

ISSN 2227-6882



Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях

Часть 1



Center of Excellence
for Young Researchers

Гомель
2016

ISSN 2227-6882

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»



Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях

Материалы XIX Республиканской научной конференции
студентов и аспирантов
(Гомель, 21–23 марта 2016 года)

В двух частях

Часть 1

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2016

УДК 51:004:001.89

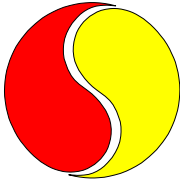
Сборник содержит материалы докладов XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях».

Издание состоит из двух частей. В первой части помещены материалы секций: «Аналитические и численные методы исследования в математике», «Математическое и имитационное моделирование», «Современные сетевые и информационные технологии», «Математическое и компьютерное моделирование технических систем».

Адресуется студентам, магистрантам и аспирантам вузов, научным работникам.

Редакционная коллегия:

О. М. Демиденко (главный редактор), Р. В. Бородич,
С. П. Жогаль, Ю. В. Малинковский, В. С. Смородин,
В. И. Мироненко, В. В. Можаровский, А. В. Лубочкин,
В. Д. Левчук, М. С. Долинский



**АНАЛИТИЧЕСКИЕ
И ЧИСЛЕННЫЕ
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
В МАТЕМАТИКЕ**
*Дифференциальные уравнения,
математический анализ
и численные методы*

Н. А. Алёшин, Г. Л. Карасёва
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)
**ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА
С ПОДВИЖНЫМ КРАЕВЫМ УСЛОВИЕМ**

На фиксированном промежутке времени $T = [0, t^*]$ рассмотрим задачу оптимального управления с фазовыми ограничениями

$$J(u) = c'x(t^*) \rightarrow \max,$$
$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad x(0) = x_0, \quad g_* \leq Hx(t^*) \leq g^*,$$
$$|u(t)| \leq 1, \quad t \in T.$$

Здесь $x = x(t) \in R^n$, $u(t) = (u_1(t), \dots, u_r(t))$, $t \in T$ – r -мерное управление в момент времени t ; A – постоянная $n \times n$ -матрица, B – постоянная $n \times r$ -матрица, $r > 1$; H – постоянная $m \times n$ -матрица, $\text{rank } H = m < n$; $c, g_*, g^* \in R^n$.

Понятия допустимого, оптимального и субоптимального управления $u(t) = (u(t), t \in T)$ и соответствующей траектории вводится стандартно.

Получена формула приращения критерия качества

$$\Delta J(u) = \int_{T_H} \psi'(t) B \Delta u(t) dt + \sum_{s \in I_{on}} y(s) \gamma(s),$$

где $\psi(\cdot) = (\psi(t), t \in T)$ – решение системы

$$\dot{\psi} = -A'(t)\psi, \quad \psi'(t^*) = c' - y'(s)H(s, J), \quad s \in I_{on}.$$

Сформулирован критерий оптимальности для исследуемой задачи. На основании полученного критерия оптимальности предложен конструктивный алгоритм. Общая схема алгоритма состоит из двух процедур. С помощью первой процедуры строится приближенное решение задачи оптимального управления и по этому решению идентифицируется структура и вычисляется приближенное значение определяющих элементов.

Далее, находятся значения определяющих элементов, со сколь угодно высокой точностью и по известным параметрам восстанавливается решение исходной задачи. Нахождение параметров осуществляется путем решения специальной системы уравнений методом Ньютона. Проверяются соотношения оптимальности, и в случае их выполнения строится оптимальное управление. В противном случае считается, что начальная информация для процедуры доводки была некачественная. Возвращаемся к первой части алгоритма. Затем, исходя из новой информации, заново осуществляем процедуру доводки. Решение исходной задачи однозначно восстанавливается по решению уравнений доводки.

Е. В. Банюкевич

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

**СВОЙСТВА ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
НА ПРОСТРАНСТВЕ МЕДЛЕННО
РАСТУЩИХ ОБОБЩЕННЫХ ФУНКЦИЙ**

Рассмотрим вейвлет-преобразование медленно растущих обобщенных функций и установим его основные свойства.

Обозначим S пространство Шварца – пространство бесконечно дифференцируемых быстро убывающих комплексно-значных функций f на числовой прямой \mathbb{R}

$$S = \left\{ f \in C^\infty : |x^m f^{(k)}(x)| < +\infty \right\},$$

для всех $k, m \in \mathbb{N}_0$, где \mathbb{N}_0 – множество целых неотрицательных чисел. Пусть S' сопряженное пространство, то есть является пространством всех медленно растущих обобщенных функций.

Предположим, что вейвлет $\psi \in S$. Рассмотрим вейвлет-преобразование обобщенной функции $f \in S'$

$$Wf(a, b) = \left\langle f(x), \psi \left(\frac{x-b}{a} \right) \right\rangle, \quad b \in \mathbb{R}, a > 0.$$

Докажем, что вейвлет-преобразование медленно растущих обобщенных функций бесконечно дифференцируемо одновременно по переменным a и b .

Теорема 1. Функция $Wf(a, b)$ бесконечно дифференцируема и для любого $i, j \in \mathbb{N}_0$, выполняется равенство

$$\frac{\partial^{i+j}}{\partial a^i \partial b^j} Wf(a, b) = \frac{1}{2\pi} \left\langle \hat{f}(\omega), (i\omega)^j e^{ib\omega} \frac{\partial^i}{\partial a^i} \overline{\hat{\psi}(a\omega)} \right\rangle, \quad (1)$$

где \hat{f} , $\hat{\psi}$ – преобразование Фурье функций f , ψ соответственно.

Из представления (1) выводим асимптотику роста рассматриваемого вейвлет-преобразования при $a \rightarrow 0$.

Теорема 2. Пусть вейвлет $\psi \in S$ и $f \in S'$ – обобщенная функция с компактным носителем в \mathbb{R} . Тогда вейвлет-преобразование обобщенной функции f удовлетворяет следующему соотношению

$$Wf(a, b) = O\left(a^\mu (1+a+|b|)^k\right), \quad a \rightarrow 0, k \in \mathbb{N}.$$

М. С. Белокурский

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ОТРАЖАЮЩАЯ ФУНКЦИЯ ЛИНЕЙНОЙ НЕОДНОРОДНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, ЭКВИВАЛЕНТНОЙ СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЕ С НУЛЕВОЙ МАТРИЦЕЙ

Теорема. Для того чтобы линейная неоднородная дифференциальная система

$$\dot{x} = A(t)x + f(t), \quad t \in \mathbb{R}, \quad x \in \mathbb{R}^n,$$

где $A(t)$ – непрерывная $n \times n$ – матрица, $f(t)$ – непрерывная вектор-функция, имела ту же отражающую функцию, что и система

$$\dot{x} = f(t),$$

необходимо и достаточно, чтобы выполнялись условия:

- 1) матричнозначная функция $A(t)$ является нечетной, т.е. $A(-t) = -A(t)$, $t \in \mathbb{R}$;
- 2) имеет место тождество

$$A(t) \int_t^{-t} f(s) ds = 0 \text{ для всех } t \in \mathbb{R}.$$

При этом отражающей функцией $F(t, x)$ этих систем является вектор-функция

$$F(t, x) = x + \int_t^{-t} f(s) ds.$$

ЛИТЕРАТУРА

1 Мироненко, В. И. Отражающая функция и исследование многомерных дифференциальных систем / В. И. Мироненко. – Гомель: Мин. Образов. РБ, ГГУ им. Ф. Скорины, 2004. – 196 с.

2 Mironenko, V. I. How to construct equivalent differential systems / V. I. Mironenko, V. V. Mironenko // Applied Mathematic Letters. – 2009. – Vol. 22. – P. 1356–1359.

Д. Е. Бережнов, С. И. Сиротко
(БГУИР, Минск)

О ЧАСТИЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЗАДАЧИ ДВУХУРОВНЕВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Задачи двухуровневого программирования (bilevel programming) [1] являются инструментом моделирования сложных иерархических систем в промышленности, технике и экономике.

Пусть $x \in R^n$, $y \in R^m$, функции $F(x, y)$, $f(x, y)$, $h_i(x, y)$ непрерывно дифференцируемы. Рассмотрим двухуровневую задачу (BLP)

$$F(x, y) \rightarrow \min, x \in X,$$

где в качестве дополнительных ограничений выступают также ограничения, определяемые множеством решений задачи нижнего уровня:

$$f(x, y) \rightarrow \min_y, \quad y \in K(x) = \left\{ y \in R^m \mid h_i(x, y) \leq 0 \quad i \in I = \{1, \dots, s\} \right\}.$$

Пусть $\phi(x) = \min \{f(x, y) \mid y \in K(x)\}$ и (x^0, y^0) – оптимальное решение в задаче (BPP). Задача (BLP) называется частично устойчивой (partial calm) в точке (x^0, y^0) , если существует число $\mu > 0$ такое, что (x^0, y^0) является локальным решением задачи

$$F(x, y) + \mu(f(x, y) - \phi(x)) \rightarrow \min, \quad x \in X, \quad y \in K(x). \quad (1)$$

Сведение задачи (BLP) к задаче математического программирования (1) является одним из основных методов ее решения. Известно [2], что задача (BLP) является частично устойчивой, если функции f и h_i линейны по обоим переменным x и y . Следующая теорема обобщает данный результат.

