило почти 82 млрд руб., для сравнения за 2007 и 2008 гг. было выделено примерно по 22 млрд руб. (URL: http://www.rian.ru/defense_safety/20090410/167775440).

В целом, ракетно-космическая промышленность постепенно выходит на требуемый уровень ресурсного и финансового обеспечения, который позволит реализовать все планы ее развития, сохранить конкурентоспособность и решить в полном объеме национальные задачи в области космической деятельности. Развитие космической деятельности в ближайшей перспективе во многом будет зависеть от решения вопроса финансирования в рамках федерального бюджета на 2010 г. и плановый период 2011–2012 гг.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРС ЭЛЕКТРОННОГО КАТАЛОГА ОРБИТАЛЬНОЙ ЭВОЛЮЦИИ МАЛЫХ ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ*

Дано краткое описание электронного каталога орбитальной эволюции малых тел Солнечной системы, информационная база которого размещена на интернет-ресурсе SmallBodies.Ru. Изложены основные принципы работы с сайтом.

Создание каталогов малых тел Солнечной системы является одним из важнейших этапов в решении проблемы «астероидно-кометной опасности». В настоящее время, помимо короткопериодических комет, известно свыше семи тысяч астероидов групп Аполлона, Амура и Атона, которые представляют наибольшую опасность для Земли. Сведения, содержащиеся в каталогах астероидов и комет, позволяют предсказать столкновение малого тела с Землей и принять соответствующие меры для предотвращения катастрофы.

При создании электронного каталога орбитальной эволюции малых тел Солнечной системы использовался алгоритм расчета эволюции орбиты на основе математической модели, описывающей движение малого тела с помощью дифференциальных уравнений с учетом гравитационных и релятивистских эффектов [1]. Решение системы дифференциальных уравнений осуществлялось с помощью модифицированного метода Эверхарта 27 порядка с переменным шагом интегрирования [2]. Информационная база электронного каталога была размещена на интернет-ресурсе SmallBodies.Ru.

Вся информация сайта разделена на три раздела: «Проект», «Каталог астероидов» и «Каталог комет». Выбор интересующего раздела осуществляется путем перехода по одной из трех ссылок в верхней части любой из страниц сайта. После выбора раздела в левой части страницы отображается список ссылок на страницы данного раздела.

Главная страница сайта, помимо краткой информации о проекте, содержит сведения о последних изменениях интернет-ресурса, полный список которых можно посмотреть в разделе «Проект». Также данный раздел содержит страницу с подробным описанием проекта, информацию об авторах и основных публикациях. Пользователь имеет возможность ознакомиться с основными принципами работы интернет-ресурса на странице справочной информации, оставить комментарии на странице отзывов.

На странице истории обновлений пользователь может просмотреть информацию об изменении общего количества астероидов в базе данных интернет-ресурса, а также об изменении количества астероидов в пределах выбранной группы. Также имеется возможность просмотра изменения количества сближающихся астероидов. Помимо отбора астероидов по

группам, в этом случае также имеется возможность производить отбор по объекту сближения, например, с Землей.

Разделы интернет-ресурса «Каталог астероидов» и «Каталог комет» содержат информацию об орбитальной эволюции астероидов групп Аполлона, Амура, Атона и короткопериодических комет в табличном и графическом виде, включая начальные данные, используемые при расчетах, а также данные о тесных сближениях астероидов и комет с Солнцем, большими планетами и Луной [3].

В настоящее время количество астероидов в информационной базе данных составляет 7027, причем 985 сближаются с внутренними планетами на расстоянии менее 0,01 астрономической единицы на интервале времени с 1800 по 2204 гг., из них 739 – с Землей. Помимо этого, сайт содержит сведения о 197 короткопериодических кометах.

Также разделы «Каталог астероидов» и «Каталог комет» содержат страницы для просмотра двумерных диаграмм и гистограмм, позволяющие проводить подробный анализ распределения астероидов или комет по двум выбранным параметрам. В качестве параметров могут выступать элементы орбиты объектов, период обращения по орбите, а также абсолютная звездная величина астероида, по которой можно судить о его размерах. На двумерной диаграмме распределения астероиды групп Аполлона, Амура и Атона отображаются тремя различными цветами. Имеется возможность просмотра распределения объектов относительно различных начальных данных.

На странице для просмотра гистограмм отображается распределение астероидов или комет по выбранному параметру. При этом пользователь может самостоятельно задать разбиение выборки путем указания количества разбиений или размера отрезков разбиения. Имеется возможность ограничить выборку указанием группы объектов, а также минимального и максимального значений параметра.

Также весьма важной модификацией интернет-ресурса явилось создание страницы расчета орбиты объекта на произвольный момент на интервале времени с 1800 по 2206 гг. Для выполнения расчета необходимо выбрать дату начальных данных, а также момент всемирного времени, на который требуется рассчитать элементы орбиты объекта.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального агентства по образованию (проект РНП 2.1.1/745).

Перед выполнением расчета производится запрос на сервер, содержащий базу данных электронного каталога, для получения значений элементов орбиты объекта на ближайшую из стандартных дат, шаг между которыми составляет 100 дней. Полученные данные передаются в Java-апплет, который производит расчет элементов орбиты на заданный момент времени относительно переданных начальных данных. Расчет выполняется на стороне клиента в течение нескольких секунд в зависимости от быстродействия компьютера пользователя.

Возможность получения элементов орбит астероидов групп Аполлона, Амура, Атона и короткопериодических комет на произвольный момент времени может быть использована при организации и планировании наблюдений этих объектов, а также при про-

гнозировании их движения для решения проблемы «астероидно-кометной опасности».

Библиографические ссылки

1. Newhall X. X., Standish Jr. E. M., Williams J. G. DE102: a numerically integrated ephemeris of the Moon and planets spanning forty-four centuries // *Astron. and Astrophys.* 1983. № 125. P. 150–167.
2. Заусаев А. Ф., Абрамов В. В., Денисов С. С. Каталог орбитальной эволюции астероидов, сближающихся с Землей с 1800 по 2204 гг. М. : Машиностроение-1, 2007.
3. Абрамов В. В. Электронный каталог орбитальной эволюции малых тел Солнечной системы: разработка информационной базы и интернет-ресурса // *Вестник Сам. гос. техн. ун-та.* 2008. № 2 (17). С. 275–278. (Сер. Физ.-мат. науки).

V. V. Abramov

Samara State Technical University, Russia, Samara

WEBSITE OF THE SOLAR SYSTEM SMALL BODIES ORBITAL EVOLUTION CATALOGUE

The summary of the Solar system small bodies orbital evolution catalogu, published in the SmallBodies.Ru website is presented. Guidelines for website users are described.

© Абрамов В. В., 2010

УДК 521

С. И. Барабанов

Учреждение Российской академии наук «Институт астрономии РАН», Россия, Москва

НАБЛЮДЕНИЯ МАЛЫХ ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ, СБЛИЖАЮЩИХСЯ С ОРБИТОЙ ЗЕМЛИ

Наблюдения малых тел Солнечной системы, сближающихся с орбитой Земли (для астероидов существует традиционное название «астероиды, сближающиеся с Землей» (АСЗ)), проводятся с целью обнаружения и изучения этих тел, получения их точных орбит и каталогизации, исследования физических характеристик и статистических особенностей, установления происхождения и путей миграции малых тел во внутренние области Солнечной системы.

Задача обнаружения является комплексной задачей и разделяется на обнаружение малого тела по характерным признакам его видимого углового движения по небесной сфере на фоне неподвижных звезд и определение, вначале предварительной (первоначальной) орбиты, а затем точной орбиты с помощью специально проведенных наблюдений обнаруженного тела. Поскольку задача обнаружения подразумевает поисковые наблюдения в возможно большей области небесной сферы с максимально возможной проникающей способностью, то для объектов, имеющих граничный минимальный размер, выбирается соответствующая наблюдательная конфигурация «телескоп + приемник излучения». К настоящему времени путем создания специализированных инструментов практически решена задача обнаружения более 90 % всех АСЗ с размерами свыше 1 км. Эти астероиды

могут нести потенциальную угрозу глобальной катастрофы, однако среди уже обнаруженных АСЗ таких размеров, реально угрожающих Земле, нет. На сегодняшний день актуальной является задача обнаружения свыше 90 % малых тел, сближающихся с орбитой Земли с размерами свыше 100 м. Такие тела могут нести потенциальную угрозу региональной катастрофы. Статистические исследования малых тел Солнечной системы, сближающихся с орбитой Земли, показывают, что распределение этих тел по размерам подчиняется обратно степенному закону одинаковому в пределах ошибок аппроксимации и экстраполяции для всех диапазонов размеров от микрометров до десятков километров. Это позволяет оценить количество малых тел с размерами свыше 100 м – примерно 150–200 тысяч штук. Как уже говорилось, для получения точной орбиты и каталогизации обнаруженного

объекта необходимо выполнение определенной технологии наблюдений, связанной с методами расчета орбит и точностями, которые они дают. Опыт наблюдателей и интерпретаторов наблюдений позволяет определить «типовой» алгоритм, который в пределах небольших вариаций является обязательным для того, чтобы занести орбиту обнаруженного объекта в каталог точных орбит, а не считать его потерянным к следующему благоприятному периоду наблюдений. В докладе будет представлен этот алгоритм. Общее время для осуществления необходимых наблюдений занимает примерно 1 месяц. Поэтому для проведения всех необходимых измерений для большей части попадающих в поле зрения обзоров объектов, а также для повышения их числа и выполнения «плана» обнаружений, подразумевающего обнаружение и каталогизацию более 90 % всех существующих малых тел с размерами свыше 100 м, формулируются требования к наблюдательной аппаратуре и алгоритму обзора. Эти требования следующие: проникающая способность системы «телескоп + приемник» излучения должна быть примерно 23–24 звездной величины, поле зрения – не менее 10 квадратных градуса, разрешение – не хуже 1" на элемент разрешения. Алгоритм

обзора должен обеспечить обзор всего доступного неба с 4-кратным покрытием в течение ночи каждого наблюдаемого участка, примерно, за 5 ночей.

Таким образом, условно говоря, каждую ночь необходимо получить не менее 4 изображений 1/5 доступного неба. В течение 3–4 недель необходимо повторить этот цикл еще 2 или 3 раза. Второй обзор необходимо сделать через неделю, а третий – через 2 недели после второго. При этом требования ко второму и последующим обзорам могут быть снижены до получения только 2–3 достаточно близких по времени (в пределах примерно 1 часа) изображений объекта.

При нарастающем числе обнаруженных и каталогизированных малых тел, сближающихся с орбитой Земли, все актуальнее становится задача определения таких физических характеристик, как альbedo, периоды вращения, таксономический класс и пр. Каждая из этих характеристик требует проведения специфических измерений для каждого объекта, т. е. является достаточно трудоемкой задачей. В докладе будут описаны исследования физических особенностей АСЗ и применяемой при этом аппаратуры.

S. I. Barabanov

Russian Academy of Science Establishment «Institute of Astronomy of RAS», Russia, Moscow

OBSERVATION OF THE SOLAR SYSTEM SMALL BODIES APPROACHING THE EARTH ORBIT

Observations of the Solar system small bodies approaching the Earth orbit (for aseteroids there is a traditional name «Earth-Approaching Asteroids») are conducted to discover and examine these bodies, to find out their exact orbits and catalogue, to research its physical characteristics and statistics peculiarities, to establish the origin of small bodies' migration paths in the Solar system inner regions.

© Барабанов С. И., 2010

УДК 521

Н. С. Бахтигараев, Л. В. Рыклова

Институт астрономии РАН (ИНАСАН), Россия, Москва

А. В. Сергеев

Терскольский филиал ИНАСАН, Россия, Кабардино-Балкария

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА В ИНАСАН*

Приводятся результаты исследований техногенного космического мусора, выполненные в ИНАСАН в 2006–2010 гг.

Процесс техногенного загрязнения околоземного космического пространства с каждым годом ускоряется. К концу 2009 г. службами контроля космического пространства разных стран занесено в каталоги около 33 500 объектов размером более 10 см. Количество объектов размерами менее 10 см оценивается в несколько сотен тысяч. Ситуацию усугубили

события последних лет. Взрыв китайского метеоспутника Феньюн 1С с образованием 2488 каталогизированных обломков на август 2009 г. произошел 11 января 2007 г. А 21 февраля 2008 г. был взорван ИСЗ USA 193. В августе 2008 г. разрушился Космос-2421. Иридий-33 с Космос-2251 столкнулись 10 февраля 2009 г.

