

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

**ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НОВОЧЕРКАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)**

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В НАУКЕ, ПРОИЗВОДСТВЕ, СОЦИАЛЬНЫХ
И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ**

*Материалы
V Международной научно-практической
конференции*

Часть 1

*12 ноября 2004 года
г. Новочеркасск*

Новочеркасск 2004

УДК 681.3:658.334
ББК 32.173.202
К 63

Организаторы конференции:

Федеральное агентство по образованию;
Северо-Кавказский научный центр высшей школы;
Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт);
Технический университет Ильменау (ФРГ);
Редакция журнала «Известия вузов. Электромеханика»;
Редакция журнала «Известия вузов. Северо-Кавказский регион.
Технические науки»;
Ростовский государственный медицинский университет.

Оргкомитет конференции:

А.В. Павленко (РФ), профессор – председатель;
Ю.А. Бахвалов (РФ), профессор;
Г. Вурмус (ФРГ), профессор;
Н.И. Горбатенко (РФ), профессор;
Г. Йегер (ФРГ), профессор;
Е. Калленбах (ФРГ), профессор;
М.В. Ланкин (РФ), доцент – зам. председателя;
Н.Ф. Никитенко (РФ), профессор;
В.Н. Чернов (РФ), профессор.

Редакционная коллегия:

А.В. Павленко, д-р техн. наук, профессор – ответственный редактор;
М.В. Ланкин, канд. техн. наук, доцент – зам. ответственного редактора.

К 63 Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и
экономических процессах: Материалы V Междунар. науч.-практ.
конф., г. Новочеркасск, 12 нояб. 2004 г.: В 3 ч. / Юж.-Рос. гос. техн.
ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004. – Ч. 1. – 65 с.

ISBN 5-88998-470-5

Материалы конференции вошли в сборник из трех частей. В первую часть во-
шли статьи о компьютерных технологиях в научном эксперименте и образовании.

УДК 681.3:658.334

ISBN 5-88998-470-5

© Южно-Российский государственный
технический университет (НПИ), 2004
© Авторы, 2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт) – крупнейший вуз на юге России, имеющий вековой опыт исследований в различных отраслях науки и техники и обширные международные научно-технические контакты, – выступил инициатором проведения ряда международных дистанционных научно-практических конференций. Такая форма проведения конференций стала возможной в результате широкого развития телекоммуникационных технологий, в том числе Internet.

В ноябре 2004 года на базе ЮРГТУ (НПИ) проходила V Международная научно-практическая конференция «Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах». В работе конференции приняли участие представители вузов Москвы, Санкт-Петербурга, Алматы (Казахстан), Липецка, Астрахани, Ставрополя, Краснодар, Волгограда, Иркутска, Владивостока, Челябинска, Уфы, Курска, Екатеринбурга, Ульяновска, Обнинска, Томска, Хабаровска, Казани, Ростова-на-Дону, Новочеркаска, Шахты, Каменска-Шахтинского.

На конференцию представлено 50 докладов, которые вошли в сборник, состоящий из трех частей. Каждая часть содержит материалы по нескольким научным направлениям.

В первую часть вошли статьи о компьютерных технологиях в научном эксперименте и образовании.

Во второй части представлены работы по моделированию информационных процессов, устройств и комплексов; компьютерным технологиям в САПР, приборостроении и машиностроении, химии, металлургии и строительстве, медицине, биологии и экологии; Internet-технологиям в науке, производстве, социальных и экономических процессах.

Третья часть посвящена разработке нейрокомпьютеров, суперЭВМ и их применению; компьютерным технологиям в энергетике и электромашиностроении, на транспорте и связи; компьютерным технологиям и вопросам защиты информации; компьютерным технологиям в экономических и социальных процессах.

Организаторы выражают уверенность, что конференция послужит обобщению и распространению научных результатов, оказанию методической помощи молодым ученым и аспирантам, а также стимулированию контактов между учеными России и зарубежья, и с благодарностью примут замечания и пожелания.

Оргкомитет

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ПЛОСКОМ ТОРЦОВОМ ШЛИФОВАНИИ БЫСТРОРЕЖУЩИХ ПЛАСТИН КУБОНИТОВЫМИ КРУГАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ MSC.MARC И MSC.MENTAT

Я.И. Солер, С.Г. Игнатович

Иркутский государственный технический университет

Дано построение конечно-элементной модели и приведены результаты моделирования тепловых полей в быстрорежущей пластине, закрепленной в приспособлении, при воздействии движущегося теплового источника.

При шлифовании более 80 % затрачиваемой мощности переходит в тепло. Возникающие в зоне резания контактные температуры могут достигать критических точек аллотропических превращений, снижающих твердость и износоустойчивость обработанной поверхности, а также усталостную прочность деталей. В связи с этим теплофизика процесса шлифования должна приниматься во внимание на окончательных этапах обработки деталей. Новый импульс развитию исследований в этом направлении обеспечивает метод конечных элементов, используемый в программном комплексе MSC.Marc для моделирования нелинейных процессов.

В данной работе компьютерное моделирование тепловых полей проведено для случая шлифования пластины из стали P18 с размерами $L \times H \times B_{\text{п}} = 70 \times 3 \times 10$ мм, которая крепилась по боковым граням в приспособлении из стали 45 и выступала из него на 1 мм. Обрабатывали поверхность с размерами 70x10 мм торцом кубонитового круга 12A25-45° 125x32 10x3 KO125/100 100 Б1, центр вращения которого располагался по верхней боковой поверхности детали. Моделировали следующие режимы шлифования: скорость круга $v_k = 30$ м/с; поперечная подача $s_{\text{п}} = 0,01$ мм/дв.х.; ширина резания $B = 10$ мм; продольные подачи $s_{\text{пр}} - 0,5; 1,0; \text{ и } 7,0$ м/мин.

MSC.Mentat содержит много эффективных методов для генерирования конечно-элементной сетки (КЭС). В данной работе для моделирования заготовки и приспособления использовался метод построения геометрии при помощи вспомогательных поверхностей. Для этого строим поверхности модели, которые в последующем разбиваем на плоские конечные элементы в виде прямоугольников. Затем плоскую КЭС вытягиваем вдоль оси z при помощи функции Expand: на 70 мм для пластины и на 80 мм для приспособления. Полученные элементы разбиваем (Subdivide) до получения КЭС, используемой для задания нагрузок и проведения анализа. Конечно-элементная модель (КЭ-модель) представлена на рис. 1.

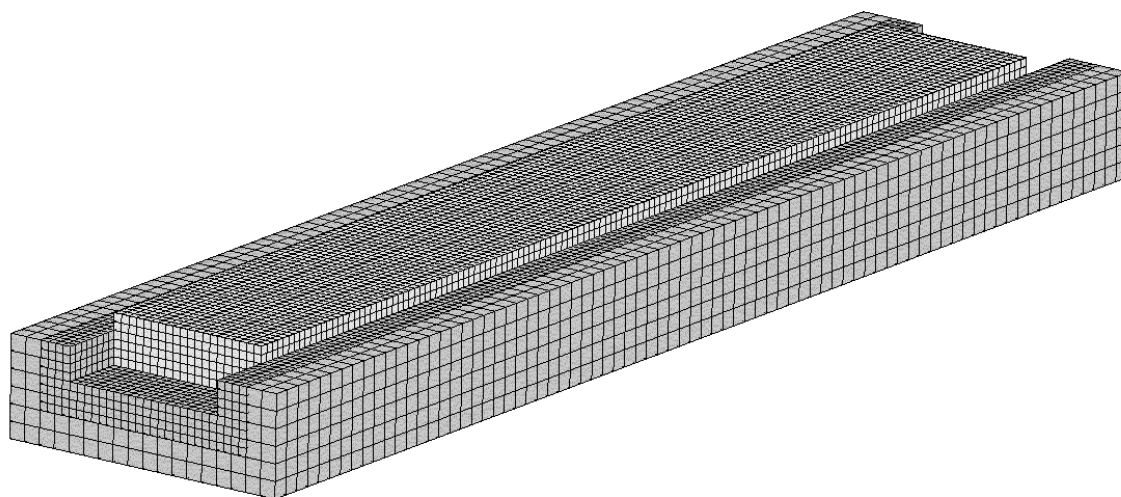


Рис. 1. КЭ-модель технологической системы «деталь – приспособление»

При моделировании использовались следующие механические свойства сталей P18 и 45: плотность, модуль Юнга, удельную теплоемкость, коэффициенты Пуассона, линейного расширения и теплопроводности [1-3], которые для повышения точности расчетов были представлены в виде графиков при различных температурах нагрева. В качестве начального условия принимаем общую температуру модели $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (меню Initial Conditions, подменю Temperature класса Thermal), равную температуре окружающей среды. Необходимыми граничными условиями являются конвекция и тепловой поток. Эти величины вводятся в соответствующие разделы: Face Film (конвекция по поверхности модели) и Volume Flux в подменю Thermal меню Boundary Conditions (граничные условия). Величину коэффициента и температуры конвекции задаем постоянными на все наружные поверхности КЭ-модели, равными соответственно $K=1,7\text{ Вт/с}\cdot\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ и $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для расчета температурного поля в системе MSC.Marc необходимо задать тепловой поток, действующий на единичную площадку, т.е. величину его плотности:

$$q = \frac{P_z v_k}{F_k} k_1 k_2 k_3,$$

где P_z – тангенциальное усилие в Н [4]; $v_k=30\text{ м/с}$ – скорость круга; $F_k = 10^{-4}\text{ мм}^2$ – площадь контакта круга с изделием; k_1 – коэффициент, учитывающий переход работы в тепло и принимаемый $k_1=0,85$; k_2 – коэффициент, учитывающий распространение тепла в деталь; k_3 – коэффициент, характеризующий характер работы круга: $k_3=1$ при рабочем ходе круга, $k_3 = 0,7$ – при обратном ходе (выхаживании).

Коэффициент k_2 устанавливали опытным путем. С этой целью плотность теплового потока $q_{\text{раб}}$ при рабочем ходе регулировали таким образом, чтобы наибольшая температура на поверхности детали, полученная моделированием в системе MSC.Marc, совпадала с величинами измеренных температур резания $T_{\text{экс}}$ [4]: $T_{\text{экс}}=212^\circ\text{C}$ при $s_{\text{пр}}=0,5$ м/мин.; $T_{\text{экс}}=245^\circ\text{C}$ при $s_{\text{пр}}=1,0$ м/мин.; $T_{\text{экс}}=469^\circ\text{C}$ при $s_{\text{пр}}=7,0$ м/мин. Значения P_z и k_2 даны в табл. 1.

Таблица 1

**Исходные величины для расчета плотности теплового потока
и его значения при различных продольных подачах**

Параметры	Продольная подача $s_{\text{пр}}$, м/мин.		
	0,5	1,0	7,0
1. Тангенциальное усилие P_z , Н	9,966	15,188	46,860
2. Коэффициент k_2	0,46	0,47	0,55
3. Плотность теплового потока, Дж/с*м ² :			
при рабочем ходе $q_{\text{раб}}$	$1,370 \cdot 10^6$	$2,155 \cdot 10^6$	$7,900 \cdot 10^6$
при выхаживании $q_{\text{вых}}$	$0,950 \cdot 10^6$	$1,508 \cdot 10^6$	$5,530 \cdot 10^6$

Приведенные в табл. 1 значения $q_{\text{раб}}$ при различных подачах принято считать равными единице и называть коэффициентом плотности теплового потока. В момент врезания круга в заготовку, равного 10 мм, данный коэффициент изменяется по линейной зависимости от 0 до 1, а при выходе из заготовки от 1 до 0.

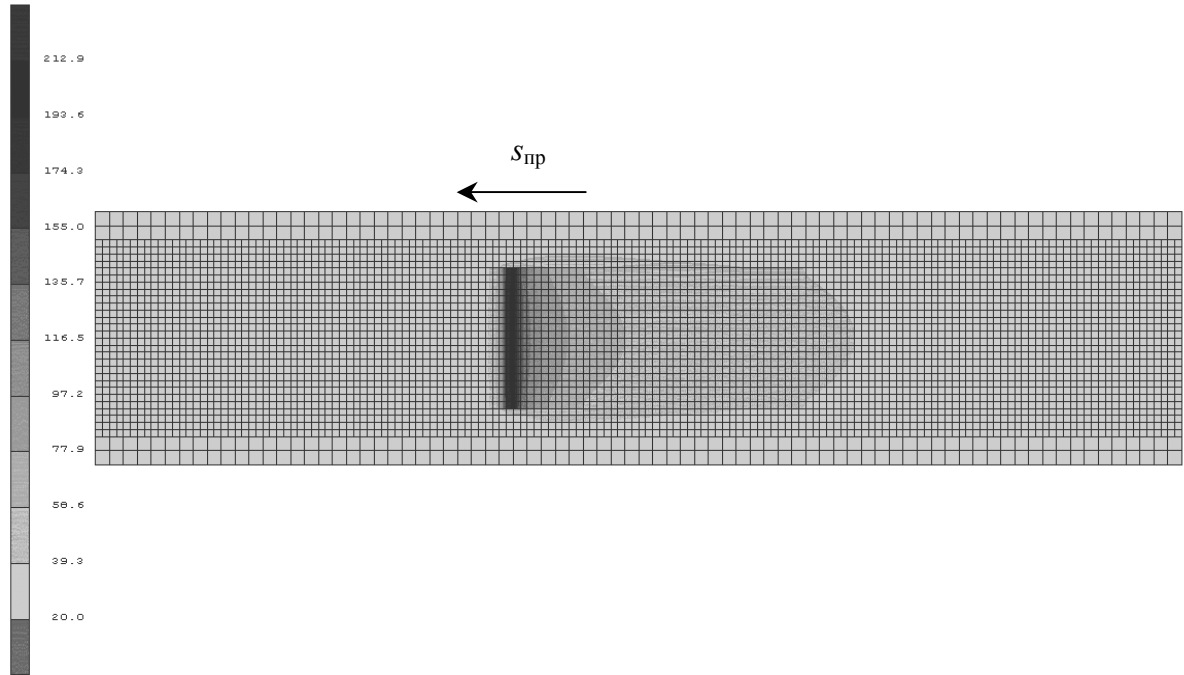
Режим нагружения КЭ-модели также включает число нагрузок, величину шага и время анализа. При моделировании суммарное время действия теплового потока задавали из условия, чтобы обеспечить циклы нагрева и охлаждения детали по окончании шлифования с учетом величины продольной подачи: $t_1=30$ с при $s_{\text{пр}}=0,5$ м/мин. $t_2=18$ с при $s_{\text{пр}}=1,0$ м/мин. $t_3=4$ с при $s_{\text{пр}}=7,0$ м/мин.

Шаг автоматически просчитывался программой при вводе соответствующего числа инкрементов (Increments) и суммарного времени действия нагрузки (Total Loadcase Time). Количество инкрементов брали также с учетом величины продольной подачи: $I_1=500$, $I_2=600$, $I_3=1000$. При этом получались шаги, близкие по времени воздействия теплового потока на конечно-элементный объем.

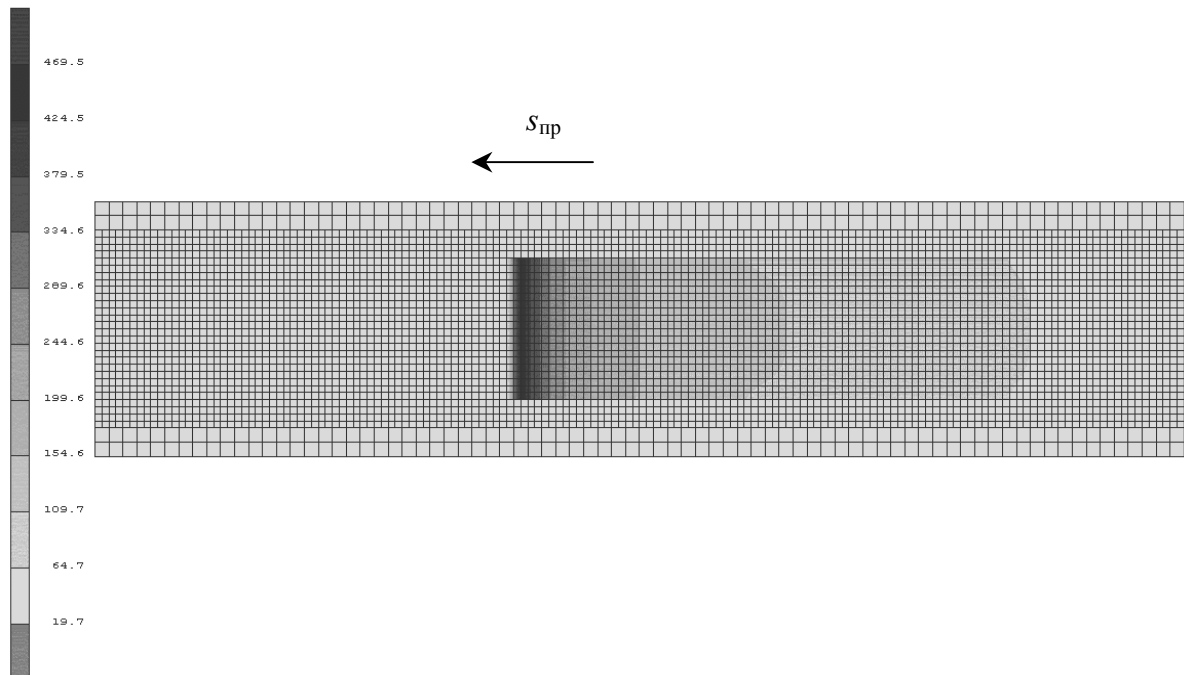
При анализе модели в блоке Jobs (аналитический) задавали параметр «теплопередача» (Heat Transfer), модель размещали в соответствующем решателе. Запуск анализа выполняли из меню Run раздела Jobs

командой выбора Submit. Просмотр хода выполнения анализа осуществляется командой Monitor в меню Run. По окончании анализа результаты направляли в постпроцессорный блок для визуализации.

Моделированием в системе MSC.Marc получены температурные поля на поверхности детали при $s_{\text{пр}} = 0,5$ и 7 м/мин (рис. 2, а, б, на которых стрелкой $s_{\text{пр}}$ указано направление движения теплового источника).



а)



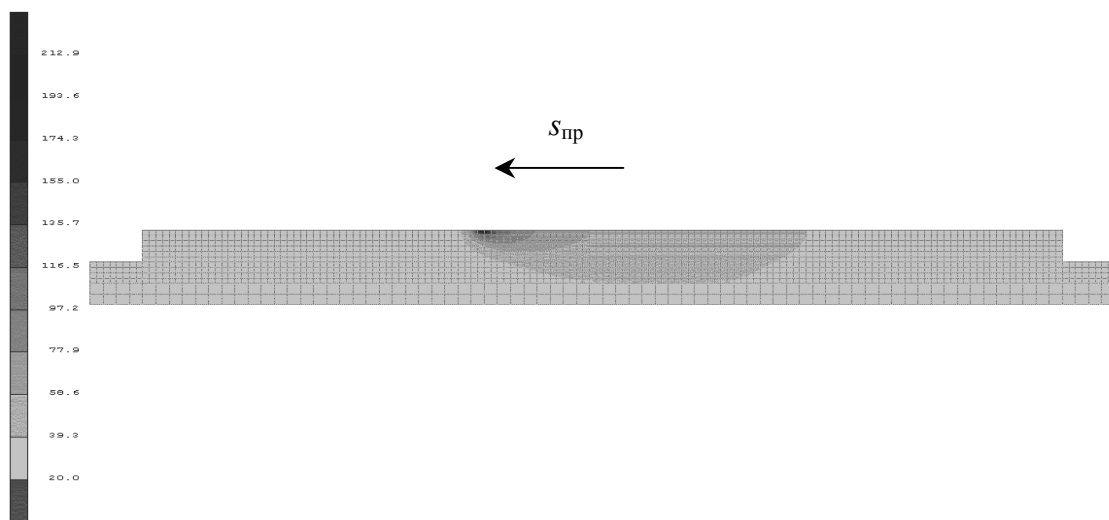
б)

Рис. 2. Температурные поля на поверхности шлифуемой детали:

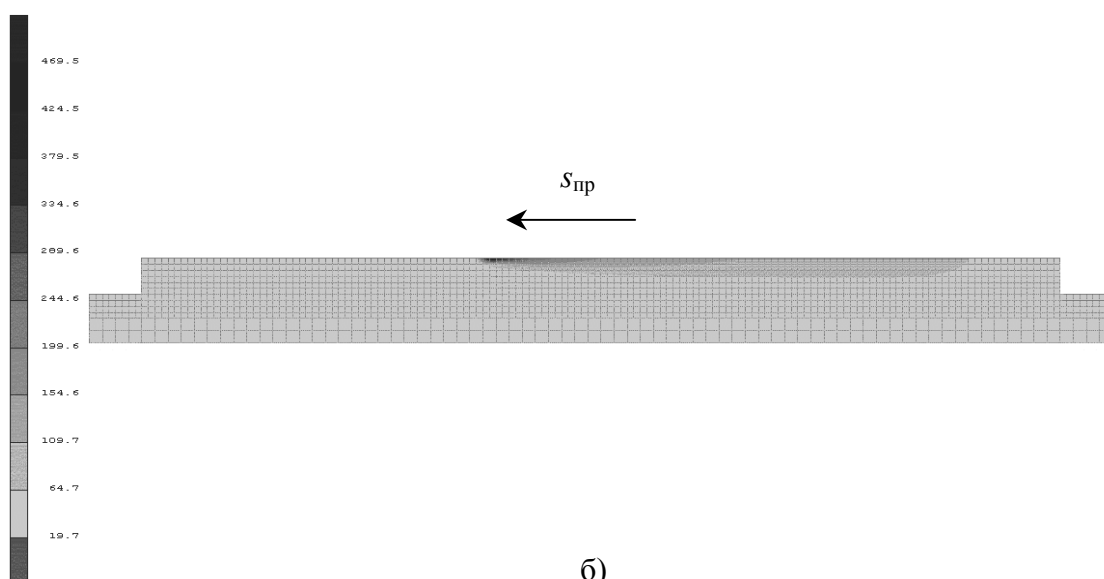
а) $s_{\text{пр}} = 0,5$ м/мин; б) $s_{\text{пр}} = 7$ м/мин

Температурные поля для скорости 1 м/мин незначительно отличаются от представленного на рис. 2, а при $s_{\text{пр}}=0,5$ м/мин. При наименьшей скорости теплового источника наибольшая температура шлифования $T_{\text{max}}=212$ °С сосредоточена на площадке, имеющей ширину 1 мм. При этом ширина контакта круга с деталью $B_{\text{к}}=10$ мм. Зона наименьшей температуры $T_{\text{min}}=39,3$ °С вытянута в пределах 25 мм. При увеличении продольной подачи до $s_{\text{пр}}=7$ м/мин (рис. 2, б) зона наибольшего нагрева $T_{\text{max}}=469$ °С сужается до 0,4 мм, а минимального нагрева $T_{\text{min}}=64$ °С, напротив, вытягивается до 36 мм.

Для тех же режимов шлифования на рис. 3, а, б изображены изотермы в продольном сечении по середине детали.



а)



б)

Рис. 3. Температурные поля в детали, рассматриваемые в продольном сечении:

а) $s_{\text{пр}} = 0,5$ м/мин; б) $s_{\text{пр}} = 7$ м/мин

Выбранное сечение связано с тем, что при $s_{\text{пр}}=0,5$ м/мин глубина залегания температур по краям детали снижается в 2 раза в результате теплообмена с окружающей средой. Для $s_{\text{пр}}=7$ м/мин температурный градиент по ширине шлифуемой заготовки сохраняется постоянным, т.е. отмеченный выше теплообмен не успевает произойти. Продольные сечения температурных полей позволяют выявить глубины залегания изотерм. Так, при $s_{\text{пр}}=0,5$ м/мин глубина распространения наибольшей температуры составила 0,125 мм, а наименьшей – 5 мм. Таким образом, наблюдаем нагрев приспособления в пределах 2 мм. Для наибольшей продольной подачи (рис. 3,б) аналогично имеем величины по глубине 0,04 и 1,5 мм. Изотермы становятся более пологими относительно прошлифованной поверхности. Одновременно снижается прогрев детали впереди зоны шлифования в 2-2,5 раза.

При выхаживании наблюдаем возрастание глубины прогрева детали на уровне температуры 50 °С при всех скоростях перемещения детали. На рис. 4,5 представлены результаты моделирования при $s_{\text{пр}}$, равной 0,5 и 1,0 м/мин.

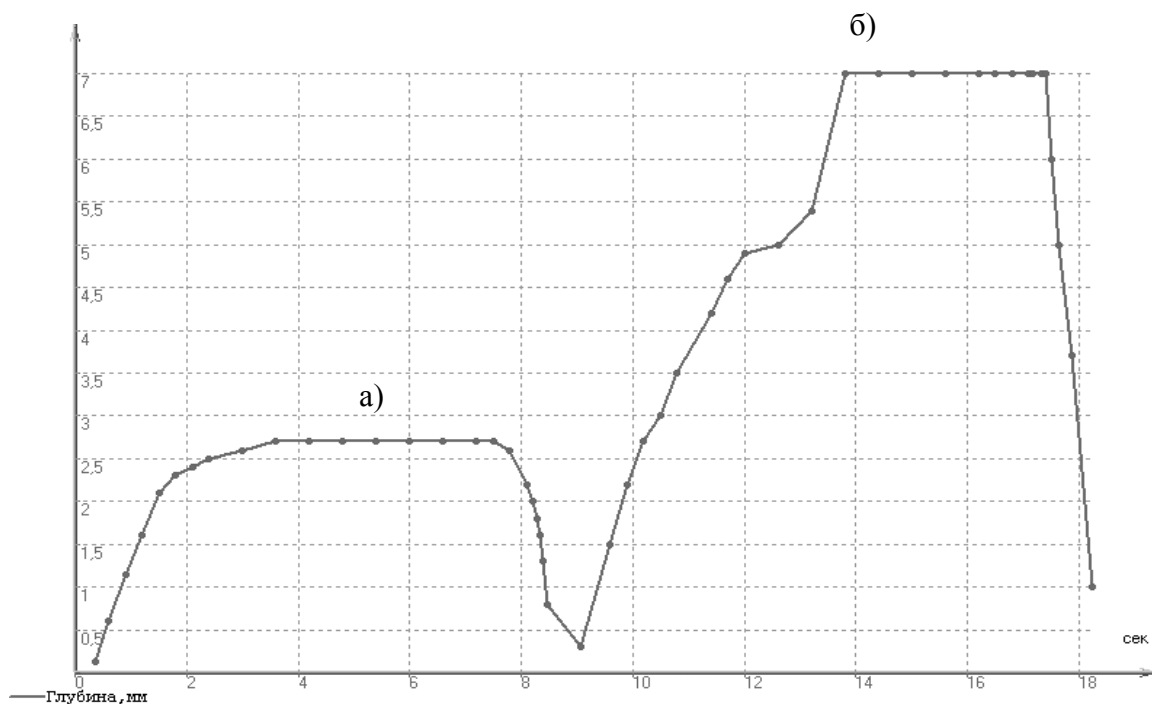


Рис. 4. Глубина прогрева заготовки и приспособления до температуры 50 °С при продольной подаче $s_{\text{пр}}=0,5$ м/мин: а) рабочий ход; б) выхаживание

Как видно из рис. 4, прогрев технологического звена «пластина – приспособление» на уровне 50 °С составляет на рабочем ходе 2,75 мм, при обратном (выхаживающем) проходе 7 мм. Аналогично при $s_{\text{пр}}=1$ м/мин. они уменьшились соответственно до 2,5 и 3 мм (рис. 5). Очевидно, при незначительном перебеge заготовки и отсутствии СОЖ нагрев рабочего хода

частично добавляется к выделяемой теплоте при выхаживании и обуславливает наблюдаемый прирост прогрева детали и приспособления.

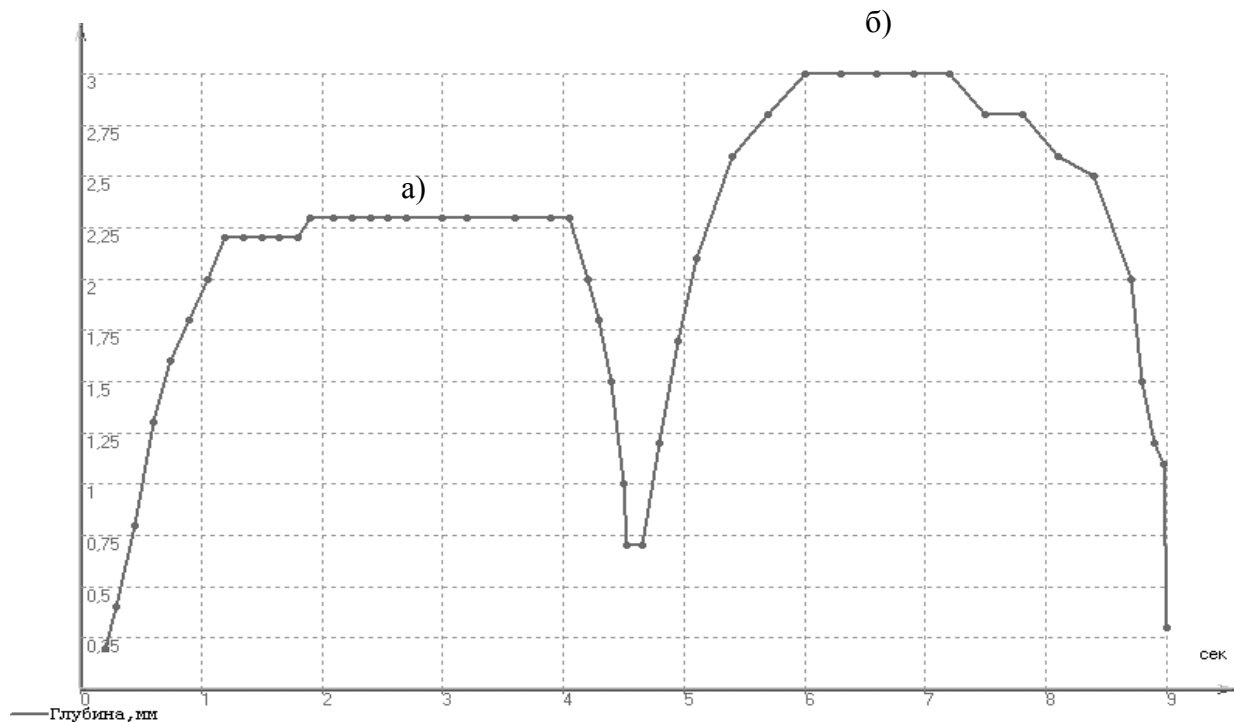


Рис. 5. Глубина прогрева заготовки и приспособления до температуры 50 °С при продольной подаче $s_{пр}=1,0$ м/мин: а) рабочий ход, б) выхаживание

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Использование программного комплекса MSC.Marc расширяет возможности экспериментального изучения температурных полей с учетом габаритов детали и приспособления.

2. Установлено, что площадь распределения наибольших температур резания получается меньше номинальной площади контакта круга с инструментом $B_k \times B = 10 \times 10$ мм. Это обусловлено усиленным отводом тепла в нижележащие холодные слои материалов и, частично, в окружающую среду. Последнее отмечено при $s_{пр}=0,5$ м/мин.

3. При чистовом шлифовании кубонитовыми кругами пластин Р18 продольную подачу не следует назначать более 1,5 м/мин во избежание появления термических трещин, обусловленных значительным температурным градиентом.

Литература

1. Гуляев А.П. Инструментальные стали: Справочник. – М.: Машиностроение, 1975. – 272 с.
2. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др.; Под общ. ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
3. Шимкович Д.Г. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 448 с.
4. Солер Я.И. Исследование процесса заточки-доводки быстрорежущих инструментов алмазными и эльборовыми кругами: Дис. канд. техн. наук. – Куйбышев, 1970. – 213 с.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБЛАДАЮЩИХ СВОЙСТВАМИ, МАКСИМАЛЬНО БЛИЗКИМИ К ЗАДАНЫМ

О.Н. Вылегжанин

Институт «Кибернетический центр» Томского политехнического университета

Описаны информационная технология решения задачи выбора условий получения композитного материала, обладающего комплексом свойств, максимально близких к заданным, а также структура программного продукта, реализующего описанную технологию.

В различных областях химии встает задача разработки материалов, обладающих комплексом регламентируемых свойств [1, 2]. При этом показатель каждого из свойств должен попадать в ограниченный коридор допустимых значений, максимально приближаясь к оптимальной величине. В такой постановке задача становится достаточно сложной, даже если известна функциональная зависимость каждого свойства от условий получения материала [3].

Методика решения указанной задачи предложена в [4]. В настоящем докладе описан программный продукт, реализующий эту технологию.

Постановка задачи:

Комплекс условий $c = \{c_1, \dots, c_m\}$ ($c \in C$) обеспечивает получение материала, обладающего комплексом характеристик $p = \{p_1, \dots, p_n\}$ ($p \in P$). Задано p^* – оптимальное значение p . Полагая известным оператор отображения C на P $\{F(c) = p\}$, требуется найти c^* , удовлетворяющий условию

$$\rho(F(c^*), p^*) = \min_p \rho(p, p^*),$$

где ρ – расстояние между векторами в некоторой мере.

Таким образом, решение задачи сводится к определению P , F , ρ и поиску на этой основе c^* . Возможная технология решения задачи описана в [4].

Разработан программный продукт, реализующий описанную методику. При проектировании применялась технология, основанная на использовании языка UML[5], среда разработки Delphi 7.0.

Интерфейс обеспечивает выполнение следующих функций:

- Ввод исходных данных.
- Получение пользователем необходимых промежуточных результатов (оценка адекватности модели, значение обобщенной функции качества на отдельных этапах поиска оптимума и т.д.).
- Возможность ввода управляющих воздействий (выбор альтернативных алгоритмов, разрешение конфликтных ситуаций и т.п.).

- Отображение результатов решения задачи в одной из предлагаемых форм, регистрация протокола.

Описанная методика применялась нами для расчета состава бурового раствора, оптимальным образом соответствующего определенным горно-геологическим условиям, а также для определения условий получения резистивного композитного материала. Полученные результаты подтвердили эффективность предлагаемой технологии.

Литература

1. Оптимизация качества. Сложные продукты и процессы / Под ред. Калининой Э.В. – М: Химия, 1989. – 256 с.
2. Harrington E.C. The desirable function // Industrial Quality Control 1965, 21, №10, P. 124-131.
3. Чубик П.С. Квалиметрия буровых промывочных жидкостей. – Томск: НТИ, 1999. – 300 с.
4. Вылегжанин О.Н., Григорьев В.П., Чубик П.С., Доценко О.В Информационная технология создания композитных материалов, обладающих свойствами, максимально близкими к заданным // Материалы III Всероссийской научной конференции «Химия и химическая технология на рубеже тысячелетий», 2-4 сентября 2004 г. – Томск, 2004. – С. 265.
5. Кватрани Терри Визуальное моделирование с помощью Rational Rose 2002 и UML / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2003. – 192 с.

634034, Томск, ул. Советская, 84, т. 55-81-55, e-mail: onv@am.tpu.ru

УДК 519.624:530.1

К РЕШЕНИЮ САМОСОПРЯЖЕННОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Т.В. Пак

Дальневосточный государственный университет (г. Владивосток)

Произведено сравнение эффективности двух методов решения самосопряженных краевых задач для систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка с дискретным вещественным спектром.

Рассматривается однородная самосопряжённая двухточечная краевая задача для системы n линейных обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка на отыскание вещественных собственных значений (СЗ) дискретного спектра:

$$(P(x)y')' + Q(x, \lambda)y = 0, x \in [a, b], \quad (1)$$

$$S_a P(a) y'(a) - C_a y(a) = 0, \quad (2)$$

$$S_b P(b) y'(b) - C_b y(b) = 0, \quad (3)$$

Здесь $y \in C^n$; $P(x), Q(x, \lambda)$ – заданные эрмитовы матрицы, элементы которых суть непрерывные или кусочно-непрерывные на $[a, b]$ функции, $P(x)$ – неособенная на $[a, b]$, λ – искомый вещественный параметр, $\lambda \in [\Lambda_1, \Lambda_2]$ причём справедливо $S_a S_a^* + C_a C_a^* = I_n, S_b S_b^* + C_b C_b^* = I_n$. Будем исходить из предположения, что задача (1)-(3) имеет вещественный дискретный спектр, причём каждому СЗ соответствует столько линейно независимых собственных функций, какова кратность этого собственного значения.

Алгоритм № 1 вычисления собственных значений [1]. Вводятся вспомогательные матричные функции $S(x), C(x)$ такие, что справедливо соотношение

$$S(x)P(x)y'(x) - C(x)y(x) = 0, \quad (4)$$

где $S(x), C(x)$ – решения матричных уравнений:

$$\begin{aligned} S'(x) &= W(x)C(x), \quad C'(x) = -W(x)S(x), \quad x \in [a, b], \\ W(x) &= C(x)P^{-1}(x)C^*(x) + S(x)Q(x, \lambda)S^*(x). \end{aligned} \quad (5)$$

Собственные значения задачи (1)-(3) вычисляются с помощью «стрельбы» по λ :

1) При фиксированном $\lambda \in [\Lambda_1, \Lambda_2]$ решаются уравнения (5) с начальными условиями S_a, C_a на отрезке $[a, c]$ и уравнения (5) с начальными условиями S_b, C_b на отрезке $[b, c]$ методом типа Рунге-Кутты.

2) В точке c имеем систему линейных алгебраических уравнений

$$\begin{aligned} S_{\text{лев}}(c)P(c)y'(c) - C_{\text{лев}}(c)y(c) &= 0, \\ S_{\text{прав}}(c)P(c)y'(c) - C_{\text{прав}}(c)y(c) &= 0, \end{aligned} \quad (6)$$

где $S_{\text{лев}}, C_{\text{лев}}$ – решения (5) на отрезке $[a, c]$, $S_{\text{прав}}, C_{\text{прав}}$ – решения (5) на отрезке $[b, c]$.

Условие нетривиальной совместности системы (6) эквивалентно требованию $\det F(\lambda) = 0$, где

$$F(\lambda) = \begin{vmatrix} S_{\text{лев}}(c) & C_{\text{лев}}(c) \\ S_{\text{прав}}(c) & C_{\text{прав}}(c) \end{vmatrix}.$$

3) Находим нуль функции $\det F(\lambda)$, приближаясь к нему начиная с $\lambda = \Lambda_1$, и корректируя λ . Повторяем шаги 1-3 до получения СЗ с заданной степенью точности.

Алгоритм № 2 вычисления собственных значений [2]. Введем обозначения

$$y_1(x) = y(x), y_2(x) = y'(x), A_{11} = P^{-1}(x)Q(x, \lambda), A_{12} = P^{-1}(x)P'(x),$$

$A_{21} = 0, A_{22} = E_n$. Первая часть алгоритма аналогична алгоритму № 1, только вместо (4) требуется выполнение соотношения

$$(\mu(x) \sin \theta + E_n \cos \theta) y_1(x) - (\mu(x) \cos \theta - E_n \sin \theta) y_2(x) = 0.$$

Здесь θ – число, ограничения в выборе которого не обременительны, $\mu(x)$ – решение задачи Коши:

$$\mu' = \mu A_{11} \mu + \mu A_{12} + A_{21} \mu + A_{22},$$

$$\mu(a) = -(S_a \cos \theta - C_a \sin \theta)^{-1} (-S_a \sin \theta + C_a \cos \theta).$$

Точку x_0 называем точкой, сопряженной левому концу (ТСЛК), если граничное условие (2) после его перенесения в точку x_0 нетривиально совместно с условием $y_1(x_0) = 0$, аналогично определяется ТСПК применительно к правому концу. Число линейно независимых решений (1), удовлетворяющих условиям (2) или (3) и $y_1(x_0) = 0$, называется кратностью ТСЛК (или ТСПК). Обозначим через $k_{\text{лев}}$ суммарную кратность ТСЛК, лежащих на (a, x_0) , через $k_{\text{прав}}$ – суммарную кратность ТСПК, лежащих на (x_0, b) , через k_0 – положительный индекс инерции эрмитовой формы:

$$\frac{\mu_{\text{прав}}(x) \sin \theta_{\text{прав}} + E_n \cos \theta_{\text{прав}}}{\mu_{\text{прав}}(x) \cos \theta_{\text{прав}} - E_n \sin \theta_{\text{прав}}} - \frac{\mu_{\text{лев}}(x) \sin \theta_{\text{лев}} + E_n \cos \theta_{\text{лев}}}{\mu_{\text{лев}}(x) \cos \theta_{\text{лев}} - E_n \sin \theta_{\text{лев}}}.$$

Если отрезок $[\Lambda_1, \Lambda_2]$ содержит только изолированные СЗ исходной задачи, то $\Sigma(\Lambda_2) - \Sigma(\Lambda_1)$, где $\Sigma(\Lambda) = k_{\text{лев}}(\Lambda) + k_{\text{прав}}(\Lambda) + k_0(\Lambda)$, дает суммарную кратность всех СЗ, лежащих на $[\Lambda_1, \Lambda_2]$ [2]. Прогоняя левое и правое граничные условия к какой-либо точке, не являющейся ни ТСЛК, ни ТСПК, вычисляем $\Sigma(\Lambda_2) - \Sigma(\Lambda_1)$. При реализации прогонки переход к новым θ совершается, если какие-либо элементы μ становятся по абсолютной величине очень большими. Если $\Sigma(\Lambda_2) - \Sigma(\Lambda_1)$ больше нуля, то отрезок $[\Lambda_1, \Lambda_2]$ делится на части и ищется суммарная кратность СЗ, лежащих на каждой из этих частей и т.д. После изоляции каждого СЗ, оно уточняется методом хорд. Если СЗ кратное, то получим малый отрезок, заключающий это собственное значение делением последовательно получающихся отрезков; получаем также кратность этого собственного значения, что важно для практического определения ранга системы линейных алгебраических уравнений.

Тестовая задача. $y''(x) + Q(\lambda)y(x) = 0, x \in [-a, a], y(-a) = y(a) = 0,$

$$Q(\lambda) = \begin{vmatrix} \lambda^2 & 0 \\ 0 & \lambda^2 \end{vmatrix}, y(x) = \begin{vmatrix} y_1(x) \\ y_2(x) \end{vmatrix}, \text{СЗ } \lambda_N = \pi(N+1)/2a, N = 0, 1, 2, \dots$$

Некоторые результаты расчетов приведены в таблице, основная часть затрачиваемого времени приходится на метод Рунге-Кутты решения встречающихся в обоих алгоритмах задач Коши.

Собственные значения $10 < \lambda < 14$						
a	N	Искомые с.з.	Алгоритм 1	погрешность	Алгоритм 2	погрешность
7	50	11,4443732	11,44435	0,00002	11,4443731	0,0000001
	51	11,6687727	11,66869	0,00008	11,6687725	0,0000002
	52	11,8931722	11,89325	-0,00008	11,8931718	0,0000004
	53	12,1175717	12,11749	0,00008	12,1175718	-0,0000001
	54	12,3419711	12,34195	0,00002	12,3419714	-0,0000003
	55	12,5663706	12,56641	-0,00004	12,5663702	0,0000004
	56	12,7907701	12,79073	0,00004	12,7907702	-0,0000001
	57	13,0151696	13,01511	0,00006	13,0151694	0,0000002
	58	13,2395690	13,23948	0,00009	13,2395687	0,0000003
	59	13,4639685	13,46401	-0,00004	13,4639679	0,0000006
	60	13,6883680	13,68831	0,00006	13,6883678	0,0000002
	61	13,9127675	13,91269	0,00008	13,9127676	-0,0000001
Время			00:00:04		00:00:01	
Собственные значения: $0 < \lambda < 2$						
a	N	Искомые с.з.	Алгоритм 1	погрешность	Алгоритм 2	погрешность
50	50	1,6022123	1,60223	-0,00002	1,6022121	0,0000002
	51	1,6336282	1,63356	0,00007	1,6336277	0,0000005
	52	1,6650441	1,66499	0,00005	1,6650444	-0,0000003
	53	1,6964600	1,69638	0,00008	1,6964601	-0,0000001
	54	1,7278760	1,72781	0,00007	1,7278761	-0,0000001
	55	1,7592919	1,75923	0,00006	1,7592921	-0,0000002
	56	1,7907078	1,79069	0,00002	1,7907075	0,0000003
	57	1,8221237	1,82203	0,00009	1,8221232	0,0000005
	58	1,8535397	1,85361	-0,0000	1,8535393	0,0000004
	59	1,8849556	1,88487	0,00009	1,8849557	-0,0000001
	60	1,9163715	1,91639	-0,0000	1,9163713	0,0000002
	61	1,9477875	1,94781	-0,00002	1,9477871	0,0000003
	62	1,9792034	1,97913	0,00007	1,9792031	0,0000003
Время			00:00:30		00:00:01	
Собственные значения $39.5 < \lambda < 42$						
a	N	Искомые с.з.	Алгоритм 1	погрешность	Алгоритм 2	погрешность
4	100	39,6626073	39,66258	0,00003	39,6626076	-0,0000003
	101	40,0553063	40,05527	0,00004	40,0553061	0,0000002
	102	40,4480054	40,44809	-0,00008	40,4480051	0,0000003
	103	40,8407045	40,84071	-0,00001	40,8407044	0,0000001
	104	41,2334036	41,23346	-0,00006	41,2334038	-0,0000002
	105	41,6261027	41,62609	0,00001	41,6261022	0,0000005
Время			00:00:04		00:00:01	

Литература

1. Китороагэ Д.И., Конюхова Н.Б., Парийский Б.С. Модифицированный метод фазовых функций в сингулярных задачах квантовой физики на связанные состояния частиц // Сообщ. по прикл. матем. – М: ВЦ АН СССР, 1987. – 62 с.

2. Абрамов А.А. Об отыскании собственных значений и собственных функций самосогласованной дифференциальной задачи // Ж. вычисл. матем. и мат. физики. – 1991. – Т. 31. – № 6. – С. 819-831.

690600, г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, ДВГУ, кафедра компьютерных технологий, т. 8-4232-455697, e-mail: paktv@math.dvgu.ru

УДК 389.1/14

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕШАЮЩИХ ПРАВИЛ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ С АДАПТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

С.А. Коробейников

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет (ЛЭТИ)

Рассматривается возможность применения имитационного моделирования для исследования эффективности измерительных процедур. Описываются принципы организации экспериментов по исследованию решающих правил. Приводятся примеры алгоритмов и их программной реализации.

С развитием информационных технологий для проведения метрологического анализа измерительных процедур все чаще применяется аппарат имитационного моделирования (ИМ). Данный метод позволяет проводить высокоточные исследования при минимальных затратах. Для проведения эксперимента с использованием ИМ требуется разработка алгоритмического и программного обеспечения, точно отражающего алгоритм функционирования измерительных процедур [1, 3].

Настоящий доклад касается вопросов проведения метрологического анализа решающих правил при измерениях с адаптивной фильтрацией аддитивной помехи с использованием имитационного моделирования. Решающие правила при адаптивных измерениях задают соответствие между значениями свойств сигнала и вариантами измерительных процедур. Для измерений с адаптивной фильтрацией, задача решающих правил состоит в управлении введением операции усреднения (фильтрации) в измерительную процедуру. Принятие решения о необходимости введения фильтрации должно производиться исходя из определения факта наличия (или отсутствия) помехи во входном сигнале [2]. В [2] объясняется, что при отсутствии аддитивной помехи применение фильтрации неоправданно. Это повлечет за собой увеличение времени измерения и внесет дополнительную погрешность от усреднения. Управляя введением фильтрации в измерительную процедуру можно снизить этот отрицательный эффект.

Для измерений с адаптивной фильтрацией можно построить несколько вариантов решающих правил, которые будут разнообразны по точности, сложности реализации и быстродействию. Рассмотрим порядок организации экспериментов по исследованию решающих правил.

Критерием эффективности решающих правил является вероятность ошибок принятия неверного решения [1]. В теории статистических гипотез различают ошибки первого и второго рода. По отношению к измерениям с адаптивной фильтрацией эти ошибки можно определить так:

- ошибка первого рода – при наличии помехи в составе входного сигнала принимается решение об отсутствии необходимости включения фильтра;
- ошибка второго рода – при отсутствии помехи принимается решение о необходимости включения фильтра.

Эксперимент по исследованию вероятностей описанных ошибок следует производить с помощью сигналов с априорно известным фактом наличия/отсутствия помехи. Исследование удобно проводить в два этапа:

1. Исследование вероятности ошибки первого рода, которое будет состоять в вычислении количества принятых решений об отсутствии помехи при ее априорном наличии;
2. Исследование вероятности ошибки второго рода – расчет количества принятых решений о наличии помехи при ее априорном отсутствии.

Построение алгоритмов имитационного моделирования состоит из алгоритмической реализации моделей решающего правила и входного воздействия [1].

В состав входного воздействия будут входить: полезная составляющая (для данного эксперимента будем считать ее постоянной); постоянно действующая погрешность (например, погрешность квантования АЦП); аддитивная помеха. Погрешность квантования представляется случайной величиной, имеющей равномерное распределение (на участке ± 0.5 половины кванта). Аддитивная помеха представляется случайной величиной, имеющей нормальное распределение (Гаусса).

Для примера опишем процесс исследования наиболее простого в реализации варианта решающего правила, решение о наличии помехи в котором принимается на основании сравнения разности значений двух последовательных отсчетов сигнала с заданным пороговым значением. Если разность значений превышает установленный порог, включается фильтрация, иначе – не включается.

Рассмотрим программную реализацию алгоритма по исследованию эффективности описанного решающего правила в среде MathCAD. Вероятность ошибки первого рода определяется как среднее число принятых

решений об отсутствии необходимости введения фильтрации при наличии аддитивной помехи (рис. 1).

```

p1(np) :=
  for j ∈ 1..10000
  Pj ←
    for i ∈ 1..2
    dUj1i ← gauss(0.01) + (rnd(0.001) - 0.0005)
    rez ←
      0 if |dUj12 - dUj11| > np
      1 otherwise
    ∑j=110000 Pj
  p ←  $\frac{\sum_{j=1}^{10000} P_j}{10000}$ 

```

Рис. 1. Функция возвращает вероятность p1 от порогового значения np

Литература

1. Коробейников С.А. Организация экспериментов по исследованию эффективности решающих правил при адаптивных измерениях // Вестник СЗФ Метрологической Академии. – 2004. – В. 14 – С. 62-66.
2. Коробейников С.А. Организация измерений с адаптивной фильтрацией // Теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики: Материалы V Междунар. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 1 октября 2004 г.: В 2 ч. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004. – Ч. 2. – С. 19-21.
3. Цветков Э.И. Основы математической метрологии. – СПб, 2002. – Чч 1-5.

197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 5, т. +7(812)234-9393,
e-mail: serg@mail2000@mail.ru

УДК 004.421.2

К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПОТЕРЬ РАССОЛА ОТ НАЧАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ИНЪЕЦИРОВАНИЯ

Е.В. Крахоткина

Северо-Кавказский государственный технический университет (г. Ставрополь)

Исследуется вопрос о построении функциональной зависимости между потерями рассола и начальным давлением инъецирования. В качестве методов для получения аналитических выражений, описывающих данную зависимость, выбраны полиномиальная интерполяция и интерполяция с помощью уравнения регрессии. Для решения поставленной задачи использовался пакет Mathematica.

Одним из этапов технологического процесса производства соленых мясopодуkтов является предварительное инъецирование мясного сыpья. Он может осуществляться двумя способами:

- 1) методом игольного шприцевания,
- 2) с помощью безыгольного инъектора.

При выполнении струйного инъецирования безыгольным инъектором, основу которого составляет игла с определенным количеством отверстий малого диаметра, наблюдается явление «спрей-эффект». Оно заключается в следующем: в зависимости от начального давления инъецирования в окружающую среду выделяется количество рассола, измеряемое в % к массе сырья. В работе [1] приведены экспериментальные данные, иллюстрирующие эту зависимость.

Таблица 1

Экспериментальные данные

P , МПа	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
V , %	4	12	22	27	35	45	52	57	56	55

В работах [2, 3] уже рассматривалась задача построения функциональной зависимости потерь рассола от начального давления инъецирования средствами системы MathCAD.

Цель данной работы – описать аналитически зависимость между потерями рассола (V) и начальным давлением инъецирования (p).

Для построения аналитических выражений, описывающих зависимость между потерями рассола, в работе были использованы следующие методы интерполяции: 1) многочленами, 2) с помощью уравнения регрессии. Для решения задачи построения функциональной зависимости $V = V(p)$ использовался пакет Mathematica [4].

Аналитическое выражение, при помощи которого можно описать зависимость $V = V(p)$, полученное с помощью интерполяции многочленами, имеет вид

$$V(p) = 206680p^9 - 1,12103 \cdot 10^6 p^8 + 2,259077 \cdot 10^6 p^7 - 3,32361 \cdot 10^6 p^6 + 2,58256 \cdot 10^6 p^5 - 1,24355 \cdot 10^6 p^4 + 363829 p^3 - 60431 p^2 + 4940,86 p - 132.$$

При получении аналитического выражения для описания зависимости $V = V(p)$ методом регрессии предположим, что она может быть описана одним из равенств:

$$V(p) = ap + b, \quad (1)$$

$$V(p) = ap^2 + bp + c, \quad (2)$$

$$V(p) = ap^3 + bp^2 + cp + d. \quad (3)$$

Тогда в зависимости от формулы (1)-(3) зависимость $V = V(p)$ примет вид

$$V(p) = 62,2424p - 3,95758,$$

$$V(p) = -55,303p^2 + 134,136p - 22,7606,$$

$$V(p) = -115,385p^3 + 169,697p^2 + 4,79021p - 2,06061.$$

Из графиков, приведенных на рис. 1-4 следует, что наиболее точным является построение зависимости $V = V(p)$, используя интерполяцию многочленами.

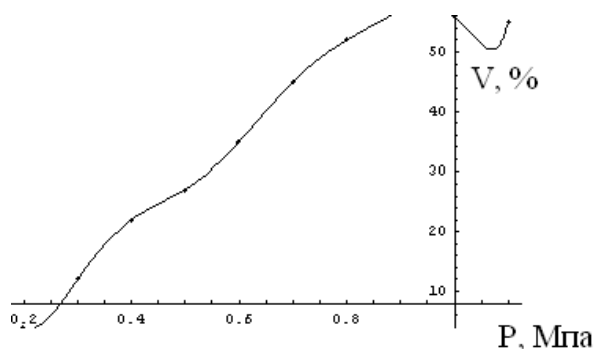


Рис. 1. График зависимости $V = V(p)$, полученный с помощью интерполяции многочленами

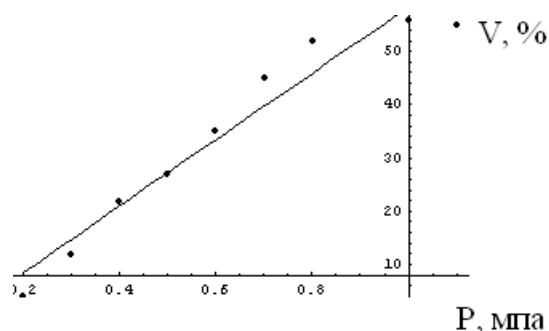


Рис. 2. График функции $V = V(p)$, полученный с помощью формулы (1)

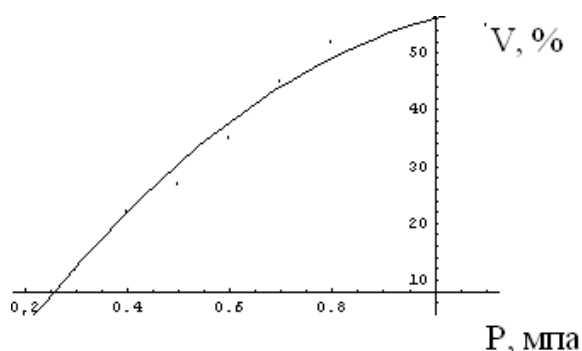


Рис. 3. График функции $V = V(p)$, полученный с помощью формулы (2)

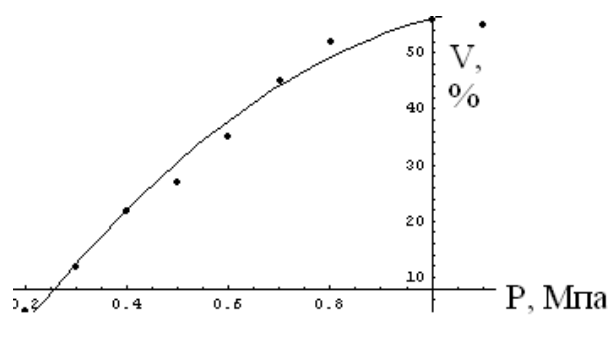


Рис. 4. График функции $V = V(p)$, полученный с помощью формулы (3)

Литература

1. Николаев Н.С., Рыжов С.А., Горбунов М.С. Прогрессивный метод интенсификации посола мяса // Мясная индустрия. – 2001. – № 3. – С. 36-37.
2. Крахоткина Е.В. Использование сплайн-интерполяции при построении зависимости между потерями рассола и начальным давлением инъектирования // Методы и алгоритмы прикладной математики в технике, медицине и экономике: Материалы IV международной НПК, 23 января 2004. – г. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004. – Часть 3. С. 29-31.
3. Крахоткина Е.В., Николаев Е.И. Использование информационных технологий для построения функциональной зависимости потерь рассола при инъектировании от начального давления // Сб. тр. IV региональной науч. конф. «Математическое моделирование и информационные технологии (в технике, науке, природе и обществе). – Ставрополь. – СевКавГТУ, 2004. – С. 100-102.
4. Дьяконов В.П. Mathematica 4 с пакетами расширений. – М.: «Нолидж», 2000. – 608 с.

355008, г. Ставрополь, пер. Ползунова, 5, кв. 2, т. (8652)28-33-28,

e-mail: Elena-stv@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ УЧЕБНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА КАЧЕСТВО ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ-ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКОВ

Н.Г. Борисова

Алматинский институт энергетики и связи

Объектом исследования является разработка и применение учебных компьютерных технологий (УКТ) в процессе обучения инженеров-теплоэнергетиков. Рассматриваются проблемы методического и программного обеспечения технологий. Сделана попытка оценки эффективности УКТ и их воздействия на повышение качества обучения и творческой активности студентов.