Теорема. Пусть $f(x, y) = \langle \xi^0, y \rangle + \alpha_0(x)$, $h_i(x, y) = \langle \xi^i, y \rangle + \alpha_i(x)$, $i = 1, \dots, s$. Тогда задача (BLP) частично устойчива в любой точке (x^0, y^0) , дающей оптимальное решение. Если дополнительно функция $F(x, y)$ липшицева на открытом множестве, содержащем $gr K \cap (X \times R^m)$, то (x^0, y^0) будет решением задачи (1).

ЛИТЕРАТУРА

1 Dempe, S. Foundations of Bilevel programming. / S. Dempe. – Kluwer Acad. Publ., 2002. – 312с.

2 Ye, J.J. SIAM J. Optimization / J. J. Ye, D. Zhu. – Vol. 20, 2010. – P. 1885–1905.

В. А. Дерачиц, М. В. Кулагина

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ЛИНЕЙНАЯ ДИСКРЕТНАЯ

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рассмотрена задача оптимального управления дискретной системы в форме:

$$c'x(t_1) \rightarrow \max,$$

$$x(t+1) = Ax(t) + bu(t),$$

$$x(0) = x_0, Hx(t_1) = g, \quad (1)$$

$$f_* \leq u(t) \leq f^*, t \in T = \{0, 1, \dots, t_1 - 1\},$$

где $c, b, x_0 \in R^n$, $g \in R^m$, $x(t) \in R^n$, $u(t) \in R$, $|u(t)| \leq 1$, $t \in T$, $A \in R^{n \times n}$, $H \in R^{m \times n}$, $\text{rank } H = m < n$, f_* , f^* – заданные числа.

Понятие допустимого, оптимального управления, соответствующих им траекторий, оценки субоптимальности вводятся стандартно.

Множество $T_{op} \subset T$, $|T_{op}| = m$, назовем опорой, если $\det P \neq 0$, где $P = P(I, T_{op}) = (H(I_{op}, I)F(t_1, t)b, t \in T_{op})$ – опорная $m \times m$ -матрица, $I = \{1, \dots, m\}$. Пара $\{u, T_{op}\}$ из допустимого управления и опоры – опорное управление задачи (1).

Введена функция $\psi(t)$, $t \in T$ – решение сопряженной системы

$$\psi(t-1) = \psi(t) + A'\psi(t), t \in T, \psi(t-1) = c - H'(I_{op}, I)v(I_{op}),$$

где v – вектор потенциалов.

Сформулирован критерий оптимальности в следующем виде

Теорема. Для оптимальности опорного управления $\{u, T_{op}\}$ достаточно, чтобы выполнялось соотношение

$$\Delta(t) = -\psi'(t)b \geq 0 \text{ при } u(t) = f_*; \quad \Delta(t) = -\psi'(t)b \leq 0 \text{ при } u(t) = f^*;$$

$$\Delta(t) = -\psi'(t)b = 0 \text{ при } f_* < u(t) < f^*, t \in T \setminus T_{op},$$

а в случае невырожденности и необходимы.

Рассмотрен алгоритм адаптивного метода для данной задачи, который представляет собой замену опорного управления $\{u, T_{on}\}$ на новое опорное управление $\{\bar{u}, T_{on}\}$, причём так, чтобы при этом монотонно увеличивалась значение целевой функции и уменьшалась оценка субоптимальности. Замена опоры проводится по правилу длинного шага, поскольку это более полно учитывает специфику данной задачи оптимального управления. Программно реализован данный алгоритм, приведен пример, иллюстрирующий работу данного метода.

Н. Ю. Казлоўская

(ГрДУ ім. Я. Купалы, Гродна)

**АБ АДНОЙ АЦЭНЦЫ КАНСТАНТЫ ЛЕБЕГА
ІНТЭРПАЛЯЦЫЙНАГА РАЦЫЯНАЛЬНАГА
ПРАЦЭСУ НА АДРЭЗУ**

Ацэнка канстанты Лебега інтэрпаляцыйнага рацыянальнага працэсу Лагранжа з вузламі Чэбышава-Маркава выклікае вялікі інтарэс даследчыкаў [1–3]. У дадзенай рабоце разглядаецца канстанта Лебега інтэрпаляцыйных рацыянальных працэсаў Лагранжа з двума вузламі Чэбышава-Маркава.

Няхай $a_0 = 0, a_1, a_2, \dots, a_n$ – рэчаісныя лікі, тады яны належаць інтэрвалу $(-1, 1)$, альбо камплексна спалучаныя. Вызначым косінус-дроб Чэбышава-Маркава $M_n(x) = \cos \mu(x)$, дзе

$$\mu_n(x) = \sum_{k=0}^n \arccos \frac{x + a_k}{1 + a_k x}.$$

Абзначым праз $x_k, k = 0, 1, \dots, n$ нулі функцыі $M_n(x)$, $-1 < x_n < x_{n-1} < \dots < x_1 < x_0 < 1$.

Для адвольнай функцыі $f(x)$, вызначанай на адрэзку $[-1, 1]$, можна пабудаваць інтэрпаляцыйную рацыянальную функцыю Лагранжа

$$L_n(x, f) = \sum_{k=0}^n f(x_k) l_k(x), \quad l_k(x) = \frac{M_n(x)}{M_n'(x_k)(x - x_k)}, \quad k = 0, 1, \dots, n.$$

Вызначым функцыю Лебега $L_n(x) = \sum_{k=0}^n |l_k(x)|$, $x \in [-1, 1]$ і канстанту Лебега $L_n = \max_{x \in [-1, 1]} L_n(x)$, $n \in \mathbb{N}$.

Разгледзім выпадак, калі $a_0 = 0, a_1 = a = 1 - \varepsilon, \varepsilon \in (0, 1]$. У гэтым выпадку $x_0 = \frac{-a + \sqrt{D}}{2(1+b)}, x_1 = \frac{-a - \sqrt{D}}{2(1+b)}$ дзе $b = \sqrt{1-a^2}, D = 1 + 4b + 3b^2$.

Можна паказаць, што функцыя Лебега дасягае максімальнага значэння ў пункце $x = -1$, тады канстанта Лебега

$$L_1 = \frac{1+b}{1-a} \left(\frac{1+x_0}{|M_1'(x_1)|} + \frac{1+x_1}{|M_1'(x_0)|} \right).$$

Праўдзіца ацэнка $L_1 < C$, дзе C – пастаянная, якая не залежыць ад ε . Знойдзена таксама і прасртаўленне канстанты Лебега як функцыі ε , але выгляд яе досыць грувацкі. Атрыманы наступны вынік:
 $\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} L_1 = 3$.

ЛІТАРАТУРА

1 Русак, В. Н. Об интерполировании рациональными функциями с фиксированными полюсами / В. Н. Русак // Докл. Акад. Наук БССР. – 1962. – Т.4, № 9. – С. 548–550.

2 Старовойтов, А. П. О рациональной интерполяции с фиксированными полюсами / А. П. Старовойтов // Изв. Акад. наук БССР. Сер. физ.-мат. наук. – 1983. – № 6. – С. 105–106.

3 Ровба, Е. А. О константе Лебега интерполяционных рациональных процессов Лагранжа по узлам Чебышева – Маркова / Е. А. Ровба, Е. В. Дирвук // Весці Нац. Акад. навук Беларусі. Серыя фіз.-мат. навук. – 2015. – № 4. – С. 25–31.

Е. П. Кечко

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

О ЛОКАЛИЗАЦИИ НУЛЕЙ АППРОКСИМАЦИЙ ЭРМИТА – ПАДЕ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

Для заданного натурального числа k рассмотрим произвольный фиксированный набор $\{\lambda_p\}_{p=0}^k$ различных комплексных и произвольный набор $\{n_p\}_{p=0}^k$ целых неотрицательных чисел.

Определение. Аппроксимациями Эрмита – Паде I типа (Latin type) системы экспонент $\{e^{\lambda_p z}\}_{p=0}^k$ называют многочлены $A_{n_p}^p(z)$, $\deg A_{n_p}^p \leq n_p - 1$, $p = 0, 1, \dots, k$, хотя бы один из которых тождественно не равен нулю, удовлетворяющие условию

$$R_{n_0, n_1, \dots, n_k}(z) = \sum_{p=0}^k A_{n_p}^p(z) e^{\lambda_p z} = O(z^{n_0 + n_1 + \dots + n_k - 1}), \quad z \rightarrow 0.$$

Многочлены $\{A_{n_p}^p(z)\}_{p=0}^k$ были введены Эрмитом [1]. Мы хотим локализовать область, в которой находятся нули многочленов $A_{n_p}^p(z)$, в зависимости от выбора чисел $\{\lambda_p\}_{p=0}^k$ и $\{n_p\}_{p=0}^k$. Данная работа является обобщением результатов работы [2]. Сформулируем основной результат.