*Работа поддерживается федеральной целевой программой «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.

Основные направления наших исследований: получение данных о техногенном загрязнении околоземного космического пространства; обнаружение и каталогизация малоразмерных фрагментов космического мусора; поддержание каталогов орбит, определение физических характеристик фрагментов и источников их происхождения. В Терскольской и Звенигородской обсерваториях проводятся регулярные наблюдения фрагментов космического мусора на геостационарной орбите. Завершена модернизация оборудования и программного обеспечения комплексов, которая позволила повысить проникающую силу телескопа Цейс-2000 и увеличить поле зрения. В 2009 г. в Звенигородской обсерватории ИНАСАН введен в эксплуатацию новый

широкоугольный телескоп «Сантел-500» ($D = 0,5$ м, $F = 1,25$ м) с ПЗС-приемником.

При помощи телескопов обсерватории на пике Терскол в 2009 г. получено более 11 тысяч точных положений и оценок блеска 98 космических объектов. На телескопе «Сантел-500» проведено более 2,5 тысяч определений координат и оценок блеска высокоорбитальных космических объектов.

Исследования по проблеме КМ проводятся ИНАСАН, ТФ ИНАСАН и МЦ АМЭИ НАН Украины в сотрудничестве с ФГУП «НПП ВНИИЭМ», ОАО «МАК ВЫМПЕЛ», НПО имени С. А. Лавочкина, ГАО РАН (Пулковская обсерватория) и ИПМ имени М. В. Келдыша РАН.

N. S. Bakhtigaraev, L. V. Rykhlova
Institute of Astronomy of RAS (INASAN), Russia, Moscow

A. V. Sergeev
Terskol Branch of INASAN, Russia, Kabardino-Balkaria

SPACE DEBRIS' INVESTIGATIONS IN INASAN

The results of space debris' investigations developed at INASAN on 2006–2010 are presented.

© Бахтигараев Н. С., Рыхлова Л. В., Сергеев А. В., 2010

УДК 629.78:628

В. П. Белов, Ю. Л. Булынин, В. В. Двирный, А. С. Исакова, В. Е. Чеботарев

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

ВЛИЯНИЕ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА НА РАБОТУ ОРБИТАЛЬНЫХ ГРУППИРОВОК И ПУТИ СНИЖЕНИЯ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА В РАБОЧИХ ЗОНАХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

Рассматриваются возможные пути снижения уровня космического мусора в рабочей зоне орбитальных группировок и, как следствие, повышение надежности работы всей системы спутниковой связи в целом.

В настоящее время число проводимых космических запусков растет, и каждый из них оставляет свой след в космическом пространстве: остатки ракет-носителей (РН), спутники, выработавшие свой ресурс, предметы, оказывающиеся в открытом космосе «благодаря» работе астронавтов Международной космической станции (МКС), проводящих в этих условиях технические работы.

По сути, вопрос космического мусора (КМ) стал обсуждаться уже в 90-х, когда проблема загрязненности космического пространства стала очевидной, а позже приводить к реальным космическим катастрофам (столкновение американского КА «Irridium» с отечественным КА «Космос») [1]. Очевидно, что спутники могут являться как наиболее уязвимыми объектами воздействия КМ, так и причиной его возникновения. Тем более, что «существование» КМ тем продолжительнее, чем выше орбита, на которой он находится. А следовательно, КА геостационарной

орбиты могут подвергаться воздействию КМ не просто долгое время, а практически бесконечно.

Целью данной работы является рассмотрение возможных путей решения проблемы КМ в рамках орбитальной группировки (ОГ): как минимум – пути прогнозирования КМ в зоне работы ОГ, а как максимум – возможные пути преодоления столкновений с КМ за счет конфигурации космических аппаратов, входящих в состав ОГ. Даже самая незначительная в размерах частица КМ может спровоцировать неисправности всей системы космической связи, прежде нарушив работу лишь одного аппарата. Поэтому вопрос космического мусора рассматривается в данной работе именно в этом разрезе, так как решение о ликвидации самого КМ на орбите пока остается теоретически невозможным.

На сегодняшний день наиболее известными системами космической связи и навигации являются американская система NAVSTAR GPS (от англ.

NAVigation Satellites providing Time And Range; Global Positioning System), отечественная ГЛОНАСС (Глобальная Навигационная Система Спутниковой связи) и европейская Galileo (совместный проект спутниковой системы навигации Европейского союза и Европейского космического агентства). Последняя, несмотря на сравнительно поздний срок ввода в эксплуатацию (2014–2016 гг.), является аналогом двух первых и поэтому, как кажется авторам данной работы, может в будущем стать таким же объектом КМ, как и первые две системы.

Основными причинами возникновения КМ, как упоминалось выше, могут быть отработавшие части РН, остатки топлива в баках (при воздействии КМ может возникнуть взрыв в результате смешения компонентов топлива), бесконтрольный полет КА, выработавшего свой ресурс, а также ошибки баллистических расчетов. Разумеется, в некоторой степени, эти факторы отслеживаются Системой контроля космического пространства (ССКП), следящей за уровнем засоренности рабочей зоны спутниковых систем, но возможности данной системы контроля не безграничны.

Решение вопроса о снижении вероятности столкновения объектов ОГ с элементами КМ на орбите может рассматриваться с точки зрения баллистика и

конструктора. Специалисты этих двух направлений в совместной работе смогут указать наиболее вероятные способы снижения уровня засоренности рабочих зон ОГ, которыми могли бы стать согласованные между операторами разных систем операции по коррекции орбиты, разработка дополнительных технических возможностей КА (датчики определения зон КМ, автоматическая коррекция орбиты), ограничение высвобождения мусора при штатных операциях на орбите, сведение к минимуму возможности разрушений на орбите, удаление с орбиты после завершения программы полета, разработка КА новой конфигурации (крупногабаритные антенны с обратной трансформацией).

Библиографическая ссылка

1. Булынин Ю. Л. Анализ выполнения требований Межагентского координационного комитета по предупреждению образования космического мусора // Решетневские чтения : материалы XIII Междунар. науч. конф., посвящ. 50-летию Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та им. акад. М. Ф. Решетнева (10–12 нояб. 2009, г. Красноярск) : в 2 ч. ; под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2009. Ч. 1.

V. P. Belov, Yu. L. Bulynin, V. V. Dvirny, A. S. Isakova, V. E. Chebotarev

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

SPACE DEBRIS IMPACT ON OPERATION OF THE ORBITAL CONSTELLATIONS AND SPACE DEBRIS MITIGATION WITHIN THE OPERATIONAL RANGE OF THE SATELLITE COMMUNICATIONS SYSTEMS.

Possible actions to be taken as to mitigate the risk of the space debris within the orbital constellation operational range as well as their resulting possibilities to improve reliability of the satellite system operation are described.

© Белов В. П., Булынин Ю. Л., Двирный В. В., Исакова А. С., Чеботарев В. Е., 2010

УДК 524.33; 524.352

С. А. Веселков, Е. Г. Лапухин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ БЛЕСКА ПЕРЕМЕННОЙ ЗВЕЗДЫ CY Aqr

Проведено фотометрическое исследование блеска переменной звезды CY Aqr , определены максимум и минимум блеска в инструментальной фотометрической системе, определен период изменения блеска, построена кривая блеска.

Очевидным является тот факт, что звезды рождаются, живут и умирают. Отсюда следует, что они претерпевают определенные изменения в течение своей жизни. В ходе эволюции присутствуют стадии, как интенсивных эволюционных изменений, так и стадии стабильности в течение длительного времени. Звезды, которые по тем или иным причинам меняют свой блеск, являются переменными.

Систематический мониторинг переменных звезд позволяет уточнять их характеристики, периоды, делать предположения о причинах изменения блеска, и физических процессах, происходящих в недрах звезд, находить аномалии и многое другое. Ввиду того, что переменных звезд довольно много, а переменность некоторых еще не открыта или находится под вопросом, то любой наблюдатель может сделать свой вклад в их исследование.

В данной работе исследована звезда $CY Aqr$ (CY Водолея). Это переменная звезда типа $SXPHE$ ($SX Phe - SX$ Феникса). Звезды данного типа являются пульсирующими субкарликами сферической составляющей или старой составляющей диска Галактики спектральных классов $A2-F5$. У этих объектов может одновременно наблюдаться несколько периодов колебаний, как правило, от $0,04$ до $0,08 d$ с переменной амплитудой изменения блеска, которая может достигать $0,7 m$ в полосе V . Также они встречаются в шаровых скоплениях.

По данным Общего каталога переменных звезд (ОКПЗ) $CYAqr$ имеет следующие характеристики: тип – $SXPHE$, $Max(V)$ $10,42 m$, $Min(V)$ $11,2 m$, $Period$ $0,061038408 d$, спектральный класс $A2-A8$.

Данная переменная звезда наблюдалась в обсерватории СибГАУ на телескопе системы Гамильтона с апертурой $0,4 m$, $1/f = 2,3$ с помощью ПЗС матрица FLI ML9000, масштаб получаемого изображения $2,7$ уг. сек/пиксель.

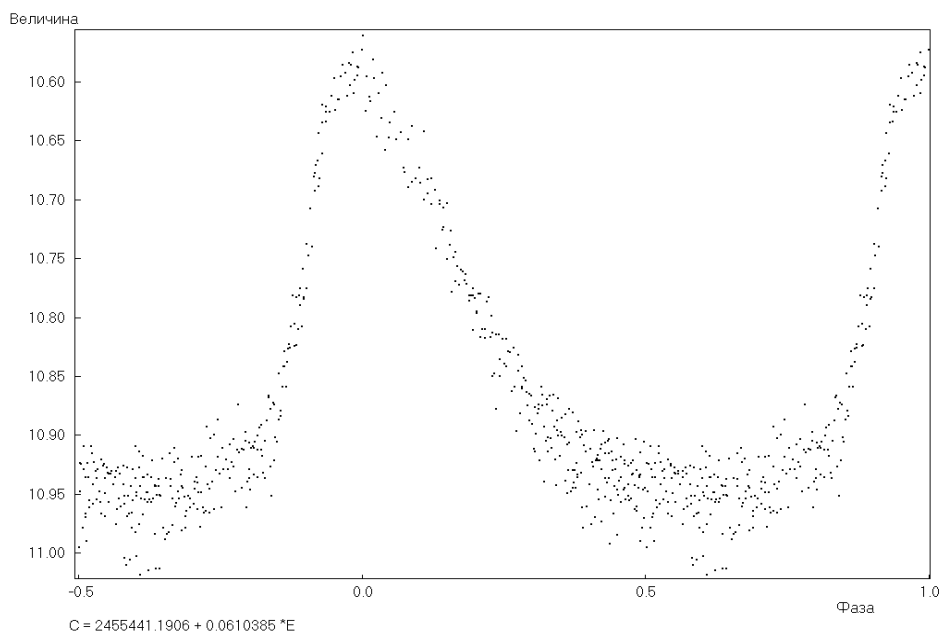
В ходе наблюдений было получено и обработано 560 снимком. Фотометрия проводилась в программе

MaximDL в инструментальной фотометрической системе данного инструмента. Полученные фотометрические данные были обработаны в программе WinEfk Горанского. Приведение моментов наблюдений к ба-рицентру не приводилось, так как наблюдения за блеском звезды не носили длительный характер. Получены следующие параметры и кривая блеска (см. рисунок) $CY Aqr$: $Max(V)$ $10,96 m$, $Min(V)$ $10,59 m$, P $0,0610385 d$.

Эфемерида максимумов блеска $CY Aqr$ имеет вид

$$C = 245544,191 + 0,0610385 \cdot E.$$

Отклонения максимумов и минимумов блеска переменной вызвана использованием инструментальной фотометрической шкалы. На данном инструменте на данный момент не представляется возможным использование узкополосных светофильтров. Отклонение периода от указанного в ОКПЗ составляет $9 \cdot E - 08 d$. Данное отклонение возможно вызвано эволюцией кривой блеска звезды. Для определения истинной причины изменения периода необходимо провести наблюдения в течение более длительного времени.