Важным фактором формирования качества образования в высшей школе, особенно для выпускников технического вуза, является широкое использование возможностей современных информационных технологий для изучения специальных дисциплин. Применяемые для обучения будущих специалистов, они формируют уровень специалиста, адекватный современным требованиям и перспективам развития по избранным специальностям. Образовательные информационные технологии позволяют влиять на качество образования путем изменения форм и методов обучения.

В педагогической литературе можно столкнуться с многообразием определения педагогической технологии. На наш взгляд, внимания заслуживает определение ЮНЕСКО: «Педагогическая технология – системный метод создания, применения и определения всего процесса преподавания и усвоения знаний с учетом технических и человеческих ресурсов и их взаимодействий, ставящий своей задачей оптимизацию форм образования» [1]. Основное внимание при внедрении компьютерных технологий в процесс обучения необходимо сосредоточить на изменении его качества, индивидуализации и интенсификации процесса обучения.

В настоящее время остро стоит проблема обеспечения качества образования, под которым понимается соотношение цели и результата обучения. Основной целью обучения определяется интеллектуальное воспитание, что требует пересмотра основных компонентов образования [2]: назначение образования; содержание образования; критерии эффективности форм и методов обучения; роль учебника; функции преподавателя. Информационные технологии позволяют получать не усредненную управленческую информацию, а индивидуально-личностную, позволяющую увидеть продвижение каждого студента в процессе обучения.

Технологический подход к обучению ставит целью сконструировать учебный процесс, который должен гарантировать достижение постав-

ленных целей. Способ постановки целей, который предлагает педагогическая технология, отличается повышенной инструментальностью – цели обучения формулируются через результаты обучения, выраженные в действиях обучающихся, таких, которые преподаватель или любой эксперт могли бы надежно опознать, т.е. цели диагностичны.

Для реализации названных задач на выпускающей кафедре Промышленной теплоэнергетики Алматинского института энергетики и связи создана исследовательская группа, выполнившая научно-методическую работу по теме «Разработка, использование и оценка учебных компьютерных технологий при подготовке инженеров – теплоэнергетиков». Цель работы инициативной группы – создание компьютерных учебных средств и программно-методических учебных комплексов по циклу специальных дисциплин, оценка их влияния на процесс обучения, анализ возникающих проблем при взаимодействии таких элементов технологии как *обучаемый – компьютерная среда – преподаватель*.

Кафедра готовит инженеров по специальностям: Промышленная теплоэнергетика, Технология воды и топлива, Энергетика теплотехнологии, Энергооборудование и энергохозяйство малых предприятий и организаций (по двум последним – единственная в республике). Преподавателями кафедры читается более сорока специальных дисциплин, поэтому необходимо было выбрать курсы, составляющие ядро каждой специальности, включающие все виды учебной деятельности. Кафедра располагает техническими средствами для реализации поставленной цели. Компьютерный класс кафедры оснащен сервером, десятью персональными компьютерами типа Pentium II, объединенными в локальную сеть, с выходом в Internet.

Разрабатываемая по выбранному спецкурсу учебная компьютерная технология (УКТ) рассматривается как система, включающая: диагностично сформулированные цели обучения и рабочую программу, разработанную на основе модульного принципа, с которыми имеет возможность познакомиться студент; способы выявления уровня подготовки, потенциальных возможностей, достигнутого уровня обучения и «выживаемости» знаний студентов; собственно обучающий блок (электронные лекции, электронные лабораторные работы, программно-методическое обеспечение курсовых проектов (работ), информационно-справочные материалы и т.д.). При подготовке инженеров-теплоэнергетиков, на наш взгляд, УКТ является необходимым и эффективным элементом, так как студенты должны овладеть методами решения широкого спектра задач за сжатые сроки. К таким задачам относятся: исследование, расчет, проектирование, обеспечение высокой надежности, автоматизация, эффективная эксплуатация и т.д. теплоэнергетических и теплотехнологических установок и систем.

Анализ развития УКТ показывает, что они развиваются по следующим направлениям: отдельные компьютерные программы, пакеты программ и программно-методические курсы, базы данных, базы знаний по предметной области.

Накопленный опыт по созданию и использованию УКТ позволяет выявить и оценить их педагогическую полезность и целесообразность, т.е. определить степень влияния УКТ на развитие личности обучающегося и решение вопросов усовершенствования УКТ на основе анализа результатов их использования в учебном процессе.

Создание электронных лекций, библиотек, виртуальных лабораторий, средств контроля, авторских обучающих систем потребовало специальной дополнительной подготовки преподавателей в области информационных технологий. С созданием УКТ изменяется роль преподавателя, который становится разработчиком программно-методического учебного комплекса, экспертом по оценке его эффективности, дает рекомендации по его использованию, что требует специальной подготовки.

Учебная компьютерная технология по дисциплине «Методы моделирования и оптимизации теплоэнергетических установок и систем» в настоящее время включает: рабочую программу, имеющую модульную структуру, с диагностично сформулированными целями обучения; электронные лекции; электронные лабораторные работы по изучению численных методов. Накоплен трехлетний опыт организации выполнения лабораторных и курсовых работ в рамках УКТ.

До выполнения лабораторных работ уровень подготовки студентов оценивается на письменном тестировании по численным методам. Кроме того, студенты выполняют вручную шесть индивидуальных заданий, применяя алгоритмы численных методов. Эти задания определяют темы лабораторных работ. В ходе лабораторных работ студенты составляют программы по известным алгоритмам, проводят вычислительные эксперименты, оформляют на компьютере отчет по лабораторной работе. Выполняется работа по расчету теплофизических характеристик теплоносителей, по выбору нормализованного варианта теплообменного аппарата с разработкой алгоритма и программы расчета. Целью курсовой работы, выполняемой на компьютере, является математическое моделирование тепло-массообменного аппарата (ТМОА). Кроме описания назначения, принципа действия, конструктивных особенностей и расчета ТМОА, студент должен предложить математическую модель аппарата, дать алгоритм расчета, составить программу и провести вычислительный эксперимент с подробным анализом полученных результатов. Информационный блок дисциплины постоянно пополняется образцами лучших лабораторных и курсовых работ.

Все элементы УКТ по названной дисциплине включены в разработанную базу данных. База данных создана в программе Access, что позволяет в компактном виде представить структурные элементы УКТ. База удобна для пользователя, так как из одного «окна» возможен автоматический доступ к электронным лекциям, лабораторным работам, примерам курсовых работ, информационно-справочным и другим программно-методическим материалам по курсу. База может постоянно пополняться новыми материалами, так как имеет модульную структуру.

Вместе со студентами третьего курса создана база данных по дисциплине «Энергосбережение и использование нетрадиционных источников энергии». УКТ по этой дисциплине содержит электронные конспекты и раздаточный материал для лекций, тестовые задания для текущего и итогового контроля, задания для РГР, обширный информационно-справочный блок по возобновляемым источникам энергии, теплоизоляционным материалам, средствам контроля и учета энергоносителей, законодательству и нормативно-правовой базы в области энергосбережения и т.п. Доступ к структурным элементам УКТ, объединенным в базу данных, обеспечивается системой поиска.

База состоит из четырех разделов:

- Введение, в котором приведена краткая информация о программе и рекомендации по ее использованию.
- Первый раздел. Электронные лекции.
- «Справочник», в котором представлены глоссарий по энергосбережению, информация о политике в области энергосбережения, концептуальные статьи, а также сведения о методах и средствах энергосбережения в различных отраслях производства.
- Ссылки – список Internet-ресурсов, имеющих тематику энергосбережения: государственные органы, центры энергосбережения, научно-исследовательские организации, энергосервисные компании, агентства, журналы, выставки и другие ресурсы.

Программный продукт совместим со всеми операционными системами, прост в использовании, несомненно, обеспечит качество усвоения дисциплины, расширит кругозор студентов в области энергосбережения.

Аналогичные базы данных разрабатываются по двенадцати спецкурсам, для которых созданы в настоящее время основные элементы УКТ.

Таким образом, делаются шаги к созданию базы знаний в теплоэнергетике как предметной области. База знаний представляет собой интегрированную среду приобретения знаний в области теплоэнергетики, как при участии преподавателя, так и без него, например, в случае дистанционного обучения. Знания приобретаются при выполнении всех ви-

дов учебной деятельности индивидуально, в режиме удобном для пользователя, с возможностью объективного контроля и самоконтроля достигнутого уровня знаний.

Опыт применения названных УКТ в учебном процессе выявил недостаточную подготовленность части студентов к самостоятельной работе на компьютере. Обработка информации иногда затруднена из-за недостаточного количества необходимой оргтехники. УКТ открывают возможности: полно и объемно демонстрировать материал, широкой вариативности параметров теплоэнергетических установок и систем, быстрой обработки, сравнения, графического представления и анализа результатов, моделирования и оптимизации объектов теплоэнергетики, осознанной самостоятельной работы студентов по индивидуальным заданиям, проведения многоуровневого контроля при доступности самоконтроля. Внедрение УКТ интенсифицирует процесс обучения, так как резко возрастает объем информации, предоставляемой студенту, формирует среду поэтапного овладения дисциплинами.

Использование УКТ активизирует формирование творческого подхода обучающихся к решению инженерных задач, изменяет качество обучения, позволяет добиться более глубокого усвоения теоретического материала на основе активных действий обучаемого, развивает навыки использования компьютера, возрастает мотивация процесса обучения.

В рамках УКТ, проведена оценка эффективности использования экзаменационно-обучающего комплекса Grateх для текущего, итогового и выходного контроля. Для комплекса разработано более полутора тысяч заданий по спецдисциплинам. По сравнению с традиционными методами контроля можно отметить следующие преимущества: возможность поэтапного изучения и самоконтроль усвоения учебного материала; ускорение процесса контроля примерно втрое; равные условия и объективность контроля; доступность тренинга; возможность нормирования времени выполнения заданий по темам и теста в целом; экспрессность оценки. Внедрение комплекса можно рассматривать как начальный этап автоматизации внутреннего мониторинга качества образования на выпускающей кафедре.

Литература

1. Фаберман Б.Л. Передовые педагогические технологии. – Ташкент: ФАН АНРУ, 2000. – 129 с.
2. Матрос Д.Ш. Управление качеством образования на основе новых информационных технологий и образовательного мониторинга. – М.: ПОР, 2001. – 128 с.

480013, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Байтурсынова, 126, т. 925-380,
e-mail: tee@aipet.kz

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

А.Я. Шкарупин, А.Н. Шарыпов

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Рассмотрены приемы компьютерных технологий, которые использованы при подготовке интерактивных конспектов лекций, входящих в состав учебно-методического комплекса (УМК) «Силовая электроника».

При разработке автоматизированных и обучающих систем в настоящее время кроме языков программирования (C++, Delphi, VB) широко используются Web компоненты (HTML, Perl, php, Java, и др.) и приемы мультимедиа, которые позволяют повысить интерес к предмету изучения и способствуют лучшему усвоению изучаемого материала. С помощью современных компьютерных технологий возможно визуализировать самые сложные процессы и устройства.

При помощи компьютерных средств можно создавать следующие типы графических моделей объектов:

- статические (картинки);
- динамические (анимация);
- интерактивные (с использованием возможностей Flash или специализированных программ);
- реалистичные (с полным использованием всех ресурсов компьютерной графики, в том числе универсальной программы 3D MAX).

Первый тип моделей является экономичным и имеет преимущество во времени и объёме, но при этом не всегда достаточно подробно описывает объект. Этот недостаток устраняется созданием нескольких картинок.

Анимация даёт более детальное представление и более подробную картину объекта, но часто подобные приложения занимают чрезвычайно большой объем памяти и требуют больших затрат времени на разработку.

Интерактивные приложения на базе Flash-технологий в последнее время стали особенно популярными. Это связано с тем, что наряду с незначительными объемами памяти и затратами времени, получается достаточно наглядная модель, способная не только отображать объект, но и реагировать на внешние воздействия.

Создание реалистичных динамических моделей обычно требует больших затрат, как материальных, так и временных. В настоящее время

существует множество приложений (AutoCAD, ArchiCAD, Xara3D и др.), позволяющих создать и оптимизировать модели объектов. Эти приложения имеют сложные (но часто стандартные) алгоритм и графику. Некоторые приложения направлены непосредственно на автоматическое создание модели, а также на её оптимизацию. Это возможно лишь для стандартных объектов (тех, которые наиболее часто используются и содержатся в библиотеках конкретного приложения). В тех случаях, когда приходится создавать модель не стандартного, а некоторого уникального объекта, на помощь приходят универсальные программы, в которых характерной чертой является не автоматизация процесса создания, а непосредственное участие разработчика. Наиболее популярные среди них 3DS MAX и Maya3D.

3DS MAX обладает огромными возможностями для разработки как low poly, так и hi poly сцен. С помощью этого пакета возможно на уровне отдельных элементов (вершины, треугольники, полигоны) создать нужную форму и оптимизировать ее для работы в реальном времени.

3DS MAX позволяет создавать как статические изображения, так и видеоролики. Эта программа имеет следующие возможности:

- создание примитивов;
- создание сложных геометрических объектов (в том числе моделей воды, огня и человека);
- наложение текстур;
- анимация любой составляющей;
- звуковое сопровождение;
- огромные возможности работы со сплайнами;
- моделирование кривых поверхностей;
- возможность наложения эффектов и моделей на видеоролик и др.

Для создания анимации можно использовать встроенные интерполяторы движения, в том числе и природные явления (гравитация, ветер, дневной свет, солнце и др.), а так же работать с частицами (взрывы, удары, снег, дождь, фейерверки).

Выходными могут быть файлы:

- видео avi, mov, mpg (как без сжатия, так и сжатые при помощи стандартных алгоритмов);
- картинки tga, jpg, gif, png, bmp, tiff и др.;
- модели объектов max, wrl, 3ds (совместимые с AutoCAD и ArchiCAD).

В интерактивных конспектах лекций УМК «Силовая электроника» используются следующие виртуальные модели изучаемых устройств:

- статические модели в виде принципиальных схем;

- виртуальные динамические модели в виде принципиальных схем с изображением на них движения токов, изменения уровня напряжений, переключения электронных ключей и т.д.;
- реалистичные динамические модели, изображающие на экране изучаемое устройство в динамике.

При создании динамических моделей используются специальные динамические цветовые и звуковые эффекты. Например, используется усиление насыщенности красного цвета в изображениях полупроводниковых приборов при приближении к предельно допустимым режимам работы и создание визуального эффекта «сгорания» полупроводникового прибора на принципиальной схеме с использованием звукового эффекта «взрыва» при достижении этого режима. Используется выделение разным цветом электрических цепей на принципиальных и функциональных схемах. Например, на принципиальных схемах многофазных преобразователей электрические цепи, относящиеся к разным фазам, выделяются разным цветом.

Конспект лекций кроме основной части содержит информационно-справочные приложения (краткий словарь технических терминов и определений, список литературы и ГОСТов, краткий справочник параметров электронных компонентов и др.), а также дополнительные статические и динамические графические изображения, скрытые при первоначальном обращении к изучаемому курсу лекций.

По тексту конспекта лекций приводятся выделенные курсивом ссылки на дополнительный информационно-справочный материал, которые позволяют организовать интерактивное взаимодействие с компьютером. При первоначальном обращении к виртуальному курсу лекций на экран монитора выводится только основной текст лекции и основные изображения. Информационно-справочный материал и дополнительные рисунки, поясняющие более подробно описание работы изучаемого устройства, выводятся на экран монитора после активизации курсором соответствующих ссылок. При таком построении курса лекций основной текст лекции не загромождается второстепенным и информационным материалом, обращение к которому обычно не требуется при повторении изучаемого курса. Ссылки на литературу в тексте лекций также выделены в виде активных ссылок.

**ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»**

Е.К. Яркин, В.А. Мохов, В.Е. Романенко

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Освещается разработка электронного учебного пособия по дисциплине «Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования» для специальности 150200 «Автомобили и автомобильное хозяйство».

Концепцией модернизации российского образования на период до 2010 года определены основные задачи профессионального образования: подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности; удовлетворение потребности личности в получении соответствующего образования.

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание их творческой активности и инициативы.

Увеличение доли самостоятельной работы студентов требует соответствующей реорганизации учебного процесса, модернизации учебно-методической документации, разработки новых дидактических подходов для глубокого самостоятельного освоения учебного материала, в связи с чем возрастает та часть работы преподавателей, которая находит отражение в их индивидуальных планах в части, касающейся учебно-методической работы.

Повышение роли самостоятельной работы студентов при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- переработку учебных планов и программ в рамках существующих ГОСов с целью увеличения доли самостоятельной работы студента над изучаемым материалом, включение тем, выносимых на самостоятельное изучение, в том числе и с помощью компьютерных методических средств. При этом должна учитываться обеспеченность тем и разделов учебно-дидактическими материалами и их доступность для всех обучающихся;

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателей, активное использование информационных технологий, позволяющих студенту в удобное для него время осваивать учебный материал;
- совершенствование системы текущего контроля работы студентов, введение балльно-рейтинговой системы и широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы студентов, поскольку именно эти виды учебной работы студентов в первую очередь готовят их к самостоятельному выполнению профессиональных задач.

В соответствии с концепцией модернизации образования в Российской Федерации поставлен вопрос организации и тиражирования электронных учебных материалов, который предполагает:

- создание программных сред для разработки электронных учебно-методических материалов;
- разработку электронных учебно-методических материалов;
- создание инструментальных сред для разработки интерактивных мультимедийных Web-тестов;
- создание инструментальных средств для разработки виртуальных лабораторных практикумов.

С учетом специфики отдельных ВУЗов и большого числа специальностей, значительное количество учебных электронных материалов для студентов должны готовиться силами самих высших учебных заведений в форматах, ориентированных на последующую публикацию документов в сети Internet.

На сегодняшний день наиболее известной и освоенной (в плане спектра программных средств проектирования) технологией подготовки электронных учебных средств является язык гипертекстовой разметки – HTML с элементами сценариев на языках VBScript и JavaScript, который рекомендуется применять в качестве основы при создании электронных пособий [1].

Существенную часть системы дистанционного обучения должен составлять **набор электронных учебников** по всем, в первую очередь базовым, дисциплинам учебных планов в соответствии с требованиями Государственных образовательных стандартов (ГОС) [2]. Как показывает опыт использования различных локальных электронных учебников, такой методический материал является весьма эффективным инструментом для обеспечения содержания и качества подготовки выпускников, для активизации и повышения эффективности самостоятельной работы студентов, для интенсификации и индивидуализации обучения.

Важнейшими особенностями описываемой системы, выгодно отличающими ее от всех существующих, можно считать *открытость* и *универсальность*. Открытость системы заключается в том, что она не только предоставляет обучающие ресурсы любому пользователю-студенту, но и позволяет преподавателям неограниченные возможности для разработки и развития курсов дистанционного обучения по любым дисциплинам (универсальность) с использованием несложного входного языка. Использование универсальной интегрированной базы данных позволяет легко наращивать систему и обеспечивать обучение по индивидуальным учебным планам для каждого студента.

В соответствии с концепцией сетевого развития системы дистанционного обучения создание обучающей и аттестующей системы чаще осуществляется на основе стандартных **Internet-технологий**, а именно системы **World Wide Web (WWW)** [3].

Таким образом, функционирование системы происходит по эффективной, но предельно простой схеме. Работа пользователя с системой осуществляется посредством стандартных программ-браузеров HTML-страниц. Это единственный программный продукт, который должен быть установлен на персональных компьютерах студентов и преподавателей. Приложения (CGI-скрипты и Java-апплеты) обеспечивают интерактивное взаимодействие системы с пользователем (навигация по электронному учебнику, поиск), извлечение обучающей информации из базы данных и ее представление в окне браузера.

В отличие от традиционного диалога между двумя людьми, сценарий обучающего диалога в электронной версии учебного пособия может быть подготовлен одним из его участников – обучающим. Естественно считать, что последний должен полностью владеть материалом, подлежащим изучению, на том уровне детализации и в том объеме, который определяется конкретными задачами учебного процесса.

Наиболее эффективно указанные задачи решаются при использовании элементов программированного обучения, получившего ранее свое развитие и материализацию в автоматизированных обучающих и контролирующих системах. Опыт, приобретенный в этих областях, может быть перенесен и на электронные формы преподавания. При этом требуется ориентироваться, в первую очередь, на тщательный подбор и структурирование учебного материала, на разнообразие форм и методов подачи, не нарушая, а дополняя существующие виды организации учебного процесса.

На основе опыта создания системы дистанционного обучения в СПбГИТМО (ТУ) [2] для разработки электронного пособия по дисциплине «Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудова-

ния» (далее ОПЭТО) использована концепция инфологической матрицы, представленной в табл. 1.

Таблица 1

Инфологическая модель учебного материала

Темы учебного курса	Конспект	Полный конспект	Примеры практических расчетов	Тест
ТЕМА 1. Современные типы технологического оборудования, обеспеченность оборудованием АТП и СТОА и состояние его производства в России				
п. 1.1				
п. 1.2				
п. 1.3				
п. 1.4				
п. 1.5				
ТЕМА 2. Оборудование для уборочно-моечных работ и очистки сточных вод				
п. 2.1				
п. 2.2				
п. 2.3				
п. 2.4				
п. 2.5				
п. 2.6				
.....				

«Конспект» представлен основным содержанием теоретической части дисциплины ОПЭТО в структурированном виде. «Полный конспект» представлен в качестве обычного текстового документа в формате pdf и может быть использован как обычный учебник. Пособие также содержит перечень практических примеров расчета технологического оборудования, рассматриваемых в каждой главе для закрепления теоретического мате-

риала. Выделяется модуль контроля «Тест», общий для всего теоретического материала в пособии и позволяющий производить текущий и итоговый контроль знаний студентов.

Практические задачи по расчету элементов оборудования оформлены в виде отдельных методических указаний и встроены в структуру курса.

В теоретической части электронного пособия представлен материал, охватывающий десять частей (тем курса). В соответствии с этими темами составлен перечень основных используемых на практике расчетных задач, используемых для закрепления теоретического материала.

Для закрепления материала и текущего контроля знаний в учебном пособии предусмотрен тестовый контроль в виде заданий закрытой формы.

Задания такого типа предусматривают выбор обучаемым одного или нескольких правильных ответов из предложенного набора [2]. При этом неправильные ответы должны быть сформулированы так, чтобы они выглядели правдоподобно и их нельзя было отбросить из-за явной нелепости, видной даже неподготовленному по данной теме студенту.

Набор ответов необходимо формулировать так, чтобы вероятность выбора правильного ответа студентом, владеющим материалом данной темы, была близка к единице, а не владеющим – не существенно отличалась от величины $1/N$, определяемой случайным выбором из N возможных ответов.

Формально количество возможных ответов в наборе не ограничено, однако опыт применения заданий закрытой формы показывает, что оптимальное число возможных ответов составляет 4-5. Традиционны в применении тестовые задания закрытой формы с одним правильным ответом, когда обучаемый должен выбрать только один правильный ответ из набора предложенных.

Пример экранной формы с тестовым заданием закрытой формы для разрабатываемого электронного пособия:

Вопрос №1. **Что такое ГАРО?**

а) ГАРО – гаражное оборудование

б) ГАРО – гаражное обслуживание, предназначенное для ТО и Р и диагностики автомобилей

в) ГАРО – это гаражное (технологическое) оборудование, предназначенное для ТО, ТР и диагностики автомобилей, находящееся на хранении в гараже (АТП)

г) ГАРО – это гаражное оборудование, которое применяется для ЕО и УМР автомобилей

Выберите ответ:

На программном уровне описание заданий производится на основе тега <select>, как показано в следующем листинге.

```
<!-- ----- -->
    <hr>Вопрос № 1.
    <b>Что такое ГАРО?</b><br><br>
    а) ГАРО – гаражное оборудование<br>
    б) ГАРО – гаражное оборудование, предназначенное для ТО и Р и
диагностики автомобилей <br>
    в) ГАРО – это гаражное (технологическое) оборудование, предна-
значенное для ТО, ТР и диагностики автомобилей, находящееся на хране-
нии в гараже (АТП) <br>
    г) ГАРО – это гаражное оборудование, которое применяется для
ЕО и УМР автомобилей <br>
    <br>Выберите ответ:
    <select name="lstQuest1" size="1" index = 0>
        <option selected value=" " >&nbsp;</option>
        <option value="a">a</option>
        <option value="б">б</option>
        <option value="в">в</option>
        <option value="г">г</option>
    </select>
<!-- ----- -->
```

Для обработки представленных таким образом десяти тестовых заданий применяется следующий алгоритм, подготовленный на языке JavaScript:

```
<script language="JScript">
    Answers = new Array();
    notRAnswers = new Array();
    var totalAnsw, notRightAnsw, strResult, totalQuest;
    function CheckAnswers()
    {
        Answers[0] = "в";
        Answers[1] = "а";
        Answers[2] = "а";
        Answers[3] = "б";
        Answers[4] = "б";
        Answers[5] = "б";
```

```

Answers[6] = "б";
Answers[7] = "а";
Answers[8] = "б";
Answers[9] = "а";
totalAnsw = 0;
notRightAnsw = 0;
totalQuest = 10;
strResult = "Неправильные ответы: ";
for(i = 0; i<totalQuest; i++)
{
    if(lstQuest1[i].value == Answers[i])
    {
        totalAnsw++;
        notRAnswers[i] = -1;
    }
    else
        notRAnswers[i] = 1;
}
for(i = 0; i<totalQuest; i++)
{
    if(notRAnswers[i] == 1)
        strResult = strResult + (i+1) + ", ";
}
strResult = strResult + "\nПравильные ответы: "
for(i = 0; i<totalQuest; i++)
{
    if(notRAnswers[i] == -1)
        strResult = strResult + (i+1) + ", ";
}
alert(strResult);
}
</script>

```

Тест выполнен в виде гипертекстового документа, содержащего алгоритм обработки результатов его выполнения. Результат выдается в виде сообщения, содержащего количество правильных и неправильных ответов с указанием соответствующих номеров тестовых заданий.

Включенный в состав электронного пособия педагогический тест ориентирован также для выполнения студентами с целью самостоятельной проверки усвоения теоретического материала.

Для экранного представления электронных материалов пособия выбрана фреймовая структура с тремя полями, которая представлена на рис. 1.

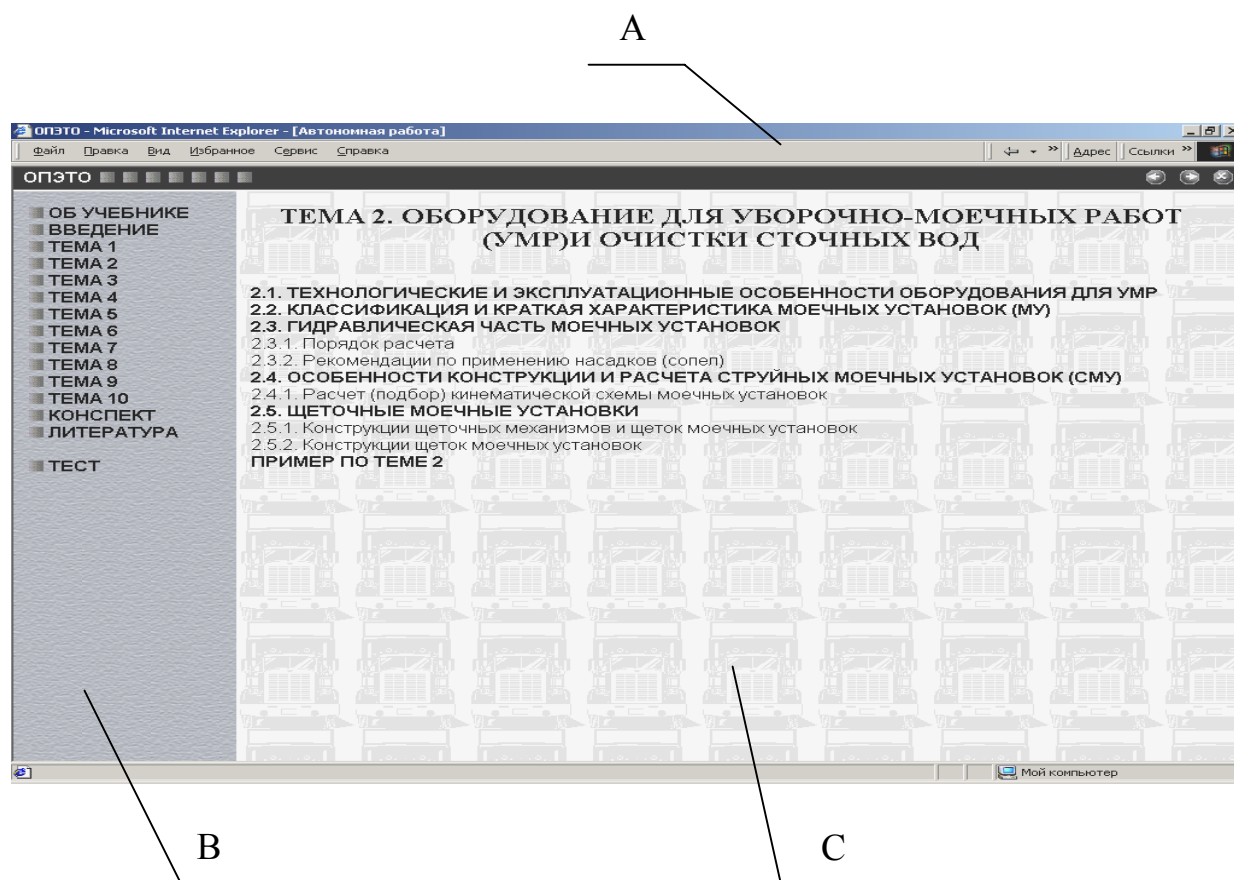


Рис. 1. Фреймовая структура представления электронных материалов

Фрейм А предназначен для постоянного отображения статической информации о названии дисциплины, по которой составлено электронное пособие, и трёх кнопок навигации.

Фрейм В содержит электронное оглавление учебного материала.

Фрейм С отображает содержание выбранного пункта пособия.

Выборка и загрузка материалов, соответствующих конкретным элементам электронного пособия, реализована на базе тэга `<a href>` с указанием атрибутов фрейма для отображения информации.

Подготовка учебных материалов в электронном виде проводилась при использовании инструментов и приложений операционной системы Windows 2000. При этом для наполнения фреймовой структуры выбранным материалом использовались различные программные средства обработки текстовой и графической информации.

Основным инструментом, использовавшимся при разработке электронного пособия, является редактор гипертекстовых документов Microsoft FrontPage 98. Он применялся для сборки информационных единиц внутри фреймовой конструкции, создания гиперссылок и форматирования документов.

Набор, разметка, проведение орфографической проверки проводились с помощью текстового редактора Microsoft Word.

Обработка графических материалов велась с использованием различных графических редакторов растрового типа. Основной формат представления графической информации для дизайна и иллюстраций пособия – JPG. Этот формат поддерживается простейшим редактором – Microsoft Paint для современных версий операционных систем семейства Windows.

Разработанное электронное учебное пособие выполнено на основе языка HTML по открытой технологии и может быть расширено в любой момент. В перспективе есть возможность переориентировать подготовленный материал на представление по более современной технологии XML [4, 5].

Несмотря на возможные недостатки, пособие имеет законченный вид и может применяться как при обучении студентов по очной, заочной, вечерней форме, так и при организации дистанционного обучения студентов технических специальностей.

Литература

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2000.
2. Техническое руководство по разработке курсов для системы дистанционного обучения в СПбГИТМО (ТУ). – <http://de.ifmo.ru/techr.html>
3. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 2000.
4. Semantic Web. Роли XML и RDF // Открытые системы. – 2001. – № 9. – С. 41-48.
5. Пите Н. XML за рекордное время / Пер. с англ. – М.: Мир, 2000.

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, ЮРГТУ(НПИ), каф. АТиОДД, т. 55-672, e-mail: srstu_kaf_atiodd@mail.ru

УДК 519.876.5

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ПОМОЩИ ВИРТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

И.И. Леденёв, А.А. Лапин

Северо-Кавказский государственный технический университет (г. Ставрополь)

Рассматривается применение виртуальных моделей полупроводниковых преобразователей в учебном процессе. Приведены преимущества использования компьютерных технологий для более глубокого изучения теоретических основ преобразование электроэнергии.

Полупроводниковые преобразователи энергии широко используются во всех отраслях промышленности. Увеличение применения преобразо-

вателей вызвано повышением удельного веса электроэнергии, потребляемой на постоянном токе и на переменном токе нестандартной частоты. Особенно интенсивное развитие силовой полупроводниковой техники обусловлено усовершенствованием традиционных и созданием новых силовых ключей [1].

Владение теоретическими знаниями в области преобразовательной техники является важной составляющей профессиональной подготовки и востребованности специалиста данного профиля на рынке труда. Достижению этой цели способствует применение новых форм обучения с использованием компьютерных технологий. Современные компьютерные технологии, в основе которых лежат прикладные пакеты, предоставляют возможность более глубокого изучения процессов преобразования электроэнергии. Для исследования силовых полупроводниковых преобразователей можно использовать прикладные программы OrCAD, DesighnLab, Electronic WorkBench, MicroCap, MathLab и др. [2]. Выбор прикладной программы обусловлен рядом факторов, среди которых цель моделирования, сложность модели, личные предпочтения исследователя.

Навыки работы, полученные на реальных физических макетах, необходимы для подготовки высококвалифицированного специалиста соответствующего профиля. Вместе с тем, реальные лабораторные установки имеют ряд ограничений. Их количество в лаборатории ограничено и изучение полупроводникового преобразователя, как правило, осуществляется в подгруппе из нескольких человек. Работа на реальной установке может быть небезопасна как для обучающегося, так и для самой установки. Возникают трудности для изучения аварийных режимов работы силового преобразователя. Нет возможности изучения влияния некоторых факторов на характеристики силовой установки. В настоящее время всё большее распространение получает дистанционное обучение. При такой форме обучения учащийся практически не имеет возможности работы на реальных установках.

Для устранения перечисленных ограничений и углублённого изучения теории преобразования электроэнергии были разработаны виртуальные модели силовых установок и методики проведения работы. Виртуальные модели использованы в учебном процессе при изучении дисциплин «Основы преобразовательной техники» и «Энергетическая электроника».

Литература

1. Флоренцев С.Н. Состояние и перспективы развития приборов силовой электроники на рубеже столетий: Анализ рынка. – Электротехника, 1999. – № 4. – С. 2-10.
2. Карлашук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. – М.: Салон-Р, 1999. – 590 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОВЗОВ

К.В. Константинов, Р.М. Файзулин

Дальневосточный государственный университет путей сообщения (г. Хабаровск)

Рассматривается проблема создания компьютерной обучающей системы для поиска неисправностей в силовых цепях электровазов переменного тока. Проведён анализ подходов и решений при создании существующих компьютерных обучающих систем, выявлены наиболее эффективные методики обучения, осуществлена структуризация знаний в данной области, разработана модель аварийной ситуации, разработана методика построения эталонной модели деятельности оператора по устранению неисправности. Для построения эталонной модели деятельности использовался интеллектуальный анализ данных – Data Mining.

В локомотивном хозяйстве ОА РЖД не достигнуто заметного улучшения в вопросах профессионального уровня локомотивных бригад, на низком уровне находится организация и проведение технической учебы. Анализ показывает, что 70 процентов случаев брака происходит из-за сбоев в работе электроаппаратуры электровазов, половины из которых могло бы не быть при своевременной сборке аварийных схем локомотивными бригадами [1].

Цель данной работы – создание компьютерной обучающей системы (КОС) с элементами ЭС позволяющая получить локомотивным бригадам навыки по устранению неисправностей электровазов ЭП-1 в пути следования в условиях дефицита времени. В данной КОС используются интеллектуальные технологии моделирования знаний и деятельности.

Поставленная цель определила необходимость решения следующих задач:

1. Анализ подходов и решений при создании КОС. Выявление ключевых признаков для их классификации и выбора.
2. Выявление и реализация методики обучения обеспечивающей наибольшую эффективность.
3. Выявление и структуризацию знаний и опыта экспертов для данной предметной области.
4. Разработка модели ситуации, на основе которой должно приниматься решение.
5. Разработка методики построения эталонной модели деятельности по каждой неисправности.

На рынке КОС появилось множество программных продуктов довольно высокого качества, предназначенных для применения в процессе обучения [2]. Они выпускаются как отечественными, так и зарубежными

производителями. Для создания несложных систем, использующих в основном преимущества мультимедиа, существует хорошо отработанная методология. Те же предметные области, для изложения которых требуется серьезное программное моделирование различных процессов и использование интеллектуальных технологий моделирования знаний и деятельности, пока мало охвачены, а методология не описана. Это объясняется тем, что при изучении общенаучных дисциплин, как правило, нет проблемы построения математических моделей изучаемых процессов. В этом случае задача состоит в применении математической модели как способа формализации изучаемого процесса или явления для построения ее рациональной программы. В специальных дисциплинах ситуация несколько отлична. Теория большинства процессов, изучаемых в специальных дисциплинах, базируется на обобщении многолетнего практического опыта, систематизации различных теоретических решений, накоплении и осмысливании опыта экспериментирования. Особенно это характерно для случаев, где изучаемый объект – организационная система, т.е. такая человеко-машинная система, в которой необходимые цели достигаются совместной работой механизмов, агрегатов, станков и производственного персонала, определяющего направления функционирования агрегатов. Примером является система «машинист – локомотив». Создание таких систем должны основываться на интеграции технологий КОС и экспертных систем и предназначены для освоения методов решения так называемых слабо структурированных задач. Обучение ведется на примерах решения практических задач за счет применения экспертных знаний.

Для сложных технических задач модель предметной области может быть представлена как совокупность концептуальной структуры Mk , отражающей понятийную структуру предметной области (постоянная часть), и функциональной структуры Mf , моделирующей схему рассуждений эксперта (переменная часть):

$$M = (Mk, Mf), \quad (1)$$

Согласно предложенной методике, Mk образует первый уровень усвоения знаний, на котором происходит преобразование «данные → информация». Эта взаимосвязь, преобразующая данные в информацию, обеспечивается системой гипертекста, которая обеспечивает возможности ассоциативного поиска и динамического связывания объектов двух первых составляющих:

$$Mk = \{St, \Phi, \#\}, \quad (2)$$

где St – конечное множество понятий, терминов предметной области (ПО); Φ – конечное множество описаний принципов работы функциональных блоков электровоза в нормальном состоянии (схема силовых цепей, цепи управления токоприемниками и т.д.); $\#$ – конечное множество отношений между St и Φ .

Структура данных St состоит из трех подмножеств:

$$St = (N, P, V), \quad (3)$$

где N – подмножество имен объектов предметной области; P – подмножество имен свойств, которые рассматриваются в качестве атрибутов объектов: обозначение на схеме, расположение, уточненный смысл, фотографии и др.; V – подмножества допустимых значений атрибутов.

На втором уровне усвоения, который представляет модель Mf , происходит преобразование «информация $\rightarrow$ знания», для этого необходимо сделать процесс наложения полученной информации на конкретный практический пример. К ним относятся знания о том, какие действия или измерения нужно выполнить для подтверждения неисправности, как устранить ее, как отыскать компонент, неисправность которого может быть причиной данного отказа. Используемые при этом методы основываются на интеграции технологий КСО и экспертных систем. Знания в интеллектуальных системах – это закономерности предметной области, полученные эмпирическим путем, т.е. в результате практической деятельности и профессионального опыта, которые будут служить в нашей системе базисом, на который «нанизываются» все компоненты знаний обучающихся [3]. Смысл использования стратегий рассуждений заключается в том, что основные элементы экспертных знаний должны быть представлены наглядно и иллюстрировано в такой форме, которая может более легко восприниматься обучающимися.

Таким образом, мы столкнулись с ситуацией, когда модель неизвестна и единственным источником сведений для ее построения является таблица экспериментальных данных типа «вход – выход», каждая строка которой содержит значения входных характеристик объекта и соответствующие им значения выходных характеристик. При этом мы используем эвристические или экспертные предположения и о выборе информативных признаков (тестовых процедурах), и о классе моделей, и о параметрах выбранной модели. Эти предположения основываются на опыте, интуиции, проникновении в смысл анализируемого процесса.

В обучающей экспертной системе для рассмотрения было определено конечное множество S возможных неисправностей локомотива, таких как: «не поднимаются токоприемники», «не включается главный выключатель» и т.д., которое в дальнейшем можно расширить.

Для каждой i -й неисправности модель поведения эксперта Mf будет включать в себя

$$Mfi = (Ai, Msi, Sri), \quad (4)$$

где Ai – цель (определить вышедшее из строя оборудование, для данной неисправности); Msi – модель ситуации для данной неисправности; Sri – эталонная модель деятельности в данной ситуации.

Сумма таких моделей по отдельным неисправностям образует общую модель поведения эксперта:

$$Mf = (Mfi, I, i = 1 \dots n), \quad (5)$$

На данном этапе использовался матричный метод представления знаний – строилась таблица экспериментальных данных типа «вход – выход», каждая строка которой содержит значения входных характеристик объекта и соответствующие им значения выходных характеристик. Построенные матрицы образуют модель ситуации для каждой неисправности. Таким образом, модель ситуации можно представить так:

$$Msi = (D, E, R), \quad (6)$$

где D – множество тестовых процедур, выделенных экспертом для данной неисправности; E – множество типов нерабочего состояния оборудования для данной неисправности; R – множество результатов элементарных проверок.

Каждый параметр из множества R может принимать одно из двух значений: 1 – значение допустимо и 0 – значение недопустимо.

Процедура выбора совокупностей тестовых процедур для генерации нужного решения заключается в анализе построенной таблицы, в которой столбцы соответствуют возможным неисправностям оборудования Em и предпринимаемым действиям Pm , а строки – всем возможным тестовым процедурам.

Для выбора минимального количества проверок, достаточного для определения неисправности оборудования, используют специальные методы. Одним из таких методов является структура, получившая название «дерево решений». Создаваемая система использует стратегию управления от цели – обратный вывод, в которой корневой узел будет представлять неисправность всего устройства (например, «токоприемник не поднимается», а терминальные узлы – неисправности конкретных компонентов устройства, т.е. простейших объектов. Нетерминальные узлы представляют собой тестовые процедуры – набор вопросов, базирующихся на ответах «Да» или «Нет». Деревья решений отлично справляются с задачами классификации, т.е. отнесения объектов к одному из заранее известных классов. Одной из задач классификации является диагностика.

Построенное дерево решений образует эталонную модель деятельности для данной неисправности. Таким образом, данная модель представляет собой направленный граф:

$$Sri = (Di, Ei, Pi), \quad (7)$$

где Di – множество вершин графа Sri (множество тестовых процедур); Ei – множество заданных непересекающихся классов (типов неисправностей); Pi – множество всех предпринимаемых действий для данной неисправности.

Для построения эталонной модели деятельности для каждой особой ситуации использовался интеллектуальный анализ данных – Data Mining. Data Mining, который является мультидисциплинарной областью, возникшей и развивающейся на базе достижений прикладной статистики, теории баз данных, методов искусственного интеллекта [4].

Отметим особенности применения данных алгоритмов к данной ситуации:

1. Имеется множество заданных непересекающихся классов (типов неисправностей) – $(E1 \dots E_m)$.
2. Каждый узел дерева при разбиении имеет только двух потомков (0 или 1).
3. Количество объектов, отобранных по каждому классу должно иметь одно значение (процент ошибок – 0 %).

Можно сказать, что полученная визуальная сеть является достаточно полным представлением знаний эксперта по данной ситуации. Созданная визуальная спецификация усиливает прозрачность и наглядность и способствует более глубокому и быстрому усвоению знаний. Для повышения эффективности и наглядности системы, по наиболее сложным процедурам устранения неисправности были сняты видеофрагменты, которые могут быть вызваны обучающимися.

Литература

1. Поддавашкин Э.С. Система информатизации железнодорожного транспорта России: Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Хабаровск, 1998. – С. 218-222.
2. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с.
3. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
4. Дюк В., Самойленко А. Data mining. – СПб: Питер, 2001. – 368 с.

УДК 004.378

ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

В.Ю. Молчан, А.Г. Молчан

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Даны рекомендации по использованию компьютерных технологий при обучении решению задач по теоретической механике и физике. Указаны преимущества и трудности.

Средства, вложенные в компьютеризацию образования, до сих пор давали практически нулевой эффект. И дело не в количестве и мощности компьютеров, а в содержании и качестве того, чем они наполнены. Например,

компьютерная поддержка при изучении физики, математики, теоретической механики и др. имеет слабое методическое сопровождение или программное обеспечение.

Цель данной работы – рассмотреть проблемы этого вопроса в узкой области (формирования навыков решения задач) и указать пути их приобретения.

Традиционная форма обучения сводится к совершенствованию техники передачи знаний и контролю за их усвоением. Затрудняют ее реализацию следующие факторы: рост числа студентов в группах, неоднородность их подготовки, увеличение объема и сложности учебного материала, нехватка времени на его усвоение. На практических занятиях это ощущается больше, чем на лекциях. Преподаватель показывает, как решаются 1-2 типовых задачи, причем по одной задаче каждого типа. Часто решаются упрощенные задачи и только теми методами, которые не требуют громоздких выкладок и вычислений. Из-за нехватки времени студенты лишены всякой инициативы, контроль за усвоением материала формален и носит эпизодический характер.

Решение проблемы видится в использовании компьютерных программ учебного назначения, создании тандема «студент + компьютер». Имея навыки программирования, но не владея на хорошем уровне знаниями по численным методам, студенты не могут эффективно использовать современный компьютер. Изучая физику, теоретическую механику, информатику на 1-2 курсах, студентов на занятиях по информатике не знакомят с такими универсальными символьными системами, как MAPLE V [1], Matchcad PLUS 6.0 [3] (продукт фирмы «Matchsoft»), которые помогут студентам приобрести навыки решения задачи по первым двум дисциплинам. Эти системы могут выполнять по заданию студента большой спектр операций: решение систем алгебраических и дифференциальных уравнений, визуализацию объектов, понятий, явлений и процессов, графический анализ данных, выдачу справочной информации, в том числе из ресурсов Интернета, всю рутинную работу по расчетам.

Для этого студенту достаточно переслать свое задание из документов MS Word через программу Word-cas Interface в одну из указанных символьных систем, поручить ей выполнить задание, а результат снова вставить в документ Word, откуда он выводится на экран дисплея. Такая технология уже реализована в модулях пакета Academia XXI. На базе этих модулей созданы пакеты программ для книг серии «Решebник», которые содержат образцы решения типовых задач по всем разделам основных учебных дисциплин: физики, теоретической механики, математики и др.

Рассмотрим один из них – решebник по теоретической механике [1]. Решение ее задач отличается громоздкостью из-за обилия уравнений и

теорем, высокого уровня абстракций, что вызывает затруднение у студентов со слабыми способностями и медленной восприимчивостью.

Чтобы научиться решать задачи, надо овладеть комплексом навыков, которые обычно приобретаются на простых задачах в результате тренировок. Эту цель преследует решебник: разбирая типовую задачу, он учит составлять алгоритм (план действий), формируя при этом один-два навыка, потом предлагает потренироваться на подобных задачах, используя их электронную версию и одну из вышеуказанных символьных систем. Для этого надо найти в Интернете авторскую страницу по электронному адресу [4]. Здесь имеются программы для всех задач решебника [1] с примерами, пояснениями, графическими представлениями результатов, включая их электронные версии в системе MAPLE V.

Приобретя комплекс навыков, закрепленных тренировкой на компьютере, студент может решить любую сложную задачу или выполнить индивидуальное задание.

Литература

1. Кирсанов М.Н. Решебник. Теоретическая механика. – М.: Физматлит, 2002. – 384 с.
2. Манзон Б.М. MAPLE V Power Edition. – М.: ИИД «Филинь», 2002. – 291 с.
3. Matchcad PLUS 6.0 для студентов и инженеров. – М.: Компьютер Пресс, 1996. – 238 с.
4. Academia XX i.ru/solver TM, html.

УДК 681.3:378

ПОДХОДЫ К КЛАССИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ. ЧАСТЬ I: СТРУКТУРА

Д.А. Темников

Казанский государственный университет

Рынок электронных приложений, имеющих своей основной задачей передачу учебной информации, на сегодняшний день чрезвычайно обширен. Начиная с неограниченной мировой базы данных в Internet, где размещена, в основном, информация общеобразовательного плана, и заканчивая узкоспециальными справочными изданиями, выходящими небольшими тиражами и ориентированными на специалистов в данной области. Так или иначе, из всего разнообразия программ и электронных приложений можно выделить ограниченное количество их основных типов. По нашему мнению, оптимально классифицировать электронные образовательные материалы (ЭОМ) по двум критериям: структуре и адресности. В данной работе делается попытка классификации ЭОМ согласно первому критерию.

Мультимедийные образовательные программы. Под мультимедийной образовательной программой (МОП) мы будем понимать электронное приложение, занимающее большое количество дискового

пространства (300-700 Мб) и, в связи с этим, требующее размещения на компакт-диске. Такое приложение кроме привычных текстовых и графических блоков включает в себя объемные видео- и аудио фрагменты, интерактивные контрольные. Материал в таком курсе чаще всего структурируется следующим образом (рис. 1).

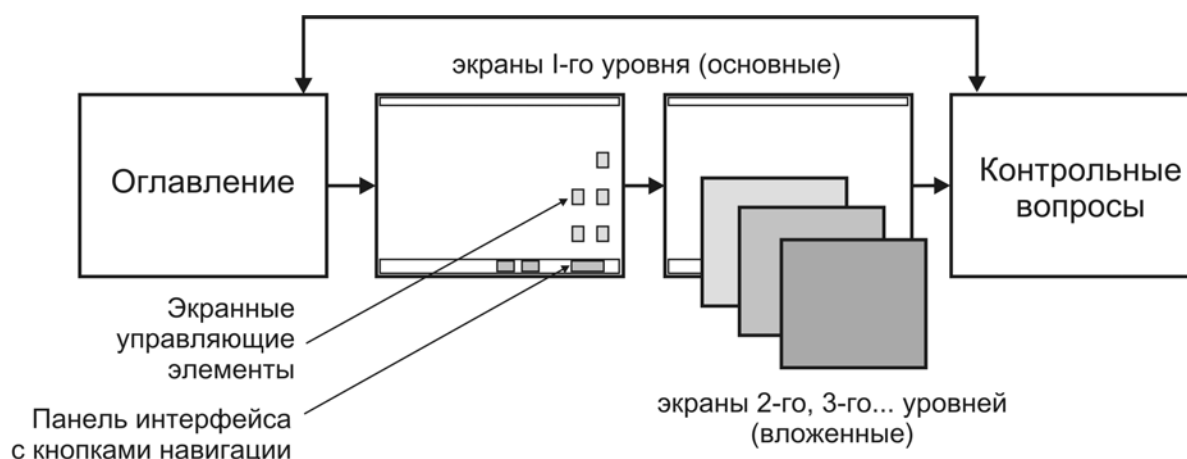


Рис. 1. Типичная структура мультимедийной программы

Мультимедийная образовательная программа начинается с оглавления и заканчивается блоком контрольных вопросов. Пункты оглавления содержат гиперссылки на определенную главу, раздел, подраздел и т.п. С помощью навигационных управляющих элементов пользователь имеет возможность пройти весь курс от первого до последнего основного экрана. Учащийся также может познакомиться с дополнительными текстовыми, графическими, аудио или видеоматериалами, расположенными на вложенных экранах. Эти экраны вызываются с помощью «экранных» управляющих элементов.

Характерной чертой ситуации, сложившейся на отечественном рынке электронных учебных материалов является их относительная дешевизна (при высоком качестве большинства продуктов). Например, официальные версии учебных программ и справочных пособий от российских производителей (1С, Кирилл и Мефодий и др.) можно приобрести по цене от 3 до 30 USD, тогда как стоимость подобных лицензионных электронных материалов на английском (и других языках), выпускаемых зарубежными фирмами и научными центрами, колеблется в пределах 50-500 USD. К примеру, в каталоге Biology (spring 2004) американской компании Insight Media, распространяющей учебные материалы для самоподготовки, самая низкая цена за один курс составляет 130 USD. Вероятнее всего невысокую стоимость отечественных электронных учебных продуктов можно объяснить низкой себестоимостью их разработки, что в свою очередь связано с всё еще малой востребованностью подобных курсов в сфере российского

образования и неготовностью большинства преподавателей к сложностям, связанным с их созданием и введением в педагогический процесс.

Сетевые образовательные ресурсы. Сегодня всемирная «паутина» содержит необозримое количество информации, значительной частью которой являются учебные материалы различных типов и уровней. Большое внимание уделяется мировой программе «Открытое образование». Суть этой программы заключается в том, что ведущие научные центры планеты разрабатывают специальные Internet-базы, содержащие основную информацию по всем областям знаний человека. Задачами программы являются быстрый поиск и бесплатный доступ к необходимой информации любого пользователя Internet и поддержка дистанционного образования. В последнее время к программе «Открытое образование» активно подключаются российские вузы и научные центры. Многими университетами России создаются специализированные сетевые образовательные порталы: Федеральный портал Министерства образования и науки РФ «Российское образование», образовательный правовой портал «Юридическая Россия» и другие. На сайте Министерства образования и науки размещен перечень наиболее популярных сетевых образовательных программ и порталов, организован поиск федеральных и региональных электронных образовательных ресурсов по интересующей тематике. Многообещающим проектом последнего времени стал портал EduCentral, содержащий материалы по 64 образовательным направлениям. Здесь же можно разместить собственные разработки и обсудить их достоинства и недостатки в форуме. Портал обеспечивает информационную поддержку всех уровней образования (от дошкольного до высшего), освещает последние научные достижения, знакомит с периодикой и международными образовательными проектами и программами. Конструктивно EduCentral представляет собой объединенный интернет-каталог и поисковый механизм. Кроме этого, одной из задач портала является написание и публикация аналитических статей, обзоры интересных сайтов, а также информационная и рекламная поддержка образовательных и научных проектов. Для этого постоянно ведется работа по поиску и накоплению информации как в сети интернет, так и из других источников.

В марте 2002 года ГНИИ ИТТ «Информика» и Государственный университет «Высшая школа экономики» организовали постоянно действующий всероссийский научный семинар «Интернет-порталы: содержание и технологии». Цель семинара – выработка современных подходов, разработка научных основ создания и использования интернет-порталов в различных областях человеческой деятельности. В этом же году коллегия Минобразования РФ утвердила «Концепцию создания системы Internet-порталов сферы образования, включая федеральные, образовательные пор-

талы по уровням образования и предметным областям, специализированные порталы». Частью открытой информационной среды стал и Internet-курс «Основы культивирования клеток животных» (рис. 2), о разработке которого мы неоднократно сообщали [1-3].



Рис. 2. Обложка CD-версии интернет курса «Основы культивирования клеток животных». Темников Д.А., Мезина З.Р. – Казань: Казанский государственный университет, 2000-2003

Internet-материалами иного рода являются учебные курсы, предназначенные для функционирования в локальной сети и не являющиеся частью всемирной «паутины». Такие информационные ресурсы чаще всего разрабатываются под конкретную образовательную программу вуза или даже отдельный авторский спецкурс. Доступ к получению информации в таком курсе может быть защищен паролем.

Отдельной и очень бурно развивающейся ветвью Internet стали платные услуги по предоставлению доступа к коммерческим образовательным ресурсам. Речь идет о дистанционном и дополнительном образовании. Такие ресурсы являются коммерческими и доступны только для зарегистрированных пользователей. Основным отличием коммерческих курсов от ресурсов программы «открытое образование» можно считать получение пользователем официального документа об успешном прохождении того или иного учебного курса.

В общем виде, Internet-курс – это разветвленная база данных (рис. 3), структурированная по типу «паутина» (на схеме показаны далеко не все возможные переходы), предназначенная для функционирования в сети и, в связи с этим, чаще всего не содержащая мультимедийной компоненты. Однако это не означает, что Internet-курсы не могут дополняться аудио и видеоматериалами, распространяемыми на компакт-дисках или загружаемыми отдельно с сервера.

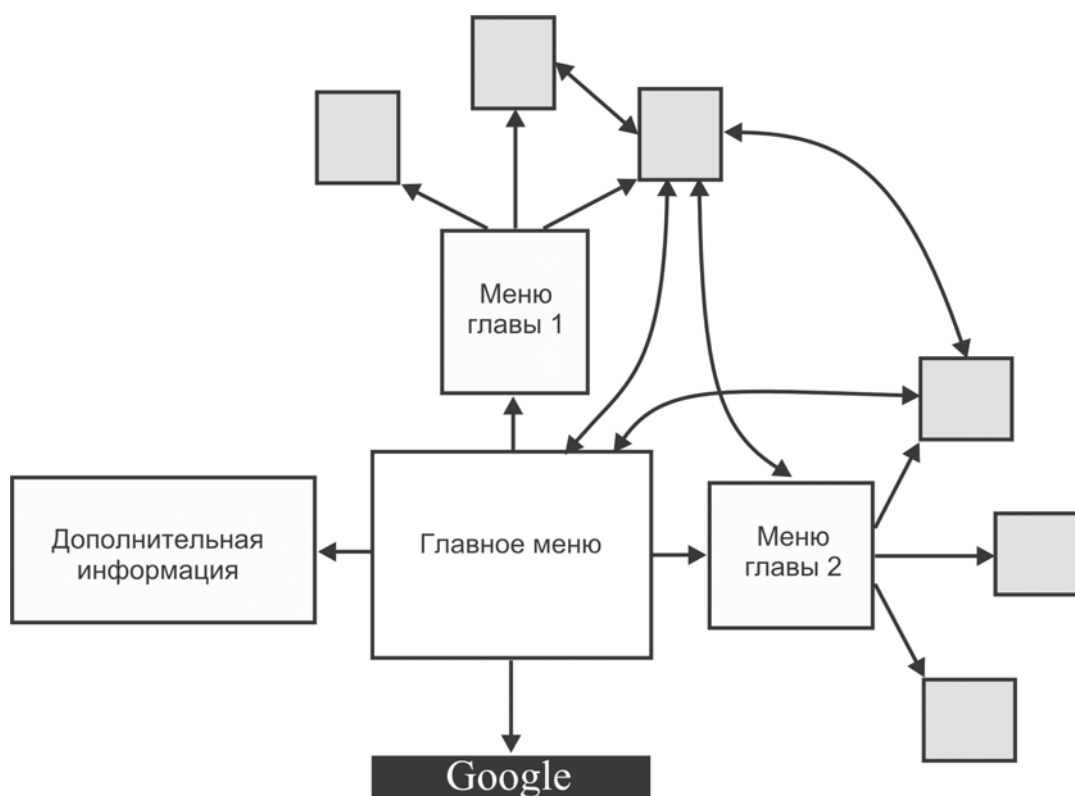


Рис. 3. Типичная структура Internet-курса

Просмотр информации в программе реализуется через стандартный браузер (Internet Explorer). По окончании работы с программой студент имеет возможность обратиться (по электронной почте) к курирующему преподавателю и получить дальнейшие инструкции по процедуре обучения.