Теорема. Пусть $\{\lambda_p\}_{p=0}^k$ – произвольные различные комплексные числа. Тогда при $n_p \geq 2$, $p=0,1,\dots,k$, $k \geq 1$ нули многочлена $A_{n_p}^p(z)$, $0 \leq p \leq k$, лежат в круге $\{z: |z| < R_{n_p}^p\}$, где

$$R_{n_p}^p = \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq p}}^k \frac{n_p + n_j - \frac{2}{3}}{|\lambda_p - \lambda_j|}.$$

ЛИТЕРАТУРА

1 Hermite, C. Sur la generalisation des fractions continues algebriques / C. Hermite // Ann.Math. Pura Appl. Ser. 2A. – 1883. – № 21. – P. 289–308.

2 Герман, А. В. О нулях многочленов Эрмита / А. В. Герман, Е. П. Кечко, А. П. Старовойтов // Известия Гомельского государственного университета имени Ф.Скорины. – 2015. – №3(90). – С. 104–111.

Н. А. Алёшин, Г. Л. Карасёва
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА

Задачи управления составляют один из наиболее сложных и актуальных разделов современной теории экстремальных задач. По результатам решения таких задач оцениваются достоинства большинства новых методов оптимизации. Современная математическая теория оптимального управления динамическими системами возникла в начале 50-х годов на базе инженерных исследований по оптимальным системам автоматического регулирования. Необходимость решения актуальных

проблем автоматического регулирования, динамики полетов потребовала разработки эффективных методов решения экстремальных задач.

Непрерывные динамические задачи ставятся для систем, изменяющих свои состояния непрерывно во времени. В связи с этим существенно отличается математический аппарат исследования указанных задач.

Естественно, что среди непрерывных систем в первую очередь были изучены линейные системы, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями $\dot{x} = Ax + bu$.

Данные уравнения являются математическими моделями многих процессов в различных сферах человеческой деятельности. В них переменные $x(t)$, $t \in T$, представляют значения полного набора внутренних характеристик изучаемого процесса в момент времени t . Переменные $u(t)$, $t \in T$, называются переменными управления, A – $n \times n$ -матрица, характеризующая динамические свойства объекта, b – n -вектор параметров входного устройства.

Согласно теории дифференциальных уравнений, поведение объекта $x(t)$, $t \in T$, будет однозначным, если задать его начальное состояние $x(0) = x_0$ и управляющее воздействие $u(t)$, $t \in T$, из класса кусочно-постоянных функций.

В целом исходная система представляет собой дифференциальный закон поведения процесса управления. Получение и использование законов поведения в дифференциальной форме широко распространено в современных научных исследованиях, так как она компактно и адекватно выражает фундаментальные свойства многих явлений.

Для исходной системы качественная теория оптимального управления во многих своих разделах к настоящему времени достигла очень высокого уровня.

В теории оптимального управления наряду с качественной теорией, которая анализирует вопросы существования решения, необходимость и достаточность условия оптимальности, корректность постановки задачи, структуру решения и т.п., большое внимание уделяется конструктивным вопросам, связанным с фактическим (аналитическим или численным) построением решения задач оптимального управления.

На фиксированном промежутке времени рассмотрим линейную задачу оптимального управления специального вида. Специфика данной задачи заключается в наличии фазовых ограничений и в наличии подвижного краевого условия.

Исследована управляемость основных ограничений линейной задачи оптимального управления специального вида. Введены определения опоры и опорного управления. Получена формула приращения критерия качества двумя способами. Сформулирован критерий оптимальности и опорный критерий оптимальности. Также сформулирован принцип максимума. Предложен алгоритм решения линейной задачи оптимального управления специального вида.

И. С. Ковалева

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**ОПЕРАТОР МАРКОВА – СТИЛТЬЕСА
В ПРОСТРАНСТВАХ $H^p(D)$ И $L^p(0,1)$**

В работе доказывается ограниченность оператора Маркова-Стилтьеса в пространствах $H^p(D)$ и $L^p(0,1)$ ($1 < p < \infty$), получены оценки нормы этого оператора.

Определение. Оператор Маркова-Стилтьеса в пространстве Харди ($1 < p < \infty$) задается следующим соотношением

$$Sf(z) := \int_0^1 \frac{f(t)}{1-tz} dt.$$

Мы будем отождествлять пространства Харди $H^p(D)$ и $H^p(T)$ (см., например, [2]).

Теорема 1. Оператор Маркова – Стилтьеса определен в $H^p(T)$ ($1 < p < \infty$) и является ограниченным ганкелевым с матрицей Гильберта в стандартном базисе. Его норма удовлетворяет неравенствам

$$\pi \leq \|S\|_{H^p \rightarrow H^p} \leq \frac{\pi}{\sin \frac{\pi}{\max\{p, q\}}}.$$

В частности, при $p=2$ $\|S\| = \pi$, а спектр оператора S чисто непрерывный, совпадает с существенным спектром и равен $[0, \pi]$.

Ниже через S обозначен оператор Маркова – Стилтеса в пространстве $(1 < p < \infty)$. Справедлива следующая теорема.

Теорема 2. Оператор Маркова – Стилтеса ограничено действует в $(1 < p < \infty)$ и

$$\|S\|_{L^p \rightarrow L^p} \leq \pi \cdot \operatorname{ctg} \frac{\pi}{2 \max\{p, q\}}.$$

При $p = 2$ имеем

$$\|S\|_{L^2 \rightarrow L^2} = \pi.$$

ЛИТЕРАТУРА

1 Böttcher, A. Analysis of Toeplitz / A. Böttcher, B. Silbermann. – Springer, 1990. – 512 p.

2 Duren, P. L. Theory of H^p spaces / P. L. Duren // Pure and Applied Mathematics. – 1970. – Vol. 38. – 277 p.

3 King, F.W. Hilbert transforms: in 2 Vol. / F.W. King. – Cambridge University Press, 2009. – Vol. – 858 p.

Е. В. Ковалевская

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ПОСТРОЕНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ БЛЯШКЕ

Пусть комплексные числа $\{z_k\}_{k=1}^n$ принадлежат правой полуплоскости $\operatorname{Re} z > 0$. Тогда рациональная функция

$$B_n(z) = \prod_{k=1}^n \frac{z - z_k}{z + z_k},$$

называется произведением Бляшке степени n . Нули $B_n(z)$ суть $\{z_k\}_{k=1}^n$,

а полюсы – $\{-z_k\}_{k=1}^n$.

Следующая теорема 1 для случая $\alpha = 1$ и $\beta = 0$ доказана Н. С. Вячеславовым. Другое доказательство этой же теоремы в указанном частном

случае предложено Т. Ганелиусом. Я. Э. Андерсон сформулировал эту теорему для $\alpha > 0$ и $\beta = 0$. Нами дано подробное доказательство теоремы 1 для всех указанных случаев α и β , а также доказана теорема 2.

Теорема 1. Пусть $\alpha > 0$ и $\beta \in R$. Тогда для любого $n \in N$ существует произведение Бляшке $B_n(z)$ с нулями лишь на $(0; 1]$ такое, что

$$x^\alpha \ln^\beta \frac{2}{x} |B_n(x)| \leq c(\alpha, \beta) n^{-\frac{\beta}{2}} e^{-\pi \sqrt{an}}, x \in (0; 1].$$

Теорема 2. Пусть $\beta > 0$. Тогда для любого $n \in N$ существует произведение Бляшке $B_n(z)$ с нулями лишь на $(0; 1]$ такое, что

$$\ln^\beta \frac{2}{x} |B_n(x)| \leq \frac{c(\beta)}{n^\beta}, x \in (0; 1].$$

Теорема 1 при $\alpha > 0$ и $\beta = 0$ применялась [1–3] для изучения наилучших приближений некоторых функций и построения специальных квадратурных формул. Теоремы 1 и 2 позволяют получить обобщения отмеченных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пекарский, А. А. Наилучшее равномерное рациональное приближение функций Маркова / А. А. Пекарский // Алгебра и анализ. – 1995. – Т. 7. – № 2. – С. 121–132.

2 Боянов, Б. Оптимальные квадратурные формулы. / Б. Боянов // УМН – 2005. – Т. 60. – № 6(366). – С. 33–52.

3 Petrushev, P. P. Rational approximation of real function / P. P. Petrushev, V. A. Popov // Cambridge University Press, 1987.