Фотометрические измерения $CY Aqr$, приведенные к одному периоду

S. A. Veselkov, E. G. Lapukhin

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

RESEARCH OF $CY Aqr$ VARIABLE STAR BRIGHTNESS

Photometric research of $CY Aqr$ variable star brightness is conducted. The maximum and the minimum of the brightness in tool photometric system are defined. The period of brightness change is shownd. The brightnesst curve is constructed.

© Веселков С. А., Лапухин Е. Г., 2010

А. Ф. Заусаев, Д. А. Заусаев

Самарский государственный технический университет, Россия, Самара

ЧИСЛЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСКУЛИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ БОЛЬШИХ ПЛАНЕТ*

Разработан вычислительный алгоритм и программа численного интегрирования уравнений движения небесных тел методом Эверхарта с использованием оскулирующих элементов больших планет. Это позволило сократить временные затраты при исследовании движения малых тел Солнечной системы почти на порядок.

Численное интегрирование уравнений движения малых тел Солнечной системы проводится путем совместного решения уравнений движения больших планет и исследуемого объекта. При решении задач, связанных с проблемой астероидной опасности, требуется проводить регулярные исследования движения свыше 7 000 объектов на интервале времени порядка нескольких столетий. Создание высокоэффективных алгоритмов и программ численного интегрирования уравнений движения небесных тел является необходимым условием для оперативного получения результатов проведенных исследований. В настоящее время требования к точности координат больших планет существенно возросли, так как они должны быть согласованы с высокоточными астрономическими наблюдениями.

Целью данной работы является увеличение точности координат планет с помощью банка данных оскулирующих элементов.

Нами разработан вычислительный алгоритм и программа, реализующая численное интегрирование уравнения движения небесного тела с использованием оскулирующих элементов больших планет [1].

Основная идея реализации данного алгоритма заключается в следующем. На основе численной теории движения планет DE405 [2] создан банк данных оскулирующих элементов орбит больших планет и Луны с шагом 1 день на интервале времени с 1600 по 2200 гг. Координаты и скорости планет и Луны на любой момент времени внутри выше указанного промежутка и вычисляются с помощью невозмущенных кеплеровских орбит.

Создание банка данных координат больших планет способствует понижению порядка системы дифференциальных уравнений с 72 до 6, что существенно сокращает расчетное время по сравнению с совместным интегрированием.

Дифференциальные уравнения движения небесного тела в гелиоцентрической системе координат с учетом релятивистских эффектов от Солнца брались в следующем виде [3]:

$$\frac{d^2 X}{dt^2} = -k^2(1+m)\frac{X}{r^3} + \sum_i k^2 m_i \left(\frac{X_i - X}{\Delta_i^3} - \frac{X_i}{r_i^3} \right) + \frac{k^2}{c^2} \times \left[(4-2\alpha)\frac{k^2}{r^4} X - (1+\alpha)\frac{\dot{r}^2}{r^3} X + 3\alpha\frac{(X\dot{X})^2}{r^5} X + (4-2\alpha)\frac{(X\dot{X})}{r^3} \dot{X} \right],$$

где X – матрица-столбец с элементами x, y, z ; X_i – матрица столбец с элементами $x_i, y_i, z_i, m, x, y, z$ – масса и гелиоцентрические координаты возмущаемого тела; m_i, x_i, y_i, z_i – массы и гелиоцентрические координаты больших планет; r, Δ_i, r_j – расстояния планет; r, Δ_i, r_i – расстояния, вычисляемые по следующим формулам: $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$, $\Delta^2 = (x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2$, $r_i^2 = x_i^2 + y_i^2 + z_i^2$; \dot{X} – матрица-столбец с элементами $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$; k – постоянная Гаусса; c – скорость света; α – параметр, характеризующий выбор системы координат. Случай, когда $\alpha = 1$ соответствует стандартным координатам, $\alpha = 0$ – гармоническим координатам.

Для определения области применимости данного алгоритма нами исследовалась эволюция орбит 10 короткопериодических комет и 10 астероидов, принадлежащих к группам Аполлона, Амура и Атона. Для численного интегрирования уравнений движения использовался метод Эверхарта 27-го порядка с переменным шагом интегрирования [4]. Алгоритм и программа в методе Эверхарта были модифицированы с учетом использования оскулирующих элементов больших планет. Численное интегрирование уравнений движения проводилось двумя методами. В первом случае уравнения движения с учетом гравитационных и релятивистских эффектов решались совместно. Во втором случае численное интегрирование этих уравнений проводилось с использованием оскулирующих элементов.

Показано, что метод Эверхарта с использованием банка данных оскулирующих элементов больших планет можно эффективно использовать для исследования эволюции орбит малых тел Солнечной системы.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального агентства по образованию (Проект 2.1.1/745).

Таким образом, применение этого метода позволит значительно сократить время проведенных исследований без существенной потери точности.

Библиографические ссылки

1. Заусаев Д. А. Банк данных оскулирующих элементов больших планет и Луны за период 1600–2200 гг. // Математическое моделирование и краевые задачи :

тр. VII Всерос. научн. конф. с междунар. участием. Ч. 3. Самара, 2010. С. 119–123.

2. Standish E. M. JPL Planetary and Lunar Ephemerides, DE405/LE405 // Jet Prop Lab Technical Report. IOM 312. F-048. 1998. P. 1–7.

3. Брумберг В. А. Релятивистская небесная механика. М. : Наука, 1972.

4. Everhart E. Implist single methods for integrating orbits // Central Mechanics. 1974. Vol. 10. P. 35–55.

A. F. Zausaev, D. A. Zausaev

Samara State Technical University, Russia, Samara

NUMERICAL INTEGRATION OF THE CELESTIAL BODIES MOTION EQUATIONS BY THE USE OF MAJOR PLANETS OSCULATING ELEMENTS

The computing algorithm and the program of numerical integration of celestial bodies motion equations by means of the Everhart method with the use of major planets osculating elements are developed. It allowed reducing time costs when researching the Solar system small bodies motion almost by an order of magnitude.

© Заусаев А. Ф., Заусаев Д. А., 2010

УДК 521.642

А. Ф. Заусаев, Л. А. Соловьев

Самарский государственный технический университет, Россия, Самара

РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ВОЗМУЩЕННОГО ДВИЖЕНИЯ

Получены регулярные дифференциальные уравнения для задачи возмущенного движения. Для совместного решения системы дифференциальных уравнений разработан алгоритм и программа с использованием метода Эверхарта. Для согласования физического времени с фиктивными временами всех исследуемых объектов предложен метод итераций.

Дифференциальное уравнение движения в задаче возмущенного движения имеет следующий вид [1]:

$$\ddot{x} + \frac{K^2}{r^3}x = -\frac{\partial V}{\partial x} + P, \quad (1)$$

где x – вектор положения возмущаемого тела; V – возмущающий потенциал; P – дополнительная сила; $K^2 = k^2(M + m)$, $r = |x|$; M – масса центрального тела; m – масса возмущаемого тела.

Уравнение (1) является сингулярным в начале координат. При прохождении тела вблизи начала координат возникают большие гравитационные силы, и происходит резкое изменение орбиты. При численном интегрировании для преодоления этой трудности приходится значительно уменьшать длину шага интегрирования, что приводит к увеличению ошибок округления. Это существенно сказывается на точности результатов проведенных расчетов.

Процедура преобразования сингулярных уравнений в регулярные уравнения называется регуляризацией. Регуляризация уравнения (1) проводится в два этапа. На первом этапе, путем введения новой независимой переменной s , называемой фиктивным време-

нем, получают регулярные функции, описывающие движение.

Второй этап регуляризации заключается в устранении сингулярности в самих дифференциальных уравнениях. Это достигается путем преобразования вектора физического пространства в четырехмерное параметрическое пространство с помощью матрицы преобразования Кустаанхеймо.

Применяя процедуру регуляризации к уравнению (1), получим следующую систему дифференциальных уравнений [1]:

$$\begin{cases} \dot{u}' + \frac{h_K}{2}u = \frac{|u'|^2}{2} \left(-\frac{1}{2} \frac{\partial V}{\partial u} + L^T P \right); \\ \dot{h}_K = \left(\frac{\partial V}{\partial u}, u' \right) - 2(u', L^T P), \quad t' = (u, u), \end{cases} \quad (2)$$

где u – четырехмерный вектор с параметрами u_1, u_2, u_3, u_4 ; $h_K = \frac{K^2 - 2|u'|^2}{|u|^2}$ – уравнение энергии;

L^T – транспонированная матрица преобразования Кустаанхеймо [1]; штрих означает дифференцирование по s .

* Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального агентства по образованию (Проект 2.1.1/745).

Регуляризация уравнения (1) проводилась в два этапа. Сначала были получены дифференциальные уравнения возмущаемого тела с учетом гравитационных и релятивистских эффектов, обусловленных Солнцем относительно новой независимой переменной s [2]. Координаты планет и Луны при численном интегрировании определялись с помощью банка данных DE405. Однако уравнения оставались все еще сингулярными. Затем с помощью преобразования координат были получены регулярные уравнения, подобные уравнениям (2).

Дифференциальные уравнения (2) являются регулярными, по сравнению с уравнениями (1) они обладают лучшей устойчивостью. Отмечая наиболее существенное преимущество уравнений (2) по сравнению с классическими уравнениями, следует также отметить, что их можно использовать для исследования движения небесных тел, имеющих любые эксцентриситеты и сближения с большими планетами.

Однако при совместном численном интегрировании больших планет и возмущаемого тела возникают трудности в согласовании физического времени с фиктивными временами, так как одному и тому же физическому времени соответствуют различные фиктивные времена для каждой планеты и возмущаемого тела.

Для совместного решения системы дифференциальных уравнений (2) авторами разработан алгоритм и программа с использованием метода Эверхарта [3]. Для согласования физического времени с фиктивными

временами всех исследуемых объектов предложен метод последовательного приближения. При первом прохождении на шаге получаем связь физических времен с фиктивным временем для каждого объекта. При втором прохождении производится коррекция фиктивного времени для каждой планеты в соответствии с физическим временем возмущаемого тела. Для достижения требуемой точности достаточно произвести одну или две итерации. Следует отметить, что использование метода последовательных приближений в программе совместного интегрирования замедляет процесс вычислений, что ограничивает ее применение при массовых расчетах. Однако для индивидуальных объектов, например, таких как Apophis, который сблизится с Землей на расстоянии менее 0,00026 а. е. 13 апреля 2029 г., данный алгоритм и программа могут эффективно применяться.

Библиографические ссылки

1. Штифель Е., Шейфеле Г. Линейная и регулярная небесная механика. М.: Наука, 1975.
2. Заусаев А. Ф., Соловьев Л. А. Применение регуляризации к дифференциальным уравнениям движения астероидов // Математическое моделирование и краевые задачи: тр. VII Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Ч. 3. Самара, 2010. С. 111–119.
3. Everhart E. Implicit single methods for integrating orbits // Central Mechanics. 1974. Vol. 10. P. 35–55.

A. F. Zausaev, L. A. Soloviev

Samara State Technical University, Russia, Samara

REGULARIZATION OF THE DIFFERENTIAL EQUATIONS IN THE PERTURBED MOTION PROBLEM

The regular differential equations for the perturbed motion problem are received. The algorithm and the program are developed for the joint solving of the combined differential equations by the use of the Everhart method. For the coincidence between physical time and fictitious points of time of all investigated objects the method of iterations is suggested.

© Заусаев А. Ф., Соловьев Л. А., 2010

УДК 521

Л. В. Рыхлова

Институт астрономии РАН (ИНАСАН), Россия, Москва

ПРОБЛЕМА АСТЕРОИДНО-КОМЕТНОЙ ОПАСНОСТИ

Рассматривается текущее состояние проблемы астероидно-кометной опасности и методы противодействия этой опасности.

В течение последних двух десятилетий мировое научное сообщество пришло к пониманию астероидно-кометной опасности (далее АКО) как одной из глобальных проблем, стоящих перед человечеством,

таких как потепление климата, разрушение озонового слоя, загрязнение окружающей среды. В силу определенных особенностей данной проблемы (относительная редкость событий, связанных с падением косми-

ческих тел, при возможных грандиозных последствиях), она не всегда оценивается адекватно. Тем не менее, проблема реальна и насущна.