Материал по каждому из разделов курса реализован в виде одного загрузочного экрана, в начале которого дано содержание предлагаемого раздела. Это содержание является активным и позволяет осуществлять прямой переход к выбранному подразделу. Важной особенностью Internet-курсов является возможность прямого входа в мировые образовательные порталы через какую-либо поисковую систему (например, Google или Yandex) для получения по конкретному запросу дополнительной графической или текстовой информации, не содержащейся в данной программе.

Литература

1. Темников Д.А., Александрова И.С., Мезина З.Р. Опыт создания обучающего интернет-курса по биологии клетки в Казанском государственном университете // Материалы междисциплинарной научной конференции «Четвертые Вавиловские чтения». – Йошкар-Ола, 2000. – Ч. 3. – С. 107-111.
2. Темников Д.А., Мезина З.Р. Примеры организации контрольных заданий в среде электронных учебных пособий // Материалы II Международной научно-практической конференции «Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах». – Новочеркасск: НПО «ТЕМП», 2001. – Ч. 3. – С. 13-14.

3. Темников Д.А. Мультимедийные обучающие программы и интернет-курсы: преимущества и недостатки, границы применения в высшей школе // Сборник трудов Объединенной международной научной конференции «Новая геометрия природы». – Казань: Казанский университет, 2003. – Ч. 3. – С. 234-242.

420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18, т. (8432)315252, e-mail: expert@kzn.ru

УДК 681.3:658.334

ВЛИЯНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ КУРСА «ИНФОРМАТИКА» В ЛИЦЕЕ

Н.И. Лантух

Северо-Кавказский государственный технический университет (г. Ставрополь)

Анализируется влияние компьютерных технологий на изменение содержания курса «Информатика» в лицее. В качестве основных направлений обучения для преподавателей рекомендуется использование метода проектов, курса компьютерного моделирования и проблемного метода.

Смена доминирующего вида деятельности человека, обусловленная переходом к информационному этапу развития общества, должна являться концептуальной основой проектирования содержания обучения информатике. Если ранее курс информатики был ориентирован в основном на изучение алгоритмов и программирования, то сейчас важнейшей составляющей становится освоение принципов формализации и подходов к построению компьютерных моделей. В настоящее время появились такие учебные дисциплины, как «Социальная информатика» и «Информационная герменевтика», в которых рассматриваются новые возможности развития личности в информационном обществе, подготовка мышления людей к пониманию механизмов мыслительных процессов, которые формализованы в системах искусственного интеллекта.

Мы считаем, что большинство учащихся не будет широко использовать языки программирования и необходимость их изучения может сделать информатику трудной и недоступной дисциплиной. Программирование занимает значительную часть общего объема дисциплины, делая изучение остальных вопросов «поверхностным», а алгоритмическое мышление можно сформировать и не задерживаясь глубоко на многочисленных деталях языков программирования. Поэтому, при проектировании содержания курса «Информатика» в лицее следует уделить программированию небольшой раздел, детально рассмотрев вопросы алгоритмизации, основные этапы решения задач на ЭВМ, базовые управляющие структуры (конструкции) программирования.

При формировании содержания курса мы предлагаем широко использовать метод проектов, в рамках которого необходимо соблюдать принципы последовательности и преемственности (одно глобальное задание должно последовательно выполняться, дополняться и расширяться, воплощаясь в завершенную форму). Должна быть предусмотрена возможность параллельного и концентрического изучения основных разделов программы, это позволяет обучающимся по мере усвоения курса получать все более глубокие знания по каждому из разделов, не теряя при этом целостности изложения всего материала. Важнейшим для курса «Информатика» является рассмотрение нескольких методов решения задач с предварительной формализацией условий и построением моделей (т.е. введение в рамках предмета курса компьютерного моделирования), а также заданий, формирующих умение структурировать информацию. Эффективен также проблемный метод, построенный на основе решения заранее сконструированной специальной задачи, что побуждает потребность в знаниях исходя из индивидуальных интересов обучающегося. Задания эффективно разделять на категории, первая из которых составляет базовый стандарт, вторая обеспечивает овладение специфическими приемами учебной и умственной деятельности, третья требует осознанного, творческого применения знаний. Это позволяет обучаемому выбирать индивидуальную траекторию обучения, переходя с одного уровня на другой.

УДК 65.001.575

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НИРС

В.А. Романов, К.А. Аксенов

Кафедра АСУ РТФ, УГТУ-УПИ (г. Екатеринбург)

Выделены наиболее сложные аспекты моделирования деятельности научно-исследовательской работы студентов в вузе, целесообразность использования имитационного моделирования, даны варианты решения проблем.

Для полноценного учета процессов и связей научно-исследовательской работы студентов (НИРС) целесообразно выделить в нем следующие аспекты:

- научно-технический;
- кадровый;
- финансово-экономический;
- организационно-управленческий;
- маркетинговый.

Применительно к вузу маркетинговый аспект отражает уровень и эффективность взаимодействия с промышленными предприятиями. Этот аспект направлен не только на поиск и внедрение новых форм совершенствования образовательных технологий, но и предусматривает непосредственное участие студентов и преподавателей в процессе создания и передачи новых технологий из лабораторий в производство. Стоит подчеркнуть, что наиболее проблемные аспекты НИРС носят социальный характер.

Для оценки каждого из аспектов НИРС необходима гибкая система оценочных показателей. Применительно к описанию НИРС таких показателей набирается достаточно много (например, рейтинг – порядка 50 наименований [1]), причем их функциональное наполнение будет меняться в зависимости от того, для каких целей мы их используем [2]:

- Показатели, измеряемые логическими величинами (да/нет);
- Абсолютные показатели, имеющие размерность (в натуральных или денежных единицах);
- Относительные показатели, измеряемые в долях.

Реализация процесса НИРС в виде математической модели сталкивается со многими сложностями, вытекающими из характера самого процесса:

- 1) Выбор системного показателя, характеризующего уровень эффективности НИРС;
- 2) Отсутствие проработанной методики оценки деятельности НИРС;
- 3) Оценка качества подготовки специалистов;
- 4) Оценка эффективности поиска и взаимодействия с промышленными организациями;
- 5) Оценка степени адаптации новшеств образовательного процесса и его соответствие государственным образовательным стандартам.

Прогноз деятельности НИРС, основанной на методике имитационного моделирования, на наш взгляд будет более корректным, чем полученный с помощью других систем моделирования, так как временные параметры выполнения научно-технических проектов крайне неустойчивы, а совместное использование различного видов «научных» ресурсов приводит к появлению множества взаимосвязей.

Кроме того, на методе имитационного моделирования следует остановиться и по той причине, что технологический уровень данных систем характеризуется большим выбором базовых концепций формализации и структуризации моделируемых систем, развитыми графическими интерфейсами и анимационным выводом результатов.

На наш взгляд имитационное моделирование в рамках динамической компьютерной модели позволит наиболее полно отобразить действия

объектов и субъектов научной деятельности и связей между ними, а также позволит построить методы анализа и прогнозирования показателей эффективности деятельности НИРС.

Имитационная модель деятельности НИРС в вузе имеет достаточно специфичное назначение – воспроизвести как можно точнее и полнее различные характеристики изучаемого процесса, т.е. по своей сути отобразить пространственные (условия, сущность, характер) и временные (динамика деятельности, ее зависимостей и связей) свойства НИРС. Для этой цели в проблемно-ориентированную систему моделирования НИРС необходимо включать абстрактные элементы, языковые конструкции и наборы понятий, взятые непосредственно из предметной области исследования.

Для решения большинства проблем, связанных с моделированием деятельности НИРС, необходимо придерживаться следующих принципов:

- 1) Для модели отбираются только те показатели, изменение которых влияет на изменение научно-исследовательской деятельности в целом;
- 2) Деятельность НИРС должна рассматриваться в динамике и в сравнении с другими вузами.

Литература

1. Положение о смотре-конкурсе по организации научно-исследовательской работы студентов УГТУ-УПИ, 2004 г.
2. Максимов Ю., Митяков С., Митякова С. Методика оценки инновационного потенциала учебно-научно-инновационного комплекса многопрофильного технического института // Инновации, 2004. – № 2 (69).

620087, г. Екатеринбург, ул. Щербакова, д. 3, кор. 1, кв. 105, e-mail: alhoc@vpcit.ru

УДК 008037

ЦИФРОВОЙ РАЗРЫВ И ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ ШКОЛЬНИКОВ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Л.Ф. Отверченко

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Рассмотрены сущность цифрового разрыва, его уровни, факторы его формирования в США. Выявлены факторы формирования регионального цифрового разрыва среди школьников на примере Ростовской области. Выделены компоненты формирования информационной культуры школьников под влиянием цифрового разрыва.

Проблема цифрового разрыва имеет отношение к неравенству в доступе к Интернету на макро- и микроуровне. Макроуровень характеризуется цифровым разрывом между промышленно развитыми и развивающимися странами. В 1999 году, согласно данным Международного союза

телекоммуникаций ООН и Фонда ООН по народонаселению, на долю США и Канады, где проживают 5,1 % мирового населения, приходилось 65,3 % Интернет-узлов, на долю Европы (12 % от мирового населения) – 22,4 % Интернет-узлов, а в развивающихся странах (80,4 % населения планеты) – 5,9 % Интернет-узлов [1].

На микроуровне существует дифференциация доступа к Сети для различных социальных групп в пределах отдельно взятой страны. Начиная с 1995 года Национальным управлением телекоммуникации и информации Министерства торговли США ведется статистический учет аспектов цифрового разрыва в этой стране. М. Кастельс, исследуя данные этого учета за 2000 год по физическим лицам (по мнению ученого, учитывая современные тенденции в развитии технологий, частные лица станут главной учетной единицей с точки зрения использования Интернет в будущем), выделил основные факторы цифрового разрыва, которые он назвал «дискриминационными факторами»: уровень дохода, уровень образования, возраст, статус безработного, этнический фактор или «этнический цифровой разрыв», семейный статус, географическое местоположение и уровень трудоспособности [2].

В рамках реализации «Концепции модернизации российского образования на период до 2010 г.» в 2003-2004 гг. в Ростовской области было проведено социологическое исследование проблем формирования информационной культуры современной школы. Выборка анкетного опроса составила 1936 школьников. В ходе этого исследования были выявлены следующие факторы регионального цифрового разрыва:

1) географическое положение: в среднем 41 % опрошенных школьников, проживающих в городах, имели домашние компьютеры, тогда как среди школьников из сельской местности этот показатель составил только 14 %. Домашний доступ к Интернет среди школьников Ростова-на-Дону составил 36,8 %, в остальных городах – примерно 16,3 %, в сельской местности – 6,8 %;

2) социальный статус родителей: если кто-либо из родителей школьников относился к категории «Управленец», то 53,3 % респондентов имели домашний компьютер и у 31,1 % из них имелся домашний доступ к Сети. Статусная категория «Предприниматель» – 45,2 % школьников имели домашний компьютер и у 24,6 % из них – домашний доступ к Интернет. Статусная категория «Специалист» (в эту группу вошли инженерно-технические работники и специалисты других профессий) – домашний компьютер у 43,3 % респондентов и домашнее подключение к Интернет у 23,9 % из них. «Рабочий» – домашние компьютеры имелись у 15,6 % школьников и у 5,9 % из них был домашний доступ к Интернет. Статусная группа «Крестьянин» – у 17,5 % учеников были домашние компьютеры и у 9,5 % из них был домашний доступ в Интернет.

Перечисленные выше факторы цифрового барьера нашли свое отражение в следующих особенностях формирования информационной культуры школьников:

1) территориальный компонент: свое умение работать на компьютере как достаточно хорошее оценили 30,3 % школьников Ростова-на-Дону, 20 % школьников, проживающих в других городах региона и 14,7 % школьников из сельской местности. Не умели работать на компьютере только 4,83 % школьников, проживающих в городах Ростовской области, тогда как этот показатель для школьников сельской местности составил примерно 8 %;

2) статусный компонент:

- если кто-либо из родителей школьников относился к категории «Управленец» – 29,6 % опрошенных оценивали свое умение работать на компьютере как достаточно хорошее и не умели работать 2,2 %. Статусная категория «Предприниматель» – 28,9 % школьников достаточно хорошо умели работать на компьютере и 3 % не умели работать на нем вообще. «Специалист» – 21 % учеников оценили свое умение как достаточно хорошее и 4,1 % не умели работать. Категория «Рабочий» – 13,7 % достаточно хорошее умение и 8,2 % не умели работать на компьютере. Статусная категория «Крестьянин» – 23,8 % школьников достаточно хорошо умели работать на компьютере и 7,9 % не умели вовсе;

- имели навыки работы в Интернет: статусная категория «Управленец» – 43,3 % школьников; «Предприниматель» – 36,2 % опрошенных; «Специалист» – 33,8 % респондентов; «Рабочий» – 19,3 % и «Крестьянин» – 19 %;

- оценка школьниками информатизации как процесса, усложняющего процесс школьного образования: «Управленец» – 17 %; «Предприниматель» – 7,6 %; «Специалист» – 9,2 %; «Рабочий» и «Крестьянин» – 6,3 %.

Таким образом, общемировой тенденцией является тот факт, что цифровой разрыв представляет собой индикатор социального неравенства. Региональными факторами цифрового разрыва среди школьников в современной России являются географическое местоположение и социальный статус родителей. Цифровой разрыв влияет на формирование информационной культуры школьника, по крайней мере, в рамках двух компонентов, которые мы называли территориальным и статусным. Уменьшение цифрового барьера, в том числе и на региональном уровне, является задачей государственной важности.

Литература

1. Формирование общества, основанного на знаниях. Новые задачи высшей школы / Пер. с англ. – М: «Весь Мир», 2003. – 232 с.
2. Кастельс М. Галактика Интернет: Размышления об Интернете, бизнесе и обществе / Пер. с англ. – Екатеринбург: У-Фактория, 2004. – 328 с.

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ У БУДУЩИХ ЭКОНОМИСТОВ КУЛЬТУРЫ ИНОЯЗЫЧНОЙ ДЕЛОВОЙ ПЕРЕПИСКИ

Н.В. Маврина

Челябинский институт (филиал) Российского государственного
торгово-экономического университета

Рассматривается применение в иноязычном образовательном процессе новых информационных технологий как одно из условий существования и эффективного функционирования педагогической системы развития у будущих экономистов культуры иноязычной деловой переписки.

Процессы интернационализации и информатизации современного российского общества повлекли за собой развитие различных форм предпринимательства, сокращение временного пространства, усиление динамики бизнеса, что явилось причиной выдвижения новых требований к профессиональной подготовке экономистов в высшей школе. Одним из таких требований является умение будущих экономистов осуществлять поликультурные письменные контакты в профессиональной деятельности, что вызвало необходимость разработки специальной педагогической системы развития у будущих экономистов культуры иноязычной деловой переписки.

Солидаризируясь с мнением М.В. Смирновой, мы понимаем под культурой иноязычной деловой переписки совокупность иноязычных знаний, умений и навыков в области организации письменного взаимодействия людей в деловой сфере, позволяющих устанавливать деловые контакты с партнерами, принадлежащими к разным, по отношению к своей, культурам, добиваться точного восприятия и понимания документов иноязычного делового общения [1].

На основании междисциплинарно-герменевтического подхода нами была разработана специальная педагогическая система развития у будущих экономистов культуры иноязычной деловой переписки, состоящая из пяти компонентов: поликультурного, лингвистического, профессионально-коммуникативного, дискурсивного и технологического. Опытно-поисковая работа показала, что названная система может эффективно функционировать при наличии комплекса педагогических условий, одним из которых является использование в процессе иноязычного образования будущих экономистов новых информационных технологий.

Под новыми информационными технологиями мы, вслед за И.Г. Захаровой, В.А. Извозчиковым и др., понимаем новые методологии и технологии образовательного процесса с использованием новейших электронных средств обучения, в первую очередь компьютеров, и средств коммуникации [2]. Необходимость использования новых информационных технологий в целях развития у будущих экономистов культуры иноязычной деловой переписки обусловлена тем, что, с одной стороны, компьютер широко используется во всех сферах экономики в качестве инструмента профессиональной деятельности и, с другой стороны, компьютерное оформление документов иноязычного делового общения является на сегодняшний день обязательным требованием.

Опытно-поисковая работа позволила нам выделить в качестве наиболее эффективных средств новых информационных технологий в развитии у будущих экономистов иноязычной деловой переписки текстовые редакторы, электронную почту, базы данных сети Интернет и обучающие программы.

Современные текстовые редакторы обеспечивают неограниченные возможности при создании и редактировании документов иноязычного делового общения за счет наличия в них сервисных средств (проверка орфографии, грамматики и т.д.), шаблонов различных документов, графических средств, функций создания таблиц, вставки рисунков и т.д.

Организация в сети Интранет обмена между студентами иноязычными деловыми письмами позволяет имитировать процесс иноязычной деловой переписки, осуществляемый в будущей профессионально-экономической деятельности студентов.

Удаленные базы данных сети Интернет обеспечивают доступ студентов к русско- и иноязычным сайтам, содержащим образцы различных видов деловых писем и практические советы, информацию об этической стороне ведения иноязычной деловой переписки, к электронным словарям и справочникам и т.д.

Обучающие программы, такие как экспертно-консультирующая система «Деловая переписка», содержат информационную базу о иноязычной деловой переписке (образцы и шаблоны писем, орфографические и грамматические правила, клише, требования к оформлению писем и т.д.), а также обеспечивают возможность создания и хранения иноязычных деловых писем и документов. Студент выбирает из базы данных требуемый тип письма, изучает его структуру, выбирает клише и создает письмо методами компьютерного конструирования и вносит его в базу данных компьютера [3].

Таким образом, новые информационные технологии позволяют оптимизировать процесс развития иноязычной деловой переписки, развивать

в комплексе навыки иноязычной речевой деятельности будущих экономистов за счет сочетания зрительного образа, текста и звукового ряда, повысить у будущих экономистов познавательную самостоятельность и мотивацию к изучению иностранных языков.

Литература

1. Смирнова М.В. Развитие культуры иноязычного делового общения как составляющая подготовки профессионально мобильного менеджера // Экономика и социум на рубеже веков: мат. межвуз. науч.-практ. конф. / Челяб. ин-т (фил.) Рос. гос. торг.-экон. ун-та. – Челябинск: ЧИ(ф) РГТЭУ, 2004. – С. 218-223.
2. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Академия, 2003. – 192 с.
3. Овчинникова Т.Е. Обучение иноязычной письменной речи студентов университета // Вестник Оренб. гос. ун-та. – Оренбург: ОГУ, 2002. – № 6. – С. 141-144.

454048, г. Челябинск, ул. Воровского, 55-23, т. (3512) 68-27-33, e-mail: MAVRIN@74.ru

УДК 00837

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Л.Ф. Отверченко, Е.В. Ненно

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Проанализирована роль и тенденции развития современного образования и информационно-коммуникационных технологий, определена сфера применения дистанционных технологий, перечислены некоторые русскоязычные Интернет-ресурсы, используемые в системе дистанционного образования.

Стремительное развитие и распространение новых информационных и телекоммуникационных технологий приобретает характер глобальной информационной революции, которая оказывает возрастающее влияние на все сферы жизнедеятельности современного общества. Как подчеркивается в Окинавской Хартии глобального информационного общества, принятой лидерами «Восьмерки» 22 июля 2000 года, «информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) являются одним из наиболее важных факторов, влияющих на формирование общества XXI века. Их революционное воздействие касается образа жизни людей, их образования и работы ...» [1].

Быстрый прогресс в ИКТ, позволяющих передавать большие объемы данных при очень низких затратах, привел к квазинейтрализации физического расстояния как барьера для общения [2]. Информационно-технологическая революция определяет движение социума к совершенно

новому типу общества – информационному или обществу знания. В этих условиях стратегическими ресурсами социально-экономического развития общества становятся, с одной стороны, информация и знания, а с другой – образование, которое формирует способности и качества индивидов, составляющих общество [1]. По существующим прогнозам в XXI веке каждому работающему потребуются иметь высшее образование, конкурентоспособное на мировом рынке занятости. Во многих странах мира обнаруживается тенденция увеличения количества студентов: в России за последнее десятилетие прошлого века численность студентов вузов увеличилась от 32 до 58 студентов на 1000 человек населения; почти во всех западноевропейских странах с середины 50-х – середины 90-х гг. количество студентов возросло более чем в 10 раз [3]. Долгосрочные перспективы образования определяются формированием глобального сообщества, в котором через национальные границы свободно перемещаются информация, ресурсы, люди, идеи. Сегодня реальностью стала тенденция интеграции и интернационализации национальных систем образования, направленная, с одной стороны, на создание и внедрение единых стандартов качества образования в национальных системах, а с другой – на развитие системы непрерывного дистанционного образования на базе телекоммуникационных технологий. Так, в Европе происходит процесс формирования единой европейской интегральной системы образования, что нашло свое отражение в Болонской декларации 1999 года. Этот документ провозгласил необходимость информатизации образования и развития дистанционных технологий. Все положения Болонской декларации обязательны для подписавших ее стран и должны быть реализованы в течение 10-летнего периода. Россия официально закрепила свое участие в Болонском процессе в сентябре 2003 г. [4].

Министерством образования РФ в 2002 году был принят документ «Об утверждении методики применения дистанционных образовательных технологий (дистанционного образования) в образовательных учреждениях высшего, среднего и дополнительного профессионального образования РФ», в котором отмечается, что «основными дистанционными образовательными технологиями являются кейсовая технология, Интернет-технология, телекоммуникационная технология». В России более ста различных вузов практикуют дистанционные образовательные технологии. Ведущим среди них является Московский экономический институт (МЭСИ). В рамках системы открытого образования МЭСИ создана сеть региональных партнеров (138), филиалов (10) и представительств (21), охватывающая практически все субъекты РФ и ряд зарубежных стран. Общая численность слушателей в этой сети превышает 70000 студентов [5].

Рассмотрим некоторые русскоязычные Интернет-ресурсы, используемые в системе дистанционного образования.

Сайт (sunsite.berkeley.edu/Libweb/) обеспечивает доступ к серверам библиотек по всему миру. Сайт Института научной информации по общественным наукам РАН (http://www.inion.ru/products/db_2htm.) обеспечивает изготовление электронных копий найденных первоисточников и передачу их пользователю по Интернету.

Сервер Института дистанционного обучения (www.ido.ru) содержит подробную информацию о дистанционном обучении, в том числе о его концепции, целях, задачах, нормативно-правовой базе. Здесь публикуется журнал «Дистанционное образование», предлагающий статьи об организации учебного процесса, официальные документы, новости, материалы конференций и семинаров.

Сайт Института экономического развития (www.edimo.ru) предоставляет материалы семинара «Использование Интернета в подготовке учебных материалов и в научных исследованиях», предлагает на странице «Интерактивные программы для дистанционного обучения» самотестирование по персональным компьютерам, программному обеспечению, Интернету и WWW с наглядным представлением результатов, а также тесты по микро- и макроэкономике.

Центр «Информика» (www.informika.ru) – сервер Центра информатизации Министерства общего и профессионального образования РФ предлагает большой список ассоциаций и институтов, центров дистанционного образования в высших учебных заведениях, поисковую систему по свободно распространяемому программному обеспечению для дистанционного образования, а также содержит информацию по методическому обеспечению учебного процесса и сведения о различных проектах в сфере дистанционного обучения.

На сервере Центра дистанционного обучения «Истина» (istina.ru/r_educ.htm) Российский университет дружбы народов, Московский педагогический государственный университет и Обнинский гуманитарный университет в рамках программы «Электронный факультет» предлагают электронный юридический экстернат. Центр разработал программу «Компьютерная грамотность» для студентов дистанционной формы обучения по гуманитарным специальностям.

На сайте группы Махаон (www.machaon.ru/educ.html) представлены проекты по дистанционному обучению, например, компьютерный курс «Атомная энергетика и ее безопасность». Здесь представлены также материалы научно-методических конференций, посвященных проблемам образования и развития телекоммуникаций, собрана коллекция ссылок на ресурсы по дистанционному обучению и помещено несколько электронных тестов из различных областей знаний (английский язык, литература).

Литература

1. Чернов А.А. Становление глобального информационного общества: проблемы и перспективы. – М., 2003. – 232 с.
2. Формирование общества, основанного на знаниях. Новые задачи высшей школы / Пер. с англ. – М., 2003. – 232 с.
3. Макарян А.С. Образовательный потенциал человека – важнейший фактор развития мирового хозяйства // Социально-гуманитарные знания. – 2003. – № 5. – С. 127-138.
4. Ван дер Марик К. Болонская декларация: расширение доступности и повышение конкурентоспособности высшего образования в Европе // Транснациональное образование: возможность доступа или создание препятствий. – 2000. – № 3. Т. XXV. – http://www.aha.ru/~moscow64/educational_book/educational.../honeck.th.
5. Интервью с ректором МЭСИ академиком Тихомировым В.П. / Праздничный выпуск журнала «Открытое образование» и газеты «Студенческая беседа». – М., 2002. – С. 17.

УДК 378+004.2

**КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ***Т.В. Матекина*

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Рассмотрено одно из условий повышения эффективности управления процессом обучения – контроль знаний учащихся. В качестве оперативной обработки результатов контроля предложена модель компьютерного тестирования по курсу высшей математики, разработанная преподавателями кафедры «Высшая математика».

Вопросы повышения эффективности управления являются в настоящее время наиболее актуальными во всех областях человеческой деятельности, будь то производство, наука и обучение. Необходимость повышения эффективности управления вызвана все возрастающими масштабами деятельности и усложнением условий, в которых приходится осуществлять управление, поэтому даже небольшие улучшения в процессе обучения обращаются существенным вкладом в развитие нашего общества.

Причиной, побуждающей педагогов к поиску путей улучшения процесса управления обучением, является непрерывно увеличивающийся объем научной информации в каждой из областей знаний, что обуславливается интенсивным развитием науки и техники в наши дни. В этих условиях как к учащимся общеобразовательных школ, так и к студентам специальных и высших учебных заведений предъявляются повышенные требования, связанные с необходимостью усвоения все возрастающего объема знаний при сохранении прежних сроков обучения.

Одним из необходимых условий повышения эффективности обучения является совершенствование системы контроля знаний учащихся,

которое позволило бы использовать более совершенные дидактические системы, существенным препятствием к использованию которых является невозможность при современных способах организации обучения реализовать принцип индивидуального подхода.

Проблема совершенствования контроля знаний учащегося – это сложная, многоплановая проблема, содержащая трудности как принципиального характера, связанные с вопросом что контролировать, так и трудности чисто технического плана. Объем и степень трудности материала, отводимое время, темы изучения и форма изложения вынужденно рассчитаны на некоего «среднего» ученика. В результате одни учащиеся испытывают большие затруднения в процессе усвоения знаний, а другие трудятся не в полную силу. По этой причине и у первых, и у вторых снижается интерес к обучению.

Для обеспечения достаточно гибкой и эффективной обратной связи необходимо осуществлять более частый и всесторонний контроль знаний учащихся. Контроль знаний учащихся должен быть ориентирован на оперативную обработку результатов контроля. Обычно применяемые в повседневной работе преподавателя формы контроля (индивидуальный опрос учащихся, контрольные работы) не удовлетворяют указанным требованиям. Полный охват учащихся контролем производится в процессе проведения экзаменов. Однако это контроль по частным вопросам программы, не отражающий полной и объективной картины текущей работы.

В этой связи возникает необходимость автоматизации процесса переработки информации, относящейся к контролю процесса обучения. Одним из видов такого контроля знаний учащихся является компьютерное тестирование. Компьютерное тестирование отличается от обычной контрольной работы тем, что содержит обычно большое количество вопросов, и, кроме того, методикой своего проведения, направленной на индивидуализацию работы с учащимися и предусматривающей возможность применения компьютера.

Приведем основные виды тестов и требования, предъявляемые к ним. Обычно тесты классифицируются на тесты с выборочными ответами и тесты с конструируемыми ответами. В первом случае учащийся должен из предложенного набора ответов выбрать правильный, во втором – конструировать ответ из отдельных, логически связанных элементов ответа. Каждый вид тестов имеет свои преимущества и недостатки. Тест с выборочным ответом удобно использовать для текущего контроля, тест с конструируемым ответом ближе к обычной форме письменного контроля знаний учащихся.

Наиболее существенными характеристиками теста любого вида считаются его надежность и валидность (действительность). Надежный

тест не должен давать существенных отклонений по баллам, если предъявляется учащимся с одинаковой подготовкой. Валидным признается тест, если он измеряет то, что призван измерять.

Составление теста представляет собой наиболее сложный, трудоемкий и в то же время творческий процесс, требующий высокой квалификации преподавателя. Разработке теста должно предшествовать установление наиболее важных целей обучения, достижение которых должно быть определено с помощью теста.

В настоящее время на кафедре «Высшая математика» ЮРГТУ (НПИ) группой преподавателей разработан банк задач по курсу высшей математики в электронном виде. Тесты предназначены для оперативной проверки знаний учащихся по этому курсу. Контроль знаний учащихся может быть осуществлен в компьютерном классе на базе кафедры «Высшая математика», соответственно преподавателями этой кафедры. Это позволит эффективно использовать поступающую от учащихся информацию без перегрузки преподавателя, так как оперативное управление качеством обучения требует своевременного и, следовательно, быстрого получения результатов контроля знаний учащихся.

УДК 37.01:007

ТЕСТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

Д.А. Харебин

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В педагогической деятельности нет средств воздействия, влияния на учащегося вне опоры на его предшествующий опыт [1]. Основой системы адаптивного обучения является промежуточное контрольное тестирование, что позволяет повысить качество обучения.

Адаптивная обучающая система как один из методов преподавания предусматривает широкое использование методик тестового контроля и обучения. В настоящее время на кафедре «ПО ВТ и АС» Донского государственного технического университета силами аспирантов и студентов факультета «Автоматизация и информатика» ведутся работы по изучению возможностей, разработке и апробации автоматизированной контрольно-обучающей программы с формированием базы данных тестовых заданий, программно-инструментальных средств для поддержания процесса разработки тестов, основанного на современных моделях теории педагогических измерений.

В процессе работы решаются такие основополагающие вопросы адаптивного обучения, как дробление курса обучения по предмету на отдельные модули с целью обеспечения различного уровня знаний по предмету, возможности выбора, по усмотрению преподавателя, из общей базы тестовых заданий контрольно-обучающий тест требуемого уровня обучения. К примеру: выборка 1 позволит обеспечить общеобразовательный уровень знаний обучаемых; соответственно выборки 2, 3, 4, ... n предусматривают усложнение курса обучения в арифметической прогрессии достигая профессионального уровня изучения предмета. Таким образом, наличие значительного количества независимых курсов-модулей позволяет формировать учебную программу, отвечающую индивидуальным и/или групповым потребностям [3].

Предлагаемая к рассмотрению структура программного обеспечения позволит осуществлять контроль и обучение не только в рамках педагогического учреждения (школа, техникум, ВУЗ), но и обеспечит самообразование и самоконтроль обучаемых в течение всего периода обучения, при этом предполагается, что разработанный программный продукт сможет обеспечить рекомендации по совершенствованию уже полученных обучаемыми знаний.

Необходимо отметить, что ни один программный продукт не может обеспечить достаточно высокий уровень изучения предмета, если педагог, использующий в практической деятельности систему адаптивного обучения, недостаточно осведомлен в области научных основ педагогических измерений, методов и технологий тестирования. Для этого необходимо иметь обобщенное представление о тестах и тестировании вообще. Тесты представляют собой особую совокупность заданий, которые позволяют дать объективную, сопоставимую и даже количественную оценку качества подготовки обучаемого в заданной образовательной области [2]. Таким образом, используя методику тестирования в системе адаптивного обучения, становится возможным выявление одаренных в определенной области знаний обучаемых с выдачей рекомендаций для дальнейшего углубленного изучения предмета, и обучаемых с затрудненным восприятием изучаемого предмета, что должно стимулировать либо поиск собственной «ниши» в потоке знаний, либо организацию индивидуальной учебной работы.

Литература

1. Лернер И.Я. Учебный предмет, тема, урок. – М.: Знание, 1988. – 80 с.
2. Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: Учебное пособие. – М.: Логос, 2002. – 432 с.
3. Педагогические технологии: Учебное пособие для студентов педагогических специальностей / Под общей ред. В.С. Кукушкина. – Серия «Педагогическое образование». – Москва: ИКЦ «МарТ»; Ростов-н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. – 336 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Солер Я.И., Игнатович С.Г. Компьютерное моделирование тепловых явлений при плоском торцовом шлифовании быстрорежущих пластин кубонитовыми кругами с использованием систем MSC.Marc и MSC.Mentat	4
Вылегжанин О.Н. Получение композитных материалов, обладающих свойствами, максимально близкими к заданным	11
Пак Т.В. К решению самоспряженной краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений	12
Коробейников С.А. Исследование эффективности решающих правил для измерений с адаптивной фильтрацией с применением имитационного моделирования	16
Крахоткина Е.В. К вопросу построения функциональной зависимости потерь рассола от начального давления инжектирования	18
Борисова Н.Г. Влияние учебных компьютерных технологий на качество подготовки инженеров-теплоэнергетиков	21
Шкарупин А.Я., Шарыпов А.Н. Применение компьютерных технологий при изучении силовой электроники	26
Яркин Е.К., Мохов В.А., Романенко В.Е. Электронное учебное пособие по дисциплине «Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования автотранспортных предприятий»	29
Леденёв И.И., Лапин А.А. Изучение процессов преобразования электроэнергии при помощи виртуальных моделей полупроводниковых преобразователей	37
Константинов К.В., Файзулин Р.М. Исследование методов создания интеллектуальных систем диагностики электровозов	39
Молчан В.Ю., Молчан А.Г. Формирование навыков решения задач с помощью компьютерных программ	43
Темников Д.А. Подходы к классификации электронных образовательных материалов. Часть I: структура	45
Лантух Н.И. Влияние компьютерных технологий на проектирование образовательной среды курса «Информатика» в лицее	50
Романов В.А., Аксенов К.А. Основные проблемы моделирования деятельности НИРС	51
Отверченко Л.Ф. Цифровой разрыв и формирование информационной культуры школьников на региональном уровне	53
Маврина Н.В. К вопросу об использовании новых информационных технологий в целях развития у будущих экономистов культуры иноязычной деловой переписки	56
Отверченко Л.Ф., Ненно Е.В. Интернет-ресурсы в системе дистанционного образования	58
Матекина Т.В. Контроль знаний учащихся с использованием компьютерных технологий	61
Харебин Д.А. Тестовые технологии в системе адаптивного обучения	63

Научное издание

**Компьютерные технологии в науке, производстве,
социальных и экономических процессах**

Материалы V Международной научно-практической конференции
Часть 1

Редактор: С.Г. Студенникова
Компьютерная верстка: М.К. Аверьянова

Подписано в печать 27.12.2004 г.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Печать оперативная.
Печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 4,1. Тираж 100 экз. Заказ 47-2301.

Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт)
Центр оперативной полиграфии ЮРГТУ (НПИ)
Адрес университета и центра оперативной полиграфии:
346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, тел. 55-222

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

**ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НОВОЧЕРКАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)**

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В НАУКЕ, ПРОИЗВОДСТВЕ, СОЦИАЛЬНЫХ
И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ**

*Материалы
V Международной научно-практической
конференции*

Часть 2

*12 ноября 2004 года
г. Новочеркасск*

Новочеркасск 2004

УДК 681.3:658.334
ББК 32.173.202
К 63

Организаторы конференции:

Федеральное агентство по образованию;
Северо-Кавказский научный центр высшей школы;
Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт);
Технический университет Ильменау (ФРГ);
Редакция журнала «Известия вузов. Электромеханика»;
Редакция журнала «Известия вузов. Северо-Кавказский регион.
Технические науки»;
Ростовский государственный медицинский университет.

Оргкомитет конференции:

А.В. Павленко (РФ), профессор – председатель;
Ю.А. Бахвалов (РФ), профессор;
Г. Вурмус (ФРГ), профессор;
Н.И. Горбатенко (РФ), профессор;
Г. Йегер (ФРГ), профессор;
Е. Калленбах (ФРГ), профессор;
М.В. Ланкин (РФ), доцент – зам. председателя;
Н.Ф. Никитенко (РФ), профессор;
В.Н. Чернов (РФ), профессор.

Редакционная коллегия:

А.В. Павленко, д-р техн. наук, профессор – ответственный редактор;
М.В. Ланкин, канд. техн. наук, доцент – зам. ответственного редактора.

К 63 Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и
экономических процессах: Материалы V Междунар. науч.-практ.
конф., г. Новочеркасск, 12 нояб. 2004 г.: В 3 ч. / Юж.-Рос. гос. техн.
ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004. – Ч. 2. – 57 с.

ISBN 5-88998-470-5

Материалы конференции вошли в сборник из трех частей. Во второй части представлены работы по моделированию информационных процессов, устройств и комплексов; компьютерным технологиям в САПР, приборостроении и машиностроении, химии, металлургии и строительстве, медицине, биологии и экологии; Internet-технологиям в науке, производстве, социальных и экономических процессах.

УДК 681.3:658.334

ISBN 5-88998-470-5

© Южно-Российский государственный
технический университет (НПИ), 2004
© Авторы, 2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт) – крупнейший вуз на юге России, имеющий вековой опыт исследований в различных отраслях науки и техники и обширные международные научно-технические контакты, – выступил инициатором проведения ряда международных дистанционных научно-практических конференций. Такая форма проведения конференций стала возможной в результате широкого развития телекоммуникационных технологий, в том числе Internet.

В ноябре 2004 года на базе ЮРГТУ (НПИ) проходила V Международная научно-практическая конференция «Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах». В работе конференции приняли участие представители вузов Москвы, Санкт-Петербурга, Алматы (Казахстан), Липецка, Астрахани, Ставрополя, Краснодар, Волгограда, Иркутска, Владивостока, Челябинска, Уфы, Курска, Екатеринбурга, Ульяновска, Обнинска, Томска, Хабаровска, Казани, Ростова-на-Дону, Новочеркаска, Шахты, Каменска-Шахтинского.

На конференцию представлено 50 докладов, которые вошли в сборник, состоящий из трех частей. Каждая часть содержит материалы по нескольким научным направлениям.

В первую часть вошли статьи о компьютерных технологиях в научном эксперименте и образовании.

Во второй части представлены работы по моделированию информационных процессов, устройств и комплексов; компьютерным технологиям в САПР, приборостроении и машиностроении, химии, металлургии и строительстве, медицине, биологии и экологии; Internet-технологиям в науке, производстве, социальных и экономических процессах.

Третья часть посвящена разработке нейрокомпьютеров, суперЭВМ и их применению; компьютерным технологиям в энергетике и электромашиностроении, на транспорте и связи; компьютерным технологиям и вопросам защиты информации; компьютерным технологиям в экономических и социальных процессах.

Организаторы выражают уверенность, что конференция послужит обобщению и распространению научных результатов, оказанию методической помощи молодым ученым и аспирантам, а также стимулированию контактов между учеными России и зарубежья, и с благодарностью примут замечания и пожелания.

Оргкомитет

ПРОЦЕДУРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭТАЛОНОВ СТРУКТУРНЫХ РЕЧЕВЫХ ОБРАЗОВ СО СПЕКТРАЛЬНО-ВРЕМЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Р.М. Синецкий, М.М. Гавриков

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Рассмотрены способы и процедуры построения эталонных структурных описаний речевых сигналов, используемые в командно-речевых интерпретаторах, реализуемых на основе метода структурной аппроксимации и распознавания одномерных временных образов.

Проблематика. Задачи разработки математических методов и надежных алгоритмов распознавания речевых сигналов для командно-речевых интерпретаторов (КРИ), которые могли бы эффективно использоваться в системах голосового управления роботами, в цифровой телефонии, на транспорте и в других приложениях, остаются актуальными до настоящего времени.

В большинстве существующих систем распознавания речевых команд процедура распознавания состоит в нахождении минимального расхождения между описанием (в той или иной форме) поступившего в систему речевого сигнала и эталонными описаниями сигналов речевых команд из заданного списка. Поэтому надежность распознавания во многом зависит от процедур предварительной обработки сигналов и способов их описания – представления речевых образов. В процессе разработки соответствующих алгоритмов и при анализе различных способов представления речевых образов можно отдать предпочтение одному из них, исходя из следующих формальных и неформальных критериев:

1) *сжатие информации* – предполагает, что получаемое описание речевого образа более компактно по сравнению с исходным цифровым сигналом;

2) *адекватность описания* – означает, что в описании сохраняется информация о наиболее существенных для процедур распознавания свойствах речевого сигнала;

3) *устойчивая регулярность* – означает, что эти свойства мало изменяются в описаниях различных реализаций сигналов одного и того же класса;

4) *помехоустойчивость* – означает устойчивую регулярность по отношению к помехам;

5) *технологичность* – предполагает

а) понятность и простоту (в идеале – полную автоматичность) процедур формирования эталонных речевых образов не только для разработчика КРИ, но и для пользователей в реальных условиях;

- б) минимальный набор инструментальных программно-аппаратных средств (желательно, чтобы эти средства входили в сервисную часть самого КРИ).

В настоящей работе представлены результаты некоторых исследований способов и процедур формирования эталонных речевых образов.

В наших исследованиях предполагалось, что КРИ в абстрактном смысле реализуется в виде математической схемы (метода) структурной аппроксимации и распознавания одномерных временных образов [1], в которой используется список соответствующих эталонов.

Процедуры построения частотно-временных функций. За основу представления речевых образов были выбраны кратковременные спектры. На рис. 1 показаны спектры фрагментов речевого сигнала, соответствующие нескольким звуковым фонемам голосовой команды «ВЫКЛЮЧИТЬ СВЕТ» – Ы, Ч.

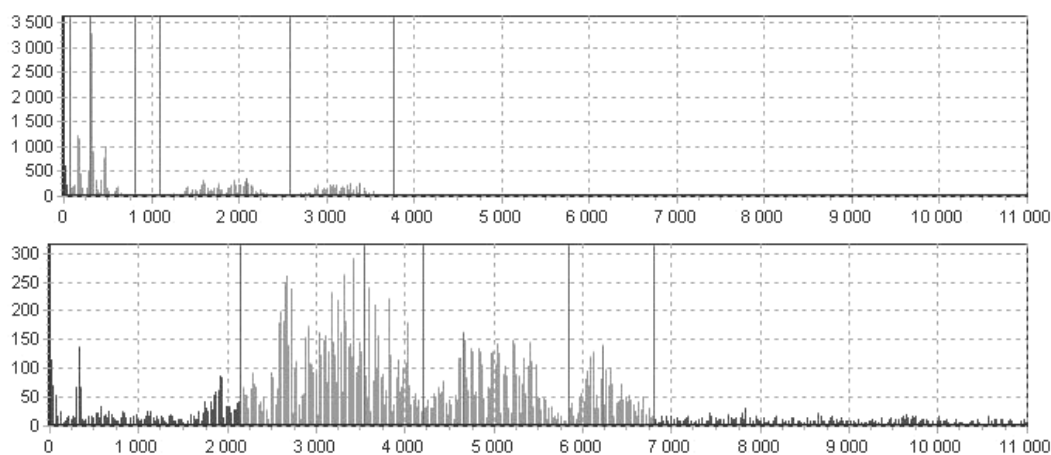


Рис. 1. Кратковременные спектры фрагментов речевого сигнала

Из рисунка видно, что спектры речевого сигнала могут иметь несколько выраженных пиков, каждый из которых вносит свою долю в формирование соответствующего звука. Для описания изменений спектрального распределения во времени используется частотно-временная функция $f^*(t)$, получаемая следующим путем.

Речевой сигнал разбивается на m смежных фрагментов длительностью 5-10 мс. В каждом фрагменте последовательно вычисляются оценки кратковременных спектров. Для их вычисления используется процедура БПФ. Затем рассчитывается средневзвешенная частота $f^* = \sum_{i=1}^3 f_i V_i$,

$$V_i = \frac{S_i}{\sum_{j=1}^3 S_j}; 0 < V_i < 1; \sum_{i=1}^3 V_i = 1, \text{ где } S_i - \text{площадь соответствующего диапазона.}$$

Эта функция была взята за основу для построения эталонного описания речевого образа. На рис. 2 приведены графики речевого сигнала, соответствующего голосовой команде «ВЫКЛЮЧИТЬ СВЕТ» и функциям f_1, f_2, f_3, f^* .

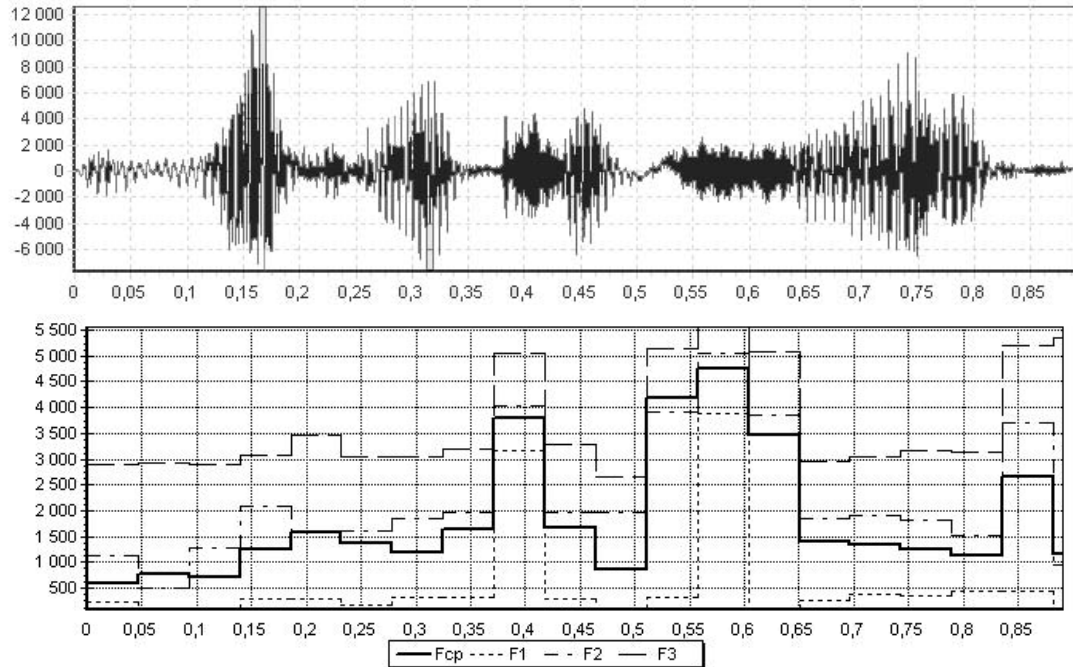


Рис. 2. Графики речевого сигнала команды и функций f_1, f_2, f_3, f^*

Процедура формирования эталонов (схема структурной аппроксимации). Эта процедура включает следующие основные этапы:

1) Ввод речевого сигнала с микрофона и соответствующей символической цепочки с клавиатуры; определение числа фонем n и задание частотных параметров *идеальной структурной модели* (ИСМ) в виде упорядоченного списка допустимых частотных диапазонов $d_i, i = \overline{1, n}$ для частоты f_i^* каждой фонемы (значения границ диапазонов выбираются из справочника фонем).

2) Автоматическое определение временных границ полезного сигнала.

3) Вычисление кусочно-постоянной частотно-временной функции $f^*(k\Delta\tau), k = \overline{1, m}$, формирование на ее основе *деформированной структурной модели* речевого образа [2].

4) Вычисление параметров и построение оптимальной *аппроксимационной структурной модели* (АСМ) $\hat{c}$ речевого образа. Получаемая модель $\hat{c}$ является результатом преобразования $P: (c, \tilde{c}) \rightarrow \hat{c}$, обеспечивающего частотную согласованность аппроксимационной модели с идеальной

и деформированной моделями одновременно [2]. В процессе ее построения используется процедура динамического программирования.

Этапы 1-4 выполняются 3-5 раз для нескольких реализаций одной и той же голосовой команды. В результате формируется l оптимальных АСМ.

5) Выполняется построение эталона структурного речевого образа $\hat{c}_e$, путем простого усреднения частотных параметров $f_i^e = \frac{1}{l} \sum_{j=1}^l f_{ij}; i = \overline{1, n}$ каждого элемента модели по множеству полученных реализаций моделей $\hat{c}_j, j = \overline{1, l}$.

Изложенная процедура достаточно технологична в смысле критерия 5, так как от пользователя требуется только произнести голосовую команду и ввести ее символическое описание с клавиатуры. В процессе работы КРИ так же используется данная схема, но в качестве ИСМ уже используются полученные эталоны.

Литература

1. Гавриков М.М. Структурная аппроксимация и распознавание одномерных временных образов. Концепция и применения // Изв. вузов. Электромеханика. – 2003. – № 6. – С. 52-60.
2. Гавриков М.М. Методы структурной аппроксимации и распознавания одномерных речевых образов и их применение: Тр. междунар. науч.-техн. конф. «Интеллектуальные системы (IEEE AIS'03)» и «Интеллектуальные САПР (С-2003)». В 3 т. – М: Физматлит, 2003. – Т. 1. – С. 273-287.

УДК 519.711.3

КОМПЛЕКСНЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМАНДНО-ШТАБНЫХ МАШИН ТИПА Р-149

*А.В. Горепекин, Р.А. Горепекин, В.В. Емельяненко, В.А. Костюков,
С.А. Левшин, Ю.Н. Мхитаров, Н.В. Парфюмов, А.В. Тебнев, Б.В. Черчепов*
ООО «Обучающие системы и тренажеры» (г. Новочеркасск)

Комплексный тренажер командно-штабной машины Р-149 предназначен для подготовки операторов, эксплуатирующих комплект радиотехнических средств, как в штатных, так и в нештатных ситуациях. В настоящий момент тренажер прошел государственные испытания и рекомендован к использованию в учебных заведениях и центрах подготовки специалистов связи и к серийному производству.

Комплексный тренажер командно-штабной машины (КШМ) Р-149 разработан и изготовлен специалистами ООО «Обучающие системы и тренажеры (ОСТ)». Тренажер обеспечивает подготовку операторов к работе

на сложном комплексе средств проводной и радиосвязи, эксплуатация которой требует жестких навыков в выборе места развертывания, подключения источников электропитания, прокладке кабельных и проводных линий, настройке радиосредств и передаче канала связи абоненту. Длительное использование КШМ показало, что обучение специалистов на штатном оборудовании в полевых условиях недостаточно эффективно. В реальной обстановке невозможно отработать все нештатные ситуации и воссоздать некоторые характерные тактические сценарии. Тренажер обеспечивает подготовку на аппаратуре четырнадцати различных типов, в том числе и на новых образцах, которые подготовлены к серийному производству, в режимах открытой и закрытой связи.

Структура тренажера показана на рис. 1. В состав технических средств комплексного тренажера КШМ Р-149 входят имитаторы КШМ (ИКШМ), комплект выносных радиосредств (РС), рабочее место руководителя занятий (РМРЗ) и система моделирования и сопряжения с объектом (СМиСО). ИКШМ представляет собой макет транспортной базы КШМ с размещенными в нем на штатных местах имитаторами РС. В комплект выносных РС входит дополнительная аппаратура, которая поставляется с различными модификациями КШМ. РМРЗ выполнено в виде компьютерного стола с установленными на нем двумя мониторами и блоком сопряжения с микротелефонной гарнитурой (МТГ).

Устройства сопряжения с объектом (УСО) тренажера состоят из универсальных блоков сопряжения на базе микроконтроллеров Т89С51АС2, объединенных в две локальные информационные сети с интерфейсом RS-485, блоков сопряжения с МТГ, управляемых адаптерами дискретного вывода PISO-C64, и коммутатора акустических сигналов, построенного с использованием плат компьютерной телефонии «Ольха-9».

Моделирование систем КШМ состоит в имитации работы радиосредств, включая радиопомехи и различные шумы в эфире, нештатных ситуаций, передачи речевой и символьной информации между рабочими местами обучаемых как внутри одной, так между двумя КШМ, в открытом и закрытом режимах. Моделирование виртуального тактического пространства, управляемого руководителем занятия, позволяет создать для обучаемого иллюзию изменения ландшафта и погодных условий.

Задачи, выполняемые тренажером можно разделить на две группы:

- имитация управления аппаратурой КШМ путем моделирования работы штатных органов управления и средств отображения информации в соответствии с алгоритмами работы в штатных и нештатных ситуациях,
- управление процессом обучения.

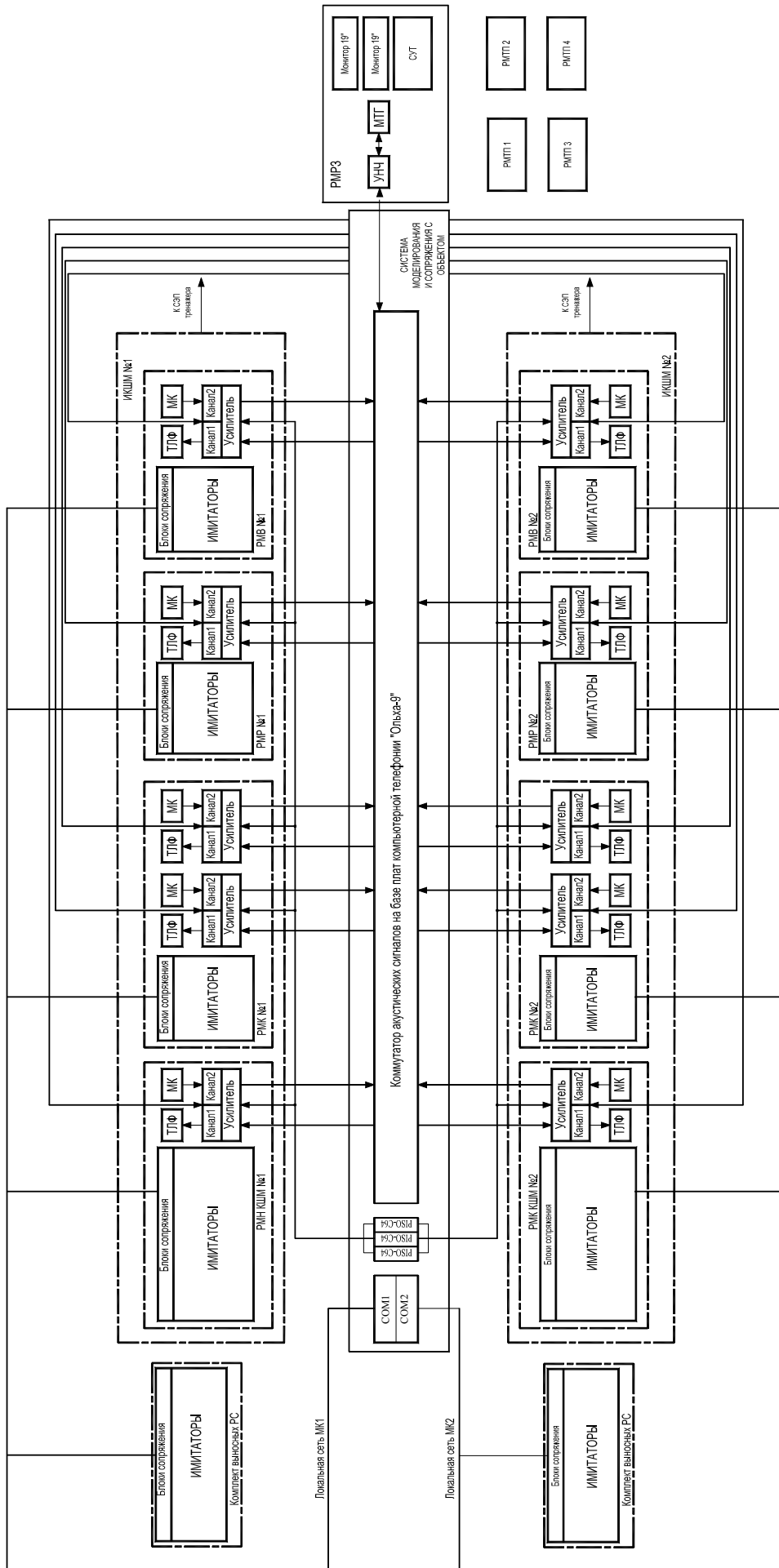


Рис. 1. Структура комплексного тренажера КШМ Р-149

Задачи первой группы возложены на систему моделирования и сопряжения с объектом. Программно-аппаратные средства СМиСО обеспечивают моделирование в реальном масштабе времени работы основных систем КШМ на основании данных, получаемых от УСО, сценария тренировки и команд инструктора, поступающих с рабочего места руководителя занятий.

Решение задач второй группы обеспечивается системой управления тренировкой (СУТ). Программные средства СУТ предоставляют руководителю занятия широкий круг пользовательских функций, таких как выбор из базы данных сценария тренировки, вывод на монитор текущего состояния органов управления любого из имитаторов устройств КШМ, возможность прерывания тренировки при наличии грубых ошибок в действиях обучаемого, ввод параметров, характеризующих готовность аппаратуры связи КШМ к работе, ввод и снятие отказов или нарушений в работе аппаратуры связи КШМ (нештатных ситуаций), как из сценария тренировки, так и оперативно по командам, доступ к базе данных обучаемых, вывод на монитор информации о выявленных ошибках систем контроля навыков.

Перечисленные задачи выполняются под управлением тренажерно-ориентированной исполнительной оболочки [1, 2], которая обеспечивает распределение времени процессора между функциональными задачами, реализацию протоколов взаимодействия подсистем, организацию взаимодействия прозрачным для программных модулей образом, возможность перераспределения программных модулей подсистем между узлами вычислительной сети с целью балансировки загрузки процессоров и трафика каналов связи, отсчеты временных интервалов и синхронизацию вычислительных процессов в системе.