Г. И. Костецкий, Д. С. Кузьменков

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РЕШЕНИЕ ПРОСТОЙ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ НА МИНИМАКС ПРЯМЫМ МЕТОДОМ

При решении практических задач часто приходится решать выпуклые задачи математического программирования. Выпуклые задачи математического программирования бывают гладкие и негладкие. Особое значение для теории и методов оптимизации имеют кусочно-

линейные задачи, целевые функции которых образуются из набора линейных функций при помощи операций взятия максимума, модуля и их сочетания.

В работе рассматривается простая кусочно-линейная задача на минимакс, обосновывается и программно реализуется прямой опорный метод её решения.

Операция взятия максимума по набору функций является одним из наиболее простых и часто встречающихся способов образования негладких функций. Минимизация таких функций называется задачей на минимакс.

Простой кусочно-линейной задачей на минимакс назовем задачу:

$$f(x) = \max_{k \in K} (c'_k x + \alpha_k) \rightarrow \min, \quad d_* \leq x \leq d^*, \quad (1)$$

где $x = x(J)$; $c_k = c_k(J)$; d_* ; d^* – n -векторы; α_k – скаляр; $J = \overline{1, n}$, $K = \overline{1, k}$.

План, на котором целевая функция задачи (1) достигает минимального значения, называют решением задачи или *оптимальным планом*.

На практике кроме оптимальных планов важную роль играют субоптимальные (–оптимальные) планы, т. к. не для каждой задачи можно получить точный оптимальный план и не всегда это целесообразно. План при заданном числе называют *субоптимальным* или –оптимальным, если он удовлетворяет неравенству $f(x^0) - f(x^\varepsilon) \leq \varepsilon$.

Были обоснован опорный метод решения простой кусочно-линейной задачи на минимакс. Для этого предварительно введены понятия опоры целевой функции, правильной опоры, опорных плана и коплана, получены формулы приращения прямой целевой функции, доказан критерий оптимальности в прямой задаче. Разработан алгоритм и создана программа, реализующая прямой метод решения рассматриваемой задачи. Программа, реализованная в среде Delphi, позволяет считывать и записывать в файл коэффициенты векторов и скаляров, реализован удобный вывод результатов: отображение оптимального плана, невязок, оценок, опор целевой функции по двум множествам индексов, количества итераций и оптимального значения целевой функции. Обработаны также все некорректные случаи ввода исходных данных.

Е. Ю. Кузьменкова

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДЕКСА ВРАЩЕНИЯ ХАРАКТЕРА $\chi \in X$
И ВЫЧИСЛЕНИЕ $ind \chi^{-1}$ ДЛЯ СЛУЧАЯ ГРУПП**

Пусть X – группа характеров, G – компактная связная абелева группа. Если в группе X имеется наименьший положительный элемент χ_1 , то через X^i будем обозначать (бесконечную циклическую) подгруппу группы X , порожденную этим элементом. Пусть X_+ – положительный конус. $X_- = X \setminus X_+ = X_+^{-1} \setminus \{1\}$. Тогда X может быть представлена в следующем виде:

$$X = (X_+ \setminus X^i) \amalg X^i \amalg (X_- \setminus X^i).$$

Введем следующие определения.

Пусть X линейно упорядочена. Из [1, теорема 2] следует, что если существует наименьший положительный характер χ_1 , то $X^i = \{\chi_1^n : n \in \mathbb{Z}\}$ и $ind \chi_1^n = n$. Расширим данное определение для всей X .

Определение. 1) если $\chi \in X_+ \setminus X^i$, тогда $ind \chi := +\infty$.

2) в случае, когда $\chi \in X_- \setminus X^i$, $ind \chi := -\infty$.

Была сформулирована и доказана следующая лемма:

Лемма. $\forall \xi \in X$ справедливо следующее равенство:

$$ind \xi^{-1} = -ind \xi.$$

Доказательство. Возможны следующие случаи:

1) Пусть $\xi \in X^i$, $\xi = \chi_1^n$, $ind \xi = n$.

Тогда $\xi^{-1} = \chi_1^{-n}$, $ind \xi^{-1} = -n = -ind \xi$.

2) Пусть $\xi \in X_+ \setminus X^i$, $ind \xi := +\infty$.

Тогда $\xi^{-1} \in X_- \setminus X^i$, а $ind \xi^{-1} = -\infty = -ind \xi$.

3) Пусть $\xi \in X_- \setminus X^i$, $ind \xi := -\infty$.

Тогда $\xi^{-1} \in X_+ \setminus X^i$, а $ind \xi^{-1} = +\infty = -ind \xi$.

Что и требовалось доказать.

ЛИТЕРАТУРА

1 Миротин, А. Р. Фредгольмовы и спектральные свойства тёмплицевых операторов в пространствах H^p над упорядоченными группами / А. Р. Миротин // Математический сборник. – 2011. – Т. 202, №5. – С. 101–116.

А. В. Кузьмич

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

**ВЫДЕЛЕНИЕ КЛАССА ВОЗМУЩЕННЫХ
ГАМИЛЬТОНОВЫХ СИСТЕМ,
ИМЕЮЩИХ НЕ БОЛЕЕ ОДНОГО ПРЕДЕЛЬНОГО ЦИКЛА**

Рассмотрим задачу оценки числа и локализации предельных циклов возмущенной гамильтоновой системы

$$\begin{aligned}\dot{x} &= y + \mu(p_2(x)y^2 + p_1(x)y + p_0(x)) \equiv P(x, y), \\ \dot{y} &= -x + \mu(q_3(x)y^3 + q_2(x)y^2 + q_1(x)y + q_0(x)) \equiv Q(x, y),\end{aligned}\tag{1}$$

зависящую от параметра $\mu \in I \subseteq \mathbb{R}$, $0 \in I$, при условии, что вещественные функции $p_i(x)$, $i = \overline{0, 2}$, $q_j(x)$, $j = \overline{0, 3}$, являются непрерывными по переменной x , а функции p_i также непрерывно дифференцируемыми по переменной x .

Для нелокальной оценки числа и локализации предельных циклов, справедливой во всей фазовой плоскости при всех $\mu \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$ для некоторых частных случаев системы (1) эффективно применяется обобщенный подход Л. А. Черкаса [1] к признаку Дюлака, основанный на нахождении функции Дюлака-Черкаса $\Psi(x, y, \mu)$, удовлетворяющей неравенству

$$\Phi(x, y, \mu) = \frac{\partial \Psi}{\partial x} P + \frac{\partial \Psi}{\partial y} Q + k \Psi \left(\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} \right) > 0 \quad (< 0),\tag{2}$$

$$\forall (x, y) \in \Omega, \quad \forall \mu \in I \setminus \{0\}.$$

Для системы (1) разработан способ построения функции Дюлака-Черкаса Ψ в виде полинома второй степени относительно фазовой переменной y , основанием которого является алгоритм сведения полинома (2) к функции, зависящей только от переменной x . В частности доказана следующая теорема

Теорема. Полином $\Psi = ax^2 + ay^2 - c$, $a, c > 0$ является функцией Дюлака-Черкаса системы

$$\begin{aligned} \dot{x} &= y + \mu(3xy^2 + x^2y + x^3), \\ \dot{y} &= -x + \mu \left(-21y^3 + \frac{7}{3}xy^2 + \left(\frac{420c}{13a} - \frac{459}{13}x^2 \right) y + \frac{7c}{3a}x + \frac{4}{3}x^3 \right), \end{aligned} \quad (3)$$

во всей фазовой плоскости при $0 \neq \mu \in \mathbb{R}$.

Следствие. Система (3) во всей фазовой плоскости имеет не более одного предельного цикла, причем если он существует, то является грубым и устойчивым (неустойчивым) при $\mu < 0$ (> 0).

Доказано также, что система (3) имеет единственный предельный цикл.
ЛИТЕРАТУРА

1 Черкас, Л. А. Конструктивные методы исследования предельных циклов автономных систем второго порядка (численно-алгебраический подход): моногр. / Л. А. Черкас, А. А. Гринь, В. И. Булгаков. – Гродно: ГрГУ, 2013. – 489 с.

П. А. Кулагина, Е. А. Ружицкая
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ЗАДАННЫХ ДВИЖЕНИЙ В ОДНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Исследуется задача осуществления заданных движений в одной динамической системе второго порядка. Методами оптимального управления строится алгоритм работы регулятора, который позволяет вычислять текущие значения ограниченных обратных связей, с помощью которых замкнутая система устойчиво осуществляет заданное движение. Использование методов оптимального управления позволяет, с одной стороны, создавать обратные связи с ограниченными сигналами, а с другой – обеспечивать высокое качество переходных процессов с точки зрения заданных критериев качества.