Возможность падения на землю небесных тел (астероидов, комет, метеороидов) обусловлена тем, что орбиты некоторых из этих тел проходят вблизи орбиты Земли и под влиянием планетных возмущений время от времени пересекаются с нею. Вблизи таких эпох складываются условия, при которых Земля и небесное тело могут одновременно или почти одновременно подойти к точке пересечения их орбит. В результате тесного сближения возможно либо столкновение тел с космическими скоростями (средняя скорость столкновения астероида с Землей составляет около 20 км/с), либо более или менее значительное преобразование орбиты малого тела. Космические тела, способные сближаться с Землей, как правило, имеют небольшие размеры. Лишь несколько сближающихся с Землей астероидов (АСЗ, в англоязычной литературе NEA – Near-Earth Asteroids) имеют диаметры, превышающие 10 км, а подавляющее число их имеют размеры менее 1 км.

Столкновение космических тел приводит к выделению колоссальной энергии. В результате на поверхности планеты (или спутника) образуется кратер, диаметр которого в 15–20 раз превышает размеры упавшего тела. На Земле, на суше и на дне океана, обнаружены сотни кратеров – следов подобных катастроф. Некоторые из них превышают 200 км в диаметре. Разрушительный эффект столкновения небесного тела с Землей зависит от параметров сталкивающегося тела: размера, скорости относительно Земли, угла падения, минералогического состава, места падения (океан, суша) и т. д. Относительно мелкие тела, до нескольких десятков метров в диаметре, полностью или частично разрушаются в атмосфере. Но образующаяся при этом взрывная волна способна вызывать *локальные* разрушения на Земле на площади в тысячи квадратных километров. Падения тел размером в сотни метров приводят уже к *региональным* катастрофам (землетрясения, пожары и другие бедствия). Особенно опасны падения тел в океан из-за порождаемых при этом волн – цунами, способных вызывать колоссальные разрушения вдоль береговой линии. Наконец, при размерах тела, превышающих примерно 1,5 км, последствия столкновения могут иметь характер *глобальной* катастрофы из-за временных нарушений климата всей планеты (эффект «ядерной зимы»). Жертвами подобной катастрофы может оказаться практически все население Земли.

Россия, как часть мирового сообщества, заинтересована в решении проблемы АКО. Более того, государство обязано приложить определенные усилия к решению данной проблемы в разумной кооперации с другими странами.

Проблему противодействия АКО можно разделить на три составные части.

Первая часть заключается в систематическом поиске новых и мониторинге уже известных опасных малых тел Солнечной системы, в результате чего определяются и уточняются орбиты, состав этих тел, особенности строения и т. п. Предвычисление столкновений основывается на знании элементов орбиты угрожающего тела, которые никогда не известны абсолютно точно, поскольку определяются из наблюдений, обремененных случайными и систематическими ошибками. В силу этого, прогноз столкновения всегда выполняется с некоторой неопределенностью, пределы которой могут быть оценены. По мере уточнения орбиты тела, уточняется и прогноз столкновения с ним.

В настоящее время мировой общественностью серьезно обсуждается предложение о расширении программы обнаружения 90 % АСЗ на тела от 150 м до 1 км. Их число оценивается несколькими десятками тысяч. Для решения этой задачи, для слежения за открытыми телами с целью постепенного уточнения орбит и предсказания возможных столкновений с Землей потребуется участие многих обсерваторий, наблюдающих в кооперации друг с другом, использование более мощных инструментов, а также создание региональных центров сбора и обработки информации. Участие России в решении этой задачи – насущная необходимость. Опять же, это позволит ей располагать независимыми источниками информации и собственным мнением для принятия ответственных решений по оказанию противодействия падению того или иного космического тела.

Вторая составная часть – это разработка и создание методов и средств активного противодействия падению космических тел. Они существенным образом зависят от размеров опасного тела и времени упреждения (времени, остающегося до столкновения). Если оно велико (порядка нескольких десятилетий), то целесообразным является увод тела с орбиты столкновения. С этой целью могут использоваться двигатели малой тяги, работающие на солнечной энергии и создающие реактивную тягу путем направленного выброса вещества астероида. С той же целью может использоваться устанавливаемый на теле солнечный парус. При малом времени упреждения и небольшой массе тела можно добиться его дробления на части, не представляющие угрозы, с помощью инерционных механических рассекателей или направленных потоков высокоскоростных частиц. В случае большой массы тела и малого времени упреждения наиболее эффективными методами противодействия являются изменение траектории тела с помощью поверхностных или надповерхностных ядерных взрывов или его разрушение с приданием направленного движения полному осколку с помощью серии ядерных взрывов. В любом случае активного противодействия потребуются предварительно обследовать угрожающий объект с помощью космических аппаратов для уточнения вращательных, физических и структурных

особенностей тела и, возможно, доставки на Землю образцов его вещества.

Третьей составной частью решения проблемы астероидно-кометной опасности является доставка средств противодействия в нужное место и время с необходимой точностью и их применение. Выбор средств противодействия должен быть согласован в комплексе с возможностью их доставки ракетами-носителями.

Специфика проблемы активного противодействия состоит в том, что она не может решаться одной страной или группой стран. Она может быть решена лишь при наличии международных соглашений в отношении предпринимаемых действий. Необходимость такого соглашения видна уже на примере использования ядерных взрывов как инструмента противодействия. Сегодня на вывоз ядерного оружия в космос существует запрет.

L. V. Rykhlova

Institute of Astronomy of RAS (INASAN), Russia, Moscow

PROBLEM OF THE ASTEROID-COMET HAZARD

The current state of the asteroid-comet hazard problem and methods to counteract this danger are discussed.

© Рыхлова Л. В., 2010

УДК 52

С. А. Нароенков

Институт астрономии РАН, Россия, Москва

ХРАНЕНИЕ И ОБРАБОТКА АСТРОМЕТРИЧЕСКИХ И ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ОБ АСТЕРОИДАХ, СБЛИЖАЮЩИХСЯ С ЗЕМЛЕЙ (АСЗ): НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ В РОССИИ

Массовые открытия неизвестных ранее астероидов привели к многократному увеличению количества информации о малых телах Солнечной системы.

Огромные объемы информации, накопленные и получаемые при наблюдениях объектов, сближающихся с орбитой Земли, требуют хранения и оперативной обработки, предоставляя все больше возможностей для исследования распределений малых тел Солнечной системы и путей их эволюции. Поэтому развитие информационных систем (ИС), в которых будут содержаться большие объемы данных о малых телах Солнечной системы и инструментарий для обработки этих данных, являются актуальным и перспективным направлением работ. В рамках проблемы астероидно-кометной опасности для Земли, такие информационные системы, объединившие в себе все данные об астероидах, помогут оценить потенциальные риски и угрозы для человечества. На данный момент, в России создаются, либо развиваются несколько таких систем.

Например, это ИС, разработанная в Главной астрономической обсерватории (ЭПОС), каталог малых тел Самарского государственного университета (руководитель проекта А. Ф. Заусаев), каталог астероидов, сближающихся с Землей ИПА РАН, информаци-

онная система разработанная в ИНАСАН (С. А. Нароенков). Все эти системы, на данный момент, хранят данные только об астрометрических характеристиках астероидов. В Европе создан центр получения и обработки данных на основе фотометрических наблюдений (Europe Asteroid Research Node). В целом работа ведется, но количество вновь открытых астероидов, сближающихся с Землей, растет намного быстрее. Необходимо увеличивать количество центров сбора и обработки данных об АСЗ. ИНАСАН совместно с другими институтами в рамках работ по проблеме астероидно-кометной опасности разрабатывает распределенную ИС, которая сможет объединить в единое целое данные обо всех характеристиках астероидов, сближающихся с Землей. К выполнению работ по созданию такой информационной системы привлечены такие институты как ГАО, ИПА. Разработкой системы оценки рисков и угроз от падения астероида на Землю занимается ИДГ. Создание ИС и центров для обработки данных об астероидах является важной задачей в области решения проблемы астероидно-кометной опасности.

S. A. Naroenkov

Institute of Astronomy of RAS, Russia, Moscow

**STORING AND PROCESSING OF ASTROMETRIC AND PHOTOMETRIC DATA
ABOUT NEAR EARTH ASTEROIDS: PRESENT AND FUTURE IN RUSSIA**

A discovery unknown asteroids increased quantity of data about small bodies in Solar System.

© Нароенков С. А., 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Секция

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ДАННЫХ»

Алексеев А. В., Красников В. С. Угловое движение разгонного блока с тороидальным топливным баком	369
Андреев В. В., Круглов Г. Е., Юдинцев В. В. Моделирование подвижных элементов конструкции космического аппарата	370
Ахтямов О. В. Оценка эффективности генетического алгоритма при изменении размерности задачи	371
Балобан Т. Е., Альшевский К. В. Особенности оценки рисков в авиационно-космических комплексах	373
Безмен Д. В., Голуб Л. Н., Медведев А. В. О сходимости непараметрической оценки кривой регрессии	374
Бессонов В. А., Пахотин В. А., Власова К. В., Молостова С. В. Теоретические основы анализа приемных многоканальных антенн	375
Бойко Р. С. Об адаптивных моделях процесса накопления вредных веществ в продуктах питания	377
Бразговка М. А. Системный подход при построении модели розничного предприятия	378
Бурнышева Т. В. Расчет коэффициентов концентрации при статическом деформировании ферменных конструкций из композиционных материалов	380
Веселов В. В. Программа для расчета норм расхода материалов	381
Гомонова О. В. Новое поле скоростей для решения Прандтля	382
Демченко Я. И. О сходимости одного класса непараметрических оценок кривой регрессии	383
Денисов С. С. Разработка программного обеспечения для автоматизации процесса исследования эволюции орбит астероидов	385
Ермакова С. В., Ясинский В. Б. Формирование морфологических структур режущего инструмента для автоматизированного синтеза проектных решений технологических задач	386
Житников В. П., Шерыхалина Н. М., Поречный С. С., Муксимова Р. Р. Исследование параметров нестационарных процессов электрохимического формообразования уплотнений газотурбинного двигателя (с оценкой погрешностей численного решения)	388
Звонков В. Б., Семенкин Е. С. Адаптивная гибридная стохастическая процедура	389
Фельк В. А., Фомин А. Н. Аппроксимация пространственного распределения магнитного поля катушек различной геометрии	391
Кириллов Ю. И., Руднев А. В. Сети Петри как способ реализации сеансно-временного метода автономного управления	392
Кузовников А. В., Дерябин А. Л., Шатров В. А., Баженов В. Ю. Оценка эффективности расширения ширины полосы сигналов, модулированных различными типами вейвлет-функций	393
Кузьмич Р. И. Определение важности признаков при формировании паттернов в задаче классификации	394
Лопатин П. К. Управление манипуляционным роботом в среде с неизвестными препятствиями	396
Лопатин П. К., Новиков Д. С. Визуализация движения манипуляционных роботов	397
Малухин Д. В. Разработка критериев ранжирования музыкальных произведений для проведения кластерного анализа	398
Мальцева Т. В., Орловская Н. Ф., Шупранов Д. А. Моделирование макроскопических закономерностей окисления гексадекана	399
Мангалова Е. С. Исследование линейных нестационарных систем	401
Масанский О. А., Токмин А. М., Шалаев П. О. Определение функциональных зависимостей параметров индукционной наплавки	402
Масич И. С. Комбинаторная оптимизация в системах распознавания для решения задач диагностики и прогнозирования	403
Митюков В. В. Корректировка измеренных данных при наличии априорно заданных связей между ними	405
Мутасов Д. А. Моделирование гибких печатных кабелей бортовой аппаратуры космических аппаратов	406
Надейкин И. В., Орловская Н. Ф., Мальцева Т. В. Удаление сернистых соединений и смол из дизельного топлива сорбентами	408
Нестеров В. А., Лопатин А. В. Исследование различных конечно-элементных моделей балок с низкой трансверсальной сдвиговой жесткостью	409