Цикл подготовки специалистов включает и этап начального обучения работе с аппаратурой КШМ. Для этих целей в состав тренажера включены рабочие места теоретической подготовки, содержащие комплекты обучающих программ по аппаратуре, входящей во все модификации КШМ.

В настоящий момент комплексный тренажер КШМ Р-149 прошел государственные испытания и рекомендован к использованию в учебных заведениях и центрах подготовки специалистов связи. Межведомственная комиссия приняла решение о присвоении документации на тренажер литеры «О1» и подготовке производства ООО «ОСТ» к серийному выпуску данного изделия.

Литература

1. Душенко А.Г., Радченко В.М., Левшин С.А. и др. Структура системного программного обеспечения тренажера с распределенной системой моделирования // Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах:

Материалы II международной научно-практической конференции. – Новочеркасск, 2001. – Ч. 5. – С. 38-42.

2. Черчепов Б.В., Левшин С.А., Горепекин Р.А. и др. Использование промежуточного программного обеспечения при комплексировании систем тренажера // Тренажерные технологии и симуляторы-2002: Материалы научно-технической конференции. – СПб.: СПбГПУ, 2002. – С. 144-147.

УДК 519.711.3

КОМПЛЕКСНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СВЯЗИ

*А.В. Горепекин, Р.А. Горепекин, В.В. Емельяненко, В.А. Костюков,
С.А. Левшин, Ю.Н. Мхитаров, А.В. Тебнев, Б.В. Черчепов*
ООО «Обучающие системы и тренажеры» (г. Новочеркасск)

Комплексная компьютерная система обучения (ККСО) разработана как средство обучения для подготовки специалистов по эксплуатации технических средств связи. Занятия проводятся без использования штатной аппаратуры и без выхода в эфир. ККСО является альтернативой комплексным тренажерам, используемым в этой области.

В настоящий момент специализированные учебные заведения и центры по подготовке специалистов связи столкнулись с проблемой пополнения тренажной базы современными средствами обучения. Анализ этого вопроса показал, что в этой сфере деятельности имеется дефицит комплексных средств обучения работе на радиотехнических средствах и особенно на аппаратуре нового поколения, активно внедряемой в последнее время.

Специалисты ООО «ОСТ» разработали и подготовили к серийному производству ряд систем обучения, позволяющих использовать их при различных уровнях и условиях подготовки операторов. Одной из таких систем является комплексная компьютерная система обучения (ККСО) специалистов по эксплуатации технических средств связи.

ККСО позволяет проводить теоретическое и практическое обучение операторов без использования штатной аппаратуры и без выхода в эфир. Структура системы обучения показана на рис. 1 и включает в себя следующие подсистемы:

- подсистема моделирования средств связи;
- подсистема имитации акустической обстановки;
- подсистема подготовки тренировки;
- подсистема управления обучением;
- подсистема контроля навыков;
- подсистема записи процесса обучения.

Данные подсистемы разработаны и функционируют как комплекс независимых программных модулей, управляемых тренажно-ориентированной распределенной исполнительной оболочкой. В основу данной оболочки положена современная концепция построения промежуточных программных средств, апробированная в ряде изделий для подготовки персонала по управлению сложными объектами.

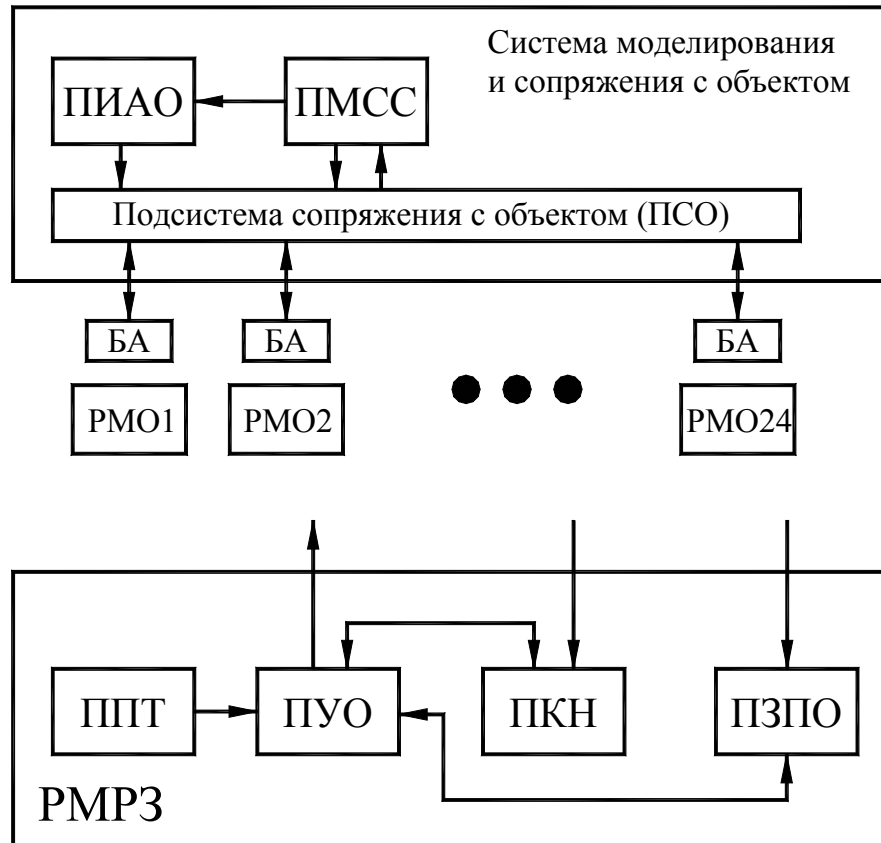


Рис. 1. Структура комплексной компьютерной системы обучения

В процессе выполнения данная оболочка обеспечивает:

- диспетчеризацию и синхронизацию всех подсистем;
- механизм прозрачных сетевых коммуникаций между программными подсистемами;
- инвариантные механизмы по взаимодействию с аппаратным обеспечением в условиях частичного или полного его отсутствия;
- отсчет и коррекцию единого модельного времени;
- централизованное и распределенное управление процессом моделирования.

В процессе разработки программных подсистем данная оболочка обеспечивает разработчиков единым унифицированным интерфейсом проектирования компонентов, что значительно упрощает отладку, модификацию и доработку изделия. Кроме того, оболочка предоставляет общий интерфейс программирования взаимодействий, построенный на основе

конечных автоматов, что позволяет вести независимую разработку и отладку компонентов и замещать недостающие модули временными программными имитаторами, чтобы в дальнейшем, не затрагивая прочих компонентов, добавлять в систему законченные программные модули.

На этапе отладки и настройки вычислительной системы оболочка позволяет с помощью встроенных функций оценить загрузку узлов и выполнить балансировку загруженности, перераспределив программные модули. Также оболочка предоставляет возможность назначить некоторым узлам привилегированные функции по арбитражу системных команд, записи и воспроизведению тренировки.

Система обучения обеспечивает индивидуальную и групповую подготовку специалистов. В режиме индивидуальной подготовки одновременно и независимо могут проходить обучения от одного до двадцати четырех специалистов.

Модульное построение программных и технических средств позволяет формировать различные по составу варианты компьютерных классов на базе ККСО. В составе класса может быть от 2-х до 25-х компьютеров. При этом рабочее место руководителя занятий (РМРЗ) может быть организовано как на базе отдельного компьютера, так и совмещено с одним из рабочих мест обучаемых (РМО).

Базовый вариант на четыре РМО и отдельное РМРЗ может быть поэтапно расширен без модификации программных и технических средств. При этом в подсистемы управления обучением, контроля навыков и записи-воспроизведения процесса проведения занятия автоматически будут внесены вновь подключенные рабочие места, базы данных также будут пополняться для новых РМО. Кроме того, система подготовки тренировки позволит выполнять предварительную настройку новых РМО и выдачу задания обучаемым.

В режиме групповой подготовки одновременно могут проходить обучение от двух до двадцати четырех специалистов в следующих режимах:

- парная работа с полной независимостью двенадцати пар специалистов от других параллельно обучающихся пар;
- работа группами (численностью от трех до двенадцати специалистов в группе) с полной независимостью групп специалистов от других параллельно обучающихся групп;
- работа парными группами (две пары групп с численностью до восьми специалистов в группе) с полной независимостью пар групп от других параллельно обучающихся пар групп;
- работа до двадцати четырех обучаемых, организованных в произвольные группы, без ограничений по взаимодействию (максимально приближенная к реальным условиям работа);

– работа нескольких экипажей командно-штабной машины типа Р-149 (до четырех пар экипажей численностью по три специалиста) в одном тактическом виртуальном пространстве.

Процесс подготовки тренировки заключается в том, что руководитель занятий с помощью графического интерфейса системы подготовки тренировки формирует группы обучения, объединяя компьютеры РМО, имеющиеся в составе класса. Затем руководитель выбирает состав моделируемых технических средств для каждого РМО, при этом графические форматы виртуальных технических средств загружаются на компьютеры РМО. Далее руководитель занятий имеет возможность настроить виртуальные технические средства, предварительно ввести нештатные ситуации, установить требуемые виды связи. По окончании данной настройки руководитель занятий может выдать задание обучаемым в виде стандартных бланков и схем-приказов и запустить систему контроля навыков.

Кроме того, инструктору предоставлена возможность выбора типовых занятий из базы данных. Имеются функции расширения базы данных занятий и упражнений на основе вновь подготовленных тренировок.

Во всех режимах обучения руководитель занятия имеет возможность автоматизировано осуществлять контроль знаний и навыков обучаемых, а также вести акустический контроль действий обучаемых и запись результатов тренировки.

УДК 621.923.1

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛОСКОГО АБРАЗИВНОГО ШЛИФОВАНИЯ СТАЛИ 07X16H6Ш В УСЛОВИЯХ САПР ТП

Я.И. Солер, Д.Ю. Казимиров, С.Н. Гайсин

Иркутский государственный технический университет

Изучены возможности адаптации компьютерных программ Stat Ease Design Expert 6.0.10 и MiniTab 13.1 для получения регрессионных моделей и оптимизации режимов шлифования стали 07X16H6Ш абразивными кругами 25A40HSM16K5 по критериям микрогеометрии поверхности.

Развитие вычислительной техники позволяет в условиях САПР ТП сократить сроки технологической подготовки производства, в частности, на этапе разработки технологической документации. При операционном описании технологических процессов изготовления изделий необходимо назначать технологические параметры, которые на окончательных операциях механообработки должны обеспечивать выполнение технических требований рабочего чертежа детали. Среди этих требований всегда при-

существует такой важнейший показатель качества изделия, как микрорельеф получаемой поверхности. При автоматизированном проектировании шлифовальных операций для этих целей целесообразно использовать регрессионные модели шероховатости поверхности, просчитываемые на ПК. Однако такие статистические зависимости для большинства конструкционных материалов и характеристик абразивных кругов отсутствуют до настоящего времени.

Данная работа расширяет библиотеку компьютерных данных для случая плоского шлифования коррозионно-стойкой стали 07X16H6Ш периферией абразивных кругов и дает рекомендации по оптимизации режимов шлифования с использованием компьютерных программ Stat Ease Design Expert 6.0.10 и MiniTab 13.1.

Постоянные условия эксперимента: станок модели 3E722, абразивные круги ПП 450×80×203 25A40 Н СМ1 6 К5, их скорость вращения $v_k = 35$ м/с, площадь шлифуемой поверхности – 1385 мм², СОЖ – 5 %-ная эмульсия «Аквол-6» с расходом 7-10 л/мин. Для отыскания моделей шероховатости был реализован полный факторный эксперимент (ПФЭ) типа 2⁴, натуральные и нормированные факторы которого приведены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные полного факторного эксперимента типа 2⁴

Факторы	Интервалы варьирования	Уровни факторов		
		верхний (+1,00)	основной (0,00)	нижний (-1,00)
A – продольная подача $s_{\text{пд}}$, м/мин.	7	18	11	4
B – поперечная подача $s_{\text{п}}$, мм/дв.х.	2,5 (0,03H*)	10 (0,12H)	7,5 (0,09H)	5 (0,06H)
C – глубина резания t , мм	0,0235	0,05	0,0265	0,003
D – операционный припуск z , мм	0,1	0,3	0,2	0,1

Примечание: * – $H=80$ мм – высота абразивного круга

Состояние поверхности оценивали параметры шероховатости $R_a, R_q, R_z, R_{\text{max}}$ и S_m , которые имели место при многопроходном съеме припуска с постоянной глубиной врезания круга без выхаживающих проходов. Микронеровности измеряли на профилометре «Surtronic 3» в двух взаимно ортогональных направлениях, совпадающих с векторами поперечной (R_{a1}, R_{q1} и т.д.) и продольной (R_{a2}, R_{q2} и т.д.) подач. При статисти-

ческой обработке наблюдения именовали откликами Y_{jv} , где $j = \overline{1,16}$ – номер строки матрицы ПФЭ, $v = \overline{1,3}$ – номер дублирующего опыта.

Компьютерная программа Design Expert 6.0.10 позволила оценить ротатабельность плана, что не предусмотрено второй программой. На рис. 1 представлены средние квадратичные отклонения (СКО) σ предсказания отклика моделью для режима шлифования, когда два нормированных фактора изменяются от $(-1,00)$ до $(+1,00)$, а два других сохраняют основной уровень $(0,00)$.

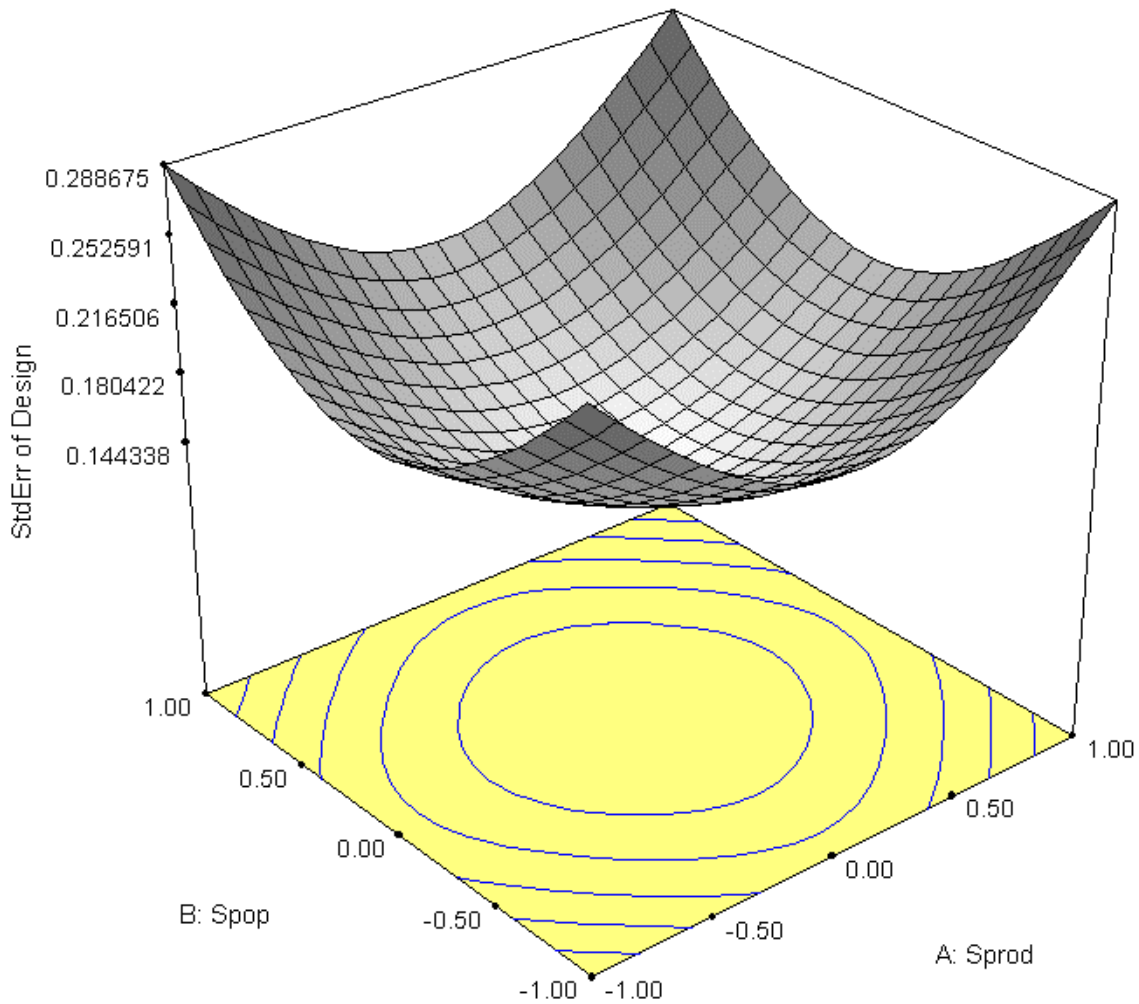


Рис. 1. СКО предсказания отклика:
 $C = D = 0,00$

Как видно из рис. 1, СКО отклика оценивается величинами: $\sigma_0 = 0,144338$ мкм в центре плана и $\sigma = 0,288675$ мкм в его крайних точках. При удалении значений фиксированных факторов от центра плана все стандарты возрастают.

С использованием обеих программ был проведен дисперсионный анализ (ДА) наблюдений. Выявлено, что незначимые эффекты в программе Design Expert 6.0.10 удаляются более легко, чем в программе MiniTab 13.1.

Значимые эффекты факторов и их взаимодействий были включены в модели шероховатостей, которые представлены полиномами 1-го порядка, линейными относительно коэффициентов. Коэффициенты нормированных моделей на 5 %-ном уровне были также вычислены с помощью обеих программ. Установлено, что для иерархических моделей значения полученных коэффициентов совпадают полностью. Этого нельзя сказать о неиерархических моделях. Программа Design Expert 6.0.10 отыскивает коэффициенты неиерархических моделей для взаимодействий 1-го и более высоких порядков в обычном рабочем режиме, если даже эффекты факторов, входящих во взаимодействия, оказались несущественными и по этой причине отсутствуют в регрессии. Программа MiniTab 13.1 требует обязательного присутствия в неиерархической модели всех незначимых главных эффектов, которые входят во взаимодействия факторов. Последнее вносит незначительные погрешности в коэффициенты таких моделей вследствие варьирования суммы квадратов ошибки. Следует отметить, что в отечественной практике суммы квадратов незначимых эффектов вообще не принято вносить в сумму квадратов ошибки. Они формируют остаточную сумму квадратов [1]. Нормированные коэффициенты моделей шероховатости, просчитанные программой Design Expert 6.0.10, даны в табл. 2, в которой принято следующее заполнение столбцов: * над чертой – для поперечных шероховатостей, под чертой – для продольных.

Таблица 2

Нормированные коэффициенты моделей микронеровностей

Коэффици- центы	Значения коэффициентов моделей для параметров				
	R_a , мкм	R_q , мкм	R_z , мкм	$R_{\max}$, мкм	S_m , мкм
1	2	3	4	5	6
a_0	$\frac{1,744117}{0,90}$	$\frac{2,26042}{1,19}$	$\frac{12,04}{4,94}$	$\frac{14,86}{6,92}$	$\frac{50,48^*}{260,54}$
a_A	$\frac{0,081667}{0}$	$\frac{0,09958}{0}$	$\frac{0,51}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
a_B	$\frac{0,07500}{0}$	$\frac{0,10292}{0}$	$\frac{0,70}{0}$	$\frac{0,87}{0}$	$\frac{0}{0}$
a_C	$\frac{0,07500}{0}$	$\frac{0,11458}{0}$	$\frac{0,72}{0}$	$\frac{1,26}{0}$	$\frac{0}{0}$
a_D	$\frac{0,17667}{0}$	$\frac{0,22625}{0}$	$\frac{1,05}{0}$	$\frac{1,49}{0}$	$\frac{3,02}{0}$
a_{AB}	$\frac{-0,06580}{-0,10}$	$\frac{-0,07450}{-0,13}$	$\frac{-0,31}{-0,56}$	$\frac{0}{-0,76}$	$\frac{-2,06}{0}$

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
a_{AD}	$\frac{0,07083}{0}$	$\frac{0,09208}{0}$	$\frac{0,61}{0}$	$\frac{0,79}{0}$	$\frac{0}{0}$
a_{BC}	$\frac{0,14833}{0,11}$	$\frac{0,20042}{0,15}$	$\frac{1,30}{0,58}$	$\frac{1,76}{1,10}$	$\frac{0}{0}$
a_{BD}	$\frac{-0,18580}{0}$	$\frac{-0,23460}{0}$	$\frac{-1,19}{0}$	$\frac{-1,46}{0}$	$\frac{-2,90}{0}$
a_{CD}	$\frac{0,21000}{0}$	$\frac{-0,27460}{0}$	$\frac{-1,37}{0}$	$\frac{-1,61}{0}$	$\frac{-1,81}{0}$
a_{ABC}	0/0	0/0	-0,33/0	0/0	1,60/0
a_{ABD}	$\frac{0,06000}{0}$	$\frac{0,09456}{0}$	$\frac{0,63}{0}$	$\frac{0,86}{0}$	$\frac{0}{0}$
a_{ACD}	0/0	0/0	0,29/0	0/0	0/0
a_{BCD}	$\frac{-0,07250}{0}$	$\frac{-0,09540}{0}$	$\frac{-0,44}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$

Модели шероховатостей на 5 %-ном уровне значимы и адекватны. Дополнительно программа Design Expert 6.0.10 позволяет оценить целесообразность предлагаемой модели для аппроксимации наблюдений с помощью подхода Бокса-Кокса [2]. Суть метода, предложенного английскими статистиками Боксом и Коксом, заключается в том, что просчитывается формализованный параметр λ , при котором функция правдоподобия L_n имеет минимальную остаточную сумму квадратов. Дополнительно программа указывает интервальные оценки $[\lambda_{\min}, \lambda_{\max}]$. Находится расчетное значение λ_p для анализируемой модели. Если $\lambda_p \in [\lambda_{\min}, \lambda_{\max}]$, то рассматриваемую модель не следует трансформировать.

Если λ_p выходит за пределы допустимого интервала, то программой даются рекомендации по лучшей аппроксимации экспериментальных данных. Результаты анализа с использованием подхода Бокса-Кокса показали, что для всех моделей, кроме $R_{\max 1}$, следует оставить выбранный полином 1-го порядка. Сказанное иллюстрируется на рис. 2 для среднего арифметического отклонения профиля микронеровностей R_{a1} , измеренному в поперечном направлении.

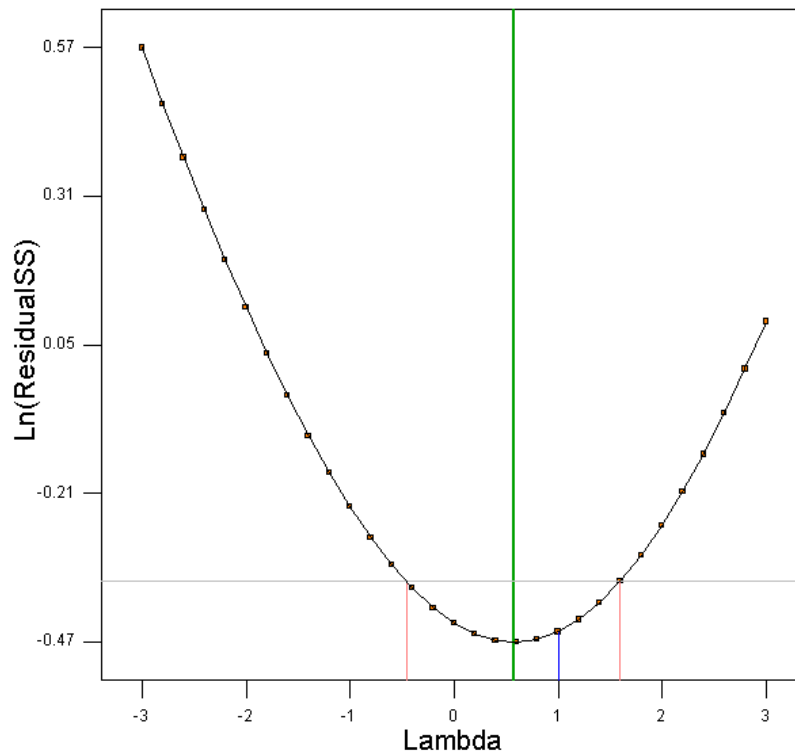


Рис. 2. Анализ модели «полином 1-го порядка» для параметра R_{a1} по критерию Бокса-Кокса

Как видно из рис. 2, наилучшее значение параметра $\lambda=0,58$. Оно на графике помечено вертикальной линией. Допустимые значения: $\lambda_{\min} = -0,46$ и $\lambda_{\max} = +1,6$. Расчетный параметр $\lambda_p=1$ принадлежит интервалу $[-0,46; +1,6]$. Для параметра шероховатости $R_{\max 1}$ расчетное значение $\lambda_p=1$ вышло за интервал $[-0,66; +0,74]$, а минимум функции правдоподобия получен при $\lambda=0,06$. Для уменьшения остаточной суммы квадратов программа Design Expert 6.0.10 рекомендует воспользоваться преобразованием логарифмического типа, для которого $\lambda=0$. После преобразования модель принимает следующий вид:

$$\ln R_{\max 1} = 2,66 + 0,056B + 0,086C + 0,12D + 0,11(BC) - 0,095(BD) - 0,11(CD) + 0,054(ABD)$$

Программа MiniTab 13.1 проверку модели с использованием функции правдоподобия и параметра λ не выполняет.

Представляет интерес представить поверхность отклика Y_{jv} при одновременном варьировании двух факторов. Программа Design Expert 6.0.10 выполнила расчеты поверхности для параметра R_{a1} при одновременном изменении факторов A и D от $(-1,00)$ до $(+1,00)$. Полученные результаты представлены на рис. 3.

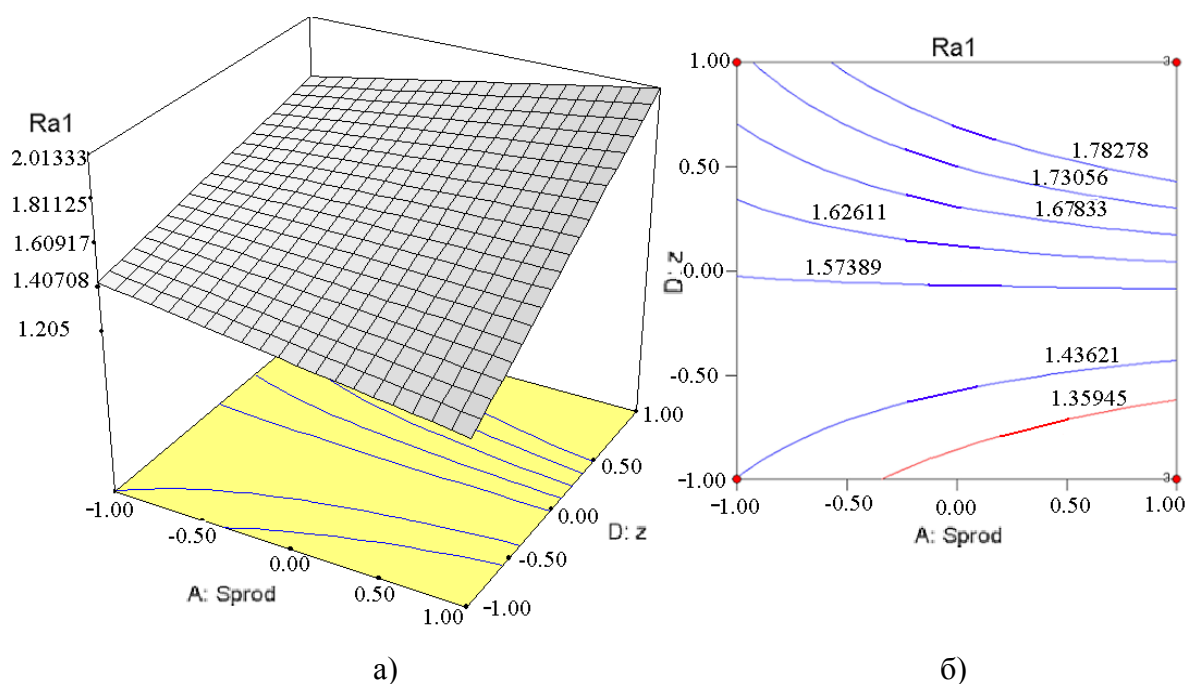


Рис. 3. Влияние продольной подачи и операционного припуска на поперечный параметр Ra_1 : Режим: $B = -1,00$; $C = -1,00$

Факторы A и D отобраны для анализа поверхности отклика Ra_1 , как наиболее значимо влияющие на его вариацию. Сказанное в нормированных моделях может быть качественно оценено модулем коэффициента. Дополнительно его знак характеризует вариацию отклика в направлении возрастания или уменьшения при изменении уровня входной переменной. Как видно из рис. 3а, при минимальной продольной подаче ($A = -1,00$) возрастание снимаемого операционного припуска от $(-1,00)$ до $(+1,00)$ вызывает рост поперечных микронеровностей Ra_1 от 1,40708 до 1,81125 мкм, а при наибольшем значении продольной подачи от 1,205 до 2,0133 мкм. Аналогичные результаты получены при варьировании продольной подачи в случае шлифования с наибольшим съемом припуска. Параметр Ra_1 вырос от 1,81125 до 2,01333 мкм. Однако наличие в модели парного взаимодействия ($A \times B$) со знаком минус привело к тому, что при минимальной величине z изменение продольной подачи от $(-1,00)$ до $(+1,00)$ дало незначительное уменьшение высоты микронеровностей Ra_1 . Это наблюдается при коэффициенте a_A , который входит в регрессию со знаком плюс. Таким образом, наличие в стохастических моделях значимых эффектов взаимодействия факторов может привести к тому, что поверхность отклика при линейных коэффициентах будет отличаться от плоскости и иметь кривизну.

В условиях единичного и мелкосерийного типов производства на шлифовальной операции обычно используют круг одной характеристики для выполнения нескольких технологических переходов. Регулирование микрорельефа поверхности в определенном диапазоне обеспечивается под-

бором технологических параметров. В данной работе рассмотрена автоматизация этой процедуры с использованием программы MiniTab 13.1. На практике приоритетными при шлифовании являются средние арифметические отклонения микронеровностей профиля в направлении поперечной подачи. Нами были заданы: R_{a1} 1,25 для чистового шлифования; R_{a1} 1,6 для получистовой обработки; R_{a1} 2,5, как наибольшее значение из возможно достижимых при выбранном варьировании технологических факторов. Шероховатость $R_{a1}=2,5$ мкм обычно требуется обеспечить при черновом этапе шлифования. Остальные характеристики микрорельефа поверхности устанавливались через коэффициенты корреляции с требуемым значением R_{a1} . По результатам шлифования ряда материалов установлено, что эти соотношения можно задавать с помощью общих выборочных средних, которыми являются коэффициенты a_0 модели [3-5]. Для ограничения области исследуемой поверхности оптимизации в программе предусмотрена функция Weight. Это достигается выбором величины показателя степенной функции ($0,1 \leq n \leq 10$) и номинального значения отклика Target (наиболее вероятного расположения точки оптимума) между нижним (Lower) и верхним (Upper) интервалами варьирования. Так, наибольшая область оптимизируемой поверхности отклика имеет место при Target, равном средней интервала, и показателе степени $n = 0,1$. При том же Target, но $n = 10$ область оптимизации максимально суживается, а при $n = 1$ – расположена между двумя прямыми, проходящими через границы интервала и имеющими точку пересечения (оптимума). Степень приближения к точке оптимума характеризует функция Desirability. Ее сокращенно обозначают d . В точке оптимизации функция имеет наибольшее значение $d = 1$. Программа MiniTab 13.1 выдает величину d по каждому параметру оптимизации в отдельности и общую по всем (Composite Desirability). Программа Design Expert 6.0.10 просчитывает только общую величину d . Важность оптимизации конкретного параметра шероховатости устанавливается функцией Important, для чего она использует ранги приоритетов R в виде чисел натурального ряда от 1 до 10. С учетом сказанного выше параметру R_{a1} был присвоен наибольший ранг $R = 10$.

Для всех продольных параметров микрогеометрии, кроме S_{m2} , которые, как правило, меньше поперечных, ранг R был уменьшен до 1. Это расширило область возможного поиска оптимальных решений для поперечных микронеровностей, которые характеризуют высотные параметры микрорельефа шлифованной детали в целом. Средний продольный шаг неровностей S_{m2} превысил S_{m1} . Он был исключен из процесса оптимизации обработки детали, так как оказался незначимым к варьированию факторов и характеризовался общей выборочной средней $S_{m2} = 260,54$ мкм. Оптимизация процесса шлифования проводилась при двух вариантах граничных условий (табл. 3).

**Исходные данные для проведения оптимизации
технологических параметров**

Параметр микрогеометрии	Цель оптимизации	Lower	Target	Upper	Weight	Important
		мкм				
R_{a1}	$\frac{Maximum}{Minimum}$	$\frac{1,50^*}{1,25}$	$\frac{1,6}{1,25}$	$\frac{1,6}{1,5}$	$\frac{0,1}{1,0}$	10**
R_{q1}	$\frac{Minimum}{Minimum}$	$\frac{3,00}{1,50}$	$\frac{3,00}{1,50}$	$\frac{3,5}{2,1}$	1,0	5
R_{z1}	$\frac{T\ arg\ et}{T\ arg\ et}$	$\frac{10,00}{7,00}$	$\frac{12,00}{9,00}$	$\frac{20,0}{19,0}$	0,1	1
$R_{\max 1}$	$\frac{Minimum}{Minimum}$	$\frac{15,00}{8,00}$	$\frac{15,00}{8,00}$	$\frac{35,0}{29,0}$	1,0	9
S_{m1}	$\frac{Minimum}{Minimum}$	$\frac{25,00}{18,00}$	$\frac{25,00}{18,00}$	$\frac{70,0}{69,0}$	1,0	3
R_{a2}	$\frac{Maximum}{T\ arg\ et}$	$\frac{0,80}{0,10}$	$\frac{0,90}{1,50}$	$\frac{0,9}{2,0}$	0,1	1
R_{q2}	$\frac{Maximum}{T\ arg\ et}$	$\frac{1,00}{0,10}$	$\frac{1,70}{2,00}$	$\frac{1,7}{2,5}$	0,1	1
R_{z2}	$\frac{Maximum}{T\ arg\ et}$	$\frac{0,62}{0,50}$	$\frac{9,00}{9,00}$	$\frac{9,0}{10,0}$	0,1	1
$R_{\max 2}$	$\frac{Maximum}{T\ arg\ et}$	$\frac{1,25}{1,00}$	$\frac{15,00}{15,00}$	$\frac{15,0}{16,0}$	0,1	1

Примечание: * над чертой – первый вариант граничных условий, под чертой – второй; ** – одинаковые значения для обоих вариантов граничных условий

Полученные результаты оптимизации режимов плоского шлифования коррозионно-стойкой стали 07X16H6Ш приведены в табл. 4, в которой принято следующее заполнение столбцов: * над чертой – вариант граничных условий, под чертой – вариант оптимизации; ** – начальная точка (Starting Point) не задавалась; *** над чертой – значение Starting Point, под чертой – полученная точка оптимума (Global Solution); **** над чертой – поперечная шероховатость, под чертой – продольная. Установлено, что локальный минимум параметра микропрофиля $R_{a1} = 1,237$ мкм находится в точке с координатами: $A=B=D=-1,00$, $C=+1,00$. Этот режим шлифования дополнительно обеспечивает повышение производительности обработки: минимальный операционный припуск $z = 0,1$ мм шлифуется при наибольшей глубине резания $t = 0,05$ мм.

Таблица 4

**Оптимизация режимов плоского шлифования стали 07X16H6Ш
по заданным критериям микронеровностей**

Варианты *	Нормированные факторы				Параметры шероховатости и Desirability (d)										d_{Σ}
	A^{***}	B	C	D	R_a^{****}		R_q		R_z		$R_{\max}$		S_m		
					МКМ	d_a	МКМ	d_q	МКМ	d_z	МКМ	$d_{\max}$	МКМ	d_m	
1. Прогнозируемая шероховатость $R_{a1} = 1,25$ мкм															
$\frac{2}{1}$	$\frac{-^{**}}{-1,00}$	$\frac{-}{-1,00}$	$\frac{-}{+1,00}$	$\frac{-}{-1,00}$	$\frac{1,2}{0,8}$	$\frac{1,00}{0,93}$	$\frac{1,9}{1,0}$	$\frac{0,34}{0,93}$	$\frac{8,6}{4,4}$	$\frac{0,98}{0,92}$	$\frac{13,2}{5,9}$	$\frac{0,75}{0,90}$	$\frac{45,9}{-}$	$\frac{0,45}{-}$	0,71
2. Прогнозируемая шероховатость $R_{a1} = 1,6$ мкм															
$\frac{1}{2}$	$\frac{+1,00}{+0,99}$	$\frac{+1,00}{-0,87}$	$\frac{+1,00}{+1,00}$	$\frac{0,00}{-0,79}$	$\frac{1,6}{0,9}$	$\frac{1,00}{0,99}$	$\frac{2,3}{1,2}$	$\frac{1,00}{0,86}$	$\frac{11,0}{5,1}$	$\frac{0,93}{0,94}$	$\frac{14,2}{6,4}$	$\frac{1,00}{0,91}$	$\frac{47,4}{-}$	$\frac{0,50}{-}$	0,93
$\frac{1}{3}$	$\frac{-}{+1,00}$	$\frac{-}{-1,00}$	$\frac{-}{-0,12}$	$\frac{-}{-0,24}$	$\frac{1,7}{1,0}$	$\frac{1,00}{1,00}$	$\frac{2,3}{1,3}$	$\frac{1,00}{0,92}$	$\frac{11,6}{5,5}$	$\frac{0,98}{0,95}$	$\frac{14,0}{7,4}$	$\frac{1,00}{0,92}$	$\frac{46,8}{-}$	$\frac{0,52}{-}$	0,87
3. Наибольшая прогнозируемая шероховатость $R_{a1} = 2,5$ мкм															
$\frac{1}{4}$	$\frac{+1,00}{+1,00}$	$\frac{+1,00}{+1,00}$	$\frac{+1,00}{+1,00}$	$\frac{0,00}{0,00}$	$\frac{2,1}{0,8}$	$\frac{1,00}{0,82}$	$\frac{2,7}{1,1}$	$\frac{1,00}{0,85}$	$\frac{14,6}{4,5}$	$\frac{0,80}{0,92}$	$\frac{19,1}{6,8}$	$\frac{0,79}{0,91}$	$\frac{52,7}{-}$	$\frac{0,38}{-}$	0,81
$\frac{1}{5}$	$\frac{+1,00}{+1,00}$	$\frac{+1,00}{+1,00}$	$\frac{+1,00}{+1,00}$	$\frac{-1,00}{-1,00}$	$\frac{2,2}{0,8}$	$\frac{1,00}{0,82}$	$\frac{2,7}{1,1}$	$\frac{1,00}{0,85}$	$\frac{15,1}{4,5}$	$\frac{0,95}{0,92}$	$\frac{17,6}{6,8}$	$\frac{0,87}{0,91}$	$\frac{55,0}{-}$	$\frac{0,33}{-}$	0,85

Варианты оптимизации 2 и 3 отвечают требованию получения заданной шероховатости $R_{a1} = 1,6$ мкм. В варианте 3 точка $R_{a1} = 1,73$ мкм на поверхности отклика незначительно превысила заданное значение. В то же время режим шлифования 2 это значение обеспечил полностью и превосходит режим 3 по производительности. Одновременно наблюдаем большую степень приближения (Desirability) и остальных составляющих микрорельефа, что привело к возрастанию Composite Desirability (d_{Σ}): $d_2 = 0,926$ вместо $d_3 = 0,875$ на третьем режиме шлифования. Для принятия окончательного решения в пользу второго или третьего вариантов оптимизации следует учесть значения операционных припусков: $D_2 = -0,789$ и $D_3 = -0,244$. Известно, что назначаемый операционный припуск непосредственно связан для данного этапа шлифования с габаритными размерами детали, имея тенденцию к росту для крупных заготовок. По этой причине режим обработки 2 целесообразнее использовать при шлифовании мелких деталей, а режим 3 больше подходит для крупных заготовок.

Попытка отыскать режим предварительного шлифования, на котором обычно регламентируют параметр $R_{a1} = 2,5$ мкм, показала, что в исследуемом факторном пространстве точка оптимизации с таким значением отклика отсутствует. Наибольшее приближение к этой точке даст режим обработки 5: $A=B=C=+1,00$; $D=-1,00$. По сравнению с вариантом 4 он имеет максимальное значение Composite Desirability – $d_5 = 0,852$. На практике этот режим шлифования не может быть реализован для обработки всех деталей. Задаваемый на предварительном этапе шлифования операционный припуск может превысить минимальное значение $z = 0,1$ мм ($D=-1,00$). Поэтому для предварительного шлифования стали 07X16H6Ш следует, в первую очередь, расширить интервал варьирования поперечной подачи s_{Π} до $(0,6-0,7)$ В мм/дв.х.

Оптимизация процессов плоского и круглого шлифования проводилась нами ранее с использованием программы Desing Expert (6.0.9, 6.0.10) [3-5]. Программа MiniTab 13.1 была апробирована впервые. Сопоставляя полученные результаты, можно сделать следующие замечания:

- Программа Design Expert выдает рекомендуемые режимы шлифования в одной таблице с размещением наилучшего варианта оптимизации на первой позиции. Программа MiniTab распечатывает режимы оптимизации по отдельности, что менее удобно для проведения их анализа.
- Режимы оптимизации, просчитанные программой Design Expert, никогда не превышали требуемого параметра шероховатости R_{a1} , чего нельзя сказать о программе MiniTab.
- Программа Design Expert в автоматизированном режиме просчитывает больше возможных вариантов оптимизации, чем MiniTab.

- Программа MiniTab оценивает параметр Desirability по каждому параметру шероховатости и по всем в совокупности. Программа Design Expert выдает только суммарный параметр Composite Desirability.

На основании сказанного можно сделать следующие выводы:

1. Полученные режимы шлифования кругом 25A40HSM16K5 следует использовать на чистовом этапе обработки стали 07X16H6Ш при требованиях к поперечной шероховатости R_a 1,25-1,6.

2. Программа Stat Ease Design Expert (6.0.9, 6.0.10) больше адаптирована к задачам, поставленным в данном исследовании, чем MiniTab 13.1. В то же время, программа MiniTab 13.1 обладает более разнообразными возможностями и может быть использована для решения технологических задач более широкого диапазона. Сказанное следует учитывать, например, при выборе программы для приобретения.

3. Модели микронеровностей в условиях САПР ТП открывают возможность повышения эффективности абразивной обработки на стадиях проектирования ТП и непосредственного шлифования деталей.

Литература

1. Рыжов Э.В., Горленко О.А. Математические методы в технологических исследованиях. – Киев: Наукова думка, 1990. – 184 с.
2. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.
3. Солер Я.И. Выбор режимов шлифования титановых сплавов с использованием компьютерной программы // Современное состояние и перспективы развития гидромашиностроения в XXI веке: Тр. МНТК. – СПб: Нестор, 2003. – С. 352-356.
4. Солер Я.И. Повышение эффективности технологической подготовки производства на операциях шлифования титановых сплавов в условиях САПР ТП // Вестник ИрГТУ. – 2003. – № 3-4 (15-16). – С. 25-30.
5. Солер Я.И., Гайсин С.Н. Статистическая модель шероховатости поверхности при плоском шлифовании коррозионно-стойких сталей абразивными высокопористыми кругами // Повышение эффективности технологической подготовки машиностроительного производства: Сб. науч. тр. / Под общ. ред. Д.А. Журавлева. – Иркутск: ИрГТУ, 2002. – С. 5-14.

УДК 519.6

ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМА ПЛОСКОЙ УКЛАДКИ ГРАФА В ЛИНИЮ

А.Н. Белаиш

Северо-Кавказский гуманитарно-технический институт

Описывается алгоритм укладки графа в линию, последовательная укладка графа в линию, укладка графа в форме спирали. Рассматривается рекурсивная ликвидация пересечений линий связей.

Известно множество алгоритмов укладки графов без пересечений линий связей. Среди этих алгоритмов наибольшей популярностью пользу-

ется алгоритм укладки графов (гамма-алгоритм [1]). Основной недостаток этого алгоритма в том, что он позволяет укладывать граф пока возможно без пересечений линий связей. Как только появляются пересечения, алгоритм завершает свою работу. Ликвидирует этот недостаток алгоритм укладки графа в линию, предложенный ниже.

Если производить укладку графа с целью представления его с одним и тем же числом пересечений линий связей, но в произвольной конфигурации (по выбору пользователя), то необходимо уложить граф в линию, так как линии наиболее просто придать любую геометрическую форму. Поэтому при рассмотрении рационального представления графа на плоскости целесообразно остановится на том, как именно оптимально нарисовать граф на плоскости в линию.

Идея данного алгоритма заключается в том, чтобы последовательно укладывать вершины одну за одной, при этом добиваясь рациональной укладки на каждом шаге. Под рациональной укладкой понимается вариант расположения вершин графа на плоскости с минимальной суммарной длиной линий связей и минимумом пересечений линий связей. Вершины располагаются последовательно одна за другой в линию по соседству друг с другом. Но при этом уже уложенные вершины постепенно «отодвигаются» друг от друга и в освободившееся место между ними располагаются новые вершины. Таким образом здесь прослеживается эффект спирали. Преимущество этого способа в том, что пока возможно укладывать граф в спираль, нет пересечений линий связей. Как только возникает ситуация, когда укладка в спираль невозможна (осуществляется попытка расположить вершину, для которой нет уже уложенного соседа), неуложенную вершину располагают в наилучшую из уже имеющихся доступных позиций. Затем для нее начинают строить новую спираль.

Когда все вершины уже уложены, возможна ситуация, когда появляются «лишние» пересечения линий связей (пересечения, которые можно избежать). В этом случае алгоритм переходит в рекурсивную стадию ликвидации своих собственных пересечений до получения оптимального решения.

Таким образом, предложенный алгоритм приводит к оптимальной укладке графа, даже если есть пересечения линий связей. Кроме того, этот алгоритм можно взять за основу при попытке уложить граф в произвольную конфигурацию.

Литература

1. Харари Ф. Теория графов. М.: Едиториал УРСС, 2003. – 296 с.

355016, г. Ставрополь, ул. Украинская, 76, т. +7-8652-367579,
email: itswork2@iskra.stavropol.ru

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ УНИФИЦИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ ОДНОКРИСТАЛЬНОГО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

А.А. Белых

Кафедра вычислительных машин систем и сетей,
Московский энергетический институт (Технический университет)

Рассматриваются вопросы повышения эффективности разработки программного обеспечения для встраиваемых систем, построенных на базе однокристальных микроконтроллеров (ОМК). Формулируются принципы построения унифицированной архитектуры ОМК, то есть построения структуры и системы команд ОМК на основе выбранных базовых ОМК. Рассматриваются тот класс ОМК, который поддерживает разработку программ на языке Ассемблер.

В данной работе будем рассматривать наиболее широко и часто применяемые в различных областях 8-разрядные микроконтроллеры. Частое их применение в разработках во всем мире обусловлено их низкой стоимостью и относительной простотой. Для ранее определенного класса ОМК в процессе построения унифицированной архитектуры выбираются базовые ОМК. Выбранные микроконтроллеры должны обладать различающейся по некоторым признакам архитектурой. Например, желательно, чтобы у них были в значительной степени отличающиеся системы команд (языка Ассемблер). Кроме того, у них часто будет отличаться структура микроконтроллера, например, по доступному набору регистров специального и общего назначения. Безусловно, у выбранных ОМК в архитектурах будет много похожего (или одинакового). Важно, чтобы они всей совокупностью наиболее полно описывали определенный класс ОМК. Каждый микроконтроллер можно описать набором параметров, характеризующих его структуру и функционирование. Например, такими параметрами могут служить размер и количество регистров общего назначения; наличие внутренней памяти данных, ее разрядность и размер; размер и количество регистров специального назначения (для управления периферией ОМК, состоянием процессора, и др.); наличие внутренней памяти программ и ее размер; разрядность и поддерживаемая функциональность арифметико-логического устройства (АЛУ), возможность оперирования с данными «двойной» разрядности (для операций умножения и деления); количество аккумуляторов (для сохранения оперативных данных); поддерживаемые способы адресации процессора (и их отображение на структуру ОМК). Эти параметры позволяют выделить необходимые базовые ОМК из всего определенного класса ОМК.

Следующие важные моменты, которые необходимо учесть при построении архитектуры абстрактного ОМК, это поддерживаемые способы адресации данных и возможные форматы данных. Отметим, что способы адресации влияют не только на систему команд, но и, существенным обра-

зом, на структуру ОМК. Например, поддержка индексной адресации требует наличия некоторых индексных регистров и определенных методов доступа к ним. Так как различные ОМК поддерживают отличающиеся способы адресации (например, один ОМК поддерживает базовую со смещением и индексную, но не поддерживает масштабирование, а другой ОМК поддерживает масштабирование, но не поддерживает автоинкрементную), в унифицированном ОМК должно поддерживаться большое количество способов адресации данных. В свою очередь, поддерживаемые форматы данных влияют на систему мнемоник ОМК. Так, например, если структура процессора позволяет работать с одним битом информации напрямую, то в системе команд должны присутствовать команды для работы с битами. Часто обращение к биту реализуется через расширение указания байта/слова информации – "<регистр/блок памяти>.<номер бита в блоке>". Структура унифицированного ОМК должна удовлетворять требованиям определенного ранее класса ОМК, «покрывать» по возможности базовые ОМК и, в то же время, структура ОМК становится фундаментальнее, сводится к набору функциональных блоков и связей между ними. Например, блок регистров процессора включает в себя NR регистров общего назначения и NS специализированных регистров (индексных, состояния и др.), блок АЛУ и связь между этими блоками (шина данных определенной разрядности и сигналы управления). Упрощение структуры унифицированного ОМК и поддержка многих способов адресации данных приводит к значительному снижению семантической нагруженности системы команд (СК). Такую СК легче запомнить и применить, что и требовалось при постановке задачи. В то же время, система команд полна и достаточно эффективно и гибко оперирует данными. СК строится по структуре ОМК и требуемой функциональности ОМК (определяется выбранным классом ОМК).

Каждый ОМК можно описать набором $\langle S, I, F \rangle$, где S – структура ОМК, I – система команд, описание языка Ассемблера ОМК, F – функционирование ОМК: $S = \langle RC[l_c, N_c], RS[l_s, N_s], MD[l_d, N_d], MP[l_p, N_p], A[l_a, N_a], DMIN[l_{min}], DMAX[l_{max}] \rangle$, где RC – регистр общего назначения (РОН), l_i – разрядность элемента(бит), N_i – число элементов (регистров, блоков), RS – регистр специального назначения, MD – память данных, MP – память программ, $DMIN, DMAX$ – минимальная и максимальная разрядность данных, A – аккумулятор.

Множество $I = \{(DE) \text{ op } (DE) \rightarrow DE, \dots, (IP) + 1 \rightarrow IP; (DE) \text{ op } K \rightarrow DE, \dots, (IP) + 1 \rightarrow IP; 0 \rightarrow DE.N, \dots, (IP) + 1 \rightarrow IP; \dots\}$, где DE – элемент хранения данных (RC, RS, MD, A), IP – регистр счетчика команд, K – константа, N – номер бита, в качестве операции **op** может быть операция сложения $+$, вычитания $-$, логического И $\&$, логического ИЛИ $|$, отрицания $!$, для проверки условия используется следующая конструкция: $\langle \text{условие} \rangle ? \langle \text{выполняется, если условие выполнено} \rangle : \langle \text{иначе} \rangle$.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДСТАНОВКИ ТЕРМОВ В ОПТИМИЗАЦИИ ЭМУЛЯТОРОВ МИКРОПРОЦЕССОРОВ

Д.В. Негода

Ульяновский государственный технический университет

Исследованное в предыдущих работах таблично-алгоритмическое оптимизационное преобразование интерпретатора машинных команд включает в себя синтаксический анализ, поверхностный анализ потока данных (data flow analysis), частичную реализацию (partial evaluation) и генерацию оптимальной программы. В данной работе предлагается использовать аппарат подстановки термов (term rewriting) для решения этих задач и рассматриваются выгоды такой унификации. В эквивалентных преобразованиях программ используется модифицированная алгебра алгоритмов Глушкова.

В условиях оценочного моделирования микропроцессорных систем быстроедействие их моделей играет решающую роль. Одним из способов повышения производительности является оптимизирующее преобразование исходного кода эмулятора. Одна из стратегий такой оптимизации предложена в [1] и названа *таблично-алгоритмической оптимизацией* (ТАО). Ее суть заключается в таком разборе машинного кода команды, в котором сами коды команд являются индексом таблицы перехода на программные функции, реализующие эти команды. В этом случае ad-hoc – анализ кода команды, включающий в себя множество ветвлений по отдельным полям кода, заменяется одним-единственным переходом по указателю. Как было отмечено в [2], ускорение достигается за счет частичной реализации программных функций, был предложен частный случай реализации этого преобразования и поставлен эксперимент. Данная работа является продолжением [2] и является попыткой обобщенного решения этой задачи с использованием математического аппарата символьных вычислений.

В [2] для выполнения ТАО предлагалась процедура *тиражирования* тела командного цикла эмулятора, которая конструирует оператор switch по первым двум байтам интерпретируемой команды, состоящей из $2^{16}=65536$ ветвей, гомоморфных телу командного цикла. Полученная программа достигает таких размеров, которые не позволяют ее откомпилировать. Очевидно, что из ветвей этого гигантского switch можно удалить ветвления по отдельным полям кода команды. Как отмечалось в [2], промышленные компиляторы языка Си умеют производить такие действия, но для того, чтобы подать на вход компилятора программу, необходимо предварительно уменьшить ее размер «поверхностными» преобразованиями. Одно из таких преобразований (удаление switch внутри switch) было реализовано ad-hoc, что оказалось недостаточно и позволило построить частную реализацию эмулятора. В настоящей работе применяется общая методика *частичной реализации* (partial evaluation) для усечения лишних ветвей

эмулятора. Для того, чтобы такое усечение было адекватным, необходимо строить предположения о зависимостях входных данных и оценивать значение предиката, по которому алгоритм разветвляется, с точки зрения этих предположений. Эта задача является частным случаем задачи анализа потока данных (dataflow analysis), которая активно применяется в компиляторах [5], в том числе для выполнения частичной реализации программ [7].

Частичная реализация является видом специализации программ (program specialization), при котором из более общей программы получается более специфичная, исходя из некоторых предположений о входных данных. Рассмотрим пример преобразования, характерный для ТАО парсера двоичных кодов команд:

<pre>switch(*(short*)pc) { case 777: // (short)pc == 777 BYTE first= ((BYTE*)pc)[0]; if (first & 1) { BYTE second= ((BYTE*)pc)[1]; operand=regs[(second>>1)&7]; . . . } else { . . . }</pre>	→	<pre>switch(*(short*)pc) { case 777: operand= regs[4]; . . .</pre>
---	---	--

В комментарии указано предположение, относительно которого мы строим специализацию. Если α – предположение, а P – программа, то операцию применения предположения к программе будем обозначать $[\alpha](P)$, аналогично применению правила подстановки к терму в исчислении подстановок (т.н. ρ -исчислении, [3]). Например:

$$[a \rightarrow b](f(a)) = f(b)$$

$$[\rho * (\text{short})pc = 777]_{\rho} (\rho \text{ regs} [(((\text{BYTE} *) pc)[1] \gg 1) \& 7])_{\rho} = \text{regs}[4].$$

Там где необходимо метасимволы ρ -исчисления отличать от символов языков программирования, будем использовать индекс ρ .

Несмотря на множество публикаций о применении частичной реализации к функциональным языкам, ее применение к императивным языкам программирования затруднено классическим представлением программы в виде схемы (control flow graph). Для того, чтобы применить подстановки термов (term rewriting) к этой задаче, необходимо представить программу в виде терма, состоящего из операций алгебры алгоритмов. Рассмотрим вычислитель с множеством состояний S . Алгоритм $P: S \rightarrow S$ переводит вычислитель из одного состояния в другое: $S_1 = P(S_0)$. Здесь и далее будем рассматривать только алгоритмы с одним входом и одним выходом и, соответственно, ограничимся структурными языками программирования. Модифицированная алгебра Глушкова [4] состоит из следующих операций:

1. ассоциативная композиция $P = P_1 \circ P_2$ есть ни что иное как композиция двух функций;

2. ассоциативно-коммутативная α -дизъюнкция

$$P = {}_{\alpha_1}P_1 \vee {}_{\alpha_2}P_2 \vee \dots \vee {}_{\alpha_n}P_n,$$

где $\alpha_i : S \rightarrow \{0,1\}$ – взаимоисключающие предикаты над S . α -дизъюнкция означает применение одного из алгоритмов P_i в зависимости от того, какой из предикатов равен 1;

3. α -итерация ${}_{\alpha}\{P\}$ применяет алгоритм P до тех пор, пока $\alpha(S_i)=1$.

Отметим некоторые очевидные свойства алгебры алгоритмов:

$$P \circ ({}_{\alpha_1}P_1 \vee {}_{\alpha_2}P_2 \vee \dots \vee {}_{\alpha_n}P_n) = {}_{P \circ \alpha_1}P \circ P_1 \vee {}_{P \circ \alpha_2}P \circ P_2 \vee \dots \vee {}_{P \circ \alpha_n}P \circ P_n;$$

$$({}_{\alpha_1}P_1 \vee {}_{\alpha_2}P_2 \vee \dots \vee {}_{\alpha_n}P_n) \circ P = {}_{\alpha_1}P_1 \circ P \vee {}_{\alpha_2}P_2 \circ P \vee \dots \vee {}_{\alpha_n}P_n \circ P;$$

$${}_{\alpha}\{\bar{\alpha}P\} = \Lambda, \text{ где } \Lambda \text{ – пустой алгоритм (или пустая } \alpha\text{-дизъюнкция);}$$

$${}_{\alpha}({}_{\alpha_1}P_1 \vee {}_{\alpha_2}P_2) \vee {}_{\beta}P = {}_{\alpha \wedge \alpha_1}P_1 \vee {}_{\alpha \wedge \alpha_2}P_2 \vee {}_{\beta}P.$$

Удобство данной алгебры заключается в соответствии ее операций операторам структурных языков программирования.