Рассмотрим систему управления

$$\begin{cases} \dot{x} = y + u, \\ \dot{y} = -x + u. \end{cases} \quad (1)$$

Эта система при выключенном управлении ($u(t) = 0, t \geq 0$) имеет периодические движения, среди которых нет заданного предельного цикла:

$$(x^* - 2)^2 + (y^* - 2)^2 = 1. \quad (2)$$

Построим ограниченную обратную связь

$$\begin{aligned} u(t, x) &= u^0(t, x), \\ |u(t, x)| &\leq L, \quad x \in G_\theta, \quad t \geq 0, \end{aligned} \quad (3)$$

с которой замкнутая система

$$\begin{cases} \dot{x} = y + u(t, x), \\ \dot{y} = -x + u(t, x), \end{cases} \quad (4)$$

имеет движение (2) в качестве асимптотически устойчивого предельного цикла.

Для системы (1) и предельного цикла (2) с помощью решения вспомогательной задачи оптимального управления

$$\begin{aligned} \rho(\tau, z) &\rightarrow \min, \\ \dot{x} &= Ax + bu, \quad x(\tau) = z, \\ x(\tau + \theta) &= x_f, \quad (\tau + \theta), \quad \tau \geq 0, \\ |u(t) - u_f(t)| &\leq \rho, \quad t \in T, \end{aligned} \quad (5)$$

построена ограниченная обратная связь. При решении задачи (5) были выбраны следующие параметры: $\theta = 8$, $u_f(t) \equiv -2, t \geq 0$. Получены фазовые траектории замкнутой системы (4) для различных начальных состояний.

Ю. А. Лобасенко

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

**ФОРМУЛА ОБРАЩЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ФУНКЦИИ ПО ЕЕ НЕПРЕРЫВНОМУ
ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЮ**

Вейвлет-преобразование можно рассматривать независимо от преобразования Фурье. С точки зрения анализа сигналов вейвлет-преобразование можно рассматривать в качестве альтернативного преобразованию Фурье и целесообразно отметить преимущества и возможности первого в сравнении со вторым.

Наличие формулы обращения, аналогично преобразованию Фурье, закрывает вопрос о разложении произвольной функции по вейвлетам $\psi_{a,b}(t)$

$$I = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dad b}{a^2} W_{\psi} f \cdot \bar{W}_{\psi} \bar{g}. \quad (1)$$

Формулу обращения получим, рассмотрев две произвольные функции $f, g \in L^2$. Используя представление непрерывного вейвлет-преобразования

$$W(a, b) \equiv W_{\psi} f = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \overline{\psi_{ab}(t)} dt,$$

(1) можно записать в виде

$$I = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dad b}{a^2} \left[|a|^{-1/2} \int_{-\infty}^{+\infty} d\xi \tilde{f}(\xi) e^{-ib\xi} \overline{\tilde{\psi}(a\xi)} \right] \times \\ \times \left[|a|^{-1/2} \int_{-\infty}^{+\infty} d\xi' \tilde{g}(\xi') e^{-ib\xi'} \overline{\tilde{\psi}(a\xi')} \right]. \quad (2)$$

Поскольку выражения в квадратных скобках представляют собой преобразование Фурье от некоторых функций, то запишем (2) в виде

$$I = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{da}{a^2} \int_{-\infty}^{+\infty} d\xi F_a(\xi) \overline{G_a(\xi)} = 2\pi \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{da}{|a|} \int_{-\infty}^{+\infty} d\xi \tilde{f}(\xi) \overline{\tilde{g}(\xi)} |\tilde{\psi}(a\xi)|^2 = \\ = 2\pi \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{da}{|a|} |\tilde{\psi}(a\xi)|^2 \langle f, g \rangle.$$

Таким образом, формула (1) принимает вид

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dad b}{a^2} W_{\psi} f \cdot \bar{W}_{\psi} \bar{g} = C_{\psi} \langle f, g \rangle, \quad (3)$$

где $C_{\psi} = 2\pi \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{d\xi}{|\xi|} |\tilde{\psi}(\xi)|^2$.

Получили формулу обращения обратного непрерывного вейвлет-преобразования

$$f(t) = C_{\psi}^{-1} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} W(a, b) \psi_{ab}(t) \frac{dadb}{a^2},$$

где C_{ψ} – нормировочный коэффициент.

Формула обращения может рассматриваться, с одной стороны, как способ восстановления $f(t)$ по вейвлет-преобразованию и, с другой стороны, как способ записи $f(t)$ в виде суперпозиции вейвлетов $\psi_{a,b}(t)$.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Юдин, М. Н. Введение в вейвлет-анализ / М. Н. Юдин, Ю. А. Фарков, Д. М. Филатов. – М.: Моск. геологоразв. акад., 2001. – 71 с.
- 2 Новиков, Л. В. Основы вейвлет-анализа сигналов/ Л. В. Новиков. – Санкт-Петербург: ООО «МОДУС+», 1999. – 152 с.

А. С. Максименко, Т. А. Михаленко

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ С НЕФИКСИРОВАННЫМ НАЧАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ

В классе кусочно-непрерывных скалярных функций рассмотрим задачу оптимального управления с фазовыми ограничениями:

$$J(x_0, u) = c'x(t^*) \rightarrow \max,$$

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad x(0) = x_0 \in X = \{x \in R^n: Gx = f, d_* \leq x \leq d^*\},$$

$$Hx(t^*) = g, \quad |u(t)| \leq 1, \quad t \in T = [0, t^*],$$

где A – постоянная $n \times n$ -матрица; B – постоянная $n \times k$ -матрица; G – постоянная $r \times n$ -матрица, $r < n$; c, f, d_*, d^* – вектора соответствующих размеров.

Понятия допустимой, оптимальной и субоптимальной пары (x_0, u) , где $u = (u(t), t \in T)$ и соответствующих траекторий вводится стандартно.

В результате получим формулу приращения критерия качества

$$\Delta J(x_0, u) = -(y'H - c')F(t^*, 0)\Delta x_0 - \gamma'G\Delta x_0 - \int_0^{t^*} (y'H - c')F(t^*, t)B\Delta u(t)dt,$$

где y – вектор потенциалов терминальных ограничений,

$\gamma = (\gamma_i, i = \overline{1, r})$ – вектор потенциалов ограничений начальных состояний.

Введём обозначение:

$$\psi'(t) = (y'H - c')F(t^*, t),$$

функция $\psi'(t), t \in T$ является решением уравнения

$$\dot{\psi} = -A'\psi, \psi(t^*) = H'y - c.$$

Функцию

$$\Delta = (\Delta_x; \Delta_u(t), t \in T): \Delta_x = \psi(0) - G'\gamma, \Delta(t) = \psi'(t)B, t \in T$$

назовём коуправлением.

Систему

$$\dot{\psi} = -A'\psi, \psi(t^*) = H'y - c, \Delta_x = \psi(0) - G'\gamma$$

назовём сопряжённой системой, а её решение $\psi(t), t \in T$ котраекторией. Таким образом, формула приращения критерия качества имеет вид

$$\Delta J(x_0, u) = - \sum_{j \in I} \Delta_{x_j} \Delta x_{0j} - \int_{T_{ii}} \psi'(t) b \Delta u(t) dt.$$

Сформулирован критерий оптимальности для исследуемой задачи. На основании полученного критерия оптимальности предложен конструктивный алгоритм. При разработке алгоритма применялся подход, который в максимальной степени учитывает специфику решаемой задачи. Однозначно восстанавливается по решению уравнений доводки.

Е. С. Раздueva, М. В. Кулагина

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**АДАПТИВНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ
ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ЛИНЕЙНОЙ ДИСКРЕТНОЙ СИСТЕМОЙ**

Рассмотрена терминальная задача оптимального управления дискретной системой

$$c'x(t_1) \rightarrow \max,$$

$$x(t+1) = Ax(t) + bu(t),$$

$$x(0) = x_0, Hx(t_1) = g, \quad (1)$$

$$f_* \leq u(t) \leq f^*, t \in T = \{0, 1, \dots, t_1 - 1\},$$

где $c, b, x_0 \in R^n, g \in R^m, x(t) \in R^n, u(t) \in R, |u(t)| \leq 1, t \in T, A \in R^{n \times n}, H \in R^{m \times n}, \text{rank } H = m < n, f_*, f^*$ – заданные числа.

Последовательность $u = (u(t) : f_* \leq u(t) \leq f^*, t \in T)$ управляющих сигналов назовем управлением [1]. Управление считается допустимым, если соответствующая ему траектория $x = (x(t), t \in T_1), T_1 = T \cup t_1$ системы (1) удовлетворяет всем ограничениям задачи (1).

Множество $T_{op} \subset T, |T_{op}| = m$, назовем опорой, если $\det P \neq 0$, где $P = P(I, T_{op}) = (p(t), t \in T_{op})$ – опорная $m \times m$ -матрица, $I = \{1, \dots, m\}, p(t) = Hq(t), q(t)$ – решение системы

$$q(t-1) = q(t) + Aq(t), t \in T, q(t_1 - 1) = b.$$

Пара $\{u, T_{op}\}$ из допустимого управления и опоры – опорное управление задачи (1).