Нестеров В. А. Расчет балок с низкой трансверсальной сдвиговой жесткостью и неклассическими граничными условиями	411
Панфилов И. А., Слободина И. С. Сравнительный анализ многокритериальных подходов генетического алгоритма	412
Паротькин Н. Ю. Использование видеопроцессора при решении тестовых задач оптимизации	414
Петелин А. Е., Колупаева С. Н. Математическое моделирование формирования зоны сдвига в алюминии	415
Петунин В. И., Абдуллина Э. Ю. Моделирование системы автоматического управления углом тангажа с автоматом ограничения угла атаки летательного аппарата	416
Петунин В. И. Исследование системы автоматического управления газотурбинным двигателем с астатическим регулятором переходных режимов	418
Поезжалова С. Н. Нейронечеткий метод управления развитием высоких и критических технологий в авиадвигателестроении	419
Рогалев А. Н. Вопросы реализации гарантированных методов включения выживающих траекторий управляемых систем	421
Руднев А. В., Кириллов Ю. И. Навигационные спутниковые системы как способ отслеживания помеченных животных	422
Рудько А. А., Двирный В. В. Тепловой расчет электронных приборов для космической техники	423
Рыжиков И. С. Решение терминальной задачи управления для нелинейных динамических систем	425
Салмин В. В., Петрухина К. В. Метод решения задачи оптимизации перелетов между эллиптическими орбитами с использованием двигателей большой и малой тяги	426
Сергиенко А. Б. Самонастраивающийся генетический алгоритм решения задач условной и безусловной оптимизации	427
Соколов И. В. К задаче непараметрической идентификации линейных динамических систем	429
Терентьева Е. С. Применение бутстреп-метода в непараметрическом моделировании систем при наличии пропусков данных	430
Тынченко В. С., Тынченко В. В., Тынченко Я. А. Применение распределенных вычислительных технологий для моделирования сложных процессов	432
Удальцов Р. А. Симметричная потеря устойчивости композитной трехслойной пластины	433
Федорова Н. А. Моделирование деформирования плоских авиационных конструкций со сложными криволинейными структурами армирования	435
Хвалько А. А., Бутов В. Г., Сунцов С. Б., Ящук А. А. Комплекс механического анализа и проблема адекватности расчетных моделей бортовой радиоэлектронной аппаратуры	437
Чёлушкин А. С., Васильева Р. Н. Математическая модель процесса направленной кристаллизации	438
Шайдуров В. В., Щепановская Г. И., Якубович М. В. Одномерная модель динамики вязкого теплопроводного газа	440

Секция

«МАТЕМАТИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ»

Бородина Е. В., Тарасов С. А. Независимые слова в группах	445
Вепринцев Д. В. О коммутативных симметроидах	446
Дуж А. А., Филиппов К. А. О периодической группе Шункова, насыщенной центральными расширениями конечных 2-групп посредством группы $L_3(2^n)$	447
Карчевский С. С., Кузнецов А. А. Построение бернсайдовых групп при помощи суперкомпьютера	447
Кузнецов А. А., Кузнецова А. С. Теоретико-групповой подход в задачах комбинаторной оптимизации	449
Лопатин И. А. Обобщение теоремы Морлея для равносторонних треугольников	450
Мыльников А. Л. Графы скрученных подмножеств, имеющие диаметр 2	451
Охорзин В. А., Сафонов К. В. Метод моментов в задаче управления орбитами космических аппаратов	452
Сапаркина С. А., Сорокин Р. В. Задача идентификации двух коэффициентов при младших производных в системе составного типа	454
Сенашов С. И., Бурмак В. И. Сжатие плосконапряженной пластической среды	455
Сенашов С. И., Родионова А. В., Шеффер И. А. Новые контактные преобразования	456

Сенашов С. И., Филюшина Е. В. Законы сохранения и их использование для решения задач пластичности	457
Сенашов С. И., Черепанова О. Н. Построение решений уравнения минимальных поверхностей Эйлера–Лагранжа	458
Сорокин Р. В. Об устойчивости решения задачи идентификации коэффициентов при младших членах в системе составного типа	459
Черепанова О. Н., Резникова И. А. Гиперболическая аппроксимация интегродифференциального уравнения	460
Шадрин М. Ю., Шамлицкий Я. И. Разработка системы анализа показателей надежности продукции крупносерийного производства	461
Шкедов И. М. Математическое и компьютерное моделирование радиационных процессов в искусственных барьерных облаках	463
Юлдашев Т. К., Дыйканов Г. А. О смешанной задаче для нелинейного уравнения четвертого порядка с нелинейным отклонением по времени	465
Юлдашев Т. К., Шабаликов К. Х. Смешанная задача для нелинейного уравнения гиперболического типа четвертого порядка	466

Секция

«ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ»

Антипова С. А. Система по обслуживанию заявок на ремонт компьютерного оборудования	471
Барабанова М. В., Козлова Ю. Б. Проблема привлечения внимания к научной деятельности	472
Бикчентаев А. А. Автоматизация получения данных из файлов приложений MS Word	473
Большаков Л. К., Вершинин А. Б. Интеллектуальный анализ телеметрической информации в контуре наземного комплекса управления	474
Буженко Р. М. Имитация теней методом моделирования теневого объема	475
Буряченко В. В. Цифровая стабилизация видео в реальном времени	476
Вилухин А. С. Объектно-ориентированное моделирование системы электронного документооборота	478
Власов А. А. Метод контурной сегментации Канны с использованием морфологических операций	479
Галаютдинова А. Н., Тюрина М. М., Поронов Н. А. Инженерный аспект разработки и проектирования струйно-конвективного преобразователя системы измерения высотно-скоростных параметров	480
Говорухина О. С. Система кафедрального документооборота учебно-методического комплекса дисциплин	481
Голованова А. С., Ясинский В. Б. Использование методологии Structured analysis and design technique для анализа и проектирования систем технологической подготовки производства	482
Гольшева О. С., Дунаев А. В. Комплекс программных средств, предназначенный для испытаний приборов, входящих в состав космического аппарата	484
Гринберг Г. М., Романов Д. В. Интерактивная компьютерная модель шагового двигателя	485
Еремина М. Н. Основные преимущества РНР, определяющие его популярность	487
Жариков В. Н., Пичкалев А. В. Перспективные модульные стандарты для отработки и испытаний	488
Жерносекова Н. В. Автоматизированное рабочее место специалиста группы ввода и регистрации расчетов страховых взносов	490
Жуков Е. А. Адаптивный поиск и персонафикация в информационных системах	491
Журавлев В. В. Построение виртуальной 3D-сцены по изображению	492
Захарченко Е. О. Мультимедиа-технологии в образовательном процессе	493
Зинин С. Н. Использование алгоритмов Бустинга в задачах классификации разнородных данных	495
Игнатенко В. Н., Уколов И. С. Система обмена информацией между нейросетями различных топологий	495
Иптышева А. Г. Объектно-ориентированное моделирование информационной системы по оценке надежности программного обеспечения	496
Исмагилов И. И., Ефремов А. П. Алгоритмы дифференцирующе-сглаживающей нерекурсивной цифровой фильтрации на основе дискретных преобразований	498
Казакова А. С. Создание панорамного изображения на основе нескольких снимков	499

Казутов А. А., Кантеров В. С. Методика разработки программ схемотехнического проектирования	500
Киселев В. И. Автоматизированное формирование текстовой конструкторской документации по единой системе конструкторской документации	501
Кузьмичев К. И. Алгоритмы работы автоматизированного рабочего места проверки бортовой аппаратуры	502
Лабецкая Е. В. Автоматизированная система формирования инвестиционного портфеля	503
Левтин К. Э. Визуальное детектирование дыма на основе морфологической обработки и вейвлет-преобразования	505
Мальшев О. В., Литвинчук А. Ю. Производственно-исполнительная система оперативного управления высокотехнологичным производством жидкостно-ракетных двигателей	506
Масленникова Ю. С., Порунов А. А. Задача структурного и параметрического синтеза многоканальной системы измерения воздушных сигналов вертолета на основе струйно-конвективных преобразователей	507
Масленникова Ю. С., Порунов Н. А., Порунов А. А. Задача параметрического синтеза измерительных каналов системы измерения воздушных сигналов вертолета на основе имитационной модели в пакете Simulink Matlab 7.5.0	509
Маюров В. С., Кагиров Р. Р. Кроссплатформенное приложение для распределенной системы обработки данных	510
Мирзаев Р. А., Смирнов Н. А. Программирование контроллеров управления шаговыми двигателями	511
Николаев А. А. Построение трехмерных поверхностей на основе данных лазерного сканирования	513
Пастушенко О. В., Сухарев Е. Н. Проектирование базы данных корпоративной информационной системы кафедры в MySQL Workbench	513
Пичкалев А. В. Наземный отладочный комплекс бортовой радиоэлектронной аппаратуры	515
Потуремский И. В., Бородавкин Д. А. Алгоритм поиска оптимальных решений по организации дополнительных каналов передачи данных для обеспечения отказоустойчивости сети Ethernet	516
Прудков В. В., Пичкалев А. В. Результаты разработки программного обеспечения автономной обработки подсистем блока управления перспективных космических аппаратов	518
Русаков А. Л. Улучшение качества видео методом сверхразрешения	519
Садыков Т. Р. Необходимость единообразного подхода к задаче распознавания жестов для управления человеко-машинным интерфейсом	520
Сафонов К. В., Личаргин Д. В., Калинин А. А. Извлечение информации из текста с помощью автоматической обработки естественно-языковых запросов	522
Соманенко С. Н., Косоруков А. И., Шевцов И. В. Автоматизация наземной экспериментальной установки проверки и регулирования параметров маломоментных электродвигателей созданием комплекса контрольно-проверочной аппаратуры	523
Сызганов В. С. Моделирование дождевых осадков с учетом рельефа местности	524
Третьякова А. В. Система учета программного обеспечения для Института информатики и телекоммуникаций Сибирского государственного аэрокосмического университета	526
Учуватов М. С., Трегубов С. И., Ереско В. С. Этапы внедрения CALS-технологий на малых предприятиях электронной промышленности	527
Фишов П. М., Ловчиков А. Н. Применение технологии трехмерного треккинга в проектных работах визуального моделирования	529
Фурашев Д. А. Подавление шума на изображениях и видеопоследовательностях	530
Чанчикова Е. В. Анализ методов распознавания рукописных символов	532
Черепанов Д. А., Кирюшкин В. В., Дисенов А. А., Добрынин И. С. Многопозиционные радиолокационные системы с подсветкой сигналами спутниковых радионавигационных систем	532
Черник А. В., Смирнов Н. А. Программное обеспечение для автоматизации расчета механизмов на основе замкнутых кинематических схем	534
Шеенок И. Г. Автоматизированная система центра трудоустройства студентов и выпускников Сибирского государственного аэрокосмического университета	535
Якимов Л. С. Антропометрические особенности рук при распознавании жестов человека	536
Яковлев Д. С. Моделирование 3D-ландшафтов большой площади с использованием технологии «мегатекстура».....	537
Ярославцева Е. Л. Составление коллажей из фрагментов изображений.....	538

Секция
«МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ»

Буторов В. В., Никитин Д. А. Разработка отказоустойчивых элементов аппаратуры систем управления с использованием языка VHDL	543
Вергазов М. Ю., Чекмарев С. А. Разработка модели бортового комплекса управления с применением концепции системы на кристалле	544
Верещагин С. В. Метод факторного анализа в исследовании инженерно-технической защищенности автоматизированной системы	546
Жук А. П., Шилов С. В. Анализ протоколов передачи информации в асимметричных системах спутникового доступа к Интернет	547
Жуков В. Г., Жукова М. Н., Коромыслов Н. А. О применении искусственных иммунных систем в задаче обнаружения инцидентов информационной безопасности	548
Жукова Е. С., Карцан И. Н., Ефремова С. В. Особенности защиты от побочных электромагнитных излучений	550
Золотарев А. В., Жукова М. Н. Разработка самообучающейся системы на прецедентах для решения задачи комплексной оценки в сфере информационной безопасности	551
Курбатов Д. Е., Курбатов М. Е., Двирный В. В. Об эффективности и защите информационного обеспечения в процессе создания изделий	552
Миронова В. Г., Шелупанов А. А. Проведение аудита информационной безопасности при предпроектном обследовании информационной системы персональных данных	553
Орел Д. В. Обоснование необходимости повышения защищенности сигналов спутниковых радионавигационных систем	555
Сафронов В. В. Субъекты информационных правоотношений	556
Семенова Н. А. Оценка качества системы ролевого разграничения доступа с использованием критерия весовой сложности	558
Тетерина Е. В., Черненко В. В. Анализ эффективности работы современных антивирусных программ	559
Хейрхабаров Т. С., Жуков В. Г. О применении искусственных иммунных систем в задаче обнаружения нежелательной электронной корреспонденции	561
Хохля А. С., Золотарев В. В. Анализ эффективности средств защиты информации методом динамического программирования	562
Чекмарев С. А., Лукин Ф. А., Ханов В. Х. Разработка модели бортового компьютера на базе открытых IP-блоков	563
Черноусов А. В., Головачев А. Д., Кузовников А. В. Исследование зависимости ширины полосы вейвлет модулированных сигналов от параметров формирующей функции	564
Шудрак М. О., Лубкин И. А. Защита программного обеспечения методом полиморфной генерации кода	566
Шудрова К. Е. Алгоритм встраивания скрытой информации в видеопоток	567