Одна из целей нашей работы – проведение анализа потока данных в императивной программе. Из одной точки программы в другую данные передаются через ячейки памяти. Поэтому будем рассматривать многокомпонентную систему, в которой память разделена на ячейки: $S = \prod S_a$, где $a \in A$ – адрес ячейки. Чтобы можно было отследить, что в какой-то точке программы происходит чтение значения, записанного или определенного в другой, необходимо рассматривать алгебру адресной арифметики $(A \cup I, F)$, являющуюся надстройкой над алгеброй целочисленной арифметики (I, F_i) . Введем операцию $\mu(a)$, которая возвращает значение ячейки с данным адресом. Тогда F состоит из арифметических операций F_i и функции μ . С помощью применения некоторой сходящейся терминальной системы подстановки R_ε любое выражение адресной арифметики $\varepsilon \in E$ над F можно привести к нормальной форме $R_\varepsilon(\varepsilon)$. В случае, если выражение описывает значение из A , нормальная форма имеет следующий вид:

начальный адрес + целочисленное выражение в нормальной форме.

Начальный адрес может получаться одним из трех способов:

1. адрес переменной, объявленной в программе;
2. адрес статически или динамически выделенной памяти;
3. обращение по указателю (адрес хранится в другой переменной или памяти, или получен внешним вызовом).

В первых двух случаях можно считать, что эта сумма не выходит за области выделенной памяти, начинающейся с данного начального адреса, и

никакая область памяти не наползает на другую, иначе это означало бы сбой в программе. Сложнее дело обстоит с третьим вариантом (неопределенная область данных). Консервативная оценка [5] разрешает операции чтения из неопределенной области данных – все чем мы рискуем в случае «нехватки» предположений о прочитанных значениях – это отсутствие оптимизации в местах, где она могла бы иметь место. Совсем другое дело – запись в неопределенную область: если проигнорировать такую запись, то может оказаться, что эти изменения попадают в те ячейки, относительно которых мы сделали какие-либо предположения. В этом случае необходимо «очистить» множество предположений, так как любое из них может потерять истинность после записи в неопределенную область данных.

Два адреса можно считать одинаковыми, если их нормальные формы совпадают с точностью до коммутативности и/или ассоциативности операций F . Надо заметить, что «точность» такого сравнения зависит от полноты системы подстановки R_ε , которую мы применяем для нормализации выражений. Мы уже сказали, что адресная арифметика является надстройкой над целочисленной арифметикой. Здесь целесообразно учесть сдвиговые и побитовые операции, активно используемые в разборе кодов команд.

Как правило, эмуляторы состоят из множества подпрограмм. Чтобы преобразования, описанные здесь, стали возможными, необходимо избавиться от вызовов подпрограмм с помощью техники *включения функций* (function inlining). Это многократно увеличивает код эмулятора, но разумно с точки зрения производительности. В оправдание такого подхода сошлемся на [6], где такая техника применялась в эмуляторе микропроцессора i8088. После выполнения включения функций можно считать, что множество операторов ограничено двумя типами операторов:

- 1) присваиванием значения ячейке $a := \varepsilon$, где $a \in A$ и $\varepsilon \in E$;
- 2) внешними вызовами $Call$, не меняющими состояние вычислителя (т.е. эмулятора). При этом нас интересуют именно вызовы, а не имена функций, так как два вызова одной и той же функции считаются разными. Элементы множества $Call$ могут встречаться также и в выражениях E .

В классических задачах анализа потока данных используются множества определений (definitions), схема программы маркируется множествами, определяемыми уравнениями вида $out[S] = gen[S] \cup (in[S] - kill[S])$ [5], где функции in , out , gen и $kill$ обозначают множества входных, выходных, генерируемых и уничтожаемых в операторе S определений. В работе [7] исследовано применение систем отношений в качестве таких определений. В нашем случае для проведения грубого анализа можно ограничиться системами подстановок вида $\mu(a) \rightarrow \varepsilon$, где a – нормализованное выражение адреса, а ε – нормализованное выражение, задающее значение ячейки.

Пусть τ – система подстановок-предположений. Дадим теперь более формальное определение нашей операции применения предположения к программе $[\tau](P)$:

$$[\tau](\mu(a)) = \varepsilon, \text{ если } (\mu(R_\varepsilon([\tau]a)) \rightarrow \varepsilon) \in \tau \quad (1)$$

$$[\tau](f_n(a_1, \dots, a_n)) = f_n([\tau]a_1, \dots, [\tau]a_n), \text{ где } f_n \in F_i \quad (2)$$

$$[\tau](\mu(a) := \varepsilon \circ P) = \mu(a) := \varepsilon \circ [\tau \circ (\mu(R_\varepsilon([\tau]a)) \rightarrow R_\varepsilon([\tau]\varepsilon))]P \quad (3)$$

$$[\tau](\Lambda) = \Lambda, \text{ где } \Lambda - \text{единичный алгоритм, } \Lambda(s)=s \quad (4)$$

$$[\tau](M) = \tau, \text{ где } M - \text{маркер} \quad (5)$$

$$[\tau](\alpha P) = [\tau]\alpha[\tau \circ [\tau]\alpha](P \circ \Lambda) \quad (6)$$

$$[\tau]((\alpha_1 P_1 \vee \alpha_2 P_2) \circ P) = \\ ([\tau](\alpha_1 P_1) \vee [\tau](\alpha_2 P_2)) \circ [[\tau](P_1 \circ M) \cap [\tau](P_2 \circ M)]P \quad (7)$$

$$[\tau](Call \circ P) = Call \circ [\tau]P \quad (8)$$

Когда мы хотим получить алгоритм после применения τ к P , мы используем единичный алгоритм: $[\tau](P \circ \Lambda)$. Если нам нужен не сам полученный алгоритм, а множество определений τ' после выполнения некоторого алгоритма P , мы используем маркер: $[\tau](P \circ M) = \tau'$. Маркеры не являются частью алгебры, они появляются и исчезают в ходе анализа.

Композицию двух множеств определений, используемую в (3), опишем неформально: результатом композиции $\tau_1 \circ \tau_2$ является такое объединение множеств τ_1 и τ_2 , в котором правила из второго множества имеют приоритет перед правилами первого множества, если имеется конфликт в левых частях этих правил. Композиция τ и некоторого предиката α получается путем преобразования α к системе правил подстановки путем:

а) приведения к нормальной конъюнктивной форме;

б) выделения конъюнктов, имеющих форму уравнений вида $\mu(a) = \varepsilon$.

Заметим, что равенство (3) нуждается в уточнении: мы не учли рассмотренного ранее случая записи по неопределенному адресу. В этом случае, так же как и в случае α -итерации, определения должны быть уничтожены: $[\tau](x \circ P) = x \circ [\emptyset]P$.

Определения создаются в операторах присваивания (3), передаются на следующий оператор в формулах (3) и (7), используются при вычислении условий ветвлений в (7) и уничтожаются в очередном присвоении (3) или при выходе из ветви α -дизъюнкции в (7).

Если равенства (1)-(8) интерпретировать слева направо, то полученные правила подстановки описывают процедуру анализа потока данных. Добавив к этим правилам следующие правила из алгебры алгоритмов:

$$_0P \rightarrow \Lambda,$$

$$_1P \rightarrow P;$$

а также правила вычисления формул из семантики данного языка программирования, мы получим ту самую процедуру усечения «лишних» ветвлений из ветвей табличного алгоритма.

Преимуществом использования систем подстановки является гибкость и компактность специфицирования преобразований термов при решении различных задач. Так, описанное в данной работе преобразование включает в себя следующие этапы:

1. Лексический анализ исходной Си-программы; тело интерпретирующего цикла должно быть помечено специальными маркерами, которые расставляются вручную;
2. Синтаксический анализ выражений и операторов;
3. Включение (inlining) «внутренних» функций эмулятора (непосредственно участвующих в интерпретации машинных команд);
4. Преобразования полученной программы в выражение на языке алгебра алгоритмов с сохранением ссылок на исходный код (для генератора полученной оптимизированной программы). Данная статья не покрывает вопросов этого преобразования, так как оно во многом линейно и очевидно, за исключением некоторых тонкостей, связанных с адресной арифметикой. Например, обращение к массиву $a[i]$ можно записать в виде $\mu(v_a + i)$, а игры вокруг преобразования указателей к различным типам данных (например, $*(short*)ptr$), очевидно, придется закодировать в виде последовательности применения оператора $\mu (word(\mu(v_{ptr}), \mu(v_{ptr+1})))$;
5. Применение описанных в этой работе преобразований к выражению;
6. Генерация текста полученной программы из оригинального текста на основе ссылок на оригинальный текст, сохраненных в шаге 4.

В заключение отметим, что существует большое количество реализаций систем подстановки, и даже созданы специализированные языки программирования, такие как ELAN [3]. Существуют также open-source- и freeware-библиотеки, созданные под различные языки программирования и платформы.

Литература

1. Негода В.Н. Средства автоматизации структурно-функционального проектирования микропроцессорных систем. – Ульяновск: УлГТУ, 2001. – 156 с.
2. Негода Д.В. Таблично-алгоритмическая оптимизация симулятора микропроцессора.
3. Cirstea, Horatiu and Kirchner, Claude. An introduction to the rewriting calculus. Research Report RR-3818, INRIA, December 1999.
4. Капитонова Ю.В., Летичевский А.А. Математическая теория проектирования вычислительных систем. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 296 с.
5. Ахо, Альфред, В., Сети, Равви, Ульман, Джеффри, Д. Компиляторы: принципы, технологии и инструменты / Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 768 с.
6. Hedley D. Final Year Project. An IBM PC Emulator For Unix and Windows, 1994.
7. Sakharov A.: Specialization of Imperative Programs Through Analysis of Relational Expressions. Dagstuhl Seminar on Partial Evaluation 1996: 430-445.

ОБЩИЙ АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ОПТИМИЗИРОВАННЫХ ЛИНИЙ УКЛАДКИ НА ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ НАМОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ

А.А. Артеменко

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

В работе представлен алгоритм построения оптимальных с точки зрения комбинированного критерия качества схем армирования изделий, представляющих собой поверхности вращения. Критерий качества учитывает требования максимально устойчивого положения нити (ленты) на поверхности, что приводит к повышению прочности изделия, и, одновременно, минимальной длины линии уложенного композиционного материала. Предложенный алгоритм может быть использован при моделировании процесса изготовления изделий из композиционных материалов методом непрерывной намотки и построении управляющих программ для намоточных станков с ЧПУ.

Непрерывная намотка является распространенным способом изготовления изделий из композиционных материалов. При подготовке управляющих программ формообразования изделий для намоточных станков с ЧПУ используются системы автоматизированного программирования намоточных станков, включающие в себя поэтапное моделирование процесса намотки. При изготовлении изделий методом намотки огромное значение имеют вопросы качества. Решение многих из них возможно уже на этапе геометрического моделирования технологического процесса намотки.

В настоящее время разработаны математические модели, описывающие процесс намотки поверхностей произвольной формы. Но в общем случае такие модели достаточно громоздки и сложны в реализации, поэтому, как правило, подобные задачи решают для каких-либо классов поверхностей, в частности поверхностей вращения. Построение линий укладки нити на поверхности оболочки наматывания обычно выполняется путем объединения отдельных фрагментов кривой, определяемых краевыми условиями в начальной и конечной точках. В [1] рассмотрена задача проектирования оптимальной кривой для общего случая поверхности произвольного вида и определены трудности при ее численном решении. Кривая, моделирующая линию укладки, имеет оптимальные значения важных характеристик уложенной нити – длины и тангенса угла геодезического отклонения $\omega = \operatorname{tg} \theta$ (угла между нормалью к поверхности и главной нормалью к кривой). Линии укладки минимальной длины позволяют достичь уменьшения расхода материала намотки и массы изделия, а минимальные значения тангенса угла геодезического отклонения обеспечивают максимально устойчивое положение линии на поверхности, определяющее

прочностные показатели изделия. Данные требования учтены в предложенном в [1] критерии качества системы:

$$I = \int_0^{s_f} ((1 - \alpha) + \alpha \omega^2) \frac{\sqrt{\tilde{G}}}{(\cos \varphi)} ds \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $0 \leq \alpha \leq 1$, s_f – значение натурального параметра (длина) в конечной точке базисной кривой, определяющей специальную систему координат (s, γ) . При α , близких к 1, критерий качества определяет среднеквадратичное значение тангенса угла геодезического отклонения кривой, то есть характеризует степень устойчивости кривой на поверхности, а при α , близких к 0, – длину кривой.

Предложенный в [1] алгоритм, используя методы теории оптимального управления, позволяет получить двухточечную краевую задачу, определяющую оптимизированную кривую на поверхности общего вида. При численном решении задачи возникает ряд трудностей, связанных с особенностями задачи и недостаточностью краевых условий. Изложенный далее алгоритм представляет собой метод численного решения задачи для частного случая, когда оболочка наматывания представляет собой тело вращения.

Двухточечная краевая задача синтеза кривой, удовлетворяющей критерию качества (1) и краевым условиям в начальной и конечной точках фрагмента траектории, на поверхности вращения включает в себя систему дифференциальных уравнений, определяющую кривую в специальной системе координат (s, γ) , связанной с некоторой базисной кривой [1]:

$$\begin{cases} \frac{d\gamma}{ds} = \sqrt{\frac{\tilde{G}}{\tilde{E}}} \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi}; \\ \frac{d\varphi}{ds} = \omega \delta_1 - \frac{\tilde{E}_\gamma \tilde{G} \sin^2 \varphi}{2\tilde{E} \sqrt{\tilde{E} \tilde{G}} \cos^2 \varphi} - \frac{\tilde{E}_s \sin \varphi}{2\tilde{E} \cos \varphi} + \frac{\tilde{G}_\gamma}{2\sqrt{\tilde{E} \tilde{G}}}. \end{cases} \quad (2)$$

где $\delta_1 = \frac{\tilde{G} \tilde{L} \sin^2 \varphi}{\tilde{E} \sqrt{\tilde{G}} \cos \varphi} + \left(\frac{2\tilde{M}}{\sqrt{\tilde{E}}} \right) \sin \varphi + \left(\frac{\tilde{N}}{\sqrt{\tilde{G}}} \right) \cos \varphi$; φ – угол от вектора касательной τ к кривой до вектора $\mathbf{R}_s = \frac{\partial}{\partial s} \mathbf{r}(s, \gamma)$, представляющего собой частную производную радиус-вектора кривой по координате s , $\tilde{E}, \tilde{G}, \tilde{L}, \tilde{M}, \tilde{N}$, E_s, E_γ, G_γ – функции первой и второй квадратичных форм поверхности и их частные производные [2]. Краевыми условиями для системы являются заданные значения параметров γ , φ в начальной и конечной точках фрагмента кривой.

Гамильтониан рассматриваемой системы имеет вид [3-5]

$$H(\varphi, \omega) = ((1 - \alpha) + \alpha\omega^2) \frac{\sqrt{\tilde{G}}}{(\cos \varphi)} + \psi_1 \sqrt{\frac{\tilde{G}}{\tilde{E}}} \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} +$$

$$+ \psi_2 \left(\omega \delta_1 - \frac{\tilde{E}_\gamma \tilde{G} \sin^2 \varphi}{2\tilde{E} \sqrt{\tilde{E} \tilde{G}} \cos^2 \varphi} - \frac{\tilde{E}_s \sin \varphi}{2\tilde{E} \cos \varphi} + \frac{\tilde{G}_\gamma}{2\sqrt{\tilde{E} \tilde{G}}} \right). \quad (3)$$

Множители Лагранжа $\psi = (\psi_1(s), \psi_2(s))$ в рассматриваемой оптимизационной задаче определяются уравнениями

$$\dot{\psi}_1(s) = -((1 - \alpha) + \alpha\omega^2) \frac{\tilde{G}_\gamma}{2\sqrt{\tilde{G}}} \frac{1}{\cos \varphi} - \psi_1 \left(\frac{\tilde{G}_\gamma \tilde{E} - \tilde{E}_\gamma \tilde{G}}{2\tilde{E} \sqrt{\tilde{E} \tilde{G}}} \right) \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} -$$

$$- \psi_2 \left(\omega \frac{\partial \delta_1}{\partial \gamma} - \left(\frac{2\tilde{E}_{\gamma\gamma} \tilde{E} \tilde{G} + \tilde{E}_\gamma \tilde{G}_\gamma \tilde{E} - 3\tilde{E}_\gamma^2 \tilde{G}}{4\tilde{E}^2 \sqrt{\tilde{E} \tilde{G}}} \right) \frac{\sin^2 \varphi}{\cos^2 \varphi} - \right. \quad (4)$$

$$\left. - \left(\frac{\tilde{E}_{\gamma s} \tilde{E} - \tilde{E}_\gamma \tilde{E}_s}{2\tilde{E}^2} \right) \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} + \left(\frac{2\tilde{G}_{\gamma\gamma} \tilde{E} \tilde{G} - \tilde{E}_\gamma \tilde{G}_\gamma \tilde{G} - \tilde{G}_\gamma^2 \tilde{E}}{4\tilde{E} \tilde{G} \sqrt{\tilde{E} \tilde{G}}} \right) \right),$$

где

$$\frac{\partial \delta_1}{\partial \gamma} = \left(\frac{\tilde{G}_\gamma \tilde{L} \tilde{E} + 2\tilde{L}_\gamma \tilde{E} \tilde{G} - 2\tilde{E}_\gamma \tilde{L} \tilde{G}}{2\tilde{E}^2 \sqrt{\tilde{G}}} \right) \frac{\sin^2 \varphi}{\cos \varphi} + \left(\frac{2\tilde{M}_\gamma \tilde{E} - \tilde{M} \tilde{E}_\gamma}{\tilde{E} \sqrt{\tilde{E}}} \right) \sin \varphi +$$

$$+ \left(\frac{2\tilde{N}_\gamma \tilde{G} - \tilde{N} \tilde{G}_\gamma}{2\tilde{G} \sqrt{\tilde{G}}} \right) \cos \varphi,$$

$$\dot{\psi}_2(s) = -\sqrt{\tilde{G}} \frac{\sin \varphi}{\cos^2 \varphi} ((1 - \alpha) + \alpha\omega^2(s)) - \psi_1(s) \sqrt{\frac{\tilde{G}}{\tilde{E}}} \frac{1}{\cos^2 \varphi} -$$

$$- \psi_2 \left(\omega \frac{\partial \delta_1}{\partial \varphi} - \left(\frac{\tilde{E}_\gamma \tilde{G}}{2\tilde{E} \sqrt{\tilde{E} \tilde{G}}} \right) \frac{\sin \varphi}{\cos^3 \varphi} - \left(\frac{\tilde{E}_s}{4\tilde{E}} \right) \frac{1}{\cos^2 \varphi} \right), \quad (5)$$

$$\text{где } \frac{\partial \delta_1}{\partial \varphi} = \frac{\tilde{G} \tilde{L} \sin \varphi (\cos^2 \varphi + 1)}{\tilde{E} \sqrt{\tilde{G}} \cos^2 \varphi} + \left(\frac{2\tilde{M}_\gamma}{\sqrt{\tilde{E}}} \right) \cos \varphi - \left(\frac{\tilde{N}}{\sqrt{\tilde{G}}} \right) \sin \varphi.$$

Уравнения (2), (4), (5) с соответствующим набором краевых условий составляют двухточечную краевую задачу, определяющую оптимальное управление и оптимальную кривую на поверхности и могут быть решены численными методами решения краевых задач [3-5].

Решая задачу построения фрагмента линии укладки необходимо задать краевые условия фрагмента, т.е. криволинейные координаты начальной и конечной точек фрагмента $u_0 = u(0)$, $v_0 = v(0)$, $u_f = u(s_f)$, $v_f = v(s_f)$, углы намотки α_0 и α_1 , что аналогично заданию частных

производных криволинейных координат для граничных точек $u'_0 = u'(0)$, $v'_0 = v'(0)$, $u'_f = u'(s_f)$, $v'_f = v'(s_f)$, и значений тангенсов углов геодезического отклонения в этих точках $\operatorname{tg}\theta_0$ и $\operatorname{tg}\theta_f$. Далее необходимо построить базисную кривую, определяющую систему координат (s, γ) . Для упрощения выражений системы (2), определяющих искомую кривую, в качестве базисной целесообразно выбрать геодезическую кривую, в каждой точке которой тангенс угла геодезического отклонения равен нулю. Интервал численного интегрирования двухточечной краевой задачи, определяемой уравнениями (2), (4), (5), определяется длиной базисной кривой $s = s_f$. Краевые условия для интегрирования уравнений (2) получаем путем перевода заданных краевых условий для фрагмента траектории в систему координат (s, γ) , как описано в [1]. Для определения начальных значений множителей Лагранжа, можно использовать следующий метод.

Определим кривую первоначального приближения, представляющую собой решение рассматриваемой двухточечной краевой задачи, удовлетворяющую всем заданным граничным условиям, которой соответствует значение функционала качества (1) $I(\gamma_0, \varphi_0)$. Начальные значения $\psi_{10} = \psi_1(0)$, $\psi_{20} = \psi_2(0)$ определим, используя разностный аналог равенств

$$\psi_{10} = -\frac{\partial I}{\partial \gamma}, \psi_{20} = -\frac{\partial I}{\partial \varphi} \quad [5], \text{ а именно:}$$

$$\psi_{10} \approx -\frac{I(\gamma_0 + \Delta\gamma, \varphi_0) - I(\gamma_0, \varphi_0)}{\Delta\gamma}, \quad \psi_{20} \approx -\frac{I(\gamma_0, \varphi_0 + \Delta\varphi) - I(\gamma_0, \varphi_0)}{\Delta\varphi}.$$

Приращения $\Delta\gamma$ и $\Delta\varphi$ по соответствующим координатам предлагается выбирать согласно определенной численной точности работы алгоритма. Погрешность по координате γ можно определить в соответствии с длиной кривой, например, порядка 0,0001 от величины длины кривой первоначального приближения. Для получения погрешности по координате φ разделим точность по γ на длину кривой.

Следующим шагом работы алгоритма является расчет искомой кривой, для чего необходимо численное интегрирование дифференциальных уравнений (2), (4), (5) по натуральному параметру базовой кривой s на интервале $[0, s_f]$. В качестве метода решения может быть использован любой, удовлетворяющий требованиям точности решения задачи, метод численного интегрирования. На каждом i -м шаге численного интегрирования управление, задающее оптимальную траекторию, определяется, согласно принципу максимума Понтрягина [3-5], из условия максимума Гамильтониана (3). При заданных границах интервала возможных значений тангенсов угла геодезического отклонения $|\omega| = |\operatorname{tg}\theta| \leq \operatorname{MaxTg}\theta$, то есть при суще-

ствовании ограничений на управление в виде неравенств следует провести исследование функции Гамильтона на каждом наборе значений $(\gamma_i, \phi_i, \psi_{1i}, \psi_{2i})$ как одномерной функции $H(\omega)$. В случае отсутствия ограничений на управление по всей кривой используется условие

$$\frac{\partial H}{\partial \omega} = 0.$$

По окончании интегрирования получаем решение краевой задачи, определяемой уравнениями (2), (4), (5), но, в связи с тем, что начальные значения величин $\psi_{10} = \psi_1(0)$, $\psi_{20} = \psi_2(0)$ выбираются неточно в конечной точке фрагмента кривой, полученные значения $(\gamma_k(\psi_{10}, \psi_{20}), \phi_k(\psi_{10}, \psi_{20}))$ могут не совпадать с заданными (γ_f, ϕ_f) . Очевидно, необходим алгоритм коррекции начальных значений ψ_{10} , ψ_{20} таким образом, чтобы полученная кривая удовлетворяла с заданной точностью всем краевым условиям поставленной задачи для фрагмента кривой. Здесь возможно применение численных методов оптимизации, в частности методов покоординатного спуска [5]. При линеаризации задачи можно записать систему уравнений, определяющую отклонения текущих значений фазовых координат в конечной точке от заданных $\Delta\gamma = \gamma_k(\psi_{10}, \psi_{20}) - \gamma_f$ и $\Delta\phi = \phi_k(\psi_{10}, \psi_{20}) - \phi_f$:

$$\begin{cases} \frac{\partial \gamma_k}{\partial \psi_{10}} \Delta\psi_{10} + \frac{\partial \gamma_k}{\partial \psi_{20}} \Delta\psi_{20} = \Delta\gamma, \\ \frac{\partial \phi_k}{\partial \psi_{10}} \Delta\psi_{10} + \frac{\partial \phi_k}{\partial \psi_{20}} \Delta\psi_{20} = \Delta\phi, \end{cases} \quad (6)$$

Шаги $\Delta\psi_{10}$ и $\Delta\psi_{20}$ позволяют получить начальные значения множителей Лагранжа, при которых полученная оптимальная кривая на поверхности удовлетворяет всем заданным краевым условиям в начальной и конечной точках. Решая систему (6) получаем

$$\begin{cases} \Delta\psi_{10} = - \frac{\Delta\phi \frac{\partial \gamma_k}{\partial \psi_{20}}}{\left(\frac{\partial \phi_k}{\partial \psi_{20}} \frac{\partial \gamma_k}{\partial \psi_{10}} - \frac{\partial \phi_k}{\partial \psi_{10}} \frac{\partial \gamma_k}{\partial \psi_{20}} \right)}, \\ \Delta\psi_{20} = - \frac{\Delta\gamma \frac{\partial \gamma_k}{\partial \psi_{10}}}{\left(\frac{\partial \phi_k}{\partial \psi_{20}} \frac{\partial \gamma_k}{\partial \psi_{10}} - \frac{\partial \phi_k}{\partial \psi_{10}} \frac{\partial \gamma_k}{\partial \psi_{20}} \right)}. \end{cases}$$

Проведенные численные эксперименты показали, что данный алгоритм, который позволяет получить необходимые значения ψ_{10} и ψ_{20} за один шаг, не всегда работает устойчиво. Для более устойчивой работы

предлагается использовать параметризованный вектор отклонения краевых условий, то есть в системе (6) брать величины $\Delta\gamma$ и $\Delta\varphi$ с некоторым коэффициентом $0 \leq k \leq 1$. Частные производные $\frac{\partial\gamma_k}{\partial\psi_{10}}$, $\frac{\partial\gamma_k}{\partial\psi_{20}}$, $\frac{\partial\varphi_k}{\partial\psi_{10}}$, $\frac{\partial\varphi_k}{\partial\psi_{20}}$ определяются численными методами. При изменении начальных значений множителей Лагранжа на величины $\Delta\psi_{10}$, $\Delta\psi_{20}$ получаем новые значения фазовых координат в конечной точке $\gamma'_k(\psi_{10} + \Delta\psi_{10}, \psi_{20})$, $\gamma'_k(\psi_{10}, \psi_{20} + \Delta\psi_{20})$, $\varphi'_k(\psi_{10} + \Delta\psi_{10}, \psi_{20})$, $\varphi'_k(\psi_{10}, \psi_{20} + \Delta\psi_{20})$, тогда

$$\begin{aligned}\frac{\partial\gamma_k}{\partial\psi_{10}} &= \frac{\gamma'_k(\psi_{10} + \Delta\psi_{10}, \psi_{20}) - \gamma_k(\psi_{10}, \psi_{20})}{\Delta\psi_{10}}, \\ \frac{\partial\gamma_k}{\partial\psi_{20}} &= \frac{\gamma'_k(\psi_{10}, \psi_{20} + \Delta\psi_{20}) - \gamma_k(\psi_{10}, \psi_{20})}{\Delta\psi_{20}}, \\ \frac{\partial\varphi_k}{\partial\psi_{10}} &= \frac{\varphi'_k(\psi_{10} + \Delta\psi_{10}, \psi_{20}) - \varphi_k(\psi_{10}, \psi_{20})}{\Delta\psi_{10}}, \\ \frac{\partial\varphi_k}{\partial\psi_{20}} &= \frac{\varphi'_k(\psi_{10}, \psi_{20} + \Delta\psi_{20}) - \varphi_k(\psi_{10}, \psi_{20})}{\Delta\psi_{20}}.\end{aligned}$$

Проведено тестирование разработанных алгоритмов на различных наборах исходных данных. На рис. 1, 2 приведены номограммы кривых на конической поверхности при различных коэффициентах α функционала качества (1) для следующих исходных данных:

$$\begin{aligned}u_0 &= 300, \quad v_0 = 0, \quad \text{угол намотки } 50^\circ, \\ u_f &= 100, \quad v_f = 150^\circ, \\ \text{угол намотки } &90^\circ.\end{aligned}\tag{7}$$

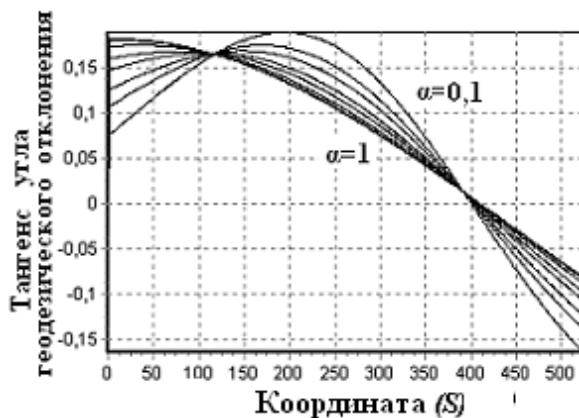


Рис. 1. Номограмма тангенсов углов геодезического отклонения кривых при $\alpha = 0,1 \dots 1$

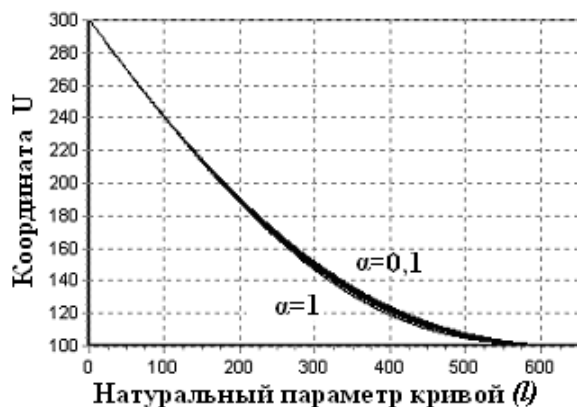


Рис. 2. Номограмма кривых при $\alpha = 0,1 \dots 1$

Анализируя полученные графики, можно увидеть, что при коэффициентах α , близких к 1, кривая обладает минимальными значениями $tg\theta$,

которые увеличиваются при снижении коэффициента, тогда как длина кривой уменьшается.

На рис. 3,4 приведены номограммы параметров кривых при различных ограничениях на максимальную величину тангенса угла геодезического отклонения $|\text{Max tg}\theta| \leq 0,142 \dots 0,2$:

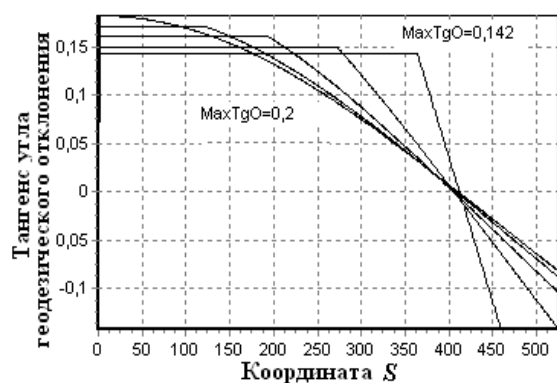


Рис. 3. Номограмма тангенсов угла геодезического отклонения кривых при различных ограничениях на максимальную величину

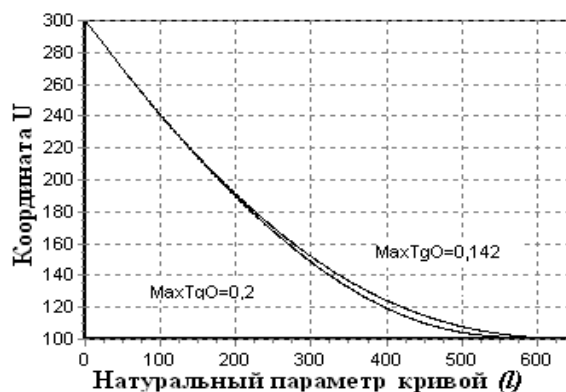


Рис. 4. Номограмма кривых при различных ограничениях на максимальную величину $\text{tg}\theta$

Отсюда видно, что при постепенном уменьшении максимально допустимого значения тангенса $\text{Max Tg}\theta$ достигается грань, когда задача не имеет решения, в частности для рассматриваемой задачи и заданных краевых условий (7), при значениях $\text{Max Tg}\theta < 0,142$ задача не имеет решения. Проведенные численные эксперименты показали, что минимальное значение $\text{Max Tg}\theta$, при котором задача имеет решение, также зависит и от выбранного коэффициента α . Таким образом, путем варьирования коэффициента α , определяющего, и определения возможных ограничивающих величин $\text{Max Tg}\theta$, можно выбрать наиболее приемлемый и удовлетворяющий требованиям какой-либо конкретной поставленной задачи вариант решения, т.е. оптимальную траекторию укладки нити (ленты).

Литература

1. Маринин В.И. Уменьшение размерности пространства состояний в задаче оптимизации траектории укладки нити на поверхность оправки // Изв. вузов. Электромеханика. – 2003. – № 1. – С. 73-79.
2. Погорелов А.В. Дифференциальная геометрия. – М.: Наука, 1974. – 175 с.
3. Брайсон А., Хо Ю-Ши. Прикладная теория оптимального управления: Оптимизация оценки и управление. – М.: Мир, 1972. – 544 с.
4. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1980. – 518 с.
5. Понтрягин Л.С. и др. Математическая теория оптимальных процессов. – М.: Наука, 1983.

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, ИИИТиУ, кафедра Информатики, т. 55-307, e-mail: yennifer03@yandex.ru

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

К.В. Кравченко, Д.А. Плотников

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Рассмотрена реализация универсального регулятора температуры сложных объектов с использованием элементов теории нечеткой логики.

В ряде современных производств применяются технологические процессы, связанные с термообработкой продукции. Сюда можно отнести производства углеграфитовых изделий, строительных материалов и многие другие. Нередко печь представляет собой достаточно сложный объект с несколькими взаимосвязанными камерами. Автоматизация управления такой печью с использованием традиционных методов теории автоматического управления является достаточно сложной задачей [1] и зачастую требует проведения дорогостоящего комплекса НИОКР. Использование аппарата нечеткой логики позволяет существенно сократить затраты на этапе научно-исследовательских работ благодаря возможности формализации опыта, накопленного в процессе эксплуатации автоматизируемого объекта [2].

Для решения задачи автоматизации печи обжига был разработан универсальный микропроцессорный регулятор температуры, позволяющий осуществлять управление работой одной камеры печи. Совокупность таких регуляторов, объединенных в систему, позволяет автоматизировать работу многокамерной печи в целом.

В качестве входных параметров регулятора могут использоваться следующие величины: температура внутри камеры печи (до пяти точек), температура отходящих газов (две точки), разрежение внутри камеры печи, разрежение в дымососе.

Кроме того, при работе в составе системы в качестве входных параметров можно использовать значения, измеренные или вычисленные другими регуляторами.

На выходе регулятор формирует до пяти ШИМ-сигналов, управляющих клапанами горелок. Эти же сигналы могут использоваться для управления другими типами нагревателей (например, электрическими).

Для настройки регулятора используются следующие возможности:

1. Выбор множества лингвистических переменных (до шестнадцати) из совокупности входных параметров регулятора.

2. Ввод параметров функций приведения физических величин к безразмерному виду для каждой переменной (в качестве функций используются полиномы пятого порядка).

3. Ввод правил для вычисления безразмерной величины управляющего воздействия по каждому выходному каналу управления. Количество и сложность правил ограничивается только объемом памяти регулятора и необходимым периодом квантования.

4. Ввод параметров функций преобразования безразмерной величины управляющего воздействия в параметры выходного ШИМ-сигнала.

В рассматриваемом регуляторе для каждой лингвистической переменной используются функции принадлежности треугольного и трапецеидального вида. Они определяют степень принадлежности значения переменной одному из пяти множеств: «NH», «NL», «Z», «PL», «PH» [2].

Испытания регулятора показали, что при использовании семи лингвистических переменных, связанных девятью правилами с общим числом логических операций (38), удастся получить период квантования, равный 0,2 с, что является приемлемым результатом для большинства типов печей.

Литература

1. Пеккер И.И., Савин М.М., Васильева В.Д. и др. Возможности автоматизации обжиговой печи // Совершенствование технологии и улучшение качества электродной продукции: Сб. науч. Тр. / ГосНИИЭП. – Челябинск, 1976. – С. 77-87.
2. Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедова Г.А. Управление производством при нечеткой входной информации. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240 с.

E-mail: dpl@novoch.ru

УДК 541.123.38

ПРОГРАММА РАСЧЕТА РАСТВОРИМОСТИ КИСЛОРОДА В МОРСКИХ ВОДАХ, РАССОЛАХ, НАТУРАЛЬНЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ФЛЮИДАХ И ЭЛЕКТРОЛИТНЫХ РАСТВОРАХ

И.В. Сухно, В.Ю. Бузько, А.А. Полушин
Кубанский государственный университет

Представлена программа (Borland Delphi 5.0, Windows 95/98/NT/2000/XP) расчета растворимости газообразного кислорода в чистой воде, морских водах и электролитных растворах.

Созданная программа:

- рассчитывает растворимость кислорода при различных внешних барометрических давлениях, температуре, влажности и высоте местности в чистой воде, морских водах различной солености и хлорности, рассолах,

биологических жидкостях, синтетических флюидах произвольного ионного состава и 22 электролитных растворах;

- использует уравнение Pitzer-Millero для расчета растворимости неэлектролитов в солевых растворах и три уравнения для расчета газообразного кислорода в морских водах: Garcia-Gordon, Pitzer-Millero с двумя стандартами искусственной морской воды (SSWE, ASW–Millero) и полиномиальное уравнение, полученное из экспериментальных данных Millero;
- производит внутренние конверсии между различными единицами растворимости кислорода, давления и высоты;
- состоит из расчетного модуля и подключаемого файла-базы данных, содержащей параметры различных моделей.

350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, т. (861) 219-95-74,
e-mail: sukhno@chem.kubsu.ru, <http://public.kubsu.ru/sukhno>

УДК 66.012

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЭНЕРГОЗАТРАТ

Т.Г. Умергалин, З.М. Исакова, С.А. Горшкова
Уфимский государственный нефтяной технический университет

На примере оптимизации тепловых режимов процесса совмещенной конденсации и испарения [1] рассматривается использование компьютерной технологии, основанной на применении современных методов оптимизации химико-технологических систем, обеспечивающих заданное качество продукции.

В условиях непрерывного роста цен на энергоносители современные компьютерные системы управления химико-технологическими процессами должны проводить их в самых энергосберегающих режимах. В то же время основным параметром, определяющим конкурентоспособность продукции на рынке, остается ее качество. Современный математический аппарат позволяет осуществить подбор теплового распределения для процесса совмещенной конденсации и испарения, обеспечивающего заданные показатели качества продуктов разделения при меньших энергозатратах.

На основе распределения материальных потоков жидкости и пара рассчитываются сопряженные переменные для потоков с учетом граничных условий по заданному качеству и минимизации энергозатрат. С по-

мощью функции Гамильтона подбирается тепловое распределение, обеспечивающее заданные граничные условия.

Литература

1. Умергалин Т.Г. Процесс совмещенной многоступенчатой конденсации и испарения смеси. – Уфа: Башкирское книжное издательство, 1991. – 150 с.

450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, т. (3472)56-05-29, e-mail: arks@ufanet.ru

УДК 624.131.522.3.001.5

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ ЛЕНТОЧНОГО ФУНДАМЕНТА

А.К. Луценко, С.А. Кольцова

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Разработана методика построения численной модели грунтового основания для учета явления дилатансии при повышении нагрузки до предельной.

Разработка новых и совершенствование существующих способов изучения работы песчаных оснований с использованием информационных технологий повышает длительную эксплуатационную надежность возводимых сооружений. Нормативные документы, регламентирующие надежные и, вместе с тем, экономичные способы строительства сооружений на песчаных грунтах, в ряде случаев не имеют достаточного экспериментального и теоретического обоснования. Экспериментальное моделирование позволяет обоснованно использовать несущую способность основания и получить ресурсосберегающие проекты.

В ходе экспериментальных исследований выполнено изучение процессов деформирования песчаного основания путём непосредственных измерений всех компонент тензоров напряжений и деформаций [1, 2].

В результате изучения деформирования грунта в массиве основания под моделями фундаментов в пространственной лотке выявлены зоны разуплотнения однородного до нагружения песчаного грунта под краем модели фундамента. Исследованиями установлено влияние сдвиговых деформаций на разуплотнение грунта, т.е. явление дилатансии. Зоны сдвигов у краев штампа появляются с момента приложения нагрузки. Разуплотнение грунта в этих зонах увеличивается с возрастанием нагрузки. Глубина зоны разуплотнения грунта по оси штампа увеличивается пропорционально нагрузке на штамп. На основе анализа графиков изменения сдвиговых деформации установлено, что размеры ядра под жестким штампом в предельном состоянии по вертикали меняются от $1,5b$, а по горизонтали остаются шире $0,5b$, где b – ширина штампа. Под ядром образуется зона уплотнения, в которой до предельного состояния практически отсутствуют

деформации сдвига, а в предельном состоянии происходит увеличение положительных сдвигов, что подтверждается физическим процессом разрушения основания. В области выпора не обнаружено деформаций сдвигов, что подтверждает рабочую гипотезу о том, что разрушение локализовано в областях основания, вблизи линии скольжения. В граничной области происходит изменение характеристик деформаций сдвига. Прохождение через экстремум значений сдвиговых деформаций предшествует началу интенсивных дилатансионных явлений, сопровождающихся разрыхлением грунта в зонах скольжения и наступлению интенсивных кинематических процессов. На глубине $2,5b$ область скольжения ограничивается логарифмической кривой, которая опускается ниже, чем на $2b$ в точках, удаленных на расстояние ширины штампа. По результатам сплайн-аппроксимаций выполнено построение изолиний, отражающих процесс развития сдвиговых деформаций под шероховатым жестким штампом при увеличении нагрузки до предельной. Установлена тесная связь между изменениями линейных и сдвиговых деформаций грунта в определенных точках с осадкой модели фундамента на всем интервале нагружения [3]. Задача корректировки модели НДС грунтового основания с учетом явления дилатансии становится актуальной в рамках расчета несущей способности основания и прогнозирования осадки фундаментов.

В качестве численной модели грунтового основания выбрана дискретно-континуальная модель грунта [4], доработанная с учетом явления дилатансии. Такая модель представляет собой сплошную среду, дискретизированную в зонах деформаций сдвигов контактными элементами. Связь между напряжением и перемещением линейно зависит от обеих компонент

$$\sigma_s = -K_{ss}D_s - K_{sn}D_n$$

$$\sigma_n = -K_{ns}D_s - K_{nn}D_n$$

Соответственно, граничный элемент будет представлен в виде четырех независимых пружин с жесткостями контактного заполнителя соответственно в касательном и нормальном направлениях (рис. 1а). Неупругая деформация грунта учтена условием Кулона-Мора (рис. 1б).

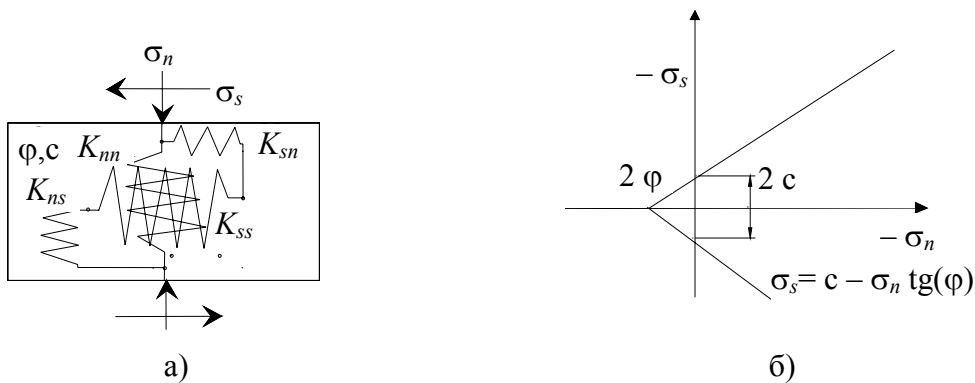


Рис. 1. Контактный элемент с пружинами жесткости (а), график условия Кулона-Мора для грунта с углом внутреннего трения φ и сцеплением c (б).

В математической модели данному контактному элементу сопоставлен граничный элемент разрывных смещений, а для моделирования НДС грунтового основания при пошаговом нагружении применен метод граничных элементов с базовым решением С. Крауча. Расчет коэффициентов жесткости граничного элемента выполнен на основе регрессионных связей линейных и сдвиговых деформаций с нормальными и касательными напряжениями грунта, измеренных в лотке [2, 5].

Для весомого основания, нагруженного полосовой нагрузкой с пригрузкой, используется модель континуальной среды (1) до нагружения, вызывающего возникновение предельного состояния основания в краевых точках полосовой нагрузки. При нагрузке, соответствующей возникновению малых предельных областей в основании под краями модели, для каждой области строится система из двух поверхностей скольжения. Для этого определяются точные значения направлений этих поверхностей на границе области. Затем эти поверхности представляются с помощью контактных граничных элементов Кулона-Мора.

С учетом введенных условий разрыхления система уравнений дискретно-континуальной модели грунтового основания примет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_s^i - (\sigma_s^i)_0 = \sum_{j=1}^{N_0 \dots N_p} (A_{ss}^{ij} D_s^j + A_{sn}^{ij} D_n^j) \\ \sigma_n^i - (\sigma_n^i)_0 = \sum_{j=1}^{N_0 \dots N_p} (A_{ns}^{ij} D_s^j + A_{nn}^{ij} D_n^j) \\ \sigma_s^{i(k-1)} + K_{ss}^i D_s^{i(k-1)} + K_{sn}^i D_n^{i(k-1)} - (\sigma_s^i)_0 = K_{ss}^i D_s^{i(k)} + K_{sn}^i D_n^{i(k)} + \sum_{j=1}^{N_0 \dots N_p} (A_{ss}^{ij} D_s^{j(k)} + A_{sn}^{ij} D_n^{j(k)}) \\ 0 = K_{nn}^i D_n^{i(k)} + K_{ns}^i D_s^{i(k)} + \sum_{j=1}^{N_0 \dots N_p} (A_{ns}^{ij} D_s^{j(k)} + A_{nn}^{ij} D_n^{j(k)}) \end{array} \right. \quad (1)$$

где $A_{ss}^{ij}, A_{sn}^{ij}, A_{ns}^{ij}, A_{nn}^{ij}$ – коэффициенты влияния; $K_{sn}^i, K_{ss}^i, K_{nn}^i, K_{ns}^i$ – параметры жесткости контактных элементов; $D_s^{i(k)}, D_n^{i(k)}$ – касательные и нормальные разрывы смещений.

Полученные напряжения $\sigma_s^{i(k)}$ и $\sigma_n^{i(k)}$ используются для определения по условию Кулона-Мора предельных значений $\sigma_s^{*i(k)}$ и перехода к решению учета скольжений с использованием для внутренних разрезов системы (2) и для раскрытых контактов (3):

$$\left\{ \begin{array}{l} \pm \sigma_s^{*i(k)} - (\sigma_s^i)_0 = \sum_{j=1}^{N_0 \dots N_p} (A_{ss}^{ij} D_s^{j(k)} + A_{sn}^{ij} D_n^{j(k)}) \\ 0 = K_{nn}^i D_n^{j(k)} + K_{ns}^i D_s^{j(k)} + \sum_{j=1}^{N_0 \dots N_p} (A_{ns}^{ij} D_s^{j(k)} + A_{nn}^{ij} D_n^{j(k)}) \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} -(\sigma_s^i)_0 &= \sum_{j=1}^{N_0, \dots, N_p} \left(A_{ss}^{ij} D_s^{j(k)} + A_{sn}^{ij} D_n^{j(k)} \right) \\ -(\sigma_n^i)_0 &= \sum_{j=1}^{N_0, \dots, N_p} \left(A_{ns}^{ij} D_s^{j(k)} + A_{nn}^{ij} D_n^{j(k)} \right) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Моментом достижения предельного состояния основания является выполнение условия раскрытия контактов граничных элементов по линии скольжения, расположенной в области сдвигов основания. Наступает ситуация, когда призма выпора начинает выполнять скольжение на раскрытых контактных элементах, т.е. происходит разрушение основания.

Разработана методика построения расчетных схем нелинейно деформируемого грунтового основания под жестким штампом.

Написана программа для пошагового нагружения нелинейно деформируемого грунтового основания вплоть до разрушения на основе модулей программы TWODD [6]. Полученные результаты численного моделирования напряженно-деформируемого состояния грунтового основания с учетом формирования уплотненного ядра под шероховатым жестким штампом сравнимы с результатами эксперимента. Результаты моделирования позволяют выполнить прогноз осадки ленточного фундамента с учетом явления дилатансии грунтового основания.

Литература

1. Мурзенко Ю.Н., Галашев Ю.В., Дыба В.П. Экспериментальные исследования тензора деформаций и тензора напряжений по оси круглого штампа на песчаном основании // Исследование напряженно-деформированного состояния оснований и фундаментов. – Новочеркасск: НПИ, 1977. – С. 23-27.
2. Скибин Г.М., Луценко А.К. Экспериментальные исследования работы песчаного основания ленточных фундаментов с применением АСНИ // Механика грунтов и фундаментостроение: Труды Российской конференции по механике грунтов и фундаментостроению. – Санкт-Петербург, 1995. – Т. 3. – С. 598-603.
3. Мурзенко Ю.Н., Луценко А.К. Изучение сдвиговых деформаций грунтового основания под шероховатым жестким штампом // Современные проблемы фундаментостроения: Сб. трудов Междунар научн. техн. конф. – Волгоград: ВолгГАСА, 2001. – Ч. 3, 4. – С. 66-69.
4. Ревенко В.В., Луценко А.К. Дискретно-континуальная эволюционная модель основания с применением метода граничных элементов // Математическое моделирование в механике деформируемых тел. Методы конечных и граничных элементов: Тез. докл. XVI Междунар. конф., г. Санкт-Петербург, 23-26 июня 1998 г. – СПб., 1999. – Т. 2. – С. 63-64.
5. Мурзенко Ю.Н., Ревенко В.В. Экспериментальные исследования распределения нормальных и касательных напряжений в основании круглого штампа с помощью тензорных месдоз // Основания и фундаменты: Межвуз. Сб. – Новочеркасск, 1977. – С. 3-12.
6. Крауч С., Старфилд А. Методы граничных элементов в механике твердого тела. – М.: Мир, 1987. – 328 с.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИИ

Т.В. Пак, С.Б. Пак, Т.В. Кузнецова

Дальневосточный государственный университет (г. Владивосток)

Предложен разностный аналог модели популяции с раздельным обитанием молоди и взрослых [1]. Проведены численные исследования на материалах по охотской сельди. Получен ряд содержательных выводов.

В [1] предложена математическая модель динамики размерной структуры популяции, пополнение которой в момент t зависит от ее состояния в момент $t - a$. Рассмотрим приложение этой модели к описанию динамики численности охотской сельди [2]. Объектом моделирования является группа особей (от трехгодовиков и старше), нагуливающих в одном районе, – промысловое стадо (ПС). ПС состоит из половозрелых особей – нерестового запаса (НЗ) и молоди. ПС в различные периоды года подвергается промыслу (сельдь, вылавливаемую в период нагула называют нагульной, в период нереста – нерестовой). Анализ данных по воспроизводству охотской сельди позволил предположить наличие по крайней мере двух типов функции выживаемости f . Одна из них описывает воспроизводство при благоприятных гидрометеорологических условиях, другая – при неблагоприятных внешних условиях.

Явная разностная схема с первым порядком аппроксимация по размеру x и по времени t на основе схемы “бегущего” счета [3] предложена для численного решения задачи (1)-(4) из [1]:

$$n_i^{k+1} = \frac{1 - hg_i}{1 + \tilde{d}_i^{k+1} h_t} n_i^k + \frac{hg_{i-1}}{1 + \tilde{d}_i^{k+1} h_t} n_{i-1}^k, \quad \text{для } i > 1, k = 1, 2, \dots \quad (1)$$

Здесь h_t, h_x – шаги соответственно по времени и по размеру; $h = h_t/h_x$; n_i^k – значения плотности размерного распределения; g_i – функция скорости роста; $\tilde{d}_i^k = d_i^k + u_i^k$, d_i^k – коэффициент естественной смертности; u_i^k – коэффициент промысловой смертности. Граничное условие задается в виде

$$n_1^{k+1} = \frac{1 - hg_1}{1 + \tilde{d}_1^{k+1} h_t} n_1^k + \frac{h}{1 + \tilde{d}_1^{k+1} h_t} R^{k+1},$$

где $R^{k+1} = B^{k+1-j_a} f^{k+1-j_a}(B^{k+1-j_a})$; $B^{k+1-j_a} = \gamma \int_{x_0}^{x_{\max}} p^{k+1-j_a}(x) n^{k+1-j_a}(x) dx$;

j_a – целая часть от a/h_t ; a – период задержки; $\gamma = 0,5$ – соотношение полов;

$p(x, t) = p_s(x) p_t(t)$ – специфическая размерная рождаемость (плодовитость); $p_s(x)$ – абсолютная индивидуальная плодовитость самки размера x ; $p_t(t)$ – описывает ход нереста, причем $\int_{t_1}^{t_2} p_t(\tau) d\tau = 1$, $t_2 - t_1$ – продолжительность нереста в течение одного года. Необходимым и достаточным условием устойчивости схемы является выполнение неравенства $h_t/h_x \leq 1/|g_{\max}|$.

При выполнении последнего неравенства гарантируется неотрицательность решения уравнения (1). Неотрицательность является очевидным требованием к решению разностного уравнения, описывающего динамику популяции. Использование других разностных схем, даже с более высоким порядком точности по x и по t приводило к решениям, стремящимся к нулю, а для получения решения с поведением, аналогичным выбранной схеме бегущего счета, приходится очень сильно измельчать шаги сетки, что неэкономично.

Идентификация параметров модели, характерная для имитационного моделирования, отсутствует, т.к. имеющиеся данные позволяют оценить значения всех входящих в модель параметров.

Верификация модели заключалась в проверке того, насколько «хорошо» совпадёт модельная траектория с реальной кривой.

Анализ чувствительности модели проводился следующим образом. При фиксированных значениях остальных изменяют значение выбранного параметра, оценивая при этом, насколько возмущенная траектория отклоняется в смысле выбранной метрики от исходной. И так далее для всех параметров модели. При проверке чувствительности модели к какому-либо параметру, его значение изменяли на $\pm 10\%$, так как ошибка аппроксимации исходных данных не превосходила $\pm 10\%$. Анализ чувствительности модели к изменениям параметров и начальных данных показал, что при их варьировании в пределах ошибки аппроксимации модельная кривая численности сохраняет свою характерную форму.

Численное исследование модели динамики популяции охотской сельди позволило сделать ряд содержательных выводов.

Имеющаяся 20-летняя периодичность в колебаниях запасов охотской сельди в период с 1941 по 1983 годы – результат совместного действия внутренних (наличие задержки) и внешних (условия воспроизводства) факторов; динамика промысла в этот период не повлияла на образование характерной формы кривой запасов.

При изменении среды по сценарию, составленному из «наихудших» в смысле условий воспроизводства фрагментов (за период 1941-1983 гг.), одной из возможных стратегий промысла без подрыва популяции явля-

ется такая, при которой ежегодно изымается нагульной сельди 25-30 %, молоди – 10 %, нерестовой – 0 %, что практически совпадает с оценками экспертов.

Непринятие в 1976 году запрета на промысел охотской сельди привело бы к нежелательным последствиям. Например, ведение промысла с ежегодным изъятием нерестовой сельди, нагульной, молоди в количествах, несколько превышающих средние значения годовых выловов за период 1941-1983 гг., подрывает популяцию при самом благоприятном сценарии.

Литература

1. Pak Sergey B. Mathematical Model of Dynamics of Spawning Size – Structured Population (with an Application)// Fisheries Research. – Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam – Printed in the Netherlands. – 1989. – № 8. – PP. 141-158.
2. Тюрин Б.В. Структура нерестовой популяции сельди Северо-Западной части Охотского моря, ее динамика и биологические основы прогнозирования улова: Дисс. на соискание уч. ст. канд. биол. наук. – Магадан: МО ТИНРО, 1975. – 221 с.
3. Годунов С.К., Рябенский В.С. Разностные схемы. – М.: Наука, 1977. – 439 с.

690600, г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, ДВГУ, кафедра компьютерных технологий, т. 8-4232-455697, e-mail: paktv@math.dvgu.ru

УДК 551.46.06

СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СРЕДЕ

А.А. Воронцов

Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (г. Обнинск)

Рассмотрены проектно-технологические решения по построению специализированной распределенной информационной системы, предназначенной для информационного обеспечения данными и информацией по морской природной среде выбранного региона. Показан вариант практической реализации такой системы, разработанный на базе современных отечественных ГИС и СУБД.

Современное обеспечение различных видов деятельности на акваториях и берегах морей комплексной информацией тесно связано с необходимостью оперирования разнообразными данными и получения на их основе регламентированной продукции. Наиболее эффективное решение возможно только на основе современных информационных технологий [1], причем, сегодня речь идет не об отдельных разработках и программах, а об интегрированной информационной технологии (ИИТ), основная идея

которой состоит в автоматизации полного цикла управления информацией от усвоения данных до предоставления продукции пользователю. Примером решения такой проблемы могут служить разработки автоматизированных баз данных, а затем информационных систем и ИИТ [2]. Отметим, что в последнее время для доставки пользователю выходной продукции ИИТ широкое распространение получили ГИС-технологии [3], которые интегрируют в себе операции для работы с базами данных, средствами визуализации и географического анализа.