Пусть $\{u, T_{op}\}$ – начальное опорное управление. Ему соответствует решение $\psi(t), t \in T$, сопряженной системы

$$\psi(t-1) = \psi(t) + A'\psi(t),$$

с начальным условием $\psi(t_1 - 1) = c - H'v$, где $v' = (c'q(t), t \in T_{op})'P^{-1}$.

Подсчитаем функцию $\Delta(t) = -\psi(t)b = (v'H - c')q(t), t \in T$ и оценки субоптимальности опорного управления $\{u, T_{op}\}$

$$\beta = \beta(u, T_{op}) = \sum_{t \in T, \Delta(t) > 0} \Delta(t)(u(t) - f_*) + \sum_{t \in T, \Delta(t) < 0} \Delta(t)(u(t) - f^*).$$

Рассмотрен адаптивный метод решения исходной задачи (1). Приведен пример, иллюстрирующий работу данного метода.

ЛИТЕРАТУРА

1 Габасов, Р. Конструктивные методы оптимизации. Часть 2. Задачи управления: учеб. для вузов / Р. Габасов, Ф. М. Кириллова. – Минск: Университетское, 1984. – 207 с.

Н. А. Алёшин, Г. Л. Карасёва

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**ЛИНЕЙНАЯ ЗАДАЧА ОУ С НЕФИКСИРОВАННЫМ
 КРАЕВЫМ УСЛОВИЕМ
 В КЛАССЕ ИМПУЛЬСНЫХ ФУНКЦИЙ**

Рассмотрим линейную задачу оптимального управления:

$$J(u) = c'x(t^*) \rightarrow \max,$$

$$x(t+1) = Ax(t) + bu(t), \quad x(0) = x_0, \quad g_* \leq Hx(t^*) \leq g^*,$$

$$f_*(t) \leq u(t) \leq f^*(t), \quad t \in T = \{0, 1, \dots, t^* - 1\}.$$

Здесь $x(t) \in R^n$, $u(t) \in R$, $t \in T$; $A \in R^{n \times n}$; $H \in R^{m \times n}$, $\text{rank} H = m$;
 c , b , g_* , g^* – заданные векторы соответствующих размеров, $f_*(t)$,
 $f^*(t)$, $t \in T$ – заданные функции;

Понятия допустимого, оптимального, субоптимального управлений и соответствующих им траекторий вводятся стандартно.

Исходная задача эквивалентна задаче

$$\sum_{t \in T} c(t)u(t) \rightarrow \max, \quad \bar{g}_* \leq \sum h(t)u(t) \leq \bar{g}^*, \quad f_*(t) \leq u(t) \leq f^*(t), \quad t \in T,$$

где $c(t) = c'F(t^*, t)b$, $h(t) = HF(t^*, t)b$, $\bar{g}_* = g_* - HF(t^*, -1)x_0$,
 $\bar{g}^* = g^* - HF(t^*, -1)x_0$, $F(t^*, t)$ – фундаментальная матрица решений системы $x(t+1) = Ax(t)$.

Опорой исходной задачи назовём совокупность $K_{on} = \{I_{on}, T_{on}\}$ двух множеств $I_{on} \in I$, $T_{on} \in T$, $|I_{on}| = |T_{on}|$, для которой матрица $P_{on} = (H(I_{on}, J)F(t^*, t)b, t \in T_{on})$ неособая.

Получена формула приращения критерия качества

$$\Delta J(u) = - \sum_{t \in T_H} \Delta(t) \Delta u(t) + \sum_{s \in I_{on}} v(s) \omega(s),$$

где

$$\omega(I_{on}) = (H(I_{on}, J)F(t^*, t)b \Delta u(t), t \in T_{on}) (\Delta u(t), t \in T_{on}) +$$

$$+(H(I_{on}, J)F(t^*, t)b\Delta u(t), t \in T_n)(\Delta u(t), t \in T_n);$$

$$\omega_*(I_{Op}) \leq \omega(I_{on}) \leq \omega^*(I_{on}),$$

где $\Delta u(t) = \bar{u}(t) - u(t)$, $t \in T$ – приращение управления.

Сформулирован критерий оптимальности для исходной задачи.

Е. М. Решетникова, М. В. Кулагина
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЛИНЕЙНОЙ
ДИСКРЕТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Рассмотрена задача оптимального управления линейной дискретной системой в форме:

$$\begin{aligned} c'x(t_1) &\rightarrow \max, \\ x(t+1) &= Ax(t) + bu(t), \\ x(0) &= x_0, Hx(t^*) = g, \\ f_* \leq u(t) &\leq f^*, t \in T = \{0, 1, \dots, t^* - 1\}, \end{aligned} \quad (1)$$

где T – промежуток управления; $x = x(t) \in R^n$ – вектор состояния динамической системы в момент времени $t \in T$; $u(t)$, $|u(t)| \leq 1$ – управляющее воздействие в момент времени $t \in T$; A, b, g – кусочно-непрерывные $n \times n$ – матричная, n – векторная и m – векторная функции; $x_0 \in R^n$ – начальное состояние системы; $H \in R^{m \times n}$ – матрица параметров выходного устройства, причем $\text{rank} H = m < n$; $f_*, f^*, f_* < f^*$ – заданные числа.

С точки зрения общих задач линейного программирования задача (1) при больших N , типичных при сколь-нибудь точном исследовании непрерывных динамических систем, имеет две особенности: большое число основных ограничений специальной структуры; большое число переменных [1].

Рассмотрен алгоритм адаптивного метода для данной задачи, учитывая ее специфику. Данный алгоритм начинает работу с произвольного допустимого управления, которое в практических задачах часто

известно. В других случаях построение начального допустимого управления представляет самостоятельную задачу. На итерациях алгоритма допустимые управления преобразуются опять в допустимые, т.е. все ограничения задачи постоянно выполняются. При этом монотонно увеличивается значение целевой функции и осуществляется постоянный контроль за уменьшающейся оценкой субоптимальности. Алгоритм является конечным. К задаче (1) можно применить и другие методы.

Работа данного алгоритма проиллюстрирована на примере. Произведен сравнительный анализ методов оптимизации линейной дискретной системы управления.

ЛИТЕРАТУРА

1 Габасов, Р. Конструктивные методы оптимизации. Часть 2. Задачи управления: учеб. для вузов / Р. Габасов, Ф. М. Кириллова. – Минск: Университетское, 1984. – 207 с.

Д. Ю. Синиченко

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНО-РАЗНОСТНОГО ОПЕРАТОРА

В работе рассматривается оператор вида

$$(Ax)(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(t+s) - x(s)}{|t|^{\alpha}} k(t) dt .$$

Определение. Функция

$$a(\lambda) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{k(t)}{|t|^{\alpha}} (e^{i\lambda t} - 1) dt ,$$

если интеграл существует, называется символом интегрального оператора $A(\lambda \in R)$.

Введём в рассмотрение следующие теоремы.

Теорема 1. Пусть функция $\frac{k(t)}{|t|^{\alpha}}$ интегрируема на \mathbf{R} и существует

символ интегрального оператора A , $a(\lambda) \neq 0$ и $\alpha > 0$.

Тогда для любой функции f из $L^1(\mathbf{R})$ уравнение

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(t+s) - x(s)}{|t|^\alpha} k(t) dt = f(s)$$

имеет в пространстве $L^1(\mathbf{R})$ единственное решение

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\hat{f}(\lambda)}{a(\lambda)} e^{i\lambda t} d\lambda.$$

Теорема 2. Пусть функции $\frac{k(t)}{|t|^\alpha}$ интегрируема на \mathbf{R} и существует

символ интегрального оператора A , $a(\lambda) \neq -1$ и $\alpha > 0$.

Тогда для любой функции f из $L^1(\mathbf{R})$ уравнение

$$x(s) + \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(t+s) - x(s)}{|t|^\alpha} k(t) dt = f(s)$$

имеет и притом единственное решение

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\hat{f}(\lambda)}{1+a(\lambda)} e^{i\lambda t} d\lambda.$$

Теорема 3. Если $k \in L^1(\mathbf{R})$, а $0 < \alpha \leq 1$, то оператор A ограничен в пространстве Гёльдера $Lip_\alpha(\mathbf{R})$, и его норма удовлетворяет неравенству

$$\|A\| \leq C \|x\|,$$

где $C = \int_{-\infty}^{\infty} |k(t)| dt + 2 \int_{-\infty}^{\infty} \frac{|k(t)|}{|t|^\alpha} dt$.

А. А. Шамына

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕНЕРАЦИИ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ
 ОТ БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТОНКОГО ЦИЛИНДРА ПРИ
 НАКЛОННОМ ПАДЕНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ**

Нелинейные эффекты в оптике, изучение которых стало возможным с появлением лазеров в середине прошлого века, в настоящее время широко используются для исследования материалов, их свойств и структуры. В данной работе рассмотрена генерация второй гармоники от боковой поверхности цилиндрической частицы.