Секция
**«НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ
 В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ»**

Аплеснин С. С., Еремин Е. В., Юзифович А. В., Лопатина М. А. Магнитные свойства твердых растворов $Mn_{1-x}Ho_xS$	571
Аплеснин С. С., Харьков А. М., Балаев Д. А., Соколов В. В. Электрические свойства соединения $Sm_xMn_{1-x}S$ с переменной валентностью	572
Аплеснин С. С., Удод Л. В., Алдашов И. А., Ситников М. Н. Магнитные свойства $Bi_{24}(BiCo)O_{40}$	574
Барин Г. И. Термомагнитные свойства тонких эпитаксиальных слоев маггемита	575
Гавричков В. А., Овчинников С. Г., Якимов Л. Е. Электронная структура манганитных материалов	576
Gosmanová G., Kraus I. XRD analysis of oxide layers formed on Zr1Nb alloy at 360 °C in vver environment	577
Зеер Г. М., Николаева Н. С., Кучинский М. Ю., Ледяева О. Н. Наноразмерный оксид цинка для электротехнических материалов на основе серебра	579

Игуменов А. Ю., Александрова Г. А., Березицкая Е. П., Чернятина А. А., Ермолаев Р. А. Исследование методом атомно-силовой микроскопии микротопографии дефектных областей поверхности многофункциональных покрытий для космических аппаратов, возникающих в процессе хранения	580
Коваленко А., Кратохвилова И., Фендрих Ф., Залиш С. Квантово-химическая симуляция флуоресцентных наноалмазных частиц	581
Косырев Н. Н., Шевцов Д. А., Варнаков С. Н., Худяков А. Е., Ефремов А. В., Рыхлицкий С. В., Швец В. А. Сверхвысоковакуумная установка для получения и исследования наноструктур магнитоэллипсометрическими методами IN SITU	582
Кривобоков В. П., Янин С. Н. Третьяков Р. С. Высокоскоростное магнетронное осаждение металлических покрытий	583
Крутов И. А., Жигалов В. С. Высокоанизотропные фазы Co–Sm-пленок: синтез и исследование	585
Крушенко Г. Г., Решетникова С. Н., Мишин А. А. Механизм модифицирования алюминиево-кремниевого сплава нанопорошками (на примере нитрида титана)	586
Лященко С. А., Варнаков С. Н. Компонентно-градиентное моделирование структуры Fe на Si(100) по данным спектральной эллипсометрии	588
Можжерин А. В., Логинов Ю. Ю. Исследование процессов дефектообразования в кристаллах кремния и германия методом просвечивающей электронной микроскопии	589
Попов И. П., Кутومانов С. Ю., Николенко К. А. Структурообразование алюминиевых трубных заготовок большими пластическими деформациями	590
Рыбакова А. Н., Жигалов В. С. Твердофазный синтез плёнок системы Co–Cr	592
Сержантова М. В., Кузубов А. А. Теоретическое исследование влияния дефектов на электронную структуру монослоя h-BN	593
Соколович В. В. Фазовые переходы в моносulfиды 3d-металлов	594
Соколович В. В., Баюков О. А. Мессбауэровские спектры Fe _{1-x} S	595
Тихомиров Р. Е., Паршин А. С., Александрова Г. А., Харламов В. А., Чернятина А. А., Ермолаев Р. А., Михлин Ю. Л. Исследование дефектов полупроводникового терморегулирующего покрытия, возникающих в процессе хранения, методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии	596
Юрченко Д. В., Александрова Г. А., Березицкая Е. П., Чернятина А. А., Ермолаев Р. А. Исследование топографии радиопрозрачных терморегулирующих покрытий для космических аппаратов	597
Яковлев И. А., Варнаков С. Н. Особенности образования силицидов железа при реактивной и твердофазной эпитаксии	598

Секция

«ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ»

Андрусова Т. Б., Гомонова Ю. А., Титов О. А. Космодром «Восточный» как новый этап развития российской космонавтики	603
Анищенко Ю. А. Интеграция производственно-корпоративных структур	604
Анкудинов А. В., Болдина И. В., Двирный В. В., Матроницкий Д. А. Эффективность внедрения первого этапа ERP-системы наукоемкого предприятия	606
Афанасьева Е. В., Рожкина Н. Р., Рымарчук А. А. Влияние экономического кризиса на формирование инновационного кредитования	607
Белозерова Н. А., Титов О. А. Компетентностный подход к оценке персонала	609
Богомолов В. А., Данильченко Ю. В. Стратегические цели предприятий космической отрасли России в контексте стратегических целей страны	610
Бойко А. А., Бахмарева Н. В. Принципы построения инструментов процессно-ориентированного управления воспроизводством основных производственных фондов предприятий ракетно-космической промышленности	612
Вашкевич В. П., Двирный В. В., Овечкин Г. И. Инновационные проекты	613
Волошин Ф. А. Факторы, влияющие на финансирование инновационной деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса	615
Грязнова О. А., Золотарева Г. И. Система контролируемых показателей по стадиям жизненного цикла	616

Елисеева М. Л., Ковалева О. В. Разработка бизнес-плана производства нефтеперерабатывающего оборудования на ОАО «Красноярский машиностроительный завод»	617
Елисеева М. Л., Чимитдоржина А. П. Разработка мероприятий по оптимизации структуры обязательств ОАО «Улан-Удэнский авиационный завод».....	619
Еремеев Д. В. Условия формирования методики анализа финансовой устойчивости предприятия ракетно-космической отрасли	621
Ерыгин Ю. В., Хохлова О. В. Классификация инноваций: характеристика и анализ	622
Кабанова А. В., Смородинова Н. И. Проблемы финансирования ракетно-космической промышленности.....	624
Костина Л. В., Громова Т. А., Матвеев В. В., Ядков А., Марков Д. Необходимые затраты для запуска носителя наноспутника и обеспечение им необходимой информацией	625
Литвинчук А. Ю., Максимов С. А. Перспективы развития мирового рынка производства ракетно-космической техники	626
Лукьянова А. А., Рябищук И. В. Факторы развития инновационного потенциала оборонно-промышленного комплекса	628
Медянцева В. Ю. Стратегия развития Сибирского государственного аэрокосмического университета	630
Римаренко О. В., Жирнова Е. А. Вопросы обеспечения качества исполнения проекта по созданию малого космического аппарата.....	631
Рожкина Н. Р., Рымарчук А. А., Смородинова Н. И. Развитие форм финансирования космической деятельности.....	633
Семенов С. С. Предприятия оборонно-промышленного комплекса: особенности, проблемы, потенциал	634
Скобарев А. А. Технологии и интеллектуальная собственность как экономический ресурс: неоклассический подход	636
Станишевская О. С., Данильченко Ю. В. SWOT-анализ положения ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева на международном рынке	637
Сычева Е. М., Дайнич Д. А. Совершенствование системы оплаты и стимулирования труда на предприятиях машиностроительной отрасли	639
Сычева Е. М., Латыпова Е. С. Технично-экономическое обоснование модернизации производства предприятия оборонно-промышленного комплекса	640
Тихонова С. А. Проблемы оценки потребности высокотехнологичных отраслей в инновационных кадрах (на примере аэрокосмической отрасли)	642
Фёдорова Н. В., Гаджиева М. В. Методы поддержки промышленных предприятий в условиях экономического кризиса и необходимости модернизации отрасли	643
Улицкая Т. Р. Перспективы развития ракетно-космической отрасли.....	645

Секция

«ЛОГИСТИКА В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ»

Белякова Е. В., Гильц Н. Е. Особенности мониторинга сбытовой деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса	649
Бутусин А. С. Возможности логистики в космической отрасли	650
Кипчук Ю. В., Полухин И. В. Влияние величины таможенной пошлины на экспорт лесоматериалов (товарная позиция 4403 ТНВЭД ТС)	651
Коркина П. К. Современное состояние логистики в России	652
Леонтьева В. О., Полухин И. В. Валютное законодательство и проблемы валютного контроля в Российской Федерации	654
Полухин И. В., Резанова Ю. С. Оценка влияния льгот по уплате таможенных пошлин и налогов на динамику таможенных платежей	655
Прокопович Д. А. Тенденции развития грузовых авиаперевозок в мире	656
Рагозина М. А., Хахалева Ю. К. Разработка мероприятий по совершенствованию хозяйственной деятельности ГПКК «Центр таможенной логистики»	658
Селиванов А. В., Вашлаев И. И., Бурменко А. Д. Методика формирования и расчета баланса материальных ресурсов в логистических системах	659

Шамлицкий Я. И., Тихоненко Д. В. Системы мониторинга транспортных средств на основе ГЛОНАСС/GPS.....	661
Швалов П. Г. К вопросу об идентификации логистической инфраструктуры на региональном уровне.....	663
Широченко Н. В. Подходы к организации закупочной деятельности на предприятиях единичного и мелкосерийного производства.....	664

Секция

«АСТРОНОМИЯ. ПРОБЛЕМЫ АСТЕРОИДНОЙ ОПАСНОСТИ»

Абрамов В. В. Интернет-ресурс электронного каталога орбитальной эволюции малых тел Солнечной системы	669
Барабанов С. И. Наблюдения малых тел Солнечной системы, сближающихся с орбитой Земли	670
Бахтигараев Н. С., Рыхлова Л. В., Сергеев А. В. Исследования техногенного космического мусора в ИНАСАН.....	671
Белов В. П., Булынин Ю. Л., Двирный В. В., Исакова А. С., Чеботарев В. Е. Влияние космического мусора на работу орбитальных группировок и пути снижения риска возникновения космического мусора в рабочих зонах спутниковых систем связи	672
Веселков С. А., Лапухин Е. Г. Исследование блеска переменной звезды γ Aqr.....	673
Заусаев А. Ф., Заусаев Д. А. Численное интегрирование уравнений движения небесных тел с использованием оскулирующих элементов больших планет	675
Заусаев А. Ф., Соловьев Л. А. Регуляризация дифференциальных уравнений в задаче возмущенного движения	676
Рыхлова Л. В. Проблема астероидно-кометной опасности.....	677
Нароенков С. А. Хранение и обработка астрометрических и фотометрических данных об астероидах, сближающихся с землей (АСЗ): настоящее и будущее в России	679

CONTENTS

Section

«MATHEMATICAL METHODS OF SIMULATION, CONTROL AND OPTIMIZATION»