Два года назад была поставлена задача создания специализированной распределенной ИИТ, предназначенной для обеспечения информацией по морской среде, в основе которой были бы только элементы отечественных разработок. При этом, в ИИТ, в основном, должны работать интерактивные ГИС/СУБД-приложения, оформленные в виде автоматизированных рабочих мест (АРМ), основные функции которых:

- доступ к интегрированной базе данных (ИБД) в интерактивном режиме с обеспечением навигации по информационным ресурсам и выбора необходимых данных по заданным критериям;
 - комплексирование выбранных данных и информации;
 - визуализация выбранных данных и информации средствами ГИС.
- Исходя из требований, была предложена схема АРМ (рис. 1).

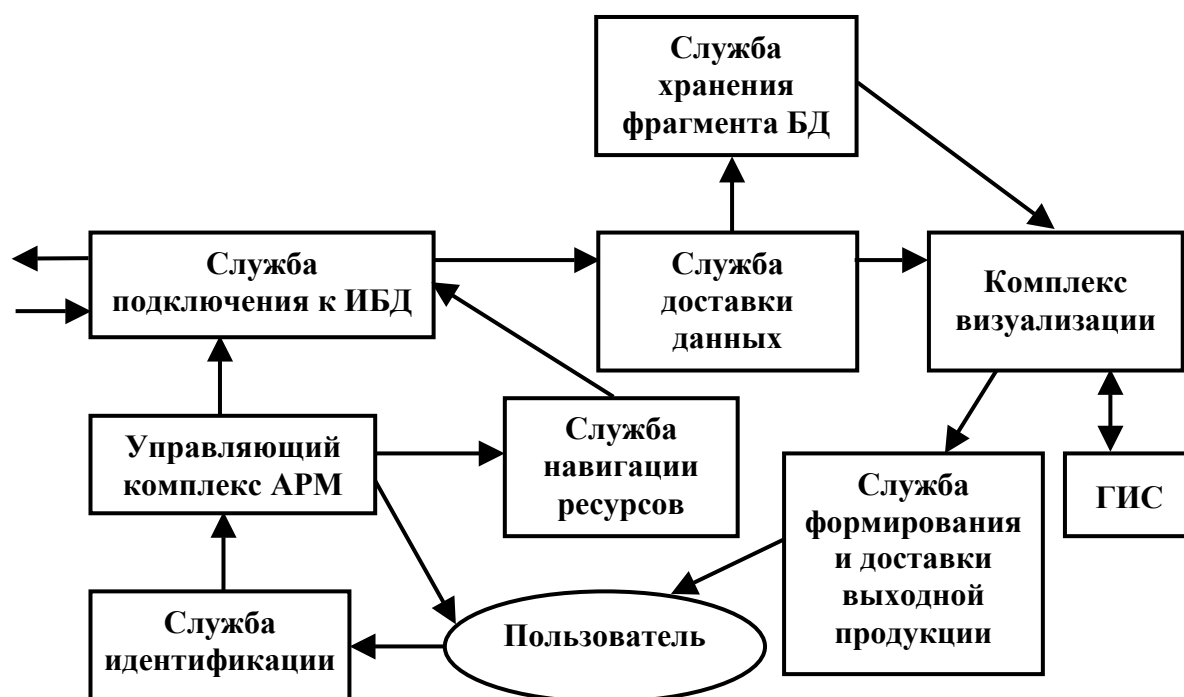


Рис. 1. Функциональная схема АРМ

В основу была положена реализация Управляющего комплекса (УК), на который возложены функции согласования работы составляющих АРМ. Весь цикл работы УК сводится к некоторому перечню:

- получение системно-ориентированного запроса на начало работы;
- организация технологического процесса внутри системы (системное решение на основе ГИС Карта 2000);
- последовательное обращение к отдельным блокам;
- контроль выполнения работ отдельных блоков.

УК должен быть создан на основе прикладных возможностей СУБД НуТех, в состав которых входит редактор форм и связей. В рамках этих возможностей и с использованием проблемно-ориентированного языка Дельфи и разработана управляющая оболочка, на которую возложена функциональность по управлению запуском, работой и мониторингом работы АРМ в целом и его отдельных приложений (программных модулей).

Клиентский сервис на уровне УК состоит из трех составляющих:

- 1) формирование пользовательской панели
- 2) парсинг (разборка и усвоение) запроса
- 3) обеспечение продукцией пользователя

В первой части максимально стандартизованный интерфейс (в рамках возможностей пары ГИС Карта 2000 – СУБД НуТех) передается пользователю, осуществляются все обменные операции и взаимодействие с пользовательской панелью и передаются на выполнение приложениям.

Вторая часть осуществляет парсинг (разборку) запроса: делит его на отдельные фрагменты, преобразует их машинно-ориентированный вид и передает их в УК. Основная задача – анализ запроса пользователя в контексте текущего состава и содержания базы данных, разбор на отдельные запросы и требования и их формализация.

Третья часть функционирует по завершении запроса на определенный вид работ и передает сформированные выходные данные.

Подключение к БД идет на основе ODBC. Доставка данных должна обеспечивать координированную выборку и доставку данных из различных источников на уровне передача формализованных SQL-подобных запросов соответствующим сервисам распределенной базы данных (РБД) и мониторинг их выполнения. Результаты работы службы будут использоваться на уровне временных наборов или виртуальных таблиц другими программными средствами АРМ. Вопрос доставки, в том числе отбора данных, реализован на основе специальных сервисов (процедур) АРМ.

Комплекс визуализации, на который должна лечь основная нагрузка в АРМ при формировании выходной продукции, выполнен средствами ГИС Карта 2000. При необходимости, в данном узле будет задействовано подключение OLE-объектов для визуализации специфичных объектов базы данных РБД.

В состав Комплекса визуализации должны входить процедуры формирования:

- таблиц справочных сведений;
- графиков по справочным сведениям;
- карт освещенности по справочным сведениям;
- исходных/модифицированных данных в объявленных форматах обеспечения данными пользователей и формирования их в графическом виде;
- исходных/модифицированных данных в картографическом виде;
- расчетно-модельных данных в табличном виде;
- расчетно-модельных данных в графическом виде;
- расчетно-модельных данных в картографическом виде.

Пример работы комплекса показан на рис. 2.

Функционально-технологический цикл работы АРМ сводится к заданному перечню работ:

- формирование системно-ориентированного запроса на выполнение операций, определяемых пользовательским меню;
- организация технологического процесса внутри системы;
- последовательное обращение к отдельным блокам;
- контроль выполнения работ отдельных блоков;
- обеспечение сохранности полученных результатов;
- ведение журнала выполнения работ и технологических процессов.

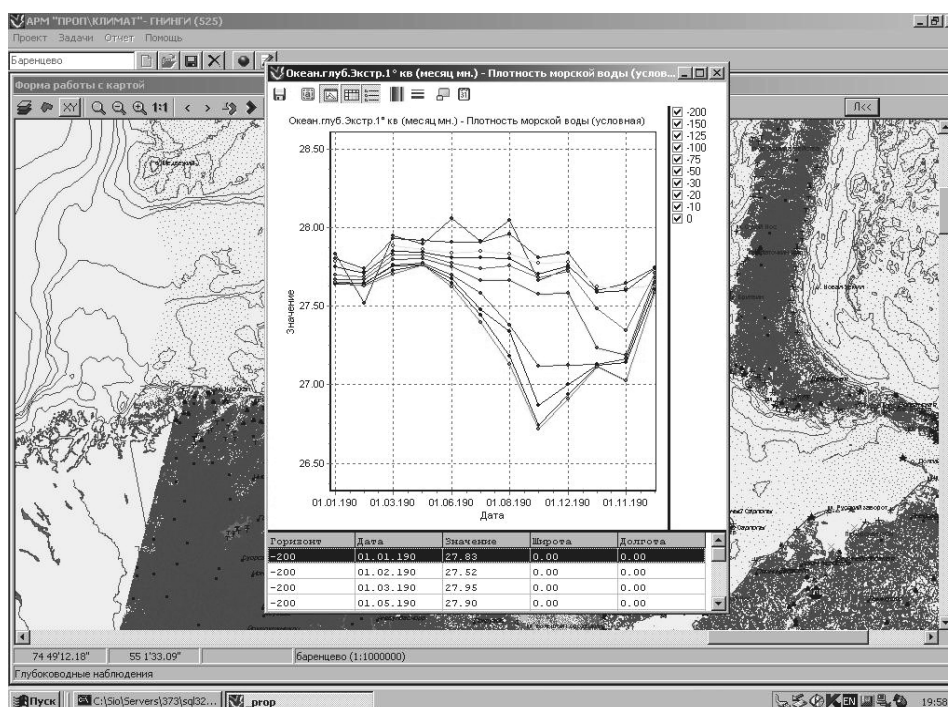


Рис. 2. Пример выходной продукции

В целом, разрабатываемый АРМ включает несколько взаимосвязанных программных модулей, которые обеспечивают выполнение основных функций АРМ, разбитых на несколько самостоятельных режимов работ, которые доступны посредством пользовательского меню всей систе-

мы в целом. В целом, АРМ является многооконным Windows-приложением (MDI – Multi Dialog Interface) и каждая функция выполняется в соответствующем рабочем окне.

Литература

1. Воронцов А.А., Белинских А.Л., Плотников В.А. Методология создания геоинформационных систем в архитектурах клиент-сервер и Интернет/Инtranет // Физические проблемы экологии (экологическая физика): Материалы третьей Всероссийской научной конференции. – Москва: МГУ, 2001. – С. 195.
2. Воронцов А.А., Баталкина С.А. Создание информационных систем для морских акваторий в среде ГИС // Тр. Международной конференции «ГИС для устойчивого развития территорий (ИНТЕРКАРТО 9)», Новороссийск, Севастополь 25-29 июня 2003 г.». – Севастополь: МГИ, 2003. – С. 456-461.
3. Vorontsov A., Mikhailov N. Information Technology for Marine Data Management // Oceans 2001 MTS/IEEE Proceedings, NY, IEEE. – 2001. – Vol. 4. – P. 2311-2314.

249035, Калужская обл., г. Обнинск, пр. Маркса, 24-25, т. (08439)74125,
e-mail: yorv@meteo.ru

УДК 321

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ОПЕРАТИВНОЙ ПОЛИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В РУНЕТ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Ю.М. Брумитейн

Астраханский социальный институт

Исследованы полнота, структура представления и особенности доступа к оперативной политической информации в РУНЕТ с точки зрения пользователей. Предложены формализованные критерии количественной оценки некоторых характеристик.

В настоящее время РУНЕТ стал важным каналом распространения оперативной политической информации (ОПИ), по крайней мере для наиболее активной в социально-экономическом плане части населения [1]. По данным опроса ФОМ «Интернет в России» (вып. 8, лето 2004 г. – на www.yandex.ru) число пользователей Интернета в России составило уже 16.9 млн. чел., а в Москве доля пользователей достигла 40 % взрослого населения. За редкими исключениями (www.polit.ru) ОПИ в РУНЕТ представлена как часть потока «новостной» информации (НИ). В типичных случаях для стартовых страниц (СС) сайтов массового посещения (СМП) доля ОПИ (со «смежной» экономической и социальной) по количеству сообщений (D_s) составляет от 20 до 100 % НИ. При этом из 20 наиболее активно посещаемых сайтов (оценка по Rambler's Top_100 на <http://rumetrica.rambler.ru>) НИ непосредственно на СС содержат по мень-

шей мере 8 сайтов, а ещё 3 не содержат, но имеют гиперссылки на «новостные» и т.п. странички (на 2.10.2004 г.).

Типичным для СС СМП является представление НИ (в том числе и ОПИ) в виде одной «фразы – гиперссылки» на ту же информацию, даваемую в более подробной форме (часто по теме даются ещё: альтернативные сообщения и/или подборки ретроспективных сообщений). Помимо текстовой формы представления ОПИ применяются: статичная графика (в виде «малоразмерных» изображений на СС и «полноразмерных» – для более подробной информации), небольшие видеоролики. Интернет-телевидение пока не стало массовым, а «бегущая строка» и «голосовое представление» ОПИ практически не применяются. Прямая рассылка ОПИ на почтовые ящики пользователей возможна: «по подписке пользователей»; в инициативном порядке (политическими партиями, «политтехнологическими фирмами» и пр.). Последняя обычно рассматривается как «спам» и большинством провайдеров (а также на сайтах, поддерживающих услуги бесплатной электронной почты) автоматически уничтожается.

Целесообразные оценки ОПИ (помимо D_K): среднесуточное единовременное количество сообщений ОПИ, присутствующих на СС; среднесуточное суммарное количество неповторяющихся сообщений, попадающих на СС; среднее время 50 % замены сообщений на СС (T_{50}); доля площади, занятой ОПИ по отношению к площади СС СМП – полной (D_{S1}) или уместяющейся на экране монитора при типичном разрешении (D_{S2}).

Из-за ориентации СС СМП преимущественно на «массового посетителя» состав ОПИ на них, в основном дублируется (хотя формулировки и могут различаться). Для конкретного сайта целесообразна характеристика доли «уникальных» (т.е. появившихся только на нём) сообщений (D_U), например, за сутки, в виде отношения количества таких сообщений к общему числу сообщений (за исключением дублирующихся) по группе сайтов.

Средства «индивидуализации» настройки пользователями в отношении представления НИ (в том числе перехода к отображению только ОПИ) к настоящему времени есть лишь на немногих из «широко известных» сайтов (в том числе www.rbc.ru, www.yandex.ru). Однако на многих СМП уже предусмотрен прямой переход с СС на «региональные» новостные странички, в том числе содержащие «региональную» ОПИ.

Отметим, что в отношении ОПИ РУНЕТ очень слабо связан гиперссылками с «иноязычными» ресурсами даже по Российской тематике.

Литература

1. Брумштейн Ю.М. Политическая информация в РУНЕТ – виды ресурсов и модели использования // Вопросы гуманитарных наук. – 2004. – № 3. – С. 137-140.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Синецкий Р.М., Гавриков М.М. Процедуры формирования эталонов структурных речевых образов со спектрально-временными характеристиками	4
Горепекин А.В., Горепекин Р.А., Емельяненко В.В., Костюков В.А., Левшин С.А., Мхитаров Ю.Н., Парфюмов Н.В., Тебнев А.В., Черчепов Б.В. Комплексный тренажер для подготовки специалистов по эксплуатации командно-штабных машин типа Р-149	7
Горепекин А.В., Горепекин Р.А., Емельяненко В.В., Костюков В.А., Левшин С.А., Мхитаров Ю.Н., Тебнев А.В., Черчепов Б.В. Комплексная компьютерная система обучения специалистов по эксплуатации технических средств связи	11
Солер Я.И., Казимиров Д.Ю., Гайсин С.Н. Компьютерные технологии плоского абразивного шлифования стали 07Х16Н6Ш в условиях САПР ТП	14
Белаш А.Н. Описание алгоритма плоской укладки графа в линию	25
Белых А.А. Принципы построения унифицированной архитектуры однокристалльного микроконтроллера	27
Негода Д.В. Использование подстановки термов в оптимизации эмуляторов микропроцессоров	29
Артеменко А.А. Общий алгоритм расчета оптимизированных линий укладки на поверхности тел вращения при моделировании процессов намотки на станках с ЧПУ	35
Кравченко К.В., Плотников Д.А. Универсальный регулятор температуры с элементами нечеткой логики	42
Сухно И.В., Бузько В.Ю., Полушин А.А. Программа расчета растворимости кислорода в морских водах, рассолах, натуральных и искусственных флюидах и электролитных растворах	43
Умергалин Т.Г., Исакова З.М., Горшкова С.А. Применение компьютерных технологий для обеспечения качества продукции при оптимизации производственных энергозатрат	44
Луценко А.К., Кольцова С.А. Численное моделирование грунтового основания ленточного фундамента	45
Пак Т.В., Пак С.Б., Кузнецова Т.В. Численное исследование одной модели динамики популяции	49
Воронцов А.А. Создание специализированной информационной системы информационного обеспечения в распределенной среде	51
Брумштейн Ю.М. Анализ характеристик оперативной политической информации в РУНЕТ с точки зрения пользователей	55

Научное издание

**Компьютерные технологии в науке, производстве,
социальных и экономических процессах**

Материалы V Международной научно-практической конференции
Часть 2

Редактор: С.Г. Студенникова
Компьютерная верстка: М.К. Аверьянова

Подписано в печать 27.12.2004 г.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Печать оперативная.
Печ. л. 3,56. Уч.-изд. л. 3,47. Тираж 100 экз. Заказ 47-2301.

Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт)
Центр оперативной полиграфии ЮРГТУ (НПИ)
Адрес университета и центра оперативной полиграфии:
346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, тел. 55-222

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

**ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НОВОЧЕРКАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)**

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В НАУКЕ, ПРОИЗВОДСТВЕ, СОЦИАЛЬНЫХ
И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ**

*Материалы
V Международной научно-практической
конференции*

Часть 3

*12 ноября 2004 года
г. Новочеркасск*

Новочеркасск 2004

УДК 681.3:658.334
ББК 32.173.202
К 63

Организаторы конференции:

Федеральное агентство по образованию;
Северо-Кавказский научный центр высшей школы;
Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт);
Технический университет Ильменау (ФРГ);
Редакция журнала «Известия вузов. Электромеханика»;
Редакция журнала «Известия вузов. Северо-Кавказский регион.
Технические науки»;
Ростовский государственный медицинский университет.

Оргкомитет конференции:

А.В. Павленко (РФ), профессор – председатель;
Ю.А. Бахвалов (РФ), профессор;
Г. Вурмус (ФРГ), профессор;
Н.И. Горбатенко (РФ), профессор;
Г. Йегер (ФРГ), профессор;
Е. Калленбах (ФРГ), профессор;
М.В. Ланкин (РФ), доцент – зам. председателя;
Н.Ф. Никитенко (РФ), профессор;
В.Н. Чернов (РФ), профессор.

Редакционная коллегия:

А.В. Павленко, д-р техн. наук, профессор – ответственный редактор;
М.В. Ланкин, канд. техн. наук, доцент – зам. ответственного редактора.

К 63 Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и
экономических процессах: Материалы V Междунар. науч.-практ.
конф., г. Новочеркасск, 12 нояб. 2004 г.: В 3 ч. / Юж.-Рос. гос. техн.
ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004. – Ч. 3. – 64 с.

ISBN 5-88998-470-5

Материалы конференции вошли в сборник из трех частей. Третья часть посвящена разработке нейрокомпьютеров, суперЭВМ и их применению; компьютерным технологиям в энергетике и электромашиностроении, на транспорте и связи; компьютерным технологиям и вопросам защиты информации; компьютерным технологиям в экономических и социальных процессах.

УДК 681.3:658.334

ISBN 5-88998-470-5

© Южно-Российский государственный
технический университет (НПИ), 2004
© Авторы, 2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт) – крупнейший вуз на юге России, имеющий вековой опыт исследований в различных отраслях науки и техники и обширные международные научно-технические контакты, – выступил инициатором проведения ряда международных дистанционных научно-практических конференций. Такая форма проведения конференций стала возможной в результате широкого развития телекоммуникационных технологий, в том числе Internet.

В ноябре 2004 года на базе ЮРГТУ (НПИ) проходила V Международная научно-практическая конференция «Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах». В работе конференции приняли участие представители вузов Москвы, Санкт-Петербурга, Алматы (Казахстан), Липецка, Астрахани, Ставрополя, Краснодар, Волгограда, Иркутска, Владивостока, Челябинска, Уфы, Курска, Екатеринбурга, Ульяновска, Обнинска, Томска, Хабаровска, Казани, Ростова-на-Дону, Новочеркаска, Шахты, Каменска-Шахтинского.

На конференцию представлено 50 докладов, которые вошли в сборник, состоящий из трех частей. Каждая часть содержит материалы по нескольким научным направлениям.

В первую часть вошли статьи о компьютерных технологиях в научном эксперименте и образовании.

Во второй части представлены работы по моделированию информационных процессов, устройств и комплексов; компьютерным технологиям в САПР, приборостроении и машиностроении, химии, металлургии и строительстве, медицине, биологии и экологии; Internet-технологиям в науке, производстве, социальных и экономических процессах.

Третья часть посвящена разработке нейрокомпьютеров, суперЭВМ и их применению; компьютерным технологиям в энергетике и электромашиностроении, на транспорте и связи; компьютерным технологиям и вопросам защиты информации; компьютерным технологиям в экономических и социальных процессах.

Организаторы выражают уверенность, что конференция послужит обобщению и распространению научных результатов, оказанию методической помощи молодым ученым и аспирантам, а также стимулированию контактов между учеными России и зарубежья, и с благодарностью примут замечания и пожелания.

Оргкомитет

ИНТЕЛЛЕКТНЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КРУПНОБЛОЧНОГО СИНТЕЗА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ КЛАСТЕРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Г.А. Опарин, А.П. Новопашин

Институт динамики систем и теории управления СО РАН (г. Иркутск)

Процесс конструирования параллельного плана вычислительного эксперимента на основе библиотеки вычислительных модулей, а также дальнейшая реализация этого плана средствами базового языка параллельного программирования составляют во многом рутинную деятельность, которая многократно выполняется специалистами предметной области при проведении многовариантных расчетов, отвлекает их внимание от предметных задач и является в данной работе основным объектом исследования, автоматизации и инструментальной поддержки.

Как отмечается в [1], в настоящее время вычислительное сообщество активно переходит на использование кластеров, больших многопроцессорных систем, неоднородных систем и систем, распределенных по значительной территории. Использование параллельной вычислительной техники в основном связывается с возможностью быстро решать большие многовариантные задачи. При выборе технологий и инструментальных средств параллельного программирования прикладных задач приходится учитывать целый ряд противоречивых требований, основными из которых являются:

- 1) возможность создания эффективных программ;
- 2) возможность быстрого создания и последующей модификации параллельных программ;
- 3) возможность сохранения эффективности параллельной программы при переходе с одного компьютера на другой.

Понятно, что первое требование, связанное с максимальным сокращением времени решения задачи является основным. С этой целью и создается параллельная вычислительная техника, и ее потенциал, по возможности, нужно использовать в полном объеме. Однако общее время выполнения многовариантных расчетов при проведении вычислительного эксперимента может резко увеличиться, если не учитывать двух других требований.

Действительно, этап разработки программы (последовательной, и особенно параллельной), ее отладки и последующей модификации на каждой итерации вычислительного эксперимента в соответствии с изменением математической модели, метода и методики ее исследования может занимать значительное время, в связи с чем автоматизация процесса создания параллельной программы представляет большой практический интерес.

При изменении аппаратных средств действующего компьютера или переходе на другой компьютер необходимо быстро переделать параллельную программу так, чтобы в новой программно-аппаратной обстановке сохранились ее работоспособность и скоростные характеристики. Эта ситуация возникает, например, в тех случаях, когда отладочная версия параллельной программы создается и отлаживается на «горизонтальном» кластере, а рабочие расчеты выполняются на кластере выделенных рабочих станций (например, МВС-1000).

Число технологий и систем параллельного программирования достаточно велико. Как отмечается в [1], даже поверхностный анализ приводит к списку из более 100 наименований. В работах [1, 2], авторы которых являются ведущими российскими специалистами в области параллельных систем и вычислений, приводятся классификации существующих на сегодняшний день технологий параллельного программирования. В [1] эти технологии делятся на три следующие группы:

- 1) технологии с использованием традиционных последовательных языков (OpenMp, DVM, mpC и др.);
- 2) системы программирования на основе передачи сообщений (ShMem, Linda, PVM, MPI и др., в том числе с использованием коллективного взаимодействия процессов);
- 3) другие языки и системы программирования (Sisal, Haskell, Cilk, T-система, НОРМА и др.).

В [2] технологии делятся также на три группы, хотя при классификации используются несколько иные критерии:

- 1) традиционные (ручные) технологии, основанные на использовании коммуникационных библиотек (PVM, MPI, Router, BLACs и др.);
- 2) технологии библиотек коллективных операций или DSM-системы (ScaLAPACK, HPF, DVM и др.);
- 3) технологии непроцедурных языков сверхвысокого уровня (НОРМА и др.).

Нетрудно заметить, что в обеих классификациях последние группы технологий практически идентичны и основаны на отказе от традиционных языков программирования. Эти группы технологий предполагают, что программа представляет собой не запись алгоритма, а набор функциональных соотношений между переменными (величинами) предметной области (ПО) решаемых задач. Такая функциональная сеть, называемая в «программистской» литературе вычислительной моделью, представляет широко распространенную форму представления знаний в системах автоматизации последовательного программирования (например, ПРИЗ [3], СПОРА [4], САТУРН [5] и др.), построенных с использованием средств и методов искусственного интеллекта. Если функциональные соотношения

вычислительной модели (которые далее мы будем называть операциями) реализуются вычислительно-емкими программными модулями какого-либо языка программирования, то такие модели являются удобной абстракцией для автоматизации параллельного программирования (при условии хорошего запаса внутреннего параллелизма модели) для систем с распределенной памятью. В этом случае размер зерна распараллеливания равен размеру абстрактной операции вычислительной модели, и транслятор постановки задачи на вычислительной модели сразу строит параллельную абстрактную программу (в преобразовании последовательной абстрактной программы (АП) в параллельную нет необходимости, а возможность построения последовательной АП сохраняется). Как в [1], так и в [2] отмечается актуальность и перспективность этого направления в создании новых технологий параллельного программирования.

В определенном смысле понятие вычислительной модели близко к понятию графа алгоритма (или информационного ядра алгоритма) из [1]. Основное отличие состоит в том, что граф алгоритма описывает решение одной задачи, а на вычислительной модели можно решать класс задач ПО, которые взаимосвязаны по переменным и операциям. Такая возможность обеспечивается путем включения в состав транслятора или инструментальной среды непроцедурного программирования нетрадиционного для обычных трансляторов компонента – планировщика, который позволяет на вычислительной модели по непроцедурному описанию задачи «исходные данные => цель расчета» получить частично-упорядоченную последовательность абстрактных операций (параллельную АП) для вычисления значений целевых параметров при условии, что заданы значения исходных данных. Далее следует обычный этап генерации, где АП преобразуется в рабочую управляющую программу на базовом языке параллельного программирования в рамках одной из технологий первой или второй группы вышеприведенной классификации. При генерации используется информация о программных модулях, реализующих операции ПО. Последовательное выполнение этапов планирования и генерации результирующей управляющей программы обычно называется синтезом программы по непроцедурной постановке задачи на вычислительной модели ПО. Инструментальные среды синтеза программ относятся к классу интеллектуальных систем, основанных на знаниях. Обобщенную идею построения такой системы поясняет рис. 1.

Представленная на этом рисунке архитектура инструментальной среды синтеза параллельных программ внешне напоминает архитектуру аналогичных систем для синтеза последовательных программ с тем отличием, что в базу знаний добавляется новый блок – спецификация ресурсных ограничений, т.е. описание наиболее существенных для получения па-

параллельной программы деталей реализующей системы (например, число и тип процессоров, их быстродействие, способ коммутации, структура, объем и быстродействие запоминающих устройств и другие сведения), а также описание требуемых ресурсов для исполнения прикладных модулей.

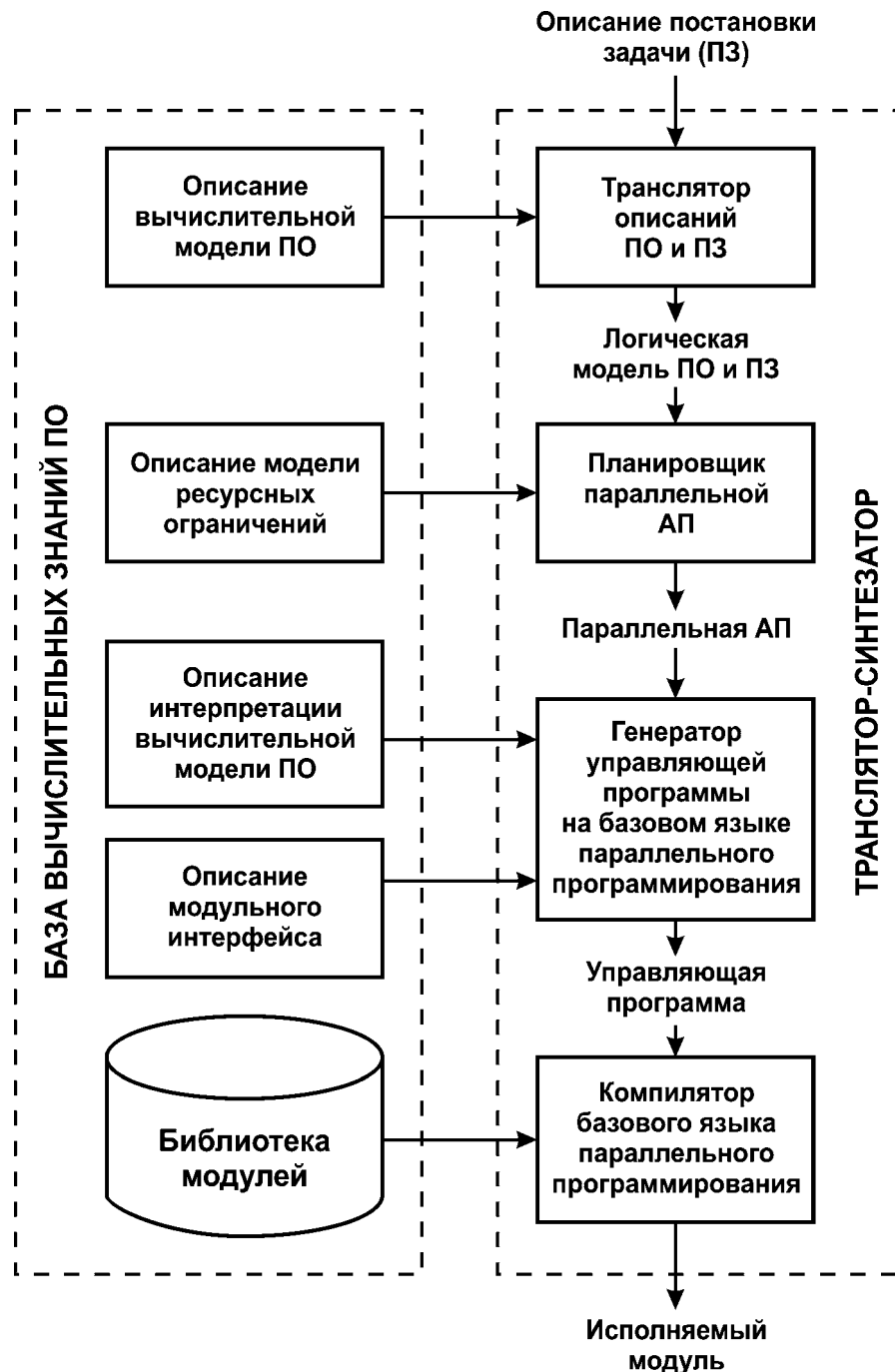


Рис. 1. Архитектура инструментальной среды синтеза параллельных программ

Основное же отличие кроется во внутреннем содержании двух блоков транслятора-синтезатора, к которым относятся планировщик АП и генератор управляющей программы на базовом языке параллельного программирования, которые позволяют выделить часть описания ПО, необходимую для решения поставленной задачи, раскрыть ее внутренний паралл-

лелизм (если таковой есть), построить множество допустимых решений задачи в виде строгой или канонической параллельной формы графа (в смысле определения этого понятия из [1]), построить требуемое решение с учетом ресурсных ограничений и сформировать реализующую это решение параллельную программу (имеется в виду текст программы на выходном языке транслятора-синтезатора).

Фундаментом этой архитектуры является библиотека повторно используемых модулей, путем композиции которых в итоге строится алгоритм решения требуемой задачи. «Внешность» модуля (его имя, описание всех формальных аргументов, синтаксис командной строки для запуска модуля, способ передачи аргументов и другие знания) фиксируется в разделе описания модульного интерфейса. Этот раздел также включает описание функции каждого модуля, составляющее семантическую часть спецификации. Смысл выполняемых модулем действий описывается на естественном языке (возможно с использованием имен входных и выходных аргументов).

Собственно непроцедурная постановка задачи и поиск алгоритма ее решения (планирование вычислений, построение АП) выполняются на вычислительной модели ПО, под которой обычно понимается пара $KB = \langle Z, F \rangle$, где Z – это конечное множество символов (имен) параметров (атрибутов, величин) ПО, а F – это конечное множество символов операций арности $k + n$ (k и n , вообще говоря, различны для разных символов операций). С каждым символом операции $F_i \in F$ арности $k_i + n_i$ связан набор $in(F_i) \subset Z$ из k_i входных параметров и набор $out(F_i) \subset Z$ из n_i выходных параметров. Содержательно операция $F_i \in F$ предполагает возможность вычисления переменных $out(F_i)$ по переменным $in(F_i)$ с помощью некоторого программного модуля m из библиотеки модулей M . Это соответствие между операциями и программными модулями (отношение на декартовом произведении $F \times M$), указание типов параметров из Z (в виде отношения на декартовом произведении $Z \times T$, где T – множество допустимых типов базового языка программирования), а также соответствие между формальными аргументами модулей и параметрами из множества Z (которые играют роль фактических параметров) представляют часть знаний, связанных с интерпретацией модели ПО. По сути дела, в вычислительной модели ПО отражаются синтаксические особенности структуры предметной области, а интерпретация устанавливает вычислительную семантику составляющих элементов этой структуры.

Таким образом, решение задачи $Task = (InTask, OutTask)$ нахождения величин $OutTask \subset Z$ по величинам $InTask \subset Z$ с помощью рассмотренной базы знаний о ПО означает, что на основе соотношений, зафиксиро-

рованных в вычислительной модели, требуется найти план действий (запуска модулей из M) для получения величин из списка *OutTask* по величинам из списка *InTask*. Согласно [6] эта процедура разбивается, по крайней мере, на два уровня: концептуальный и процедурный. На концептуальном (схемном, структурном) уровне используются знания о вычислительной модели ПО и знания о ресурсных ограничениях. Далее, на процедурном уровне, в плане (абстрактной программе в терминологии [6]), полученном на предшествующем уровне, происходит замена операций АП на их конкретные программные реализации (программные модули из M). При этом используются знания о модульном интерфейсе и знания об интерпретации вычислительной модели ПО.

При переходе от абстрактной программы к реальной (этап генерации) необходимо суметь выразить в терминах базового языка параллельного программирования распределение программных модулей и их аргументов по процессорам, обеспечить пересылку данных от одного процессора к другому в полном соответствии с частичным порядком действий АП, реализовать действия по вводу-выводу входных/выходных аргументов задачи.

Возможности подсистемы планирования во многом определяют выбор базового языка параллельного программирования. Этот выбор зависит, в частности, от поддерживаемой языком модели управления ресурсами (статическая или динамическая модель). Не менее важно, чтобы текст генерируемой программы был понятен пользователю, так как ошибки процесса исполнения будут интерпретироваться в терминах текста этой программы. Ошибки процесса компиляции могут возникать и на этапе отладки базы знаний – их интерпретация будет выдана компилятором в терминах того же текста генерируемой программы.

Несмотря на идейную привлекательность, представленной на рис. 1, архитектуры системы синтеза программ, ее практическая реализация, требующая достижения определенных показателей эффективности, связана с рядом принципиальных трудностей. В первую очередь это связано с отсутствием эффективных методов и алгоритмов построения на вычислительной модели параллельных планов действий с учетом ресурсных ограничений. Многие исследования в этом направлении до сих пор выполняются в рамках концепции неограниченного параллелизма (без учета таких ограничений). Наиболее перспективным, с нашей точки зрения, является подход, в основе которого лежит использование на концептуальном уровне модели ПО в виде системы булевых уравнений (ограничений).

Вторая проблема, без правильного решения которой можно потерять эффективность (в широком смысле) системы синтеза параллельных программ – это выбор базовых технологий и средств параллельного про-

граммирования для представления параллельной АП. Здесь можно рассматривать и анализировать самые разные варианты, отличающиеся эффективностью и степенью понимания (читабельностью) результирующей программы предметным специалистом (от низкоуровневых коммуникационных библиотек MPI, PVM и др. до высокоуровневых языков параллельного программирования DVM, mpC, mpF и др.).

Если иметь в виду инструментальную поддержку программирования и решения задач вычислительного эксперимента, то лидирующие позиции на сегодняшний день здесь занимает Fortran – язык программирования для научных и технических расчетов. Появились российские параллельные версии этого языка – это Fortran-DVM и mpF. Подпрограмма в языке Fortran является основным строительным блоком при построении сложных программных комплексов и основной формой представления и накопления вычислительных знаний. В связи с этим представляет значительный научный и практический интерес разработка расширения параллельной версии Fortran, которое совмещало бы выразительную мощь и удобство использования накопленного библиотечного потенциала с эффективностью результирующей модульной программы (в плане максимизации и балансировки загрузки выделенных для решения задачи процессоров вычислительного кластера при известных предполагаемых временах исполнения модулей).

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 04-07-90358).

Литература

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ – Петербург, 2002. – 608 с.
2. Лацис А. Как построить и использовать суперкомпьютер. – М.: Бестселлер, 2003. – 240 с.
3. Кахро М. И., Калья А.П., Тыгу Э.Х. Инструментальная система программирования ЕС ЭВМ (ПРИЗ). – М.: Финансы и статистика, 1981. – 158 с.
4. Бабаев И.О., Лавров С.С., Нецветаева Г.А. и др. СПОРА – система программирования с автоматическим синтезом программ // Применение методов математической логики. – Таллинн: ИК АН ЭССР, 1983. – С. 29-41.
5. Опарин Г.А. САТУРН – метасистема для построения пакетов прикладных программ // Разработка пакетов прикладных программ. – Новосибирск, Наука, 1982. – С. 130-160.
6. Лавров С.С. Архитектура баз знаний // Программное обеспечение вычислительных комплексов новой архитектуры. – Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1986. – С. 3-13.

664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 134, т. (3952) 428-925, e-mail: oparin@icc.ru

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ФОРМИРОВАНИЯ И РАСЧЁТА СХЕМ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

А.С. Патрушев

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Предложена структура программного комплекса с возможностью создания пользователем собственной среды формирования и расчёта схем котельных агрегатов.

Автоматизированный тепловой расчёт котельного агрегата подразумевает нахождение значений параметров всех веществ по составленной конструктором структурной схеме установки и производится, как правило, по расчётным алгоритмам, заложенным разработчиком программы. Структурная схема котла состоит из отдельных типовых элементов. Существующие системы расчёта котельных агрегатов предполагают применение пользователем только типов элементов, созданных разработчиком. Как правило, программы не позволяют добавлять новые типы элементов или изменять существующие. Практически всегда неизвестными для пользователя остаются и внутренние алгоритмы расчётов, не говоря уже о возможности их модификации. Такой подход ограничивает возможности конструктора, изначально устанавливая определенные рамки на весь процесс разработки. Невозможной становится работа по созданию и исследованию новых элементов. Кроме того, сам расчёт ведётся по заранее определенному пути, с одним и тем же набором исходных данных, допуская незначительные вариации.

В данной ситуации не станет решением всех проблем даже предоставление конструктору прав работы с исходным кодом программы. Это, главным образом, неприемлемо из-за требования от пользователя наличия глубоких знаний по программированию, трудоёмкости внесения изменений и большой вероятности порождения ошибок.

Выходом может служить создание программного комплекса, позволяющего формировать схемы котельных агрегатов, содержащие не только элементы, созданные разработчиком, но и элементы, созданные конструктором, и рассчитывать полученные структуры процедурами, также разработанными конструктором. Новая система должна быть максимально контекстно-независимой и не должна привязываться конкретно к тепловому расчёту котла, а использоваться для формирования и расчёта любых схем и агрегатов. Комплекс предоставит конструктору инструменты для создания всех компонентов процесса формирования и расчёта схем и программу, объединяющую созданные компоненты в единый работающий механизм.

В качестве компонентов формирования и расчёта схем котельных агрегатов, разрабатываемых конструктором, согласно [1] можно выделить: типовые элементы, вещества, расчётные модули (калькуляторы).

Типовые элементы служат кирпичиками для составления схем и содержат информацию о своей конструкции (размеры, материал, особенности расположения и т.п.), о контактах для связи с другими элементами, а также расчётные процедуры, определяющие зависимости между параметрами элемента и параметрами входных/выходных веществ.

Вещества вводятся в схему, протекают через элементы и выводятся вовне. Они имеют собственные параметры и могут иметь свои расчётные процедуры для определения одних параметров через другие.

Калькуляторы содержат методы, которые могут быть вызваны расчётными процедурами элементов и веществ. Они позволяют производить расчёты различных величин, а расчётные процедуры элемента определяют последовательность использования калькуляторов для расчёта параметров конкретного элемента.

Параметры элементов и веществ представляются в виде древовидной структуры. Листья дерева – это параметры, все остальные узлы – это группы параметров. Каждый параметр или группа имеет свойства, определяющие, может ли вводиться значение данного параметра или группы пользователем и можно ли просматривать значение параметра при расчёте.

Для создания веществ, элементов и калькуляторов необходимо разработать собственный язык, простой и специализированный под задачи, решаемые комплексом, на котором можно описать как параметры компонентов, так и расчётные процедуры. Система должна подключать модули с описаниями компонентов и формировать на их основе среду разработки и расчёта схем. Наиболее эффективным методом создания компонентов представляется как непосредственное их описание на собственном языке, так и возможность использования программы, предоставляющей визуальные средства создания и редактирования. Здесь следует ориентироваться на пользователей, не имеющих глубоких знаний в программировании. Для описания самой схемы также целесообразно использовать специально разработанный язык, такой, чтобы редактирование схемы могло производиться как в визуальной среде, так и непосредственно изменением текстового файла.

Таким образом, комплекс формирования и расчёта схем котельных агрегатов должен включать в себя следующие программные модули: редактор веществ, редактор типовых элементов, редактор калькуляторов, модуль среды формирования и расчёта схем. Структура комплекса представлена на рис. 1.

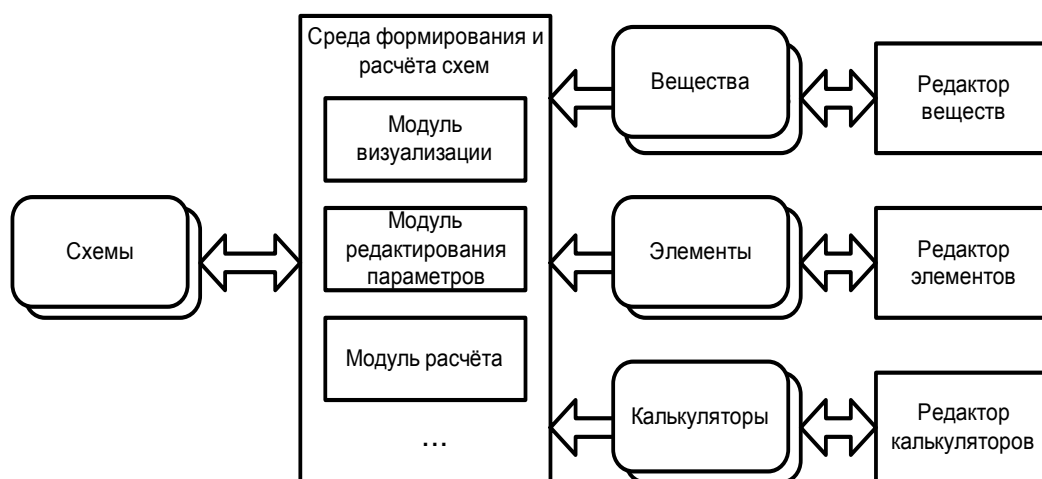


Рис. 1. Структура комплекса формирования и расчёта схем

Расчёт схем производится с использованием графов вычислений. По каждой расчётной процедуре элементов строится соответствующий граф вычислений, представленный в виде системы отношений между параметрами. Объединение элементов в схему соответственно порождает общий граф для всех элементов. Программно анализируя полученный граф можно определить набор параметров, достаточных для расчёта всей схемы, учитывая приоритеты, определяемые пользователем. Конструктор может вводить значения известных ему параметров и программа выдаст ему список параметров, которые необходимо ввести дополнительно.

Разработка комплекса предполагает решение основных задач:

- 1) формализация описания типов элементов, веществ, калькуляторов и разработка транслятора языка описания во внутренний формат;
- 2) формализация описания схемы котла и значений параметров отдельных элементов и веществ и разработка транслятора языка описания во внутренние структуры данных;
- 3) разработка визуальных средств создания веществ, элементов и калькуляторов;
- 4) разработка модуля отображения и построения схемы;
- 5) разработка и реализация методики определения достаточных исходных данных и расчёта с использованием графа вычислений;
- 6) создание базового набора элементов, веществ и калькуляторов и их тестирование на известных схемах котельных агрегатов.

Литература

1. Патрушев А.С. Представление схемы котельного агрегата для программного теплового расчёта // Современные энергетические системы и комплексы и управление ими: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 28 мая 2004 г.: В 2 ч. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004. – Ч. 1. – С. 49-51.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ГАЗА

Д.А. Плотников

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Рассмотрены вопросы построения аппаратных средств и программного обеспечения распределенной многоуровневой системы некоммерческого учета потребления газа.

В процессе функционирования тепловых электрических станций, работающих на газообразном топливе, возникает задача учета и оптимизации расхода газа. Отсутствие такого учета может заметно снизить экономические показатели функционирования предприятия.

С целью решения поставленной задачи была разработана автоматизированная распределенная система учета потребления газа. Система выполнена по трехуровневой схеме.

На нижнем уровне используются отечественные корректоры-расходомеры СПГ-761 производства НПФ «Логика» [1], объединенные сетью на основе интерфейса RS485. Применение нескольких корректоров обусловлено необходимостью измерения расхода газа в различных точках, удаленных друг от друга на значительные расстояния. В процессе работы корректоры непрерывно вычисляют и через определенные интервалы времени фиксируют в собственной энергонезависимой памяти значения мгновенного, часового и суточного расхода газа по контролируемым трубопроводам.

Сервер, представляющий второй уровень, периодически получает накопленные данные с корректоров и сохраняет их в базе данных системы. На основе этих данных формируются текущие, сменные, суточные, месячные и годовые архивы потребления газа. Программное обеспечение сервера реализовано в виде СОМ-объекта [2], что позволяет другим приложениям, поддерживающим соответствующую модель взаимодействия, обращаться к серверу с целью получения данных и управления параметрами работы.

Большинство типичных задач третьего уровня решается при помощи программы-клиента, входящей в комплект программного обеспечения системы. Эта программа в наглядной графической форме представляет информацию о текущих параметрах потребления газа, а также о режимах работы оборудования узлов учета. Цветовая и звуковая сигнализация о нештатных режимах работы своевременно привлекает внимание диспетчера. Представление на одном графике информации о заданном и фактическом расходе газа позволяет оператору легко выявить интервалы вре-

мени и объекты с аномально высоким или низким потреблением, а также своевременно скорректировать потребление газа или перейти на другой вид топлива.

Несмотря на то, что программное обеспечение системы решает основные задачи, связанные с учетом потребления газа, в нем предусмотрена возможность расширения путем использования дополнительных приложений-клиентов. Такие программы могут выполнять функции формирования нестандартных отчетов, преобразования данных в различные форматы, генерации специальных уведомлений (например, формирование SMS-сообщений заинтересованным лицам при возникновении определенных ситуаций). Благодаря использованию широко распространенной модели COM организация взаимодействия приложений-клиентов с сервером системы максимально упрощена. Более того, применение расширенной модели COM – Distributed COM (DCOM) – позволяет клиентам функционировать на любой рабочей станции, входящей в состав локальной сети предприятия.

Литература

1. АОЗТ НПФ «Логика». Корректор СПГ761. Руководство по эксплуатации. РАЖГ.421412.014 РЭ.
2. Microsoft Corporation. MSDN Library: COM and ActiveX object services. 1990. www.microsoft.com/msdn/.

E-mail: [**dpl@novoch.ru**](mailto:dpl@novoch.ru)

УДК 621.318.1.001.41

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

М.В. Ланкин

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Рассматривается возможность использования нейронных сетей при определении напряженности магнитного поля на поверхности образцов магнитотвердых материалов при их испытании в полуразомкнутых магнитных системах. Сравниваются погрешности при использовании нейронных сетей различных конфигураций.

Для получения магнитных характеристик материала по результатам исследования образца необходимо знать напряженность магнитного поля внутри его. Провести измерение внутри образца невозможно. Но, в силу непрерывности тангенсальной составляющей вектора напряженности магнитного поля на границе раздела сред можно измерить напряженность магнитного поля на поверхности испытываемого образца. Однако существующие измерительные преобразователи имеют размеры, не позволяющие

произвести измерения на нулевом расстоянии от поверхности образца. Решить эту задачу можно путем измерения напряженности магнитного поля в нескольких точках в окрестностях образца и экстраполированием полученных результатов на его поверхность.

В [1] рассматривается возможность определения напряженности магнитного поля (МП) в два этапа:

1 Определение напряженности МП в трех точках на удалении от испытуемого образца.

2. Вычисление искомой напряженности по выражению

$$H_0 = a_1 H_1 + a_2 H_2 + a_3 H_3,$$

где H_0 – напряженности МП на поверхности образца; H_1, H_2, H_3 – напряженности МП на удалении от поверхности образца на расстоянии x_1, x_2, x_3 соответственно; a_1, a_2, a_3 – некоторые коэффициенты связи.

Коэффициенты a_1, a_2, a_3 в [1] находились методом множественного регрессионного анализа.

При решении данной задачи возможно применение нейросетевых технологий. Мы исследовали однослойную нейронную сеть (НС) с линейной функцией активации (рис. 1) и двухслойную НС с одним нейроном в слое и тангенсальной функцией активации во входном слое и линейной функцией активации в выходном слое (рис. 2).

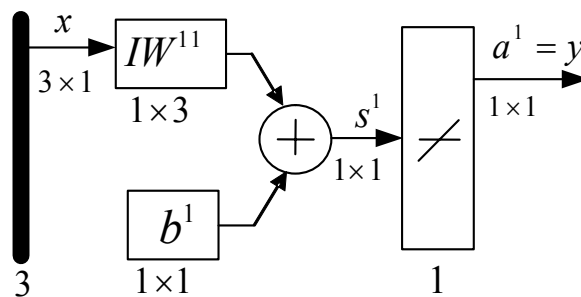


Рис. 1. Однослойная нейронная сеть

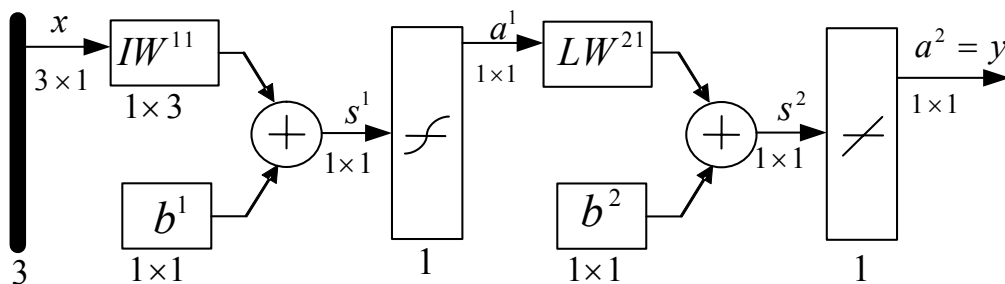


Рис. 2. Двухслойная нейронная сеть

Построение НС производилось с использованием инструментального средства *NNTool* программного пакета *Mathlab* 6 [2].

Для обеих НС задавалась среднеквадратичная ошибка обучения 0,01. Данный выбор обусловлен тем, что при такой среднеквадратичной ошибке вклад, вносимый НС в общую погрешность измерения, мал по сравнению с погрешностью измерительной установки.

Для обучения НС использовалась обучающая выборка, полученная при помощи математической модели намагничивающей системы. Из расчета получили величины напряженности при 250 значениях тока в намагничивающих катушках (от -3А до 3А). Для обучения НС мы использовали группу из четырех точек. Напряженность МП на расстояниях 0,5 мм, 1,5 мм, 2,5 мм от поверхности испытуемого образца использовались в качестве входных параметров, а напряженность непосредственно на поверхности образца – в качестве целевой функции. Имеющиеся 250 значений были распределены следующим образом: 246 значения тока использовались для обучения НС, а 4 значения тока, равномерно распределенные по выборке, использовались для расчета погрешности.

На рис. 3 и 4 изображено изменение ошибки НС в процессе обучения. Видно, что обе НС успешно прошли стадию обучения. Результаты расчета погрешности приведены в табл. 1.

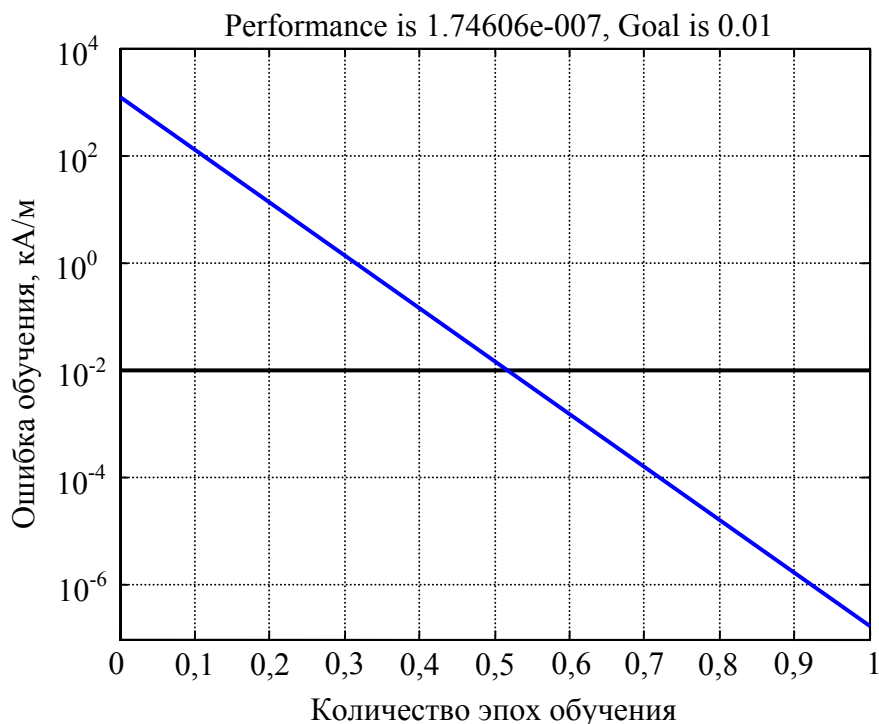


Рис. 3. Процесс обучения однослойной нейронной сети

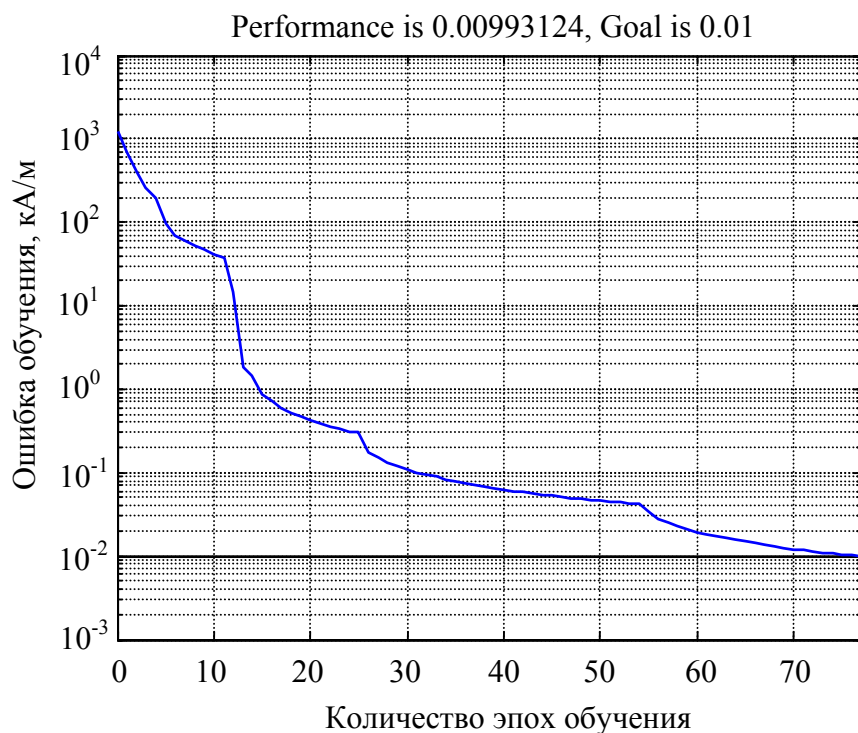


Рис. 4. Процесс обучения двухслойной нейронной сети

Таблица 1

Погрешность нейронной сети

Тип НС	Относительная погрешность для тестовых значений, %				Среднеквадратичная ошибка тестирования сети, кА/м
Однослойная	0,0016	0,0017	0,013	0,0016	0,0000003
Двухслойная	0,016	0,013	0,12	0,06	0,019

Для исследования зависимости погрешности НС от объема обучающей выборки нами произведен следующий вычислительный эксперимент. Из исходной обучающей выборки, равной 246 значениям, убиралось каждое пятое значение и производилось повторное обучение сети. После чего опять производится уменьшение выборки на одну пятую и т.д. Дойдя до размера обучающей выборки 124, убиралось каждое второе значение.

Результаты эксперимента для однослойной и двухслойной НС приведены в табл. 2 и 3 соответственно.

Таблица 2

Результаты обучения однослойной нейронной сети

Объем обучающей выборки, шт.	Среднеквадратичная ошибка обучения сети, кА/м	Среднеквадратичная ошибка тестирования сети, кА/м
246	$1,8 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-7}$
196	$1,8 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-7}$
157	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$3,5 \cdot 10^{-7}$
124	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-7}$
62	$2,7 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-7}$
31	$9,4 \cdot 10^{-7}$	$8 \cdot 10^{-7}$
15	$9,4 \cdot 10^{-7}$	$7 \cdot 10^{-7}$
8	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$15 \cdot 10^{-7}$
4	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$23 \cdot 10^{-7}$
2	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-6}$

Таблица 3

Результаты обучения двухслойной нейронной сети

Объем обучающей выборки, шт.	Количество эпох обучения НС, шт.	Среднеквадратичная ошибка тестирования сети, кА/м
246	77	0,019
196	82	0,018
157	89	0,021
124	92	0,02
62	85	0,018
31	95	0,021
15	94	0,03
8	107	0,044
4	104	30
2	27	1034

Полученные результаты показали, что при решении данной задачи однослойная НС обучается значительно быстрее и требует меньшего размера обучающей выборки, чем двухслойная НС, а среднеквадратичная ошибка обучения однослойной НС значительно меньше чем у двухслойной НС. Графики зависимости среднеквадратичной ошибки тестирования для однослойной и двухслойной НС от величины обучающей выборки приведены на рис. 5.