Пусть плоская электромагнитная волна, задаваемая уравнением

$$\vec{E}^{in}(\vec{r}) = \vec{e}^{in} E_0 \exp(ik^\omega x \sin \theta_{in} + ik^\omega z \cos \theta_{in} - i\omega t),$$

падает наклонно к оси цилиндрической частицы малого радиуса, расположенной вдоль оси Oz . Здесь θ_{in} – угол между волновым вектором падающей волны \vec{k}^ω и осью частицы. А сама частица пусть покрыта тонким слоем, нелинейная часть поляризации которого вычисляется по формуле

$$P_i^{2\omega}(\vec{x}) = \chi_{ijk}(\vec{x}) E_j^{in}(\vec{x}) E_k^{in}(\vec{x}),$$

где $P_i^{2\omega}$ – это i -я компонента вектора поляризации, создаваемая в точке \vec{x} ; $E_i^{in}(\vec{x})$ – это i -я компонента вектора напряжённости электрического поля падающей волны в этой же точке, а $\chi_{ijk}(\vec{x})$ – это тензор нелинейной диэлектрической восприимчивости.

Воспользовавшись обобщённой моделью Рэлея-Ганса-Дебая [1], получим диаграммы направленности, изображённые на рисунке 1.

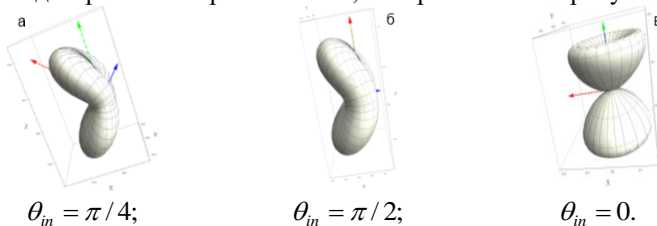


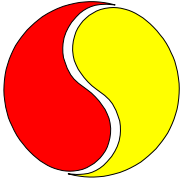
Рисунок 1 – Диаграммы направленности для наклонного падения

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

Форма диаграмм направленности сильно зависит от угла, под которым падает электромагнитная волна. Поляризация падающей волны линейная.

ЛИТЕРАТУРА

1 Size dependence of second-harmonic generation at the surface of microspheres / S. Viarbitskaya, V. Kapshai, P. van der Meulen, T. Hansson // American Physical Society. – 2010. – Vol. 81. – P. 053850.



**АНАЛИТИЧЕСКИЕ
И ЧИСЛЕННЫЕ
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
В МАТЕМАТИКЕ**
*Теория вероятностей и
математическая статистика,
теория массового обслуживания*

В. Г. Алейникова

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

**ОБ АСИМПТОТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ
ОТКРЫТОЙ СЕТИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
С ОГРАНИЧЕННЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ЗАЯВОК**

Исследуем n -узловую открытую сеть МО с однотипными заявками, общее число которых ограничено константой K . Пусть S_i , $i = \overline{1, n}$ – СМО, S_0 – внешняя среда. Матрица вероятностей переходов $P = \|p_{ij}\|$, $i, j = \overline{0, n}$, является стохастической матрицей, соответствующей неприводимой марковской цепи, $0 \leq p_{ij} \leq 1$, $\sum_{j=0}^n p_{ij} = 1$. Предположим, что система S_i имеет m_i линий обслуживания, обслуживающих заявки по показательному закону с интенсивностью μ_i , $i = \overline{1, n}$. Кроме того, будем считать, что только система S_1 имеет связь с внешней средой: в систему S_1 поступает простейший поток заявок с интенсивностью λ , заявка, завершающая обслуживание в системе S_1 , мгновенно независимо от других заявок с вероятностью p_{1j} , $j = \overline{1, n}$ переходит в

систему S_j или с вероятностью p_{10} покидает сеть, $\sum_{j=0}^n p_{1j} = 1$. Состояние сети определяется вектором

$$k(t) = (k_1(t), k_2(t), \dots, k_n(t)), \quad (1)$$

где $k_i(t)$ – число заявок в системе S_i в момент времени t , $i = \overline{1, n}$. Вектор (1) в силу выше описанного является марковским случайным процессом с непрерывным временем и конечным числом состояний.

Основная задача исследования – асимптотический анализ марковского процесса (1) при условии большой загрузки сети заявками. Выведено ДУ в частных производных, являющееся уравнением Колмогорова – Фоккера – Планка для плотности распределения вероятностей процесса (1). Получена система обыкновенных линейных ДУ первого порядка для средних значений компонент вектора состояния сети. В предположении об отсутствии в среднем очередей в системах S_1, S_2, \dots, S_n эта система вид:

$$\begin{cases} \frac{dn_1(t)}{dt} = \sum_{j=2}^n \mu_j n_j(t) p_{j1} - \mu_1 n_1(t) + \lambda \left(1 - \sum_{i=1}^n n_i(t) \right), \\ \frac{dn_i(t)}{dt} = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \mu_j n_j(t) p_{ji} - \mu_i n_i(t), \quad i = \overline{2, n}. \end{cases}$$

Решение этой системы позволяет прогнозировать среднее относительное число заявок в каждой из СМО в интересующий момент времени.

Р. С. Гривусевич, Ю. А. Логвинович, С.И. Жогаль
(БелГУТ, Гомель)
**ПОИСК КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ В ТРАНСПОРТНОЙ
 ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СЕТИ
 С АВАРИЙНЫМИ УЧАСТКАМИ**

Задача о кратчайшем пути состоит в нахождении связанных между собой дорог на транспортной сети, которые в совокупности имеют минимальную длину от исходного пункта до пункта назначения.

В работе рассматривается сеть железных дорог между станциями Барановичи и Москва.



Рисунок 1 – Исходная железнодорожная сеть

В модели с промежуточными пунктами находится кратчайшее расстояние лишь между двумя пунктами, каждый из узлов пронумерован от 1 до 15. Узел 1 представляет начальную точку (исходный пункт), а узел 15 – конечную точку (пункт назначения). Заметим, что сеть содержит циклы, возникающие из-за возможности двустороннего движения. Если дуга ориентирована (т.е. движение одностороннее), расстояние в другом направлении полагается равным ∞ (рис. 2). Задачу о кратчайшем пути можно сформулировать как транспортную задачу с промежуточными пунктами. Сеть, на которой отыскивается кратчайший путь, можно считать транспортной сетью с одним исходным пунктом и одним пунктом назначения. Величина предложения в исходном пункте и величина спроса в пункте назначения равны единице. Единица груза транспортируется из исходного пункта в пункт назначения по допустимым маршрутам сети. Задача состоит в минимизации пути, проделанного грузом. В любой момент через любой узел сети проходит не более одной единицы груза, стоимости перевозок полагаются равными соответствующим расстояниям.

Были составлены математические модели задачи поиска кратчайшего пути в случае, когда некоторые участки сети по различным причинам выведены из эксплуатации (аварии, стихийные бедствия, ремонтные работы и т.п.). На основе построенных моделей решены задачи построения кратчайших путей при проведении капитального ремонта отдельных участков рассматриваемой железнодорожной сети.

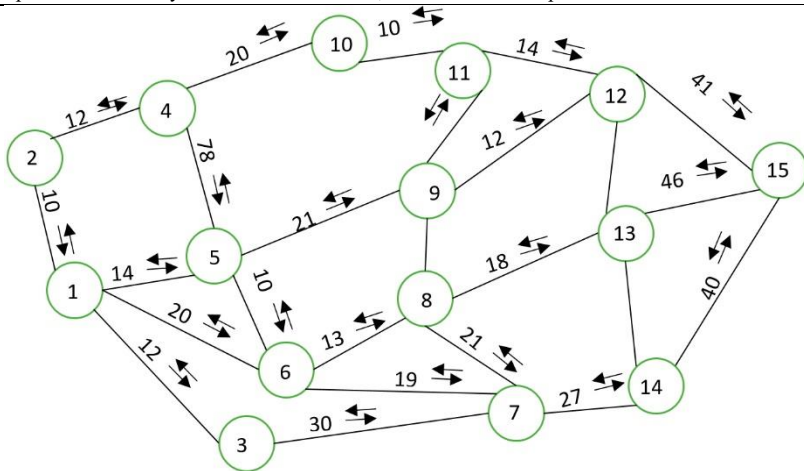


Рисунок 2 – Исходная железнодорожная сеть

Д. Ю. Гуц

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ДИНАМИКА ЦЕН РИСКОВЫХ АКТИВОВ МЕТОДАМИ ТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Данная тема является актуальной, так как в последнее время применение технического анализа стало наиболее популярным среди биржевых игроков, а информация для его проведения является наиболее общедоступной. Целью исследования является определение достоинств и недостатков различных инструментов технического анализа, оказывающих влияние на принятие инвестиционного решения [1–3].

Ставились следующие задачи:

- изучения методов технического анализа;
- изучение движения цен акций с помощью технического анализа для прогнозирования рыночной стоимости и рисков акций АО «Газпрома»;
- сравнение полученных результатов с реальными данными.