Alekseev A. V., Krasnikov V. S. Angular motion of the upper stage with a toroidal fuel tank	369
Andreev V. V., Kruglov G. E., Yudin V. V. Modelling moving elements of spacecraft mechanical systems	370
Ahtyamov O. V. Evaluating of the efficiency of a genetic algorithm for problem demension changing	371
Baloban T. E., Alshevskiy K. V. Risks assessment in aerospace complexes	373
Bezmen D. V., Golub L. N., Medvedev A. V. To nonparametric estimator convergence of curve regression	374
Bessonov V. A., Pakhotin V. A., Vlasova K. V., Molostova S. V. Theoretical framework of the reception multichannel antenna analysis	375
Boyko R. S. To adaptive models of harmful substances accumulation process in food products	377
Brazgovka M. A. The systematic approach to retail enterprise model constructing	378
Burnysheva T. V. Calculation of concentration at a static deformation truss of composite materials	380
Veselov V. V. Program calculation of material requirement	381
Gomonova O. V. New velocities field for prandtl solution	382
Demchenko Ya. I. To convergence of one class of non-parametric estimations of regression curve	383
Denisov S. S. The development of the software for automatization of the astroids' orbital evolution research process	385
Yermakova S. V., Yasinskiy V. B. The formation of morphological structures of the cutting tool for automated synthesis of project respond to technological problems	386
Zhitnikov V. P., Sherykhalina N. M., Porechny S. S., Muksimova R. R. The investigation of non-stationary electrochemical process of gas turbine engines shaping (with error estimation of numerical solution)	388
Zvonkov V. B., Semenkin E. S. The adaptive hybrid stochastic procedure	389
Felk V. A., Fomin A. N. The approximation of the spatial distribution fields of different geometry coils	391
Kirillov Yu. I., Rudnev A. V. Petri nets as a way to implement a session bean-time method of autonomous control	392
Kuzovnikov A. V., Deryabin A. L., Shatrov V. A., Bazhenov V. Y. The estimation of efficiency of expansion of the bandwidth of the signals modulated by various types of wavelet-functions	393
Kuzmich R. I. The determination of factors significance while creating the patterns in the classification task	394
Lopatin P. K. Manipulating robot control in an environment with unknown obstacles	396
Lopatin P. K., Novikov D. S. Visualisation of manipulating robots' movement	397
Malukhin D. V. The development of the criteria of ranging the music pieces for cluster analysis	398
Maltseva T. V., Orlovskaya N. F., Shupranov D. V. Modelling macroscopical laws of hexadecane oxidation	399
Mangalova E. S. The research of linear non-stationary systems	401
Masansky O. A., Tokmin A. M., Shalaev P. O. Definition of functional dependences of induction surfacing parameters	402
Masich I. S. The combinatory optimisation of the recognition systems for the diagnostics and prognosis problem solution	403
Mityukov V. V. Adjustment of the measured data having antecedently defined relations among them	405
Mutasov D. A. Modelling of flexible printing cables of onboard equipment of space vehicles	406
Nadeykin I. V., Orlovskaya N. F., Maltseva T. V. The removal of sulphurous compounds and pitches from diesel fuel by sorbents	408
Nesterov V. A., Lopatin A. V. The research of various finite element beam models with low transverse shear stiffness	409
Nesterov V. A. The analysis of beams with low transverse shear stiffness and nonclassical boundary conditions	411
Panfilov I. A., Slobodina I. S. The comparative analysis of multicriterion genetic alhorithms	412
Parotkin N. Y. The video processor use at solving test optimization problems	414
Petelin A. E., Kolupaeva S. N. Mathematical modeling of the aluminum slip zone	415

Petunin V. I., Abdullina E. J. Modelling the system of automatic control by the angle of tangle with the automatic machine of the restriction of the aircraft attack angle	416
Petunin V. I. Research of the system of automatic control by the gas turbine engine with an astatic regulator of transitive modes	418
Poezjalova S. N. The neural-fuzzy management method of high and critical technologies development in engine-building manufacture	419
Rogalyov A. N. The implementation of guaranteed methods of control systems surviving trajectories inclusion	421
Rudnev A. V., Kirillov Y. I. Navigating satellite systems as a method of the «marked» animals tracing	422
Rudko A. A., Dvirny V. V. Electric devices heating calculation for spacecrafts	423
Ryzhikov I. S. The solution of the terminal control problem for nonlinear dynamic systems	425
Salmin V. V., Petrukhina K. V. The method of flights optimization problem solution between elliptic orbits with the use of the big and low thrust engines	426
Sergienko A. B. Self-adaptive genetic algorithm for the solution of conditional and unconditional optimization problems	427
Sokolov I. V. To the problem of non-parametric LDS identification	429
Terentyeva E. S. Bootstrap-method application in nonparametric modelling of the systems in the data admissions presence	430
Tynchenko V. S., Tynchenko V. V., Tynchenko Ya. A. Distributed computing technologies application to complex processes modelling	432
Udaltsov R. A. Symmetrical wrinkling buckling of 3-layer sandwich plates	433
Feodorova N. A. Simulating the plane aircraft constructions deformation with complex curvilinear reinforcement structures	435
Hvalko A. A., Butov V. G., Suntsov S. B., Yaschuk A. A. The mechanical analysis complex and problem of adequacy of onboard cea settlement models	437
Chelushkin A. S., Vasilyeva R. N. The mathematical model of directional crystallization	438
Shaidurov V. V., Shchepanovskaya G. I., Yakubovich M. V. One-dimensional model of the viscous heat-conducting gas dynamics	440

Section

«MATHEMATICS AND ITS IMPLEMENTATION IN AEROSPACE INDUSTRY»

Borodina E. V., Tarasov S. A. Independent words in the groups	445
Veprintsev D. V. About commutative symmetroids	446
Duzh A. A., Filippov K. A. About shunkov's periodic group sated with the central expansions of final 2-groups by means of group $I_3(2^n)$	447
Karchevsky S. S., Kuznetsov A. A. Construction of burnside groups using supercomputer	447
Kuznetsov A. A., Kuznetsova A. S. The group-theoretical approach in combinatorial optimization tasks	449
Lopatin I. A. Generalization of the morley's trisection theorem for equilateral triangles	450
Mylnikov A. L. The columns of the braided subsets having diameter 2	451
Okhorzin V. A., Safonov K. V. Moments method in the problem of orbits' space vehicles control	452
Saparkina S. A., Sorokin R. V. The problem of two coefficients identification at first derivatives in a composite type system	454
Senashov S. I., Burmak V. I. Compression of plain stress plastic continuum	455
Senashov S. I., Rodionova A. V., Shefer I. A. New contact transformations	456
Senashov S. I., Filyushina E. V. Application of conservation laws for plasticity problems solution	457
Senashov S. I., Cherepanova O. N. Equation decisions' construction of the Euler–Lanranzha minimal surfaces	458
Sorokin R. V. The solution stability of coefficients' identification problem at lowest terms for composite type system	459
Cherepanova O. N., Reznikova I. A. Hyperbolic approximation of the integro-differential equation	460
Shadrin M. Yu., Shamlitskiy Ya. I. System engineering of large-lot production goods reliability indicators analysis	461
Shkedov I. M. Mathematical and computer modeling of radiation processes in artificial barium clouds	463
Yuldashev T. K., Dyikanov G. A. To the mixed value problem for nonlinear equation of fourth order with nonlinear deviation from time	465
Yuldashev T. K., Shabadikov K. H. Mixed value problem for a nonlinear fourth order equation of hyperbolic type	466

Antipova S. A. Request maintenance system for SibSAU computer equipment repair	471
Barabanova M. V., Kozlova Yu. B. The problem of attraction to scientific activity	472
Bikchentaev A. A. Automatic getting data from Microsoft word documents	473
Bolshakov L. K., Vershinin A. B. Intelligent analysis of telemetry data in the circuit ground control	474
Buzhenko R. M. Imitation of shadows geometry with shadow volume modeling	475
Buryachenko V. V. Real-time video stabilization	476
Vilukhin A. S. Object-oriented modelling of electronic document circulation system	478
Vlasov A. A. The method of Canny contour segmentation with the use morphological operations	479
Galyautdinova A. N., Turina M. M., Porunov N. A. Engineering aspect of development and designing of jet-convective transducer of height-speed parameters measuring system	480
Govorukhina O. S. System of department's document EMCD	481
Golovanova A. S., Yasinskiy V. B. Sadt methodology usage for analysis and disigning technological production preparation system	482
Golysheva O. S., Dunaev A. V. Software system testing spacecraft devices	484
Grinberg G. M., Romanov D. V. Interactive computer model of the step engine	485
Eremina M. N. Basic advantages of PHP which define its popularity	487
Jarikov V. N., Pichkalev A. V. Perspective modular standards for adjustment and testing	488
Zhernosekova N. V. Automation equipped working place of calculation statements input and registration group specialist	490
Zhukov E. A. Adaptive search and information personification in the information system	491
Zhuravlev V. V. 3d virtual scene construction from a picture	492
Zaharchenko E. O. Multimedia technologies in educational process	493
Zinin S. N. Usage of Boosting algorithms in different data types classification problems	495
Ignatenko V. N., Ukolov I. S. The system of informational interchange of different topology neural networks	495
Iptysheva A. G. Object oriented modeling information system for assessing the reliability of software	496
Ismagilov I. I., Efremov A. P. The algorithms of differentiating smoothing non-recursive digital filtration based on discrete transformations	498
Kazakova A. S. Creation of the panoramic image from a set of images	499
Kazutov A. A., Kanterov V. S. The method of schematic design programs developing	500
Kiselev V. I. Automated formation of the textual design documentation on ESKD	501
Kuzmichev K. I. Algorithms of work of an automated workplace of onboard equipment check	502
Labetskaya E. V. The automated system of the formation of investment briefcase	503
Levtin K. E. Visual smoke detection based on wavelets and morphology	504
Malishev O. V., Litvinchuk A. Y. The industrial-executive system of the operational administration of hi-tech manufacture LRE	506
Maslennikova J. S., Porunov A. A. The problem of structural and parametrical synthesis of helicopter multichannel air signals system based on the jet-convection converters basis	507
Maslennikova J. S., Porunov N. A., Porunov A. A. Parametrical synthesis problem of measuring channels of the helicopter air signals system on the basis of imitating model in Simulink Matlab 7.5.0	509
Mayurov V. S., Kagiroy R. R. Cross-platform appendix for the distributed data processing system	510
Mirzaev R. A., Smirnov N. A. The programming of stepper motors controllers	511
Nikolayev A. A. The building of three-dimensional surfaces based on the laser scanning data	513
Pastushenko O. V., Sukharev Ye. N. Designing database of the university department corporate information system in MySQL Workbench	513
Pichkalev A. V. The terrestrial debugging complex for on-board radio-electronic equipment	515
Poturemskiy I. V., Borodavkin D. A. The algorithm of finding the optimal solutions to additional data channels organization task to provide failover Ethernet computer network	516
Prudkov V. V., Pichkalev A. V. The results of the software development of independent working off of subsystems of the perspective space vehicles control block	518
Rusakov A. L. The video quality improvement with the help of the super-resolution method	519
Sadykov T. R. The necessity of a uniform approach to the problem of gesture recognition in order to control the human machine interface	520
Safonov K. V., Lichargin D. V., Kalinin A. A. Text information extraction by means of the automatic processing of natural language queries	522

Somanenko S. N., Kosorukov A. I., Shevcov I. V. The automatizaion of the ground experimental improvement of characteristics monitoring and control of low-torque electric motors by creation of the control-verifying equipment	523
Syzganov S. V. Rainfall modelling in accordance with the lay of land	524
Tretyakova A. V. The system of software-metering for ICST SibSAU	526
Uchuvatov M. S., Tregubov S. I., Eresko V. S. CALS-technologies stages introduction on small factories of electronic industry	527
Fishov P. M., Lovchikov A. N. 3-D tracking technology use in the projects of visual modeling	529
Furashev D. A. Noise reduction on the image and video sequences	530
Chanchikova E. V. The analysis of handwritten characters recognition methods	532
Tcherepanov D. A., Kiryushkin V. V., Disenov A. A., Dobrynin I. S. Multiitem radar with illumination by signals of satellite navigating systems	532
Chernik A. V., Smirnov N. A. Development of the software for the automatization of kinematic calculation for closed kinematic scheme mechanisms	534
Sheenok I. G. Computer-aided system of the students and graduates job placement center of SibSAU	535
Yakimov L. S. The antropometrical hand features for human gestures recognition	536
Jakovlev D. S. 3d modeling large terrain using «megatexture»	537
Yaroslavtseva E. L. Collage composition of image fragments	538

Section

«METHODS AND MEANS OF INFORMATION PROTECTION»

Butorov V. V., Nikitin D. A. Development of the fault-tolerant cell products control systems with the use of VHDL language	543
Vergazov M. U., Chekmaryov S. A. Development of onboard computing unit model using system on chip concept	544
Vereshagin S. V. Factor analysis method in the study of engineering and technical security of automated system	546
Zhuk A. P., Shilov S. V. The analysis of information reports transfer in asymmetric systems of satellite access to the Internet	547
Zhukov V. G., Zhukova M. N., Koromyslov N. A. Application of artificial immune systems in the problem of detecting information security incidents	548
Zhukova E. S., Kartsan I. N., Efremova S. V. Protection peculiarities against collateral electromagnetic radiations	550
Zolotarev A. V., Zhukova M. N. Design of self development system of precedent for solution integrated assessment in the information security field	551
Kurbatov D. E., Kurbatov M. E., Dvirniy V. V. Concerning efficiency and informational protection in the course of products creation	552
Mironova V. G., Shelupanov A. A. Analysis of preproject survey information system of personal data stages	553
Oryol D. V. Substantiation of security increase necessity for satellite radio navigation systems	555
Safronov V. V. Subjects of informational legal relationships	556
Semenova N. A. Quality evaluating of rbac systems using weight complexity criteria	558
Teterina E. V., Chernenko V. V. Performance analysis of modern antivirus software	559
Heirkhabarov T. S., Ghukov V. G. The application of artificial immune systems for solving spam detection problem	561
Khokholya A. S., Zolotarev V. V. The analysis of dynamic programming information security efficiency	562
Chekmaryov S. A., Lukin F. A., Khanov V. Kh. Development of the onboard computer models on base opened IP-cores	563
Chernousov A. V., Golovachev A. D., Kusovnikov A. V. The research of walvet modulated signals band width dependance on the forming function parameters	564
Shudrak M. O., Lubkin I. A. The method of polymorphic code generation in software protection	566
Shudrova K. E. Algorithm of the hidden information embedding into the video stream	567