Таким образом, можно сделать вывод, что при решении данной задачи достаточно использовать однослойную НС с линейной функцией активации.

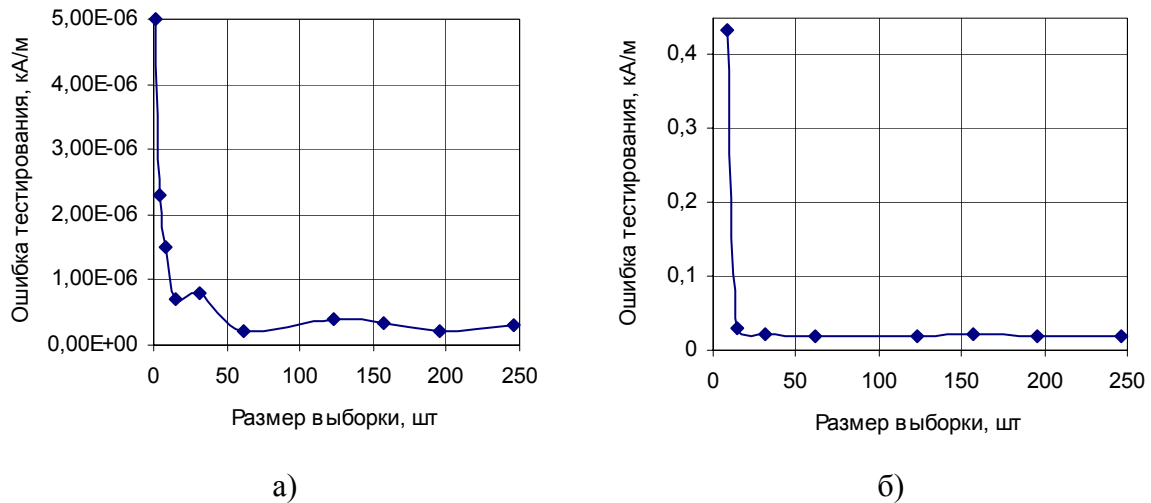


Рис. 5. Графики зависимости среднеквадратичной ошибки тестирования НС от величины обучающей выборки для однослойной (а) и двухслойной (б) НС

Дальнейшие исследования однослойной НС производились на экспериментальных данных, полученных в ходе измерения напряженности МП в окрестностях четырех образцов, изготовленных из магнитотвердых материалов (МТМ). Параметры образцов и объем обучающей выборки приведены в табл. 4, кривые размагничивания МТМ – на рис. 6.

Таблица 4

Параметры образцов

Номер образца	Тип МТМ	Форма образца	Размеры образца, мм	λ	B_r , Тл	H_c , кА/м	Объем обучающей выборки, шт.
1	ЮН14ДК 24	Параллелепипед	29×15×15	1,4	1,24	52,46	75
2	ЮН14ДК 24	Параллелепипед	48×15×15	2,3	1,15	49,74	73
3	ЮНДК15	Цилиндр	Ø20×60	3	1,34	64,28	73
4	ЮН15ДК25	Параллелепипед	48×15×15	2,3	0,93	47,93	86

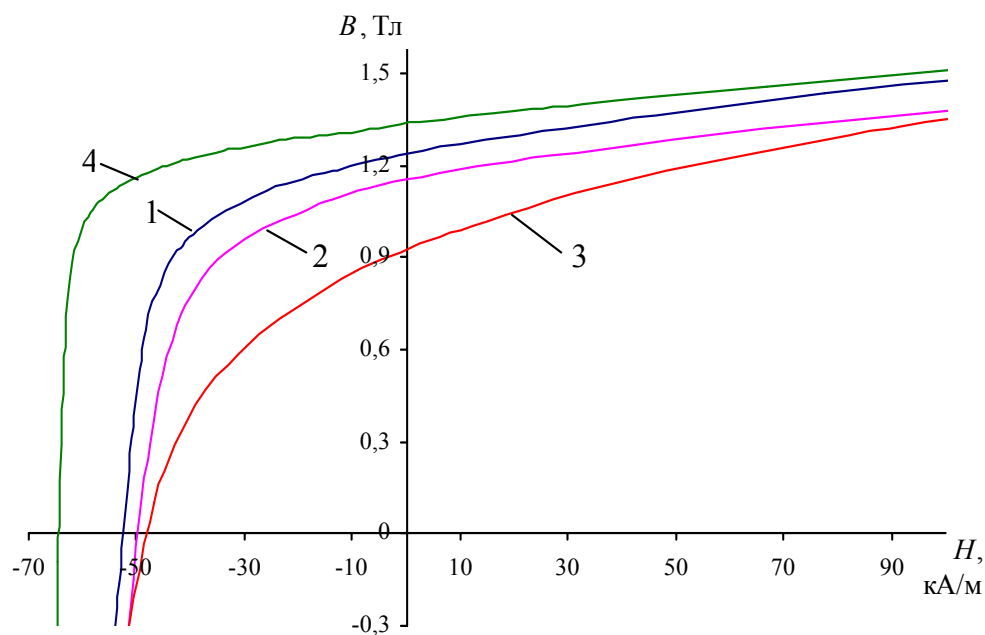


Рис. 6. Кривые размагничивания магнитотвердых материалов

В начале проверялась возможность обучить НС при помощи экспериментальных данных одного образца. Для этого все образцы по очереди выступали в роли «учителя», а по экспериментальным данным других образцов определялась погрешность измерения магнитных характеристик МТМ в соответствии с методикой, приведенной в ГОСТ 8.268–77. Результаты этих расчетов приведены в табл. 5. Как видно, погрешность максимальна в тех случаях, когда существенно различается геометрический параметр λ (вычисленный как отношение длины к ширине) у образца «учителя» и образца, на котором проводится тестирование.

Таблица 5

Погрешность при обучения НС на одном образце

Номер образца	λ	Погрешность измерения магнитных характеристик МТМ, %			
1	1,4	Учитель/0,06	7,7	12,0	9,6
2	2,3	2,3	Учитель/0,4	1,6	0,5
4	3	6,1	0,7	Учитель/0,15	1,7
3	2,3	4,7	1,4	7,6	Учитель/0,6

По этой причине было увеличено количество образцов, выступающих в роли учителя (результаты приведены в табл. 6) и добавлен в качестве входного сигнала геометрический параметр λ (результаты приведены в табл. 7).

Таблица 6

Погрешность при обучения НС на нескольких образцах

Номер образца	λ	Погрешность измерения магнитных характеристик МТМ, %			
1	1,4	Учитель/1,1	14,0	Учитель/0,8	Учитель/2,4
2	2,3	3,7	Учитель/1,2	Учитель/0,8	Учитель/1,5
3	3	Учитель/1,4	Учитель/1,2	2,4	Учитель/1,5
4	2,3	2	3,7	4,8	Учитель/3,9

Таблица 7

Погрешность при обучения НС на нескольких образцах

Номер образца	λ	Погрешность измерения магнитных характеристик МТМ, %			
1	1,4	Учитель/1,3	11,9	Учитель/1,0	Учитель/3,9
2	2,3	3,8	Учитель/1,6	Учитель/1,0	Учитель/1,9
3	3	Учитель/2,5	Учитель/1,6	2,9	Учитель/1,1
4	2,3	2,1	4,1	5,5	Учитель/3,3

Проведенные исследования показали, что погрешность измерения магнитных характеристик МТМ тем меньше, чем представительней обучающая выборка, а добавление геометрического параметра λ не оказывает существенного влияния на работу НС.

Литература

1. Пжилуский А.А. Определение напряженности магнитного поля на поверхности постоянных магнитов // Микропроцессорные, аналоговые и цифровые системы: проектирование и схемотехника, теория и вопросы применения: Материалы IV международной науч.-практич. конф. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004. – С. 39-47.
2. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. MathLab 6 / Под общ. ред. канд. техн. наук. Потемкина В.Г. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002 – 496 с.

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, т. 55-2-14 e-mail: lankinmv@novoch.ru

УДК 681.3:658.334

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ РЕСУРС ОРГАНИЗАЦИЙ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Е.С. Саломатина

Московский государственный областной университет

Определена роль компьютерных технологий в развитии отечественных организаций грузового автомобильного транспорта. Компьютерные технологии рассматриваются как важнейший интеллектуальный ресурс в управлении автотранспортной организацией в условиях научно-технической и информационной революций.

Выбор России в пользу рыночной экономики, сделанный в начале 90-х годов, и начавшиеся структурные и институциональные реформы существенно изменили условия работы грузового автомобильного транспорта и сложившуюся на протяжении многих лет систему перевозочного процесса. Сегодня грузовые автотранспортные организации работают в условиях отсутствия централизованных заказов, вынуждены сами искать новые пути своего развития, гибко реагировать на изменения динамичной внешней среды, что вызывает определенную нестабильность формирования объемов их услуг. Результатом становится неуверенность организаций в достижении положительных результатов от производственно-хозяйственной деятельности, возрастает риск их устойчивого функционирования на конкурентном рынке и банкротства. В таких условиях именно интеллектуальные ресурсы лежат в основе развития автотранспортных организаций, позволяют находить решения возникающих информационных, технических и организационно-управленческих проблем, гибко реагировать и адаптироваться к переменам в целях предотвращения кризисной ситуации и продолжения функционирования.

Анализ публикаций по вопросам состояния и тенденций развития автомобильного транспорта в России [1-4] позволяет определить актуальность проблемы использования компьютерных и информационных технологий в управлении отечественной грузовой автотранспортной организацией (ГАО). Компьютерные технологии становятся не просто целесообразным инструментом повышения эффективности деятельности, но и настоятельно необходимым интеллектуальным активом ГАО. Проблема управления процессом производства транспортных услуг характеризуется в настоящее время возросшими потоками информации, возникающими в результате сложного многопланового взаимодействия ГАО с внешней средой. Её разрешение кроется в разработке и внедрении в практику новых, более эффективных компьютерных технологий управления автотранспортной организацией, построенных на комплексном использовании информации. Применение компьютерных технологий диктуется научно-технической и информационной революциями, экономическими и технологическими условиями транспортного процесса, расширением специализации перевозок, потребностью современного производства в самой детальной и оперативной информации. Традиционные методы и средства управления уже не позволяют своевременно получать необходимую достоверную информацию о ходе производства транспортных услуг и его материально-техническом обеспечении, и, следовательно, предотвратить нарушения и диспропорцию производства. Автоматизация управления ГАО на основе использования компьютерных технологий, представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, которые, не изменяя общего содержания, целей и задач управления, позволяют совершенствовать его методы. Появляется возможность производить своевременный сбор, регистрацию, передачу, быструю и качественную обработку необходимых данных, анализировать их и оперативно принимать обоснованные управленческие решения. Это служит предпосылкой и основой совершенствования всех элементов системы управления ГАО: организационной структуры, функций, методов и техники управления, системы информации.

Современные компьютерные технологии благодаря большим возможностям в преобразовании информации изменяют содержание процесса управления, повышают производительность труда управленческого персонала. Так, например, в процессе технической эксплуатации автомобильного транспорта компьютерные технологии применяются для учета, нормирования, организации снабжения и управления процессами ТО и ремонта, определения оптимальных сроков службы деталей и агрегатов, выбора типа подвижного состава, в качестве бортовых компьютеров различного назначения и т.п. Компьютеризация управленческого труда в организациях

грузового автомобильного транспорта позволяет выделить следующий круг задач, решаемый с помощью данных компьютерных технологий:

– учетно-аналитические. Анализ доходности по автомобилям и водителям, учет затрат на ТО и ремонт и др.;

– административно-управленческие. Планирование и контроль постановки автомобиля на ТО и ремонт, учет и контроль имущества и запасных частей, контроль за работой водителей на линии, решение логистических задач и др.;

– справочные. Базы данных по конструкции, ценам и свойствам автомобилей, их комплектации, нормативы ТО и ремонта, каталоги запасных частей и материалов и др.

Таким образом, компьютерные технологии являются важнейшим интеллектуальным ресурсом организаций грузового автомобильного транспорта и применяются в следующих направлениях: как средство, позволяющее оптимизировать процесс производства транспортных услуг, как конструктивно-технологический элемент, входящий в конструкцию подвижного состава, как инструмент научных исследований и анализа.

Литература

1. Конодо В.В. Проблемы развития транспортной отрасли // Автотранспортное предприятие. – 2004. – № 4. – С. 19-20.
2. Кузьмина В. На пути к цивилизованному рынку // Автоперевозчик. – 2004. – № 4. – С. 16-22.
3. Липовский В. Приоритеты транспортной кооперации // Автоперевозчик. – 2004. – № 2. – С. 26-27.
4. Могилевкин И. Транспорт в прошлом и нынешнем веке // Мировая экономика и международные отношения. – 2001. – № 9. – С. 34-43.

E-mail: kontaktnaya@inbox.ru

УДК 62.50

МИНИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ НА ПОСТРОЕНИЕ НАДЕЖНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

А.Б. Новиков

Липецкий государственный технический университет

Дизайн современных сетей передачи данных, обладающих высоким показателем надежности, одна из существенных проблем в телекоммуникационной промышленности. Приводится метод решения данной проблемы, использующий генетический алгоритм.

Надежность современных сетей передачи данных является важной характеристикой, так как потеря соединения даже между двумя узлами в

сети может привести не только к нарушению функционирования всей сети в целом, но также, в случае коммерческой эксплуатации, к большим финансовым и имиджевым потерям. В то же время построение больших магистральных сетей, обладающих высокой степенью надежности, требует больших капиталовложений. Помимо затрат на материалы и оборудование существенную статью расходов составляют затраты на прокладку кабеля или аренду транспортного потока у сторонних организаций.

Планируемая сеть передачи данных представляется в виде нагруженного графа $G = (N, A, X, c)$, $A \in N \times N$, $X \in N \times N$, $c: A \rightarrow N$, где N – узлы, A – дуги, X – матрица топологии сети. Каждой i -й дуге присвоено значение c_i , отражающее стоимость построения или использования i -го канала связи. Топология сети задается матрицей $X = \{x_{ij}\}$, где $x_{ij} = \{0, 1\}$ – определяет наличие прямого линка между узлами i и j : 0 – отсутствует, 1 – узлы соединены друг с другом прямым каналом связи. Предполагается, что в данной сети должен быть возможен обмен трафиком между всеми узлами. Значение показателя надежности сети $R(X)$ можно рассчитать, используя различные методики, например в [1] предлагается методика его расчета с применением метода Монте-Карло. Показатель надежности будет максимальным, если все элементы матрицы X являются единицами, то есть каждый узел сети соединен прямым каналом связи с каждым. Однако данная конфигурация на практике практически нереализуема вследствие чрезвычайно больших финансовых затрат. Таким образом, решением задачи будет матрица X^0 , обеспечивающая наивысшую надежность сети $R_{\max} = R(X^0)$ при минимально возможных затратах $C_{\min}$:

$$C_{\min} = C(X^0) = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N c_{ij} x_{ij}^0. \quad (1)$$

Кодирование данных и решение задачи с помощью генетического алгоритма аналогично [2]. Популяция генетического алгоритма состоит из k матриц X , задающих возможные различные конфигурации сети, каждая из которых обладает своим показателем надежности R_k и жизнеспособностью $F(X_k)$:

$$F(X_k) = C_{\max} - C_k + R^2(X_k), \quad (2)$$

где $C_{\max} = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N c_{ij}$ – максимальная стоимость сети; $C_k = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N c_{ij} x_{ij}^k$,

$R(X_k)$ – стоимость и надежность сети при конфигурации X_k .

Таким образом, генетический алгоритм, эволюционируя, максимизирует функцию (2), тем самым минимизируя стоимость построения сети (1) и увеличивая по возможности ее надежность.

Литература

1. M.-S. Yeh, J.-S. Lin and W.-C. Yeh, "A new Monte Carlo method for estimating network reliability", Proceedings of the 16th International Conference on Computers & Industrial Engineering, 1994. – P. 723-726.
2. Новиков А.Б. Оптимизация маршрутной политики в вычислительных сетях с применением генетических алгоритмов // Теория, методы проектирования, программно-техническая платформа корпоративных информационных систем: Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004. – С. 217-219.

398036, г. Липецк, пр. 60 лет СССР, д. 45, кв. 91, e-mail: alen@lipetsk.ru

УДК 519.816

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О РАСШИРЕНИИ СЕТЕЙ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ КОЛЛЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ

Н.В. Попов, О.Н. Андрейчикова

Волгоградский государственный технический университет

Предлагается новый подход к решению задач, возникающих при развитии сетей связи – представление задачи в виде проблемы коллективного выбора и использование специально разработанной системы поддержки принятия коллективных решений.

Рассмотрим достаточно типичную задачу, возникающую при развитии сетей связи. Некоторая телекоммуникационная компания (ТК) планирует расширение, включающее строительство помещения под автоматическую телефонную станцию (АТС), прокладку линии связи, а также закупку оборудования и выбор обслуживающего персонала. Директору ТК необходимо определить: в каком населенном пункте построить новую станцию, какая строительная компания будет выполнять работы по прокладке линии связи и постройке здания, по какому типовому проекту будет строиться здание, в каком банке выгоднее всего брать кредит, какого типа линию связи необходимо проложить, АТС какого типа и на какое количество номеров необходимо установить, какое оборудование мультисервисной сети необходимо установить, кроме того необходимо подобрать подходящие кандидатуры обслуживающего персонала.

Традиционно подобные задачи решаются путем разбиения исходной задачи на подзадачи и распределением подзадач между различными отделами. Этот способ обладает рядом недостатков, среди которых основные – большие временные затраты на поиск решения и большая вероятность принятия неоптимального решения. Эту проблему призваны решать системы поддержки принятия коллективных решений. Если альтер-

нативы рассматриваются как равноправный субъект выбора и при этом обе выбирающие стороны оценивают друг друга по многим критериям, возникает задача нахождения компромисса между взаимными требованиями участников выбора. Данная проблема может быть представлена как задача коллективного выбора решения с произвольным числом участников (субъектов). Лучшее решение представляет собой комбинацию субъектов выбора, обладающую максимальным значением целевой функции, которая вычисляется как обобщенная мера удовлетворения взаимных требований. Тестовые испытания разработанного программного обеспечения показали следующие преимущества описанного подхода. Предлагаемая система соответствует естественным человеческим возможностям, не требует от ЛПР лишней информации и освоения таких трудоемких процедур, как сравнение векторных оценок и т.п. Она обеспечивает хорошее соответствие естественным человеческим возможностям представления знаний, необходимых для совершения обоснованного выбора. Благодаря этому достаточно объективные результаты могут быть получены за очень короткое время.

Литература

1. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Компьютерная поддержка изобретательства. – М.: Машиностроение, 1998.
2. Андрейчикова О.Н., Попов Н.В. Программная система для формирования и выбора коллективных решений // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2003. – № 6.
3. Руководство по администрированию Caché 4.1.3. <http://www.informx.ru>

УДК 621.324

ИССЛЕДОВАНИЕ КЛАССИЧЕСКИХ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ И ВЕРОЯТНОСТНОГО АЛГОРИТМОВ ДЕКОДИРОВАНИЯ КОДА РИДА-СОЛОМОНА

Н.С. Могилевская, В.Н. Чепель

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

Представлены результаты имитационных экспериментов, направленных на изучение исправляющей способности декодеров РС-кода к различным типам помеховой обстановки. Исследования проводились как для классических детерминированных декодеров, так и для нового вероятностного декодера.

Код Рида-Соломона (РС-код) [1] является блочным циклическим кодом, который задается над конечным полем Галуа $GF(q = p^r)$, где p – простое число, причем обычно $p = 2$. РС-код определяется следующими пара-

метрами: длина кодового слова $n = q-1 = 2^r-1$; размерность кода $k \leq n-1$; число проверочных символов в кодовом слове $m = n - k$; минимальное кодовое расстояние $d = n-k+1$. РС-код способен исправлять до $m/2$ ошибок на кодовое слово. Выбранные параметры РС-кода принято задавать парой (n, k) .

Для РС-кодов существует несколько детерминированных алгоритмов декодирования, которые обеспечивают одинаковую исправляющую способность, характерную для этих кодов. Алгоритмы различаются по сложности реализации и наличию некоторых возможностей косвенной проверки правильности декодирования. Алгоритм У. Питерсона [1] основан на представлении входного информационного вектора в качестве частот некоторого спектра и применении прямого и обратного дискретного преобразования Фурье. В этом алгоритме не требуется решения системы линейных уравнений для нахождения позиций и величин ошибок, что является трудоемкой задачей. Алгоритм В.М. Муттера [2] использует симметричный порождающий полином, что ускоряет его работу. Он обеспечивает более низкую вероятность ложного декодирования по сравнению с алгоритмом Питерсона.

В.М. Сидельниковым в [3] предложен вероятностный алгоритм декодирования РС-кодов для исправления числа ошибок, большего $m/2$. Особенностью алгоритма является необходимость заранее предположить максимально возможное число ошибок, которое может «попасть» на кодовое слово. Если указанное число меньше числа реально произошедших ошибок, то кодовое слово декодируется ошибочно. Алгоритм основан на вычислении синдрома зашумленного кодового слова и подборе вектора, для которого проверяются некоторые условия. В случае их выполнения производится декодирование, в противном случае подбирается новый вектор.

Для перечисленных алгоритмов получены программные реализации кодеков для любых параметров n и k для $GF(2^r)$, где $r \leq 10$. Построенные кодеки были подключены к компьютерной имитационной модели цифрового помехоустойчивого канала, важной частью которой является имитационная модель источника квазипериодических случайных ошибок для канала с многобуквенным алфавитом состояний [4]. Для различных характеристик канала и различных параметров кода были проведены имитационные эксперименты, направленные на изучение исправляющей способности реализованных кодеков по отношению к помехам различного типа.

Литература

1. Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки. – М.: Мир, 1976. – 594 с.
2. Муттер В.М. Основы помехоустойчивой телепередачи информации. – Ленинград: Энергоатомиздат, 1990. – С. 254-258.

3. Сидельников В.М. Декодирование кода Рида-Соломона при числе ошибок, большем $(d-1)/2$ и нули многочленов нескольких переменных // Проблемы передачи информации. Т. 3. Вып. 30. – 1994. – С. 51-69.
4. Деундяк В.М., Могилевская Н.С. Имитационная модель квазипериодических случайных ошибок для канал с многобуквенным алфавитом состояний // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Информационная безопасность». – Таганрог: ТРТУ, 2004. – С. 366-368.

344010, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1, т. 738-799, e-mail: nadenka@pochtamt.ru

УДК 519.725

ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ИССЛЕДОВАНИИ СПИСОЧНОГО ДЕКОДЕРА СУДАНА ДЛЯ КОДОВ РИДА-СОЛОМОНА

А.Э. Маевский, В.В. Мкртчян

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

Представлены результаты экспериментальных исследований помехоустойчивости списочного декодера Судана для расширенных РС-кодов над полями Галуа, проведенных с помощью построенной имитационной компьютерной модели цифрового помехоустойчивого канала передачи данных.

Среди различных классов недвоичных линейных блочных кодов коды Рида-Соломона (РС-коды) являются одними из самых важных для практических приложений. Их ценность объясняется тем, что, во-первых, они относятся к классу МДР-кодов, а во-вторых, для них разработаны достаточно эффективные алгоритмы декодирования, допускающие аппаратную реализацию [1]. Тем не менее, в последнее время конструируются и исследуются новые декодеры для РС-кодов, которые, по сравнению с классическими декодерами, позволяют исправлять большее количество ошибок при тех же условиях.

Напомним, что расширенный $[n, k, d_{\min}]_q$ – РС-код над полем Галуа F_q имеет параметры: длина кодового слова $n=q$, размерность кода $k(\leq n)$, минимальное кодовое расстояние $d_{\min}=n-k+1$. Классические декодеры (например, Питерсона [1] или Берлекэмп-Вэлча) позволяют исправить до $t=(d_{\min}-1)/2$ ошибок на одно кодовое слово. В 1997 году Суданом в [2] был найден алгоритм декодирования расширенных РС-кодов, основанный на предложенной в 1957 году Элиасом и Возенкрафтом идее списочного декодирования. Декодер Судана позволяет в случае $k \leq (n+1)/3$ исправить $t_s > (d_{\min}-1)/2$ ошибок, однако при этом он возвращает не единственное кодовое слово, а список всех кодовых слов, отстоящих от принятого по

зашумленному каналу слова на расстояние Хэмминга не большее t_S . Величина t_S обратно пропорционально зависит от k и является параметром декодера: чем меньше k , тем больше количество исправляемых декодером ошибок t_S и тем больше размер списка кодовых слов на выходе декодера.

В настоящей работе представлены результаты экспериментов, проведенных на компьютерной модели цифрового помехоустойчивого канала передачи данных. Цель экспериментов – исследование корректирующей способности декодера Судана при различных параметрах РС-кодов. В ходе экспериментов канал передачи данных рассматривался как стационарный двоичный симметричный канал без памяти и стираний с аддитивной помехой, моделируемой как периодическая случайная величина.

Одним из направлений экспериментальных исследований было определение стратегии выбора правильного кодового слова из списка, получаемого от кодека. В качестве критериев отбора использовались:

- случайный выбор,
- случайный выбор с учетом вероятности появления того или иного кодового слова,
- вероятностный выбор по словарю,
- детерминированный выбор с использованием дополнительных префиксов (суффиксов), добавляемых к информационным словам.

Для различных критериев экспериментально определялись зависимости вероятности правильного приема кодового слова от вероятности ошибки в канале, величины размерности РС-кода, количества исправляемых ошибок, размера выходного списка. Проведенные эксперименты могут быть практическим критерием для оптимального выбора параметров кодека Судана. Предполагаются исследования каскадов классических кодеков и кодека Судана.

Литература

1. Муттер В.М. Основы помехоустойчивой телепередачи информации. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-е, 1990. – 288 с.
2. Sudan M. Decoding of Rees-Solomon codes beyond the error-correction bound // Journal of Complexity. – 1997. – Vol. 13. – pp. 180-193.

344113, г. Ростов-на-Дону, бул. Комарова, 26 кв. 156, тел. (863) 3-206-701,
e-mail: tim_org@mail.ru

ИНФОРМАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

С.В. Филиппов

Каменский институт Южно-Российского государственного
технического университета (НПИ)

Рассмотрен вариант информационно-экономической поддержки проектирования и управления производством на основе автоматизации конструкторско-технологического документооборота предприятия с применением CALS-технологий.

Современная экономика, характеризующаяся усилением конкуренции на мировых рынках, ставит в качестве основной задачи экономию ресурсов: материальных, интеллектуальных, временных, информационных. Особую роль при решении этой задачи играют информационные технологии, развитие которых в начале XXI века определяется стремлением к объединению информационных ресурсов и кооперации при создании информационных систем, совместному использованию информации. Главным итогом этого процесса стало то, что в современных условиях информация стала основным товаром.

Информационная поддержка необходима на всех этапах жизненного цикла изделия: маркетинг, проектирование и/или разработка технических требований к создаваемой продукции, материально-техническое снабжение, подготовка и разработка технологических процессов, производство, контроль, проведение испытаний и обследований, упаковка и хранение, реализация, монтаж, эксплуатация, техническое обслуживание, утилизация.

Развитие информационных технологий в процессах проектирования и производства изделий уже в 60-е годы прошлого века позволило учитывать в процессах проектирования большее число факторов, а также технически усложнить изделие. Разработка и внедрение в 70-х годах прошлого века CAD/CAM/CAE-систем позволили увеличить количество вариантов проектирования с одновременным повышением качества результатов математического моделирования. В 80-е годы прошлого века практически во всех областях деятельности человека появилось стремление к объединению информационных технологий за счет совместного использования информации, что позволяло выстоять в жесткой конкуренции на международном рынке за счет ускорения решения поставленных проблем [1].

Таким образом, возникла потребность в создании новой информационной стратегии, ведущей к пересмотру путей ведения бизнеса, использова-

нию программных средств, поддерживающих международные стандарты, более эффективному использованию информации, новым методам сотрудничества между предприятиями-партнерами. Так, в середине 80-х годов прошлого века в министерстве обороны США возникла CALS-технология. Первоначально аббревиатура расшифровывалась как «Компьютерная поддержка логистических систем» (Computer-Aided of Logistics Support). В дальнейшем в смысловом содержании CALS-технологий произошел ряд изменений и в настоящее время принято название «Непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукции» (Computer Acquisition and Life-cycle Support) [2].

Таким образом, информационные технологии нашли применение в самых различных областях: в коммерции, в процессах проектирования, производства и эксплуатации.

Стратегия CALS предусматривает наличие следующих элементов создания единого информационного пространства:

- автоматизация отдельных этапов жизненного цикла изделия и представление данных на них в электронном виде;
- интеграция автоматизированных процессов и относящихся к ним данных, уже представленных в электронном виде, в рамках единого информационного пространства;
- обеспечение целостности данных;
- возможность организации доступа к данным географически удаленных участников жизненного цикла изделия;
- доступность измененных данных сразу всем участникам жизненного цикла изделия;
- повышение скорости поиска данных и доступа к ним по сравнению с бумажной документацией;
- возможность использования различных компьютерных систем для работы с данными.

Важным направлением CALS-технологий является автоматизация конструкторско-технологического документооборота предприятия на основе системы управления данными об изделии (PDM-системы). Причем, наиболее эффективно применение CALS-технологий при освоении производства новых изделий, не «обремененных» прежними традициями организации работ. Немаловажно также, чтобы объемы производства и продаж этих изделий ежегодно увеличивались, а жизненный цикл должен быть достаточно продолжительным – 5-10 лет. В этом случае имеется возможность поэлементного освоения CALS-технологий путем обработки блоков, моделирующих функционирование изделия на различных этапах жизненного цикла изделия. Это должны быть изделия для мелкосерийного произ-

водства, поставляемые по конкретным заказам. В этом случае обработку информационных потоков, осуществляемых в рамках CALS-технологий, можно производить при сравнительно небольшом числе каналов связи, обусловленных главным образом количеством потребителей изделия. Желательно, чтобы многообразие требований заказчиков могло быть удовлетворено путем комплектования различных конфигураций изделий из однотипных модулей, что значительно упрощает процесс адаптации каждого изделия к условиям конкретного заказа [3].

Учитывая то, что сравнительно небольшое количество изделий удовлетворяет вышеуказанным требованиям, в отечественной экономике предпочтительно выделение отдельных производств (видов изделий), для которых освоение CALS-технологий может быть осуществлено в наиболее благоприятных условиях. Представляется целесообразным также выделение отдельных подсистем предприятия для первоочередного внедрения элементов CALS-технологий. В число изделий, могущих стать базой для последующего широкого освоения CALS-технологий, входит отопительное газоиспользующее оборудование, к которому относятся котлы и воздухонагреватели как промышленного, так и бытового назначения.

Разумеется, невозможно сразу перейти от чертежей к полному электронному макету изделия. Это длительный и сложный процесс. Однако, выбрав критические компоненты изделия и создав их полный электронный макет, можно значительно повысить CALS-готовность конструкторско-технологической информационной подсистемы предприятия. Следующим шагом может быть создание электронных макетов других компонентов и т.д., вплоть до создания электронного макета всего изделия и даже процесса производства. Таким образом, CALS-готовность можно повышать планомерно, постепенно переходя от бумажных чертежей к полному электронному макету всего изделия.

Литература

1. Дмитриев В.И. Опыт внедрения CALS за рубежом // Автоматизация проектирования. – 1997. – № 1.
2. Колбачев Е.Б. Управление производственными системами на основе совершенствования и развития информационно-экономических ресурсов. – Ростов-на Дону: СКНЦ ВШ, 2003. – 496 с.
3. Дмитриев В.И., Норинков И.П. STEP- и CALS-технологии // Информационные технологии. – 1998. – № 5.

347800, Ростовская обл., г. Каменск-Шахтинский, пр. Карла Маркса, 23, т. 5-26-64,
e-mail: filipps@bk.ru

УДК 622.33:338(06)

РАЗРАБОТКА ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МИНИМИЗАЦИИ СУММАРНЫХ ЗАТРАТ НА ШАХТАХ РОССИЙСКОГО ДОНБАССА

М.Р. Топчиенко

Шахтинский институт Южно-Российского государственного технического университета

Отражен процесс разработки экономико-математической модели минимизации суммарных затрат на шахтах Российского Донбасса на основе регрессионных моделей, который включает в себя исследование степени влияния различных факторов на себестоимость добычи угля.

Экономико-математическая модель суммарных затрат предназначена для оперативного планирования и расчета данного экономического показателя. Она основана на уравнении регрессии себестоимости добычи угля (1) и суммарных коэффициентов эластичности, учитывающих степень непосредственного и опосредованного влияния факторов:

$$Y_{\text{СЕБ}} = 0,326 X_{\text{МГР}} + 1,560 X_V + 3,665 X_{\text{ПД}} + 83,321 X_{\text{ПР}} - 7,479 X_{\text{ПР.ТР}} + 404,126 X_{\text{УД.Ч.}} + 187,022, \quad (1)$$

где $X_{\text{МГР}}$ – максимальная глубина разработки, м; X_V – среднемесячное продвижение действующей линии очистного забоя, м; $X_{\text{ПД}}$ – удельная протяженность поддерживаемых выработок, м/сут. добычу; $X_{\text{ПР}}$ – удельный объем проведения подготовительных выработок, м/сут. добычу; $X_{\text{ПР.ТР.}}$ – производительность труда рабочего по добыче угля, т/мес.; $X_{\text{УД.Ч.}}$ – удельный вес рабочих на очистных работах в общей численности рабочих по добыче, %.

Каждый аргумент, вошедший в уравнение, также испытывает на себе влияние других факторов. Ниже представлены уравнения регрессии пяти показателей, вошедших в регрессионную модель (1).

$$X_V = 5,045 X_M - 87,462 X_{\text{УД.Ч.}} + 53,975, \quad (2)$$

где X_M – среднединамическая мощность разрабатываемых пластов, м.

$$X_{\text{ПД}} = -0,039 X_{\text{МГР}} - 0,403 X_V - 6,056 X_{\text{ПР}} + 84,975 \quad (3)$$

$$X_{\text{ПР}} = -0,114 X_M + 0,007 X_Z - 0,226 \quad (4)$$

где X_Z – средняя длина лавы, м.

$$X_{\text{УД.Ч.}} = -0,022 X_{\text{ПР}} - 0,000364 X_{\text{ПД}} + 0,251 \quad (5)$$

$$X_{\text{ПР.ТР.}} = 0,021 X_{\text{МГР}} + 11,514 X_M + 0,481 X_V + 0,107 X_{\text{ЭЛ}} + 110,553 X_{\text{УД.Ч.}} - 48,662 \quad (6)$$

где $X_{\text{ЭЛ}}$ – электровооруженность труда рабочего, кВт-ч./чел.-день.

После построения всех моделей факторов было рассчитано общее (непосредственное и опосредованное) влияние на себестоимость того или иного фактора (табл. 1).

Таблица 1

Изменение функций при изменении на 1 % факторов (аргументов)

Факторы	X_M		$X_{MГР}$		$X_{ПР}$		X_Z		X_V		$X_{ЭЛ}$		$X_{уд.ч.}$		$X_{ПД}$		$X_{ПР.ТР.}$	
	Непоср	Опосред	Непоср	Опосред	Непоср	Опосред	Непоср	Опосред	Непоср	Опосред	Непоср	Опосред	Непоср	Опосред	Непоср	Опосред	Непоср	Опосред
X_V	0,174												-0,457					
$X_{ПД}$			-0,919		-0,173				-0,523									
$X_{ПР}$	-0,178						1,413											
$X_{уд.ч.}$					-0,093										-0,054			
$X_{ПР.ТР.}$	0,45		0,434						0,547		0,22		0,656					
$Y_{СЕБ}$		0,022	0,49	-0,215	0,152	-0,04		0,214	0,138	-0,122		-0,12	0,174	-0,059	0,234	-0,009	-0,544	
		-0,027		-0,236		-0,016				-0,297				-0,357				
		-0,245																
Общее	-0,250		0,039		0,096		0,214		-0,281		-0,12		-0,242		0,225		-0,544	

Основная идея модели стоит в следующем:

$$\sum_{t=1}^t \sum_{i=1}^i 3_{it} \rightarrow \min,$$

где t – период, за который отбираются данные; i – угольные шахты Российского Донбасса; 3 – суммарные затраты, руб.

Расшифрованная формула расчета суммарных затрат выглядит следующим образом:

$$\sum_{t=1}^t \sum_{i=1}^i 3_{it} = C_{it} Q_{it} \rightarrow \min, \quad (7)$$

где C – себестоимость добычи угля, руб/т; Q – объем добычи угля, тонн.

Подставляя регрессионную модель (1) в формулу (7) можно получить экономико-математическую модель суммарных затрат на основании факторов, непосредственно влияющих на себестоимость добычи угля:

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^t \sum_{i=1}^i 3_{it} = & \left(0,326X_{it}^{мгп} + 1,560X_{it}^v + 3,665X_{it}^{пл} + 83,321X_{it}^{пп} + \right. \\ & \left. + 404,126X_{it}^{уд.ч.} - 7,479X_{it}^{пп.тр} + 187,022 \right) Q_{it} \rightarrow \min. \end{aligned} \quad (8)$$

Однако вышеуказанная модель не учитывает связь данных факторов друг с другом. Подставляя в уравнение (8) модели используемых в ней факторов (2-6) можно получить экономико-математическую модель суммарных затрат на основании факторов, опосредовано влияющих на себестоимость:

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^t \sum_{i=1}^i 3_{it} = & \left[0,326X_{it}^{мгп} + 1,560(5,045X_{it}^м - 87,462X_{it}^{уд.ч.} + 53,975) + 3,665 \times \right. \\ & \times (-0,039X_{it}^{мгп} - 0,403X_{it}^v - 6,056X_{it}^{пп} + 84,975) + 83,321(-0,114X_{it}^м + 0,007X_{it}^z - \\ & - 0,226) + 404,126(-0,022X_{it}^{пп} - 0,000364X_{it}^{пл} + 0,251) - 7,479(0,021X_{it}^{мгп} + \\ & + 11,514X_{it}^м + 0,481X_{it}^v + 0,107X_{it}^{эл} + 110,553X_{it}^{уд.ч.} - 48,662) + 187,022 \left. \right] Q_{it} \rightarrow \min. \end{aligned}$$

В сокращенном виде модель будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^t \sum_{i=1}^i 3_{it} = & \left(0,026X_{it}^{мгп} - 87,742X_{it}^м - 963,267X_{it}^{уд.ч.} - 5,074X_{it}^v - \right. \\ & \left. - 31,086X_{it}^{пп} - 0,147X_{it}^{пл} - 0,800X_{it}^{эл} + 0,583X_{it}^z + 1029,204 \right) Q_{it} \rightarrow \min. \end{aligned}$$

Необходимо создать модель, учитывающую непосредственное и опосредованное влияние факторов на себестоимость. Для этого стоит воспользоваться коэффициентами эластичности, рассчитанными в табл. 1.

Экономико-математическая модель минимизации суммарных затрат для шахт Российского Донбасса выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned}
\sum_{t=1}^t \sum_{i=1}^i 3_{it} = & \left[C_{it-1} + \left[\left(\frac{0,039(X_{it}^{MTP} - X_{it-1}^{MTP})}{X_{it}^{MTP}} \right) + \left(\frac{-0,250(X_{it}^M - X_{it-1}^M)}{X_{it}^M} \right) + \right. \right. \\
& + \left(\frac{0,096(X_{it}^{np} - X_{it-1}^{np})}{X_{it}^{np}} \right) + \left(\frac{0,214(X_{it}^z - X_{it-1}^z)}{X_{it}^z} \right) + \left(\frac{-0,281(X_{it}^v - X_{it-1}^v)}{X_{it}^v} \right) + \\
& + \left(\frac{-0,120(X_{it}^{эл} - X_{it-1}^{эл})}{X_{it}^{эл}} \right) + \left. \left(\frac{-0,242(X_{it}^{уд.ч.} - X_{it-1}^{уд.ч.})}{X_{it}^{уд.ч.}} \right) + \right. \\
& \left. \left. + \left(\frac{0,225(X_{it}^{пд} - X_{it-1}^{пд})}{X_{it}^{пд}} \right) + \left(\frac{-0,544(X_{it}^{пр.тр.} - X_{it-1}^{пр.тр.})}{X_{it}^{пр.тр.}} \right) \right] C_{it-1} \right] Q_{it} \rightarrow \min.
\end{aligned}$$

Для расчета затрат по данной модели необходимо иметь данные предыдущего (базового) и отчетного периода. С практической точки зрения вышеуказанная модель позволит осуществлять оперативный расчет суммарных затрат при внедрении каких-либо мероприятий по улучшению данных факторов или объема добычи угля.

УДК 51-7:330.42

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИКИ ДАРБИНА-УОТСОНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА КРИВЫХ ХАББЕРТА В МОДЕЛЯХ НЕФТЕДОБЫЧИ

А.В. Бажанов, А.С. Выскребенцев

Дальневосточный государственный университет (г. Владивосток)

Предлагается методика определения количества нелинейных по параметрам слагаемых в регрессионной зависимости на основании статистики Дарбина-Уотсона.

Согласно результатам К.М. Хабберта и его последователей [1], лучше всего динамика добычи нефти описывается суммой логистических кривых (называемых кривыми Хабберта) вида

$$P = \sum_{i=1}^N \frac{2P_{\max i}}{1 + ch[b_i(t - t_{\max i})]} + \xi(t), \quad (1)$$

где P – годовой объем добычи в год t , $P_{\max i}$, $t_{\max i}$ – максимальный объем добычи и соответствующий год для i -й кривой, b_i – параметр наклона i -й кривой, ch – гиперболический косинус, $\xi(t)$ – нормально распределенная случайная ошибка с нулевым средним.

Основной проблемой выбора параметров $P_{\max_i}$, $t_{\max_i}$ и b_i модели (1) считается определение числа слагаемых N , что содержательно должно соответствовать, например, количеству крупнейших месторождений или нефтеносных провинций. Авторы [1] выбирают N на основании критерия метода наименьших квадратов (МНК) суммы квадратов отклонений (СКО) между реальными данными и значениями, вычисленными по модели (1). На основании соответствующих расчетов в [1] считается адекватной модель с $N = 6$ для прогнозирования добычи нефти в СССР.

Критерий МНК действительно служит одним из показателей адекватности модели и используется либо непосредственно, либо в нормированном виде в составе коэффициента детерминации R^2 :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{j=1}^m e_j^2}{\sum_{j=1}^m (P_j - \bar{P})^2},$$

где $\bar{P}$ – среднее m измерений P_j , а числитель дроби, вычитаемой из единицы, является критерием МНК. Для корректного сравнения моделей с разным числом параметров используют скорректированный R^2 , который связан с обычным R^2 формулой $R_{adj}^2 = 1 - (1 - R^2)(m - 1)/(m - k)$, где k – число параметров в модели, а также информационные критерии Акаике и Шварца. Из формулы видно, что чем лучше модель аппроксимирует исходные данные (меньше СКО), тем ближе R^2 к единице. Однако близкое к единице значение коэффициента детерминации еще не свидетельствует о хороших прогнозных качествах уравнения регрессии (рис. 1).

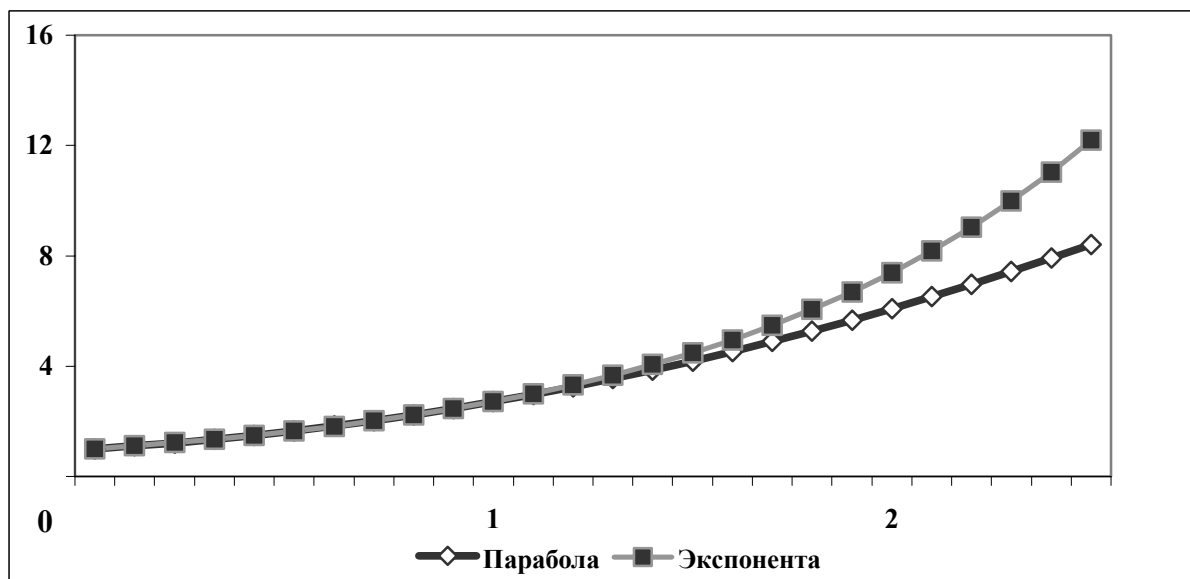


Рис. 1. На отрезке $[0;1]$ коэффициент детерминации $R^2=0,9999$, СКО $<2 \cdot 10^{-3}$, но парабола $P=at^2+bt+c$ не является адекватной зависимостью при моделировании данных $P_j=\exp(t_j)$ для последующего прогнозирования. Статистика $DW=0,85$ позволяет понять, что выбранная модель неадекватна

Одним из важных свойств отклонений экспериментальных данных от функции регрессии e_j является их статистическая независимость между собой. Некоррелируемость соседних e_j проверяется с помощью статистики Дарбина-Уотсона DW ($0 < DW < 4$), рассчитываемой по формуле

$$DW = \frac{\sum_{j=2}^m (e_j - e_{j-1})^2}{\sum_{j=1}^m e_j^2}.$$

Причем, чем меньше автокорреляция остатков, тем ближе значение DW к середине диапазона. Так, в частности, неадекватность полиномиальной модели на рис. 1 позволяет обнаружить статистика DW . В данной работе предлагаются результаты определения числа N с использованием этой статистики для данных США. Параметры модели последовательно вычислялись при $N = 1, 2, \dots$ до тех пор, пока DW не становилась приемлемой. Значения параметров приведены в табл. 1, оценки моделей – в табл. 2.

Таблица 1

Параметры моделей (1) при $N=1,2,3,4$

N	$P_{\max 1}$	b_1	$t_{\max 1}$	$P_{\max 2}$	b_2	$t_{\max 2}$	$P_{\max 3}$	b_3	$t_{\max 3}$	$P_{\max 4}$	b_4	$t_{\max 4}$
1	441	17,4	1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	53	9,9	1942	435	15,6	1977	-	-	-	-	-	-
3	241	6,5	1986	101	1,7	1969	325	14,3	1963	-	-	-
4	2e-5	3632	34258	528	7,4	1981	804	5,5	2004	53	44,6	2055

Таблица 2

Статистические оценки моделей (1) при $N=1,2,3,4$

N	R^2	DW
1	0,994	1,623
2	0,995	2,003
3	0,998	1,286
4	0,999	1,217

Литература

1. Поляков Г.А., Полякова Т.В. Модели и прогнозные оценки перспектив добычи нефти. – М.: РОССПЭН, 2004. – 152 с.

690002, г. Владивосток, Океанский пр., 90, кв. 258, т. (4232)42-14-86,
e-mail: bazhanov@imcs.dvgu.ru

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ (НА ПРИМЕРЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ)

О.С. Егорова

Курский филиал Российского государственного торгово-экономического университета

Получение уравнений множественной регрессии и коэффициентов детерминации с помощью специальных функций табличного процессора EXCEL для построения математической модели, отражающей зависимость оборачиваемости оборотных средств от нескольких факторов и использование данной модели для составления прогноза.

На современном этапе развития экономики России одной из самых острых проблем, стоящих перед сельскохозяйственными предприятиями, является проблема построения эффективного и гибкого механизма управления оборотными средствами. Скорость оборота оборотных средств относится к числу наиболее важных качественных показателей работы предприятий. Основные пути повышения эффективности использования оборотных средств лежат в сфере уточнения величины последних, авансированной в кругооборот, совершенствования планирования таких средств и, в конечном итоге, обретения возможности активного воздействия на их величину.

Одной из особенностей сельскохозяйственного производства является большая продолжительность оборота и низкий коэффициент оборачиваемости оборотных средств. Анализ этих показателей по сельскохозяйственным предприятиям за последние 10 лет показывает, что они значительно различаются по годам и хозяйствам и в последнее время имеют яркую тенденцию к уменьшению, что вызывает необходимость вовлекать в оборот дополнительную сумму средств.

Таким образом, улучшение использования оборотных средств с развитием предпринимательства приобретает все более актуальное значение, так как высвобождаемые при этом материальные и денежные ресурсы являются дополнительным внутренним источником дальнейших инвестиций. Рациональное и эффективное использование оборотных средств способствует повышению финансовой устойчивости предприятия и его платежеспособности.

Для количественной оценки влияния факторов – аргументов на коэффициент оборачиваемости была решена многофакторная корреляционная модель по материалам птицефабрик Курской области за 2002 год.

В качестве результативного признака использован показатель выручки от реализации на 1 руб. оборотных средств (оборачиваемость оборотного капитала) (Y).

Параметры уравнения множественной регрессии определялись по специальной программе с использованием табличного процессора Excel. Получено следующее уравнение множественной регрессии:

$$Y = -0,084 - 0,1X_1 + 3,52X_2 - 0,86X_3 + 1,46X_4 + 0,4X_5,$$

где X_1 – корма, X_2 – топливо, X_3 – электроэнергия, X_4 – нефтепродукты, X_5 – оплата труда работников фабрики.

Полученные коэффициенты регрессии показывают, насколько изменяется оборачиваемость оборотных средств в результате изменения значения каждого фактора на единицу при фиксированном значении остальных факторов.

Анализ полученной зависимости позволяет сделать вывод, что оборачиваемость оборотных средств в большей степени зависит от изменения таких факторов, как топливо, нефтепродукты, электроэнергия.

Аналогичный расчет по данным за 2003 год определил следующую зависимость:

$$Y = -1,13 - 0,6X_1 + 1,15X_2 + 0,51X_3 + 0,23X_4 + 0,41X_5.$$

Таким образом, значимость изменения факторов: топлива, электроэнергии и нефтепродуктов на коэффициент оборачиваемости подтвердилась. Это позволит ускорить оборачиваемость оборотных средств за счет уменьшения затрат по данным позициям.

Коэффициент множественной детерминации составил 0,92 для 2002 г. и 0,98 для 2003 г., что характеризует наличие тесной связи между факторными и результативным признаками.

Расчет с использованием только трех наиболее значимых факторов: топлива, электроэнергии и нефтепродуктов определил следующие зависимости:

$$\text{за 2002 год: } Y = 3,22 - 1,59X_2 + 2,12X_3 - 0,62X_4$$

$$\text{за 2003 год: } Y = 0,28 + 0,11X_2 + 0,43X_3 + 0,054X_4$$

Математическая модель, отражающая зависимость оборачиваемости оборотных средств и их величины от тех или иных факторов может иметь локальное применение при прогнозировании, а также может быть использована для принятия решений по управлению оборотными средствами.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УЧЕТНОЙ СИСТЕМЫ ФОНДОВОГО РЫНКА

В.А. Долженко

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Рассматривается клиент-серверная архитектура учетной системы фондового рынка, на базе которой разработана имитационная модель замкнутой сети массового обслуживания. Для наиболее критичных характеристик функционирования системы проведено имитационное моделирование с целью оценки времени отклика и загрузки ресурсов информационной системы.

Современные тенденции создания и развития экономических информационных систем (ЭИС) определяют ряд требований к показателям функционирования программно-технического обеспечения системы. Одним из важных показателей являются производительность, которая может характеризоваться как время отклика транзакций, и степень использования ресурсов информационной системы.

Информационные системы учетной системы фондового рынка (УСФР), как правило, имеют клиент-серверную архитектуру и базируются на технологиях Windows- и Web-приложений, сетевых технологиях Интра-сети (Intranet).

При создании и модернизации ЭИС остро встают вопросы повышения отдачи от инвестиций в информационные системы, сокращение расходов на сопровождение.

Решение этих вопросов во многом определяется производительностью клиент-серверной системы. Разработчики экономических информационных систем сталкиваются с альтернативными архитектурами, которые сильно отличаются по производительности и стоимости. Примерами альтернативных вариантов являются: двухуровневая и трехуровневая клиент-серверные архитектуры, технология с соединенной и разьединенной базой данных, распределение функций и таблиц баз данных в пределах нескольких серверов, выбор типов клиентов и серверов, а также сетевая инфраструктура. При модернизации информационных систем потребителю важно оценить как новое клиент-серверное приложение будет удовлетворять требованиям по уровню обслуживания.

Поэтому исследование производительности является важным этапом создания и эксплуатации информационной системы. Для прогнозирования производительности информационной системы используют имитационное моделирование и аналитические модели.

Обобщенная архитектура информационной системы УСФР на примере депозитария, приведена на рис. 1.

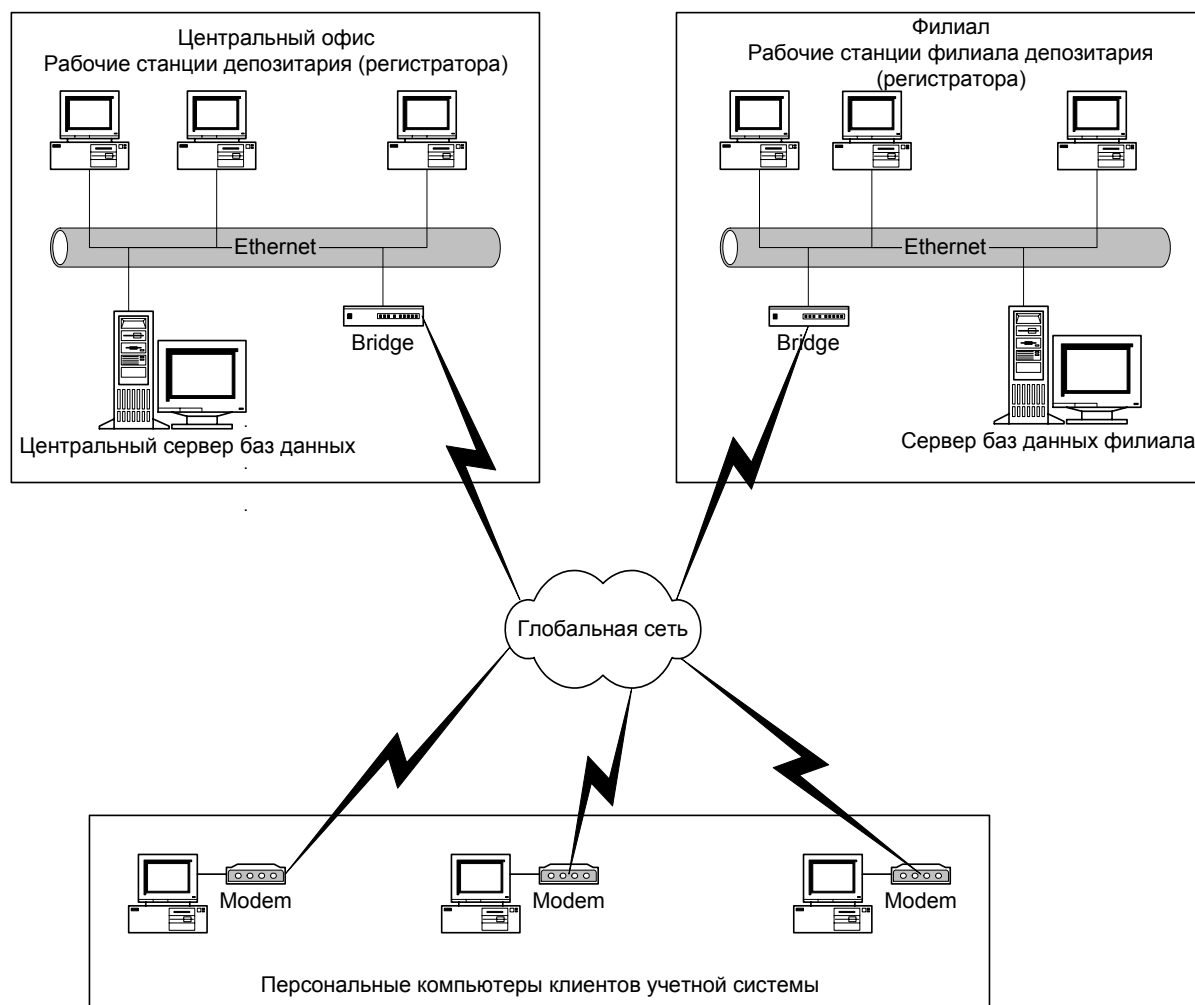


Рис. 1. Архитектура информационной системы УСФР

Центральный офис депозитария обслуживает всех клиентов, которые обращаются в депозитарий лично или через своих представителей, реализуя транзакции УСФР. Для этого имеются рабочие станции и центральный сервер баз данных, объединенные локальной сетью Ethernet. Филиалы депозитария обслуживают региональных клиентов и имеют рабочие станции и сервера локальных баз данных. Связь между центральным офисом депозитария и филиалами осуществляется через глобальную сеть. Клиенты учетной системы также могут взаимодействовать с депозитарием через глобальную сеть. В этом случае реализуется ограниченный набор транзакций УСФР.

Для пользователя информационной системы важной характеристикой является время отклика, которое соответствует времени выполнения одной транзакции.

В рассматриваемой архитектуре информационной системы содержится n рабочих станций, соединенных через коммуникационную сеть (Intranet) с сервером баз данных. На клиентских станциях реализуется пользовательский интерфейс и, возможно, какая-то часть бизнес-логики, исполняемой в некоторой программной среде. Клиентские станции реализуют, как правило, слабофункциональный интерфейс, который позволяет обеспечить визуально привлекательное, гибкое и интерактивное взаимодействие конечного пользователя с системой.