Были изучены графические, математические и циклические методы технического анализа, построены графики, избраны и рассчитаны

осцилляторы и индикаторы технического анализа на основе биржевых данных; проведен сравнительный анализ использованных инструментов и выявлены из них наиболее точные и простые в применении; сделаны предложения по совмещению в работе инвестора инструментов технического анализа для принятия наиболее эффективных решений.

В результате можно сделать вывод о том, что технический анализ является достаточно эффективным средством работы на фондовом рынке, однако конкретные инструменты, осцилляторы и индикаторы, могут подавать как верные, так и ложные сигналы, приводящие к убыткам инвестора. Последнего можно избежать, если правильно выбирать и комбинировать инструменты, определять период использования каждого из них. Это позволит инвестору более достоверно прогнозировать изменение цены акций и принимать эффективные решения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Технический анализ для начинающих: серия «Reuters» для финансистов. – Москва: Альпина Паблишер, 2001. – 184 с.

2 Эрлих, А. Технический анализ товарных и финансовых рынков / А.Эрлих. – Москва: ИНФРА-М, 1996. – 176 с.

3 Некоммерческое партнерство развития финансового рынка РТС [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.nprts.ru>. – Дата доступа: 01.02.2016.

Н. М. Епишкин

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДОВ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Математическая статистика – раздел математики, в котором изучаются методы сбора, систематизации и обработки результатов наблюдений массовых случайных явлений для выявления существующих закономерностей. Одним из инструментов для изучения математической статистики является регрессионный анализ [1–3].

Регрессионный анализ является одним из мощнейших инструментов математической статистики. Регрессионный анализ в отличие от корреляционного и дисперсионного анализа показывает функциональную зависимость случайных величин, т.е. с помощью регрессионного

анализа можно найти вид функции, которая лучше всего описывает связь между случайными величинами. Но не надо забывать про то, что регрессионный анализ тесно связан и с другими методами математической статистики. Так если между случайными величинами не существует связи, то найденная функция регрессии будет неадекватно отображать связь между случайными величинами.

Рассмотрены способы и методы для нахождения регрессионной функции для оценки влияния двух выборок, использовались экономические показатели курсов валют. Для более мощного анализа был создан алгоритм, на основе алгоритма было разработано ПО в среде C++ Builder 6. Разработанное ПО позволяет найти функции регрессии, а также оценить найденную функцию регрессии. Результаты исследования могут быть использованы любыми заинтересованными лицами для оценки и предсказания данных.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

2 Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика / Н. Ш. Кремер. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с.

3 Андронов, А. М. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов / А. М. Андронов, Е. А. Копытов, Л. Я. Гринглаз. – СПб.: Питер, 2004. – 461 с.

Н. А. Жилияк, Д. Г. Жилинская, И. С. Андреюк

(БГТУ, Минск)

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА, ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Теория вероятности как наука возникла в средних веках. И первыми попытками применения теории были азартные игры (орлянка, кости, рулетка).

В теории вероятностей изучаются математические модели случайных экспериментов (испытаний, опытов), т.е. экспериментов, исходы которых неоднозначны. Примерами случайных экспериментов являются: бросание монеты, бросание игральной кости и т.д.

Возьмем в качестве примеров: бросание монеты, выпадение герба является событием; бросание игральной кости, т.е. кубика, на гранях которого проставлены цифры (очки) от 1 до 6, то выпадения 6 является событием.

События обозначаются заглавными буквами латинского алфавита: A, B, C, \dots . Пусть при n испытаниях событие A появилось m раз. Отношение m/n называется относительной частотой события A и обозначается $P^*(A) = m/n$.

С теорией вероятности тесно связана математическая статистика. Обе эти математические дисциплины изучают массовые случайные явления. При этом теория вероятности выводит из математической модели свойства реального процесса, а математическая статистика устанавливает свойства математической модели, исходя из данных наблюдений.

Предметом математической статистики является изучение случайных величин по результатам наблюдений.

Можно выделить несколько задач математической статистики:

- полученные данные надо обработать, упорядочить, представить в необходимом виде;
- оценить характеристики изучаемой величины;
- проверить статистические гипотезы.

Одной из важнейших задач математической статистики является разработка методов, позволяющих по результатам обследования выборки делать обоснованные вывод о распределение признака изучаемых объектов по всей совокупности.

На теории вероятности и на математической статистике базируется теория массового обслуживания.

Теория массового обслуживания исследует математические методы количественной оценки процессов массового обслуживания. Особенность всех задач – случайный характер исследуемых явлений. Количество требований на обслуживание и временные интервалы между их поступлениями имеют случайные характер, однако в совокупности подчиняются статистические закономерностям, количественное изучение которых и есть предмет теории массового обслуживания.

Если ранее статистика и теория вероятности имели только арифметический характер, то в наше время они проникают в науку, практику и, после изобретения компьютеров, в повседневную жизнь человека.

А. А. Жук, В. М. Булойчик

(ВА РБ, Минск)

НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ ЗАДАЧИ КОМБИНАТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЕ ОГРАНИЧЕНИЙ

Известны и широко применяются нейронные сети (НС) для решения задач комбинаторной оптимизации [1–3]. Для этого наиболее близкой по технической сущности является сеть Хопфилда. Недостатком известной НС при ее практической реализации является возможность решать задачи комбинаторной оптимизации только с учетом ограничений накладываемых на саму билинейную (квадратичную) целевую функцию с симметричной матрицей.

С целью расширения возможностей известной НС по решению задач комбинаторной оптимизации предлагается использовать рекуррентную НС (рис. 1), учитывающую не только ограничения, накладываемые на саму целевую функцию, но и дополнительно систему линейных ограничений.

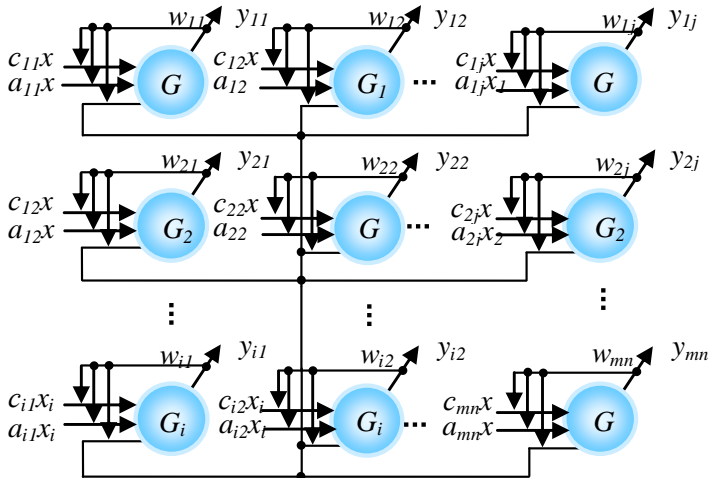


Рисунок 1 – Нейронная сеть для задачи комбинаторной оптимизации при линейной системе ограничений

Решение посредством предлагаемой НС основано на установлении соответствия между функцией вычислительной энергии НС (функцией Ляпунова) и целевой функцией решаемой задачи. При этом выразив параметры сети (весовые коэффициенты нейронов) через параметры решаемой задачи, имеется возможность за время релаксационных процессов в сети найти субоптимальное решение.

Функция энергии, минимизация которой соответствовала бы минимизации целевой функции решаемой задачи имеет вид:

$$E(V) = \gamma_1 \sum_{ui=1}^m \sum_{ux=1}^n \sum_{j=1}^m (V_{j,ui} - 1)^2 + \gamma_2 \sum_{ui=1}^m \sum_{ux=1}^n \sum_{i=1}^m (V_{ux,i} a_{ux,i} - b_i)^2 + \\ + \gamma_3 \sum_{ui=1}^m \sum_{ux=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (V_{ui,ux} - m)^2 + \gamma_4 \sum_{ui=1}^m \sum_{ux=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ui,ux} V_{ui,ux},$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$ – положительные величины, подбираемые опытным путем;

n – количество нейронов в столбце матричной структуры НС;

m – количество нейронов в строке матричной структуры НС;

a_{ij}, b_i – константы, предопределяющие аналитический вид функций системы линейных ограничений решаемой задачи;

c_{ij} – константа, предопределяющая аналитический вид целевой функции решаемой задачи;

$$V_{i,j} = \frac{1 + \tanh\left(\frac{E_{i,j}(k-1)}{u_0}\right)}{2},$$

где $E_{i,j}(k-1)$ – значение состояния нейрона сети на $k-1$ -ой итерации;

u_0 – положительный коэффициент, принимающий значения в диапазоне $(0 \div 1]$.

ЛИТЕРАТУРА

1 Галушкин, А. И. Теория нейронных сетей / А. И. Галушкин. – М.: ИПРЖР, 2000. – 416 с.

2 Назаров