Section

«NANOMATERIALS AND NANOTECHNOLOGIES IN AEROSPACE INDUSTRY»

Aplesnin S. S., Eremin E. V., Yuzifovich A. V., Lopatina M. A. Magnetization properties of $Mn_{1-x}Ho_xS$ solid solutions	571
Aplesnin S. S., Kharkov A. M., Balaev D. A., Sokolov V. V. Electrical properties of $Sm_xMn_{1-x}S$ mixed-valence compounds	572
Aplesnin S. S., Udod L. V., Aldashov I. A., Sitnikov M. N. Magnetic properties of $Bi_{24}(BiCo)O_{40}$	574
Barinov G. I. Thermomagnetic properties of thin epitaxial maghemite films	575
Gavrishkov V. A., Ovchinnikov S. G., Yakimov L. E. Electronic structure of manganite materials	576
Гозманова Г., Краус И. Порошковая рентгеноструктурная кристаллография оксидных слоев, образованных на сплаве ZR1NB при температуре 360°C в водном энергетическом реакторе	577
Zeer G. M., Nikolaeva N. S., Kuchinskiy M. Yu., Ledyayeva O. N. Nanodimensional zinc oxide for silver based electrotechnical materials	579
Igumenov A. Yu., Alexandrova G. A., Berezitskaya E. P., Chernyatina A. A., Ermolaev R. A. The research by atomic-force-microscopy microtopography of defected fields of surface of multifunctional covers for space devices, which are creating during of conservation	580
Kovalenko A., Kratochvilova I., Fendrykh F., Zálsh S. Quantum chemical calculations of the fluorescent nanodiamond particles	581
Kosyrev N. N., Shevtsov D. A., Varnakov S. N., Khudyakov A. E., Efremov A. V., Rykhlytsky S. V., Shvets V. A. Ultra high vacuum installation for nanostructure production with magnetoellipsometric control	582
Krivobokov V. P., Yanin S. N., Tretyakov R. S. High-speed magnetron deposition of metal covers	583
Krutov I. A., Zhigalov V. S. High-anisotropic CoSm films' phases. Synthesis and research	585
Krushenko G. G., Reshetnikova S. N., Mishin A. A. The mechanism of aluminium-silicon alloys inoculation by nanopowders (at nanopowder of titanium nitride example)	586
Lyaschenko S. A., Varnakov S. N. The component-gradient modeling of Fe on Si(100) structure by spectroscopic ellipsometry data	588
Mozzherin A. V., Loginov Y. Y. Transmission electron microscopy study of the defect formation in silicon and germanium crystals	589
Popov I. P., Kutomanov S. Yu., Nikolenko K. A. Structurization of aluminium trumpet preparations by big plastic deformations	590
Rybakova A. N., Zhigalov V. S. Solid phase synthesis of Co-Cr films system	592
Serzhantova M. V., Kuzubov A. A. Theoretical investigation of defects influence on electronic structure of h-BN monolayer	593
Sokolovich V. V. The phase transitions in 3D-metalls monosulfides	594
Sokolovich V. V., Bayukov O. A. Mossbauer $Fe_{1-x}S$ spectra	595
Tikhomirov R. E., Parshin A. S., Alexandrova G. A., Kharlamov V. A., Chernyatina A. A., Ermolaev R. A., Mikhlin Yu. L. Resaerch of semiconductor thermobalance cover defects which appears during of conservaion by X-RAY photoelectron spectroscopy method	596
Yurchenko D. V., Alexandrova G. A., Berezitskaya E. P., Chernyatina A. A., Ermolaev R. A. Research of radiotransparent thermoregulating covers topography for the space devices received by various methods	597
Yakovlev I. A., Varnakov S. N. Features of iron silicide formation in reactive and solid-phase epitaxy	598

Section

«ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF AVIATION-SPACE COMPLEXES»

Andrusova T. B., Gomonova Y. A., Titov O. A. Cosmodrome «East» as the new stage of development the Russian astronautics	603
Anischenko Y. A. Integration of industrial – corporate structures	604
Ankudinov A. V., Boldina I. V., Dvirniy V. V., Matronitsky D. A. Efficiency of introduction of first stage ERP of system the high technology enterprise	606
Afanasyeva E. V., Rozhkina N. R., Rymarchuk A. A. Influence of the economic crisis on formation of innovative crediting	607
Belozerova N. A., Titov O. A. Competence approach in personnel rating	609

Bogomolov V. A., Danilchenko Y. V. Strategic targets of space industry companies in context of country's strategic targets	610
Boyko A. A., Bahmareva N. V. Principles of construction of tools the proressno-focused management of reproduction of the basic production assets of the enterprises the space-rocket industry	612
Vashkevich V. P., Dvirniy V. V., Ovechkin G. I. Innovation design	613
Voloshin F. A. The factors influencing on financing of innovative activity of DIC enterprises	615
Gryaznova O. A., Zolotareva G. I. System of controllable indicators on life cycle stages	616
Eliseeva M. L., Kovaleva O. V. Working out of the business-plan of production the oil-refining equipment at the JSC «Kras mash»	617
Eliseeva M. L., Chimitdorjina A. P. Working out of actions for obligations' structure optimization of JSC «Ulan-ude aviation plant»	619
Eremeev D. V. Conditions of methods of analysis of financial stability	621
Erygin Yu. V., Khokhlova O. V. Classification of innovations: description and analysis	622
Kabanova A. V., Smorodinova N. I. Problems of financing of the space-rocket industry	624
Kostina L. V., Gromova T. A., Matveev V. V., Yadkov A., Markov D. The necessary expenses on nanosatellite carrier rocket combustion and its providing for necessary information	625
Litvinchuk A. Yu., Maksimov S. A. Perspectives of development of the world market of manufacture of space-rocket technics	626
Lukyanova A. A., Ryabishchuk I. V. Factors of innovative potential development of the enterprises of defensive-industrial complex	628
Medjanzev V. U. Provide university progress	630
Rimarenko O. V., Zhirnova E. A. The questions of quality maintenance of project performance for creation of the small satellite vehicle	631
Rozhkina N. R., Rymarchuk A. A., Smorodinova N. I. Development of forms of financing of space activity	633
Semenov S. S. Enterprise military-industrial complex: characteristics, problems and potential	634
Skobarev A. A. Technology and intellectual property as economic resource: neoclassical approach	636
Stanishevskaya O. S., Danilchenko Yu. V. Swot-analyses of JSC «ISS» reshetnev company» position on international market	637
Sicheva E. M., Dainich D. A. Improvement of payment system and labour stimulation at enterprises of engineering industry	639
Sicheva E. M., Latipova E. S. The feasibility report on modernization of manufacture of the enterprise of an oic	640
Tikhonova S. A. The need for innovative personnel in high-technology areas: issues exemplified by the space industry	642
Fedorova N. V., Gadzhieva M. V. Methods of support of the industrial enterprises in the conditions of the economic crisis and necessities of branch modernization	643
Ulitskaya T. R. Prospects of development of space-rocket industry	645

Section

«LOGISTICS IN AEROSPACE INDUSTRY»

Belyakova E. V., Gilts N. E. Monitoring features of oic enterprises' marketing activity	649
Butusin A. S. Opportunities of logistics in space branch	650
Kipchuk Yu. V., Polukhin I. V. The impact of the customs duty size on timber exports	651
Korkina P. K. The contemporary state of logistic in Russia	652
Leontyeva V. O., Polukhin I. V. Currency legislation and problems of currency control in Russia	654
Polukhin I. V., Rezanova Yu. S. Analysis of customs clearance charges benefits and taxes influence on customs payments dynamics	655
Prokopovich D. A. World trends of air cargo business	656
Ragozina M. A., Khakhaleva Yu. K. Developing actions for perfection of economic activities of «The center of transport logistics» state enterprise of Krasnoyarsk region (SEKR)	658
Selivanov A. V., Vashlaev I. I., Burmenko A. D. Technique of formation and calculation of material resources balance in logistical systems	659
Shamlitskiy Y. I., Tikhonenko D. V. Vehicles' monitoring systems on the basis of Glonass/GPS	661
Shvalov P. G. Concerning the identification of the logistical infrastructure at the regional level	663
Shirochenko N. V. Organisation approaches of procurement activity on enterprises of single and small-scale production	664

Section

«ASTRONOMY. ISSUES OF ASTEROID DANGER»

Abramov V. V. Website of the solar system small bodies orbital evolution catalogue	669
Barabanov S. I. Observation of the solar system small bodies approaching the earth orbit	670
Bakhtigaraev N. S., Rykhlova L. V., Sergeev A. V. Space debris' investigations in INASAN	671
Belov V. P., Bulynin Yu. L., Dvirny V. V., Isakova A. S., Chebotarev V. E. Space debris impact on operation of the orbital constellations and space debris mitigation within the operational range of the satellite communications systems	672
Veselkov S. A., Lapukhin E. G. Research of CY Aqr variable star brightness	673
Zausaev A. F., Zausaev D. A. Numerical integration of the celestial bodies motion equations by the use of major planets osculating elements	675
Zausaev A. F., Soloviev L. A. Regularization of the differential equations in the perturbed motion problem	676
Rykhlova L. V. Problem of the asteroid-comet hazard	677
Naroenkov S. A. Storing and processing of astrometric and photometric data about near earth asteroids: present and future in Russia	679

Научное издание

РЕШЕТНЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

*Материалы XIV Международной научной конференции,
посвященной памяти генерального конструктора
ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева
(10–12 ноября 2010, г. Красноярск)*

В 2 ЧАСТЯХ. ЧАСТЬ 2

Редакторы:

*Т. А. Ермолаева, Т. Е. Ильющенко, К. С. Мирошникова
Е. Г. Некрасова, О. А. Плехова, А. И. Эберле*

Редактор английского текста

М. В. Савельева

Оригинал-макет и верстка

М. А. Белоусовой, И. Д. Бочаровой

Подписано в печать 29.10.2010. Формат 70×108/8. Бумага офсетная.

Гарнитура Таймс New Roman Суг. Печать плоская.

Усл. печ. л. 37,6. Уч.-изд. л. 47,6. Тираж 300 экз.

Заказ 87/70. С 143/10.

Редакционно-издательский отдел Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та.
660014, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31.

Отпечатано в типографии ИП Буймовой М. В.

660028, г. Красноярск, ул. Л. Кецховели, 75а-223.

Научное издание

РЕШЕТНЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

*Материалы XIV Международной научной конференции,
посвященной памяти генерального конструктора
ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева
(10–12 ноября 2010, г. Красноярск)*

В 2 ЧАСТЯХ. ЧАСТЬ 2

Редакторы:

*Т. А. Ермолаева, Т. Е. Ильющенко, К. С. Мирошникова
Е. Г. Некрасова, О. А. Плехова, А. И. Эберле*

Редактор английского текста

М. В. Савельева

Оригинал-макет и верстка

М. А. Белоусовой, И. Д. Бочаровой

Подписано в печать 29.10.2010. Формат 70×108/8. Бумага офсетная.

Гарнитура Таймс New Roman Суг. Печать плоская.

Усл. печ. л. 37,6. Уч.-изд. л. 47,6. Тираж 300 экз.

Заказ 87/70. С 143/10.

Редакционно-издательский отдел Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та.
660014, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31.

Отпечатано в типографии ИП Буймовой М. В.

660028, г. Красноярск, ул. Л. Кецховели, 75а-223.