На каждой j -й ($j = \overline{1, m}$) клиентской станции может выполняться любая из i ($i = \overline{1, n}$) задач, которые определяют функциональность системы. При выполнении i -й задачи пользователь подготавливает транзакцию на уровне представления клиентской станции, т.е. получает, анализирует, формирует экранную форму и посылает запрос на выполнение транзакции, направляет её на уровень бизнес-логики. Момент запуска i -й задачи на j -й клиентской станции образует поток событий, представляющий случайный процесс $x_{ij}(t)$.

Время, необходимое j -й клиентской станции для обработки информации по i -й задаче (обдумывание, ввод информации в экранную форму) является случайной величиной с произвольным законом распределения $\psi_i(t)$, зависящим от вида задачи i .

Клиентская часть приложения взаимодействует с уровнем бизнес-логики, который управляет взаимодействием с базой данных. Организация взаимодействия бизнес-логики с сервером баз данных возможна в разных вариантах. В простейшем случае клиент через бизнес-логику передает серверу события об отдельных измененных объектах и получает ответные сообщения. В более сложном варианте на уровне бизнес-логики формируется кэш базы данных для реализации транзакции.

Уровень бизнес-логики с сервером баз данных может взаимодействовать в двух основных режимах. В оперативных системах используется постоянное соединение, а для Web-приложений более характерен режим рассоединенной базы данных. В разъединенном режиме соединение устанавливается только на сеанс передачи данных, а процесс обработки информации происходит на уровне бизнес-логики. Время, в течение которого сервер баз данных обрабатывает SQL-запрос по i -й задаче от Web-сервера, является случайной величиной с произвольным законом распределения $\psi_i^s(t)$, зависящим от вида задачи i (индекс s определяет отношение закона распределения времени обработки информации к процессу обработки информации в сервере баз данных). Если соединения с сервером баз данных постоянное, то по окончании обслуживания запроса (выполнение

SQL-запросов и реализация некоторой части бизнес-логики путем выполнения хранимых процедур) данные передаются Web-серверу. Если на уровне архитектуры определен режим работы с разомкнутой базой данных, то результатом SQL-запроса является передача в специальный кэш Web-сервера данных о части таблиц базы данных вместе с информацией об их взаимосвязях и ограничениях. Архитектурные решения по выбору способа взаимодействия Web-сервера и сервера баз данных влияют на законы распределения времени обработки информации по i -й задаче на Web-сервере – $\psi_i^w(t)$ и на сервере баз данных – $\psi_i^s(t)$.

Для рассматриваемой архитектуры информационной системы УСФР время отклика характеризует время, необходимое для выполнения одной транзакции ($T_i, i = \overline{1, n}$), соответствующей i -й задаче. Данная характеристика зависит от совместной функции распределения для интервалов времени между соседними моментами поступления заявок τ_l^{ij} на выполнение задач информационной системы $F_{\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_l}^{ij}(x_1^{ij}, x_2^{ij}, \dots, x_l^{ij})$, закона распределения $\psi_i(t)$ времени, необходимого j -й клиентской станции для обработки информации по i -й задаче, закона распределения $\psi_i^w(t)$ времени передачи информации локальной сетью по i -й задаче, закона распределения $\psi_i^s(t)$ времени, в течение которого сервер баз данных обрабатывает SQL-запрос по i -й задаче.

В общем случае производительность информационной системы может рассматриваться как уровень обработки информации, при котором система программного обеспечения соответствует требованиям своевременности. Характеристика производительности задается конечным пользователем системы.

Концептуально модель информационной системы УСФР представлена как замкнутая сеть массового обслуживания, которая рассмотрена в [1]. При имитационном моделировании важно оценить производительности системы в отношении базовой функциональности. Для УСФР такой подход предполагает исследование производительности при реализации основных транзакций, критичных к уровню качества предоставления услуг пользователям. Такими транзакциями для УСФР являются:

- перевод ценных бумаг с одного счета на другой (тип 1);
- изменение анкетных данных (тип 2).

В отношении данных транзакций время отклика не должно превышать 10 секунд в 90 % случаев, при этом использование ресурсов линии связи и центрального процессора не должны превышать 85 %. Варьируе-

мыми параметрами информационной системы являются: архитектура системы (с соединенной и разъединенной базой данных); временные характеристики формирования запросов пользователя на выполнение транзакций; пропускная способность линии связи; быстродействие сервера баз данных; размер базы данных информационной системы.

Для исследования производительности информационной системы УСФР разработана имитационная модель на языке GPSS Word [2]. При проведении экспериментов на имитационной модели ставилась задача получить оценки следующих характеристик, определяющих пользовательское качество программного обеспечения информационной системы: характеристики времени отклика системы на запросы; уровень использования системных ресурсов.

В процессе моделирования исследовалась архитектура информационной системы с соединенным источником, две рабочие станции P_j ($j = 1, 2$), на которые поступают запросы на выполнение транзакций типа 1 и типа 2 I_{ij} ($i = 1, 2; j = 1, 2$).

В результате хронометража работы оператора при формировании запросов на выполнение транзакций, проводимых в крупнейшем на Юге России регистраторе «ДонФАО», было выявлено, что время, необходимое для формирования запроса по транзакции типа 1 равномерно распределено на интервале от 30 с до 80 с, а для транзакции типа 2 – от 20 с до 60 с. Усредненные временные и объемные характеристики по обработке информации в УСФР, полученные при исследовании реальных систем, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры информационной системы

Тип тран- закции	Характеристики информационной системы				
	Ср. время обработки на РС, мс	Время обработки запроса сервером, мс		Объем данных, передаваемых по запросу, Кб	
		Среднее	СКО	Макс.	Мин.
1	100	1500	800	400	40
2	120	1600	900	300	20

В качестве линии связи при моделировании рассматривалась локальная сеть с быстродействием 100 Кб/с. Моделирование проводилось на временном интервале 14400000 мс.

В результате моделирования получены результаты, приведенные в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Характеристики использования ресурсов

Характеристика	PC1	PC2	Линия связи	Сервер
Коэффициент использования ресурса	0,009	0,009	0,159	0,127

Таблица 3

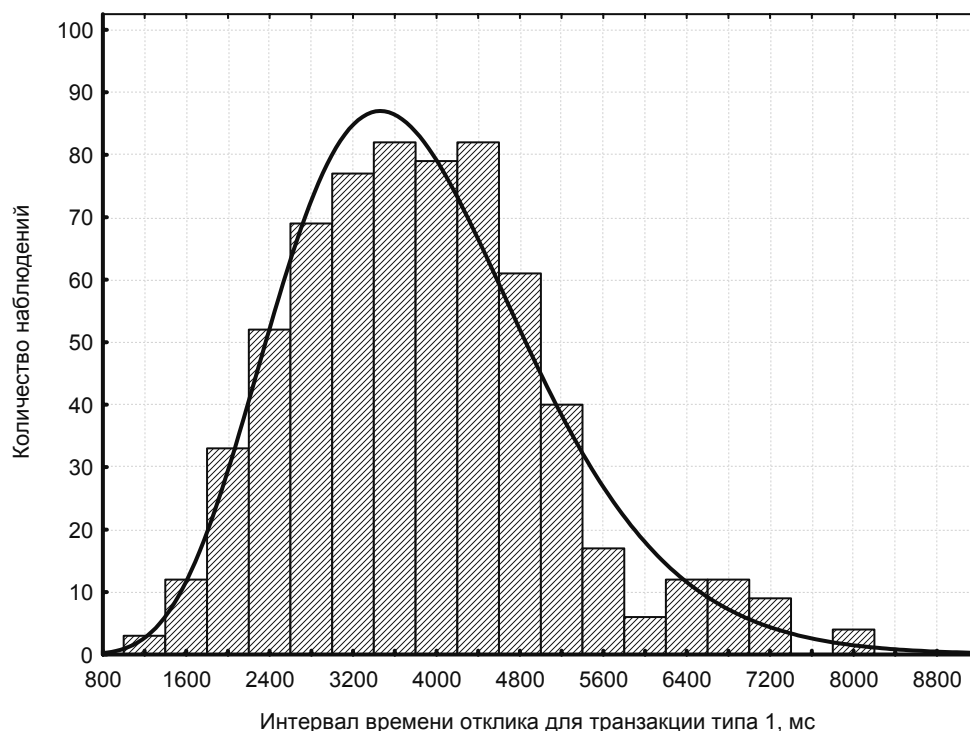
Результаты моделирования

Характеристика	Транзакция 1	Транзакция 2
Мат. ожидание, мс	3229	3866
Среднее квадратическое отклонение, мс	1027	1245
Вариация, мс	3170	4360
10 % квантиль	2178	2315
90 % квантиль	4559	5354

Верхняя 90 % квантиль распределения случайного время отклика для транзакции типа 1 по результатам имитационного моделирования составляет 4,6 с, что не превосходит заданных ограничений 10 с. Соответственно для транзакции типа 2 получено значение 90 % квантили – 5,4 с, что также не превосходит установленных ограничений.

Коэффициент использования ресурсов линии связи (0,159) и сервера (0,127) много меньше порогового значения 85 %.

Для оценки времени отклика транзакций 1 и 2 построены гистограммы, приведенные на рис. 2 и 3, и аппроксимация экспериментальных данных гамма-распределением.

**Рис. 2. Гистограмма времени отклика транзакции 1**

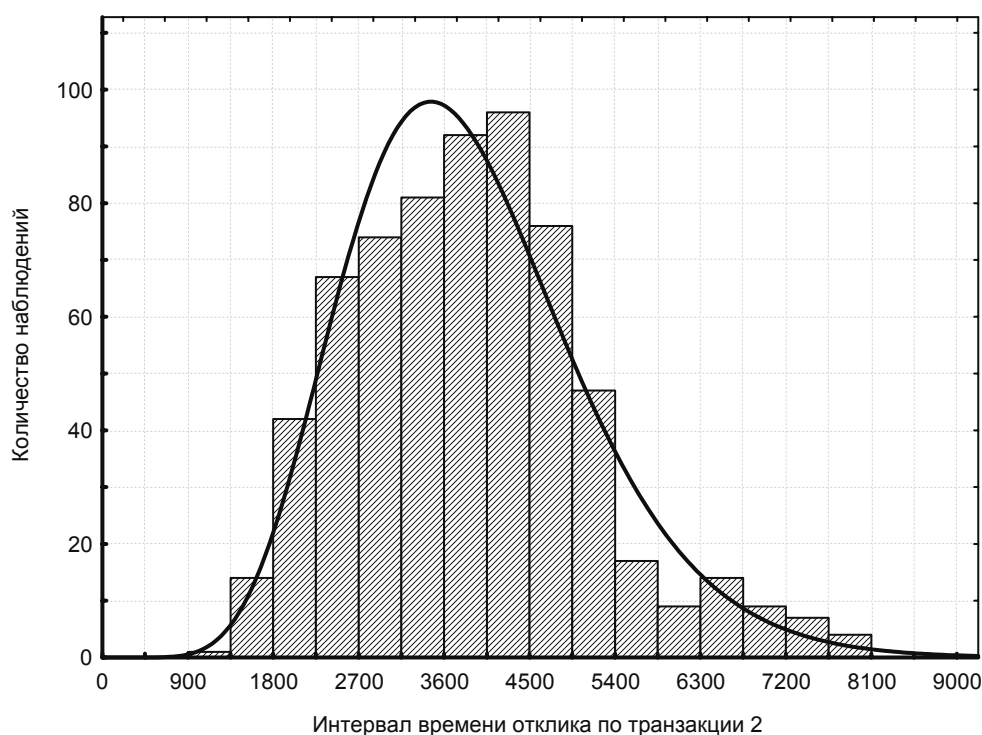


Рис. 3. Гистограмма времени отклика транзакции 2

Проверка гипотезы о близости теоретического и эмпирического распределений времени отклика транзакции типа 1 проведена с использованием критерия соответствия Пирсона χ^2 . Условием принятия гипотезы является выполнение неравенства $\chi^2 \leq \chi_q^2$, где χ_q^2 – q % предел для закона χ^2 с $l-1$ степенями свободы.

Для $q = 5\%$ с 19-ю степенями свободы $\chi_q^2 = 30,1$, что превосходит значение $\chi^2 = 22,0$, полученное при оценке данных имитационного моделирования для времени отклика транзакции 1. Следовательно, гипотеза о соответствии закона распределения случайного времени отклика транзакции 1 с параметрами $\alpha = 3229$, $\beta = 1$, $\lambda = 0$ гамма распределению является достоверной на 95 %.

Приемлемость описания закона распределения случайного времени отклика транзакции 2 гамма распределением с параметрами $\alpha = 3866$, $\beta = 1$, $\lambda = 0$ подтверждается полученным значением критерия Пирсона $\chi^2 = 26,28$, что также не превосходит $\chi_q^2 = 30,1$.

Необходимо отметить, что гамма-распределение является обобщенным распределением, частным случаем которого являются χ^2 -распределение, распределение Эрланга. Данное обстоятельство определяет универсальность его использования при имитационном моделировании.

Полученные при имитационном моделировании характеристики времени отклика для наиболее критичных для УСФР транзакций и показатели использования ресурсов позволяют оценить потребительские качества информационной системы.

Литература

1. Долженко В.А. Концептуальная модель Web-архитектуры информационной системы // Теория, методы проектирования, программно-техническая платформа корпоративных информационных систем: Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004. – С. 210-217.
2. Томашевский В.Н., Жданова Е.Г. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.: Бестселлер, 2003.

УДК 658.012.011.56:658.14

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ РАБОЧЕЙ НАГРУЗКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЕПОЗИТАРИЯ

В.А. Долженко

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Исследуется клиент-серверная архитектура информационной системы депозитария. С использованием имитационной модели замкнутой сети массового обслуживания исследуются наиболее критичные характеристики функционирования системы (время отклика и загрузка ресурсов информационной системы) в зависимости от количества рабочих станций, подключенных к серверу.

В работе [1] проведено исследование на имитационной модели времени отклика наиболее критичных для информационной системы депозитария транзакций (тип 1 – перевод ценных бумаг с одного счета на другой, тип 2 – изменение анкетных данных) и показатели использования ресурсов для архитектуры системы с соединенным источником, включающей две рабочие станции.

Важным этапом исследования информационной системы является оценка предельных значений рабочей нагрузки системы, т.е. определение максимального количества рабочих станций (n), которое может быть подключено к серверу при выполнении требований к качеству функционирования системы (допустимое время отклика – T_p , загрузка линии связи – $K_{лвс}$ и сервера – K_c).

При планировании имитационного эксперимента для оценки предельных значений рабочей нагрузки системы варьирование количества рабочих станций осуществлялось с шагом равным 2. Имитационный эксперимент прекращался при нарушении требований к качеству функциониро-

вания системы, т.е. либо при увеличении времени отклика (10 секунд в 90 % случаев), либо при превышении 85 % загрузки ресурсов линии связи или сервера. Оценка статистической надежности результатов моделирования проводилась путем проверки достаточности числа испытаний в имитационном эксперименте при оценке математического ожидания времени выполнения транзакций [2].

На рис. 1 приведены результаты имитационного эксперимента, отражающие коэффициенты загрузки линии связи и сервера информационной системы депозитария в зависимости от количества рабочих станций.

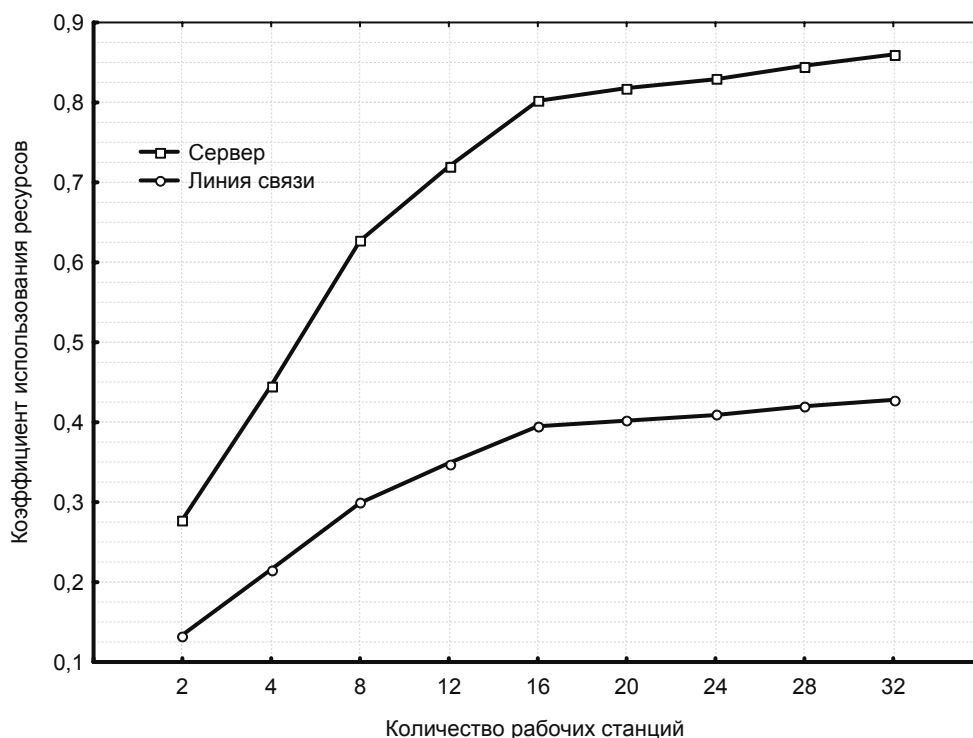


Рис. 1. График использования ресурсов информационной системы

Из графика видно, что при подключении к серверу 28 рабочих станций загрузка сервера достигает максимально допустимой, т.е. 85 %.

Данные имитационного эксперимента позволяют выдвинуть предположение о том, что зависимость коэффициентов использования ресурсов информационной системы от количества рабочих станций можно описать функцией вида

$$y = c - e^{(b_0 + b_1 x)},$$

где c_0 , b_0 и b_1 – неизвестные параметры, которые необходимо оценить.

При оценке неизвестных параметров использован метод наименьших квадратов, реализация которого выполнялась с помощью численной процедуры квазиньтоновского метода. Для коэффициентов загрузки сервера (k_s) и линии связи (k_l) информационной системы получены следующие аналитические выражения:

$$k_s = 1 - e^{-(0,263+0,074n)}, \quad (1)$$

$$k_l = 0,5 - e^{-(0,946+0,069n)}. \quad (2)$$

При оценке параметров функциональных зависимостей (1), (2) получены коэффициенты корреляции $R_s = 0,97$ и $R_l = 0,92$, а также вариация – 94,30 % и 94,04 %.

Анализ полученных графиков и коэффициенты корреляции R_c , $R_{лс}$ обосновывают корректность использования выражений (1) и (2) для аналитического описания функций загрузки ресурсов информационной системы.

На рис. 2 приведены исследования времени отклика для транзакций типа 1 и 2 в зависимости от количества рабочих станций.

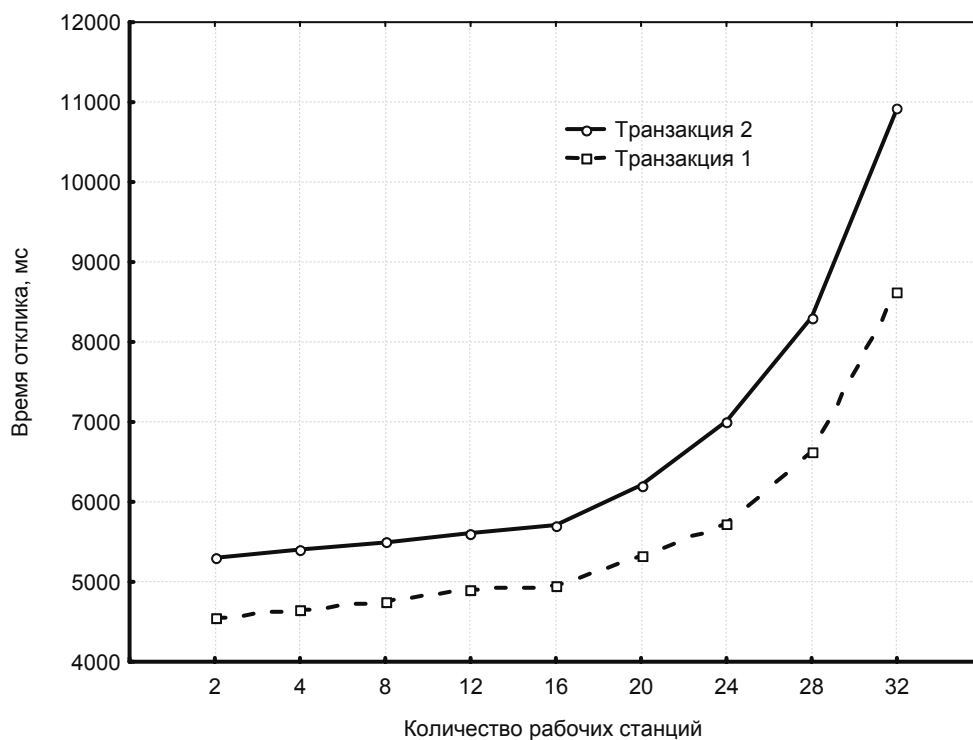


Рис. 2. Время отклика для транзакций

На графиках приводятся значения 90 % квантили соответствующих транзакций. Результаты моделирования показывают, что при подключении к серверу 30 и более рабочих станций нарушаются ограничения по допустимому времени отклика для транзакции 1.

Используя подход, описанный выше, получены функциональные зависимости для времени отклика транзакций типа 1 и 2:

$$t_1 = 3744,85 + e^{(5,623+0,096n)}, \quad (3)$$

$$t_2 = 3744,85 + e^{(5,623+0,096n)}. \quad (4)$$

При оценке параметров функциональных зависимостей для времени отклика транзакций типа 1 и 2 получены коэффициенты корреляции $R_{t1} = 0,996$ и $R_{t2} = 0,995$, а также вариация – 99,22 % и 99,18 %, что под-

тверждает корректность использования выражений (3) и (4) для аналитического описания функций времени отклика для транзакций типа 1 и 2 информационной системы.

В результате имитационного моделирования получены аналитические зависимости для времени отклика для наиболее критичных в части производительности, транзакций информационной системы депозитария, а также зависимости для коэффициентов использования ресурсов информационной системы (сервера и локальной сети), что позволяет оценить максимальное количество рабочих станций, которое может быть подключено к серверу при заданных параметрах процесса формирования запросов на выполнение транзакций, пропускной способности линии связи и быстрого действия сервера.

Литература

1. Долженко В.А. Имитационное моделирование учетной системы фондового рынка // Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах: Материалы V Междунар. науч.-практ. конф. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004. – Ч. 3. – С. 42-49.
2. Клейнен Дж. Статистические методы в имитационном моделировании / Пер. с англ. – М.: Статистика, 1978. – Вып. 1. – 221 с.

УДК 001.94/.971:519.72:681.3

ФЕНОМЕН ИНФОРМАЦИОННОГО ПОЛТЕРГЕЙСТА

С.А. Некрасов

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Описываются аномальные информационные явления, свидетельствующие о телеуправлении людьми со стороны космической системы ЭТА. Обсуждаются некоторые особенности рассматриваемых воздействий.

Введение

В [1] автором было сообщено об установлении информационного контакта с космической системой с самоназванием ЭТА. Данное событие произошло в 1994 году в городе Кайзерслаутерн (ФРГ). Информационный контакт осуществлялся при помощи телепатической передачи устной речи. В этой связи является символичным, что название города (Kaiserslautern) переводится как *королевский голос*.

Система ЭТА оказывает содействие контактерам, создавая посредством телеуправления банки данных космического происхождения (БДКП) – особые информационные структуры на различных видах носителей информации. Кодирование информации в БДКП осуществляется посредст-

вом соответствующего расположения в текстах ключевых слов и словосочетаний (КС). БДКП содержат разнообразную научную и прикладную информацию. БДКП на основе словарных текстов описаны в [1, 2], а методы для изучения и декодирования БДКП обоснованы в [1-6].

В данной статье описаны и исследованы прочие формы кодовых сообщений системы ЭТА (КССЭ), отличающиеся высокой информативностью и наглядностью.

1. Представление информации в БДКП преимущественно основано на использовании двух способов кодирования: по номерам строки и по вектору параметров расположения КС.

Первый способ кодирования заключается в том, что КС из одной тематической группы слов аномально часто размещаются в строках с номерами, соответствующими числовому коду этой группы слов.

Используемые для кодирования в рассматриваемом способе параметры x_1 и x_2 определяются по правилу:

$$x_1 = x_1^{(j)} = S_c * j + \text{номер строки при счете сверху},$$

$$x_2 = x_2^{(j)} = S_c * j + \text{номер строки при счете снизу},$$

где j = целая часть (C/S_c) , C – величина кода, S_c – количество строк на странице текста.

Множество чисел $x_1^{(j)}$ (или $x_2^{(j)}$) образует ряд натуральных чисел с шагом S_c . Например, при $S_c = 15$ и начальном условии $x_1^{(0)} = 1$, этот ряд состоит из чисел 1, 16, 31, ...

Вероятность случайного совпадения по одному из двух параметров x_1 и x_2 с высокой точностью равна $2/S_c$ (в среднем одно совпадение на $S_c/2$ слов) [1-6]. Если S_c не является делителем какой-либо степени 10, то результат (номер строки) будет зависеть, как правило, от всех цифр десятичной записи кода C . В противном случае, начиная с некоторого разряда десятичные цифры числа не влияют на результат, то есть являются безразличными, хотя вероятность совпадения по номеру строки все же одна и та же, равная $2/S_c$.

Многопараметрический способ кодирования применяется как к группам, так и к отдельным КС и связан с векторной параметризацией расположения каждого слова в тексте: $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots\}$.

Теоретико-вероятностное и статистическое исследование характеристик соответствующих информационных структур осуществлено в [1-6], где даны таблицы расчетных и статистических значений вероятностей случайных совпадений с заданными кодами $P(C)=P(C \in X)$.

Для больших кодов случайные совпадения характеризуются малыми вероятностями, поэтому высокоинформативными являются совпадения с точностью ± 1 , когда $\{C-1, C+1\} \cap X \neq \emptyset$, и даже менее точные совпадения.

Весьма важное значение в БДКП имеет *принцип приоритетных слов и приоритетных значений*. Как правило, в каждой тематической группе ключевых слов имеется КС, которому по ряду признаков может быть придан наивысший статус (приоритет). Основным признаком обычно является частота словоупотребления в соответствующей области знаний, приоритетность обозначаемого термином объекта в системе ценностей человеческого общества.

Аналогичным образом определяются приоритетные значения из всего множества числовых параметров, которые могут быть сопоставлены рассматриваемому КС.

Для кодирования дат применяется метод «склейки», например, дате 19.12.1962 соответствуют коды $C = 19\ 12\ 1962$ и $C = 1962\ 12\ 19$ (в американской форме записи). В ряде случаев используется сокращенная запись года (например, вместо 1962 – 62) [1, 2].

2. Примеры кодовых сообщений

Знаменательным событием 2004 года был 70-летний юбилей первого космонавта планеты Юрия Гагарина [7]. Космическая тематика является одной из наиболее приоритетных в КССЭ, так как представители системы ЭТА подчеркивают этим космический характер их системы.

Рассмотрим КССЭ в российских научных изданиях, в которых в течение 2004 года автором были опубликованы статьи [1, 3-5]. Такой выбор объясняется существованием феномена информационного Полтергейста, сопровождающего публикации автора.

2.1. КССЭ в журнале «Проблемы передачи информации» (№2, 2004)

Рассмотрение КССЭ целесообразно начать с № 2 журнала «Проблемы передачи информации» за 2004 год. Статья автора [3] в этом журнале была посвящена исследованию информационных структур, на основе которых создаются БДКП, но в явной форме не содержит никаких упоминаний на космическую тему. Однако рядом с нею в одной рубрике редакция разместила статью [8] с крайне редким экстраординарным “космическим” названием: «Топологическая энтропия клеточных автоматов, обладающих космическими кораблями». Кроме наличия ключевых слов «космические корабли» примечательными являются: дата поступления статьи (9 марта) и страницы ее расположения (70-72), которые соответствуют 70-летнему юбилею Юрия Гагарина.

Высокоинформативные КССЭ содержатся на стр. 2 журнала, где находится текст его содержания на английском языке. Существует два варианта этих страниц – в макете и оригинале. Макет журнала выполнен в виде файла в формате PS (только для чтения), поэтому он также может служить документом, дата на файле – 7.04.04, а в сопроводительном письме

из редакции значится только одна дата во фразе “...до 13 апреля...”, что явно соответствует теме 12 апреля – годовщине полета Гагарина.

В обоих вариантах стр. 2 содержатся примерно одни и те же КССЭ. Рассмотрим ряд информативных совпадений для макетного варианта. На его стр. 2 размещено 15 строк текстовой информации ($S_c=15$) – рис. 1.

CONTENTS

Coding Theory

Gabidulin, E.M., and Pilipchuk, N.I., Symmetric Rank Codes	
Zinoviev, V.A., and Helleseth, T., On Weight Distributions of Cosets of Goethals-Like Codes	
Daskalov, R., and Metodieva, E., On the Nonexistence of Ternary [284, 6, 188]-Codes	
Zinoviev, D.V., and Solé, P., Quaternary Codes and Biphasic Codes from $\mathbb{Z}_8$ -Codes	
Tokareva, N.N., On Components of Preparata Codes	

Automata Theory

Lakshitanov, E.L., and Langwagen, E.S., Topological Entropy of Cellular Automata with Spaceships	
Nekrasov, S.A., Probability-Theoretic and Statistical Analysis of Vocabulary Texts	

Methods of Signal Processing

Gaas, O.V., On the Asymptotical Power of the Likelihood Ratio Criterion for Testing the Hypothesis of Nonstationarity of an Autoregressive Series with Cauchy Innovations	
---	--

Рис. 1. Фрагмент текста

Совпадения для строки с КС *Spaceships*

Единственным КС, напрямую связанным с космической тематикой, является слово *Spaceships*. Оно расположено в строке с параметрами $x_1=11$, $x_2=5$. Ниже рассмотрен ряд важнейших событий истории космонавтики в соответствии с данными [9-11].

“Спутник-1” (4.10.1957-4.01.1958):

$$x_1^{(273463)}=4\ 10\ 1956 \approx 4\ 10\ 1957, x_2^{(1305340)}=1958\ 01\ 05 \approx 1958\ 01\ 04.$$

Теме Ю. Гагарина соответствуют следующие совпадения:

$$\text{год полёта: } x_1^{(130)}=1961,$$

$$\text{дата полета Гагарина: } x_2^{(802797)}=12\ 04\ 1960 \approx 12\ 04\ 1961,$$

$$x_1^{(1307360)}=1961\ 04\ 11 \approx 1961\ 04\ 12, (x_1^{(736130)}=11\ 04\ 1961 \approx 12\ 04\ 1961);$$

Совпадения, относящиеся к личности 1-го космонавта:

$$\text{Тема 70-летнего юбилея: } x_1^{(4)}=71 \approx 70.$$

$$\text{Во время полета Гагарину было 27 лет: } x_1^{(1)}=26 \approx 27,$$

$$\text{полет совершил в 9896-й день своей жизни: } x_1^{(659)}=9896,$$

$$\text{в 715992-й день с начала летоисчисления (н.л.):}$$

$$x_1^{(47732)}=715991\approx 715992.$$

$$\text{Гагарин прожил 34 года: } x_2^{(2)}=35\approx 34.$$

$$\text{Дата гибели Гагарина: } x_1^{(1312021)}=1968\ 03\ 26\approx 1968\ 03\ 27.$$

Согласно выводам комиссии космонавт погиб 27.03.1968 в 10 ч 31 мин [7], что в точности согласуется с *обоими* кодовыми значениями:

$$x_1^{(13120218068)}=\underline{1968\ 03\ 27\ 10\ 31},\ x_1^{(18021312068)}=\underline{27\ 03\ 1968\ 10\ 31}.$$

Прочие детали события:

$$\text{взлет (10 ч 19 мин 00 с): } x_2^{(6793)}=10\ 19\ 00,$$

$$\text{время гибели (10 ч 31 мин): } x_1^{(68)}=10\ 31,$$

$$\text{позывной самолета Гагарина – “625-й”: } x_1^{(41)}=626\approx 625.$$

Тема Г.С. Титова. Второй советский космонавт Титов Герман Степанович (11.09.1935–20.09.2000) 6–7.08.1961 совершил суточный полёт вокруг Земли на корабле-спутнике “Восток-2”:

$$x_2^{(739462)}=11\ 09\ 1935,\ x_1^{(1290060)}=1935\ 09\ 11,\ x_2^{(133)}=2000,$$

$$x_1^{(1339466)}=20\ 09\ 2001\approx 20\ 09\ 2000,\ x_1^{(1333394)}=2000\ 09\ 21\approx 2000\ 09\ 20,$$

$$x_1^{(130)}=1961,\ x_1^{(472130)}=7\ 08\ 1961.$$

$$\text{Полет совершил в 9461-й день своей жизни: } x_1^{(630)}=9461.$$

$$\text{Прожил 65 лет } (x_2^{(4)}=65),\ 23751\ \text{день: } x_2^{(1583)}=23750\approx 23751.$$

Тема первой женщины-космонавта. В. Терешкова родилась 6.03.1937: $x_1^{(1291353)}=1937\ 03\ 06$, и полетела в космос 16.06.1963: $x_1^{(1308707)}=1963\ 06\ 16$, в 716787-й день с н.л.: $x_1^{(47785)}=716786\approx 716787$, в возрасте 26 лет – $x_1^{(1)}=26$.

Американская астронавтика

Нил Армстронг – 1-й человек, ступивший на поверхность Луны

Он родился 5.08.1930: $x_2^{(338795)}=\underline{5\ 08\ 1930}$, $x_2^{(1286720)}=\underline{1930\ 08\ 05}$, ступил на Луну 21.07.1969 в 2 часа 56 мин 20 с по Гринвичу [9]:

$$x_2^{(1312714735041)}=\underline{1969\ 07\ 21\ 02\ 56\ 20},\ x_2^{(1404797935041)}=\underline{21\ 07\ 1969\ 02\ 56\ 20},$$

то есть в 62122820180-ю секунду от начала летоисчисления (н.л.):

$$x_2^{(4141521345)}=\underline{62122820180},$$

$$\text{в } 1035380336\text{-ю минуту: } x_1^{(69025355)}=\underline{1035380336},$$

$$\text{историческое событие произошло } 21.07.1969: x_1^{(1312714)}=\underline{1969\ 07\ 21},$$

$$\text{в } 719014\text{-й день с н.л.: } x_2^{(47934)}=719015\approx 719014,$$

$$\text{в } 14230\text{-й день жизни астронавта: } x_1^{(948)}=14231\approx 14230.$$

Спускаемый модуль прилунился 20.07.1969:

$$x_2^{(1338131)}=20\ 07\ 1970\approx 20\ 07\ 1969.$$

$$\text{Экспедиция осуществлена в } 1969\ \text{году} - x_2^{(131)}=1970\approx 1969.$$

$$\text{Номер корабля «Аполлон-11»: } x_1=11.$$

$$\text{Номер ракеты-носителя «Сатурн-5»: } x_2=5.$$

$$\text{Радиус круговой селеноцентрической орбиты } -x_2^{(7)}=110\approx 111\ \text{км.}$$

$$\text{Координаты прилунения: } 0^\circ 41' 15\ \text{с.ш.},\ 23,26^\circ\ \text{в.д.} = 23^\circ 15' \dots$$

$$x_2^{(274)}=41\ 15, x_2^{(154)}=23\ 15.$$

Другие полеты астронавта

«Джемини-8»(16.03.1966) – $x_1^{(1068797)}=16\ 03\ 1966$, $x_1^{(1310687)}=1966\ 03\ 16$,
в 717791-й день с н.л.: $x_1^{(47852)}=717791$ в возрасте $x_2^{(2)}=35$ лет.

Первый американский спутник «Эксплорер» был запущен
1.02.1958 – $x_1^{(1305346)}=1958\ 02\ 01$.

Первый космонавт США Алан Шепард младший родился
18.11.1923, совершил суборбитальный полет 5.05.1961: $x_1^{(130)}=1961$,
 $x_2^{(336797)}=5\ 05\ 1960\approx 5\ 05\ 1961$, в 716015 день с н.л.: $x_2^{(47734)}=716015$, умер
24.07.1998: $x_2^{(1332048)}=1998\ 07\ 25\approx 1998\ 07\ 24$.

Космонавт США Джон Гленн, совершивший первым в США ор-
битальный полет, родился 18.07.1921: $x_1^{(1204794)}=18\ 07\ 1921$, в 701479-й день
с н.л.: $x_2^{(46765)}=701480\approx 701479$.

Он совершил полет 20.02.1962: $x_1^{(1308014)}=1962\ 02\ 21\approx 1962\ 02\ 20$, в
716306-й день с н.л.: $x_1^{(47753)}=716306$.

Тема МКК «Спейс шаттл». Первый полёт корабль-челнок совер-
шил 12.04.1981 – $x_1^{(802798)}=12\ 04\ 1981$, в 723297-й день с н.л.: $x_1^{(48219)}=$
723296 $\approx$ 723297.

Катастрофа корабля “Челенджер” произошла 28.01.1986:

$$x_1^{(1867465)}=28\ 01\ 1986, x_1^{(132)}=1985\approx 1986.$$

Катастрофа корабля “Колумбия” произошла 01.02.2003:

$$x_1^{(1335346)}=2003\ 02\ 01.$$

Первая астронавтка США Салли Кристен-Райд родилась
26.05.1951 – $x_1^{(1736796)}=26\ 05\ 1951$, $x_2^{(1300701)}=1951\ 05\ 26$.

Полетела в космос 18.06.1983 в 11711-й день своей жизни:

$$x_1^{(780)}=11711.$$

О других совпадениях для этой астронавтки см. ниже.

Тема основоположников научной и практической космонавтики

Основоположник американской ракетной техники

Годдард Роберт Хатчингс (5.10.1882 – 10.08.1945).

$$x_1^{(1254733)}=1882\ 10\ 06\approx 1882\ 10\ 05, x_1^{(129)}=1946\approx 1945,$$

$$x_1^{(672129)}=10\ 08\ 1946\approx 10\ 08\ 1945, x_1^{(1296720)}=1945\ 08\ 11\approx 1945\ 08\ 10.$$

Он прожил 22955 дней: $x_2^{(1530)}=22955$.

Первые испытания ракеты (1925-26): $x_2^{(128)}=1925$, исторический за-
пуск осуществлен 16.03.1926 в 703181-й день с н.л.: $x_1^{(46878)}=703181$.

Конструктор ракет ФАУ и ракет NASA (“Аполлон”, “Redstoun”)
Вернер Фон Браун (23.03.1912–16.06.1977) – $x_1^{(1535460)}=23\ 03\ 1911\approx 23\ 03$
1912, $x_1^{(131)}=1976\approx 1977$. Тема ФАУ (1944-45) – $x_1^{(129)}=1946\approx 1945$.

Он родился в 698076-й день с н.л.: $x_2^{(46538)}=698075\approx 698076$,

умер в 721901-й день с н.л.: $x_1^{(48126)}=721901$,
 прожил 23825 дней: $x_2^{(1588)}=23825$.

Основоположники российской и советской космонавтики

К.Э. Циолковский (17.09.1857–19.09.1935) – $x_1^{(123)}=1856\approx 1857$,
 $x_1^{(1272795)}=19\ 09\ 1936\approx 19\ 09\ 1935$, $x_2^{(1290061)}=1935\ 09\ 20\approx 1935\ 09\ 19$.

Он умер в 706655-й день с н.л.: $x_2^{(47110)}=706655$, прожил 28491 дней:
 $x_2^{(1899)}=28490\approx 28491$.

С.П. Королев (12.01.1907–14.01.1966) – $x_1^{(800793)}=12\ 01\ 1906\approx 12\ 01\ 1907$,
 $x_2^{(1310674)}=1966\ 01\ 15\approx 1966\ 01\ 14$.

Он умер в 717730-й день с н.л.: $x_1^{(47848)}=717731\approx 717730$, прожил
 21552 дней: $x_1^{(1436)}=21551\approx 21552$.

Первое испытание ракеты А-4 из трофейных узлов ФАУ (1947):
 $x_1^{(129)}=1946\approx 1947$.

Совпадения для строки автора

Космическая тема

Данная строка характеризуется параметрами $x_1=12$, $x_2=4$, явно соответствующими приоритетной дате дня космонавтики 12 апреля – 12.04:

$x_2^{(80)}=12\ 04$, $x_2^{(8)}=12\ 4$, $x_1^{(1307360)}=1961\ 04\ 12$.

Также имеет место совпадение для даты 1-го спутника:

$x_1^{(273463)}=4\ 10\ 1957$, $x_1^{(3)}=57$.

В связи с соответствием инициалов автора **NSA** и названием американского космического ведомства **NASA** имеет место ряд соответствующих совпадений, например, NASA официально начало работу 01.10.1958 [9]:

$x_1^{(73463)}=1\ 10\ 1957\approx 1\ 10\ 1958$, $x_1^{(3)}=57\approx 58$,

то есть в 715068-й день с н.л.: $x_2^{(47671)}=715069\approx 715068$,

или в 17161632-й час с н.л.: $x_1^{(1144108)}=17161632$.

Так как строки с КС **Spaceships** и фамилией автора соседствуют, то для значительной части перечисленных выше тем имеют место аналогичные, а иногда и более точные совпадения, например:

Вернер Фон Браун (23.03.1912–16.06.1977) – $x_1^{(1535460)}=23\ 03\ 1912$,
 $x_1^{(131)}=1977$.

Дата посадки **лунного модуля** 20.07.1969 – $x_2^{(1338131)}=20\ 07\ 1969$.
 Год лунной экспедиции – $x_2^{(131)}=1969$.

Алан Шепард (18.11.1923–24.07.1998) – $x_1^{(130)}=1962\approx 1961$,
 $x_2^{(128)}=1924\approx 1923$, $x_2^{(133)}=1999\approx 1998$, $x_1^{(1604799)}=24\ 07\ 1997\approx 24\ 07\ 1998$,
 $x_2^{(1332048)}=1998\ 07\ 24$.

Джон Гленн, совершивший первым в США орбитальный полет, родился 18.07.1921 – $x_1^{(1204794)}=18\ 07\ 1922\approx 18\ 07\ 1921$, $x_1^{(130)}=1962$. Полет как **старейшего** на планете астронавта 29.10.1998 – $x_2^{(133)}=1999\approx 1998$,
 $x_2^{(1940133)}=29\ 10\ 1999\approx 29\ 10\ 1998$.

Полёты **МКС «Спейс шаттл»** – $x_1^{(802798)}=12\ 04\ 1982\approx 12\ 04\ 1981$.

Катастрофы кораблей “Челенджер” и “Колумбия” – $x_1^{(132)}=1986$,
 $x_1^{(1867465)}=28\ 01\ 1987\approx 28\ 01\ 1986$; $x_1^{(1335346)}=2003\ 02\ 02\approx 2003\ 02\ 01$.

Первая астронавтка США Салли Кристен-Райд – $x_1^{(1736796)}=26\ 05\ 1952\approx 26\ 05\ 1951$, $x_2^{(1300701)}=1951\ 05\ 25\approx 1951\ 05\ 26$, родилась в 712383-й день с н.л.: $x_2^{(47492)}=712384\approx 712383$. Совершила полет 18 – 24.06.1983: $x_1^{(1204132)}=18\ 06\ 1984\approx 18\ 06\ 1983$, $x_2^{(1322041)}=1983\ 06\ 19\approx 1983\ 06\ 18$, $x_1^{(1604132)}=24\ 06\ 1984\approx 24\ 06\ 1983$. Полетела в космос в 11711-й день своей жизни: $x_1^{(780)}=11712\approx 11711$.

Сведения об авторе и соответствующие совпадения

Год рождения – $x_1^{(130)}=1962$.

День и месяц рождения – $x_2^{(1)}=19$, $x_1=12$.

Возраст – $x_1^{(2)}=42$.

Дата рождения в американской форме записи – $x_2^{(1308081)}=1962\ 12\ 19$
 (в европейской – $x_1^{(1208130)}=18\ 12\ 1962\approx 19\ 12\ 1962$).

Родился в 716608-й день с н.л.: $x_1^{(47773)}=716607\approx 716608$,
 чему соответствуют 17198592 часа с н.л.: $x_1^{(1146572)}=17198592$.

Серия и номер паспорта – $x_1^{(400195532)}=60\ 02\ 932992\approx 60\ 02\ 932991$.

Дата выдачи паспорта – $x_1^{(2071466)}=31\ 07\ 2002$.

Коды домашнего адреса автор по понятным причинам не сообщает, хотя они представлены в КССЭ (название улицы, коды города и фамилии, номера дома и квартиры).

Телефонный код города – 86352: $x_1^{(5756)}=86352$.

Телефоны кафедры – 55692, 55309: $x_1^{(3712)}=55692$, $x_2^{(3687)}=55309$,
 $x_1^{(575683712)}=86352\ 55692$, $x_2^{(575683687)}=86352\ 55309$.

Родители

Отец (2.05.1935–9.03.1999): $x_2^{(602133)}=9\ 03\ 1999$, $x_2^{(1332687)}=1999\ 03\ 09$, $x_2^{(133)}=1999$. Год рождения отмечен совпадением – $x_2^{(2)}=34\approx 35$.

Умер в 729837-й день с н.л.: $x_1^{(48655)}=729837$, на 64-м году – $x_2^{(4)}=64$,
 прожил $x_1^{(1554)}=23322$ дня, чему соответствует $x_2^{(37315)}=559729\approx 559728$ часов.

Мать (1.08.1923–10.12.1999): $x_2^{(128)}=1924\approx 1923$, $x_2^{(133)}=1999$,
 $x_2^{(72128)}=1\ 08\ 1924\approx 1\ 08\ 1923$, $x_2^{(1332747)}=1999\ 12\ 09\approx 1999\ 12\ 10$.

Родилась в 702223-й день с н.л.: $x_1^{(46814)}=702222\approx 702223$, этому соответствуют 16853352 часа с н.л.: $x_1^{(1123556)}=16853352$.

Умерла в 730113-й день с н.л.: $x_2^{(48674)}=730114\approx 730113$, этому соответствуют 17522712 часа с н.л.: $x_1^{(1168180)}=17522712$.

Проживала 27890 дней – $x_2^{(1859)}=27889\approx 27890$.

Примечательно, что

1) Отец умер в день рождения Юрия Гагарина, а родился годом позже его.

2) Фамилия матери созвучна фамилии 1-го американского астронавта (Шепарда), с которым она родилась в один и тот же год, а умерла годом позже его.

3) Родители умерли в один и тот же год (мать практически никогда не болела);

4) Брат учился и позже работал в том же индустриальном техникуме, с которого началась биография Юрия Гагарина [10], а в возрасте, в котором погиб Гагарин, произошел несчастный случай: брат упал с балкона своего дома.

В вышедшем в свет варианте журнала имеет место практически тот же набор совпадений и поэтому они не рассматриваются.

2.2. КССЭ в приложении журналу “Известия вузов. Естественные науки” (№2, 2004)

В данном издании была опубликована статья автора [1], название которой явно указывает на космическую тему. Рассматриваемое Приложение является ежемесячным, поэтому его №2 соответствует 2-му месяцу года, то есть формально приурочен к началу марта – юбилею Гагарина. По ряду причин выход в свет Приложения был задержан до апреля – месяца полета Гагарина: номер был подписан в печать 6 апреля, а вышел в свет 16 апреля. Номера страниц статьи автора (62-71) приближенно соответствуют году полета и юбилею Гагарина: $62 \approx 61$, $71 \approx 70$. Содержание номера в данном Приложении печатается только на русском языке.

Текст содержания содержит только одно слово космической тематики – КС «космический» в названии статьи автора на стр. 2.

Примечательно, что в данном номере Приложения на стр. 2 нет обычной шапки с названием журнала. На этой странице содержится 16 строк текстовой информации, число 16 является делителем степени 10^4 , по этой причине рассматриваются только коды до 9999.

КС находится в строке номер 8 при счете сверху и номер 9 при счете снизу ($x_1=8$, $x_2=9$), следовательно, $x_2^{(122)}=\underline{1961}$, $x_1^{(122)}=1960 \approx 1961$.

Ф.И.О. автора находится строкой выше ($x_1=7$, $x_2=10$) и характеризуется параметрами: $x_1^{(4)}=71 \approx 70$, $x_2^{(122)}=1962 \approx 1961$.

Сведения об авторе: $x_2^{(122)}=1962$ – год рождения, $x_2^{(2)}=42$ года – возраст.

Космическая тема

Год установления контакта (1994), $x_1^{(124)}=1994$ (о нем говорится в тексте статьи [1]).

Тема НАСА: $x_1^{(122)}=1959 \approx 1958$, $x_2^{(3)}=58$.

Годдард (1882–1945): $x_2^{(117)}=1882$, $x_2^{(121)}=1946 \approx 1945$.

Вернер фон Браун (1912–1977, 1945) – $x_1^{(119)}=1911\approx 1912$, $x_2^{(123)}=1978\approx 1977$. Тема ФАУ (1944–45): $x_2^{(121)}=1946\approx 1945$.

Строка КС «космический» ($x_1=8$, $x_2=9$):

Годдард (1882–1945): $x_2^{(117)}=1881\approx 1882$, $x_2^{(121)}=1945$.

Вернер фон Браун (1912–1977, 1945) – $x_1^{(119)}=1912$, $x_2^{(123)}=1977$.

Тема ФАУ (1944–45): $x_2^{(121)}=1945$.

Примечательно, что название Веб-сайта с рефератом статьи [1]

http://mars.udsu.ru/cgi-bin/cls/journal_content?14359

начинается с названия планеты **Mars**, а число в названии Веб-сайта соответствует авторской строке ($x_1=7$, $x_2=10$): $x_1^{(897)}=14359$.

2.3. КССЭ в журнале “Известия МАНВШ” (№4, 2003)

Данный номер журнала был подписан в печать 16.12.2003 и фактически вышел в свет в 2004 году. Презентация номера состоялась на сессии МАН ВШ как раз 9 марта – в день юбилея Гагарина.

Текст содержания журнала на английском языке (стр. 4), содержит 39 строк текстовой информации. Авторская строка характеризуется параметрами: $x_1=12$, $x_2=28$, следовательно $x_1^{(50)}=1962$ – год рождения, $x_2^{(490306)}=19\ 12\ 1962$ – дата рождения.

Тема NSA – NASA: $x_1^{(28255)}=1\ 10\ 1957\approx 1\ 10\ 1958$ (начало работы).

Тема Нила Армстронга: $x_1^{(504890)}=1969\ 07\ 22\approx 1969\ 07\ 21$.

Вернер Фон Браун (23.03.1912–1977): $x_2^{(490264)}=1912\ 03\ 24\approx 1912\ 03\ 23$, $x_2^{(50)}=1978\approx 1977$.

Годдард (5.10.1882–10.08.1945): $x_2^{(498738)}=1945\ 08\ 10$.

2.4. КССЭ в журнале “Известия РАН. Теория и системы управления” (№2, 2004)

Текст содержания номера на русском языке на стр. 2 содержит 39 строк текстовой информации.

Авторская строка характеризуется параметрами: $x_1=27$, $x_2=13$, следовательно $x_2^{(50)}=1963\approx 1962$ – год рождения, $x_1^{(490306)}=19\ 12\ 1961\approx 19\ 12\ 1962$ (также $x_1^{(464665)}=18\ 12\ 1962\approx 19\ 12\ 1962$) – дата рождения.

Тема НСА – НАСА: $x_2^{(28255)}=1\ 10\ 1958$ (начало работы).

Вернер Фон Браун (23.03.1912–1977): $x_1^{(490264)}=1912\ 03\ 23$, $x_1^{(50)}=1977$.

Годдард (5.10.1882–10.08.1945): $x_1^{(498738)}=1945\ 08\ 09\approx 1945\ 08\ 10$.

Текст содержания номера на английском языке содержит также 39 строк текстовой информации.

Авторская строка характеризуется параметрами – $x_1=28$, $x_2=12$, следовательно: $x_2^{(50)}=1962$ (год рождения), $x_1^{(490306)}=19\ 12\ 1962$ (дата рождения).

Тема NSA – NASA: $x_2^{(28255)}=1\ 10\ 1957\approx 1\ 10\ 1958$ (начало работы).

Тема Нила Армстронга: $x_2^{(504890)}=1969\ 07\ 22\approx 1969\ 07\ 21$.

1-й полет МКК «Спейс шаттл» (12.04.1981):

$x_1^{(308768)}=12\ 04\ 1980\approx 12\ 04\ 1981$, $x_2^{(507959)}=1981\ 04\ 13\approx 1981\ 04\ 12$.

Таким образом, отмечены два самых больших достижения американцев в космосе.

Вернер Фон Браун (23.03.1912–1977): $x_1^{(490264)}=1912\ 03\ 24\approx 1912\ 03\ 23$, $x_1^{(50)}=1978\approx 1977$.

Годдард (5.10.1882–10.08.1945): $x_1^{(498738)}=1945\ 08\ 10$.

Заключение

Представление данных в рассмотренных КССЭ основано на запрограммированном размещении ключевых слов и выражений в пределах текста в соответствии с вышеописанными правилами. Во всех рассмотренных примерах КССЭ содержат закодированные сведения об авторе и основных достижениях космонавтики. Вероятность случайного появления рассмотренных в данной статье и работах [1-2] совпадений настолько мала, что не оставляет сомнений в их запрограммированном происхождении.

Космическое телеуправление в первую очередь касается центральной нервной системы, психики человека. Весьма символично, что первая книга Юрия Гагарина называется «Психология и космос» [12].

Тема космических влияний на человеческое общество чрезвычайно многообразна и подробно обсудить ее в рамках одной статьи практически невозможно.

Представляется актуальным осуществление комплексных и масштабных исследований космических влияний со стороны системы ЭТА.

Литература

1. Некрасов С.А. Информационные структуры космического происхождения, их организация и характеристики // Изв. вузов. Естественные науки. Приложение. – 2004. – № 2. – С. 62-71.
2. http://mars.udsu.ru/cgi-bin/cls/journal_content?14359
3. Некрасов С.А. Феномены пространственно-смысловых корреляций в текстах // Научная мысль Кавказа. Приложение. – 2003. – № 11. – С. 174-180.
4. Некрасов С.А. Теоретико-вероятностное и статистическое исследование словарных текстов // Проблемы передачи информации. – 2004. – № 2. – С. 73-80.
5. Некрасов С.А. Теоретико-вероятностные и статистические модели для расчета словарных структур // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 2004. – № 2. – С. 86-90.
6. Некрасов С.А. Имитационное и вероятностно-статистическое исследование текстов словарей // Известия международной академии наук высшей школы. – 2003. – № 4. – С. 185-194.
7. Nekrasov S.A. Probability-Theoretic and Statistical Analysis of Dictionary Texts // Problems of Information Transmission. Volume 40, Issue 2, 2004. – P. 168-174.
8. <http://dx.doi.org/10.1023/B:PRIT.0000043930.94123.40>
9. К юбилею космонавта № 1. Ю.А. Гагарина (к 70-летию со дня рождения) // Земля и Вселенная. – 2004. – № 2. – С. 42-51.

10. Лакштанов Е.Л., Лангваген Е.С. Топологическая энтропия клеточных автоматов, обладающих космическими кораблями // Проблемы передачи информации. – 2004. – № 2. – С. 70-72.
11. Энциклопедия «Космонавтика» / Под ред В.П. Глушко. М.: Сов. Энциклопедия, 1985.
12. Большая Советская энциклопедия. В 30 т. / Гл. ред. А.М. Прохоров. 3-е издание. М.: Сов. энциклопедия, 1971.
13. Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия. 7-е издание, 2003 г.
14. Гагарин Ю.А., В. И. Лебедев. Психология и космос, М., 1968.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Опарин Г.А., Новопашин А.П. Интеллектуальные методы и средства крупно- блочного синтеза параллельных программ для кластерных вычислительных систем	4
Патрушев А.С. Программный комплекс формирования и расчёта схем котельных агрегатов	11
Плотников Д.А. Автоматизированная распределенная система учета потреб- ления газа	14
Ланкин М.В. Нейросетевые технологии определения напряженности магнит- ного поля	15
Саломатина Е.С. Компьютерные технологии как интеллектуальный ресурс организаций грузового автомобильного транспорта	22
Новиков А.Б. Минимизация затрат на построение надежных сетей связи с помощью генетического алгоритма	24
Попов Н.В., Андрейчикова О.Н. Решение задачи о расширении сетей связи с использованием системы поддержки принятия коллективных решений	26
Могилевская Н.С., Чепель В.Н. Исследование детерминированных и вероят- ностного алгоритмов декодирования кода Рида-Соломона	27
Маевский А.Э., Мкртчян В.В. Об экспериментальном исследовании спи- сочного декодера Судана для кодов Рида-Соломона	29
Филиппов С.В. Информационно-экономическая поддержка проектирования и управления производством	31
Топчиенко М.Р. Разработка экономико-математической модели минимизации суммарных затрат на шахтах Российского Донбасса	34
Бажанов А.В., Выскребенцев А.С. Использование статистики Дарбина- Уотсона для определения количества кривых Хабберта в моделях нефтедо- бычи	37
Егорова О.С. Применение компьютерных технологий для прогнозирования экономических показателей (на примере сельскохозяйственных предприятий Курской области)	40
Долженко В.А. Имитационное моделирование учетной системы фондового рынка	42
Долженко В.А. Исследование предельных значений рабочей нагрузки инфор- мационной системы депозитария	49
Некрасов С.А. Феномен информационного полтергейста	52

Научное издание

**Компьютерные технологии в науке, производстве,
социальных и экономических процессах**

Материалы V Международной научно-практической конференции
Часть 3

Редактор: С.Г. Студенникова
Компьютерная верстка: М.К. Аверьянова

Подписано в печать 27.12.2004 г.
Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная. Печать оперативная.
Печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 3,9. Тираж 100 экз. Заказ 47-2301.

Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт)
Центр оперативной полиграфии ЮРГТУ (НПИ)
Адрес университета и центра оперативной полиграфии:
346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, тел. 55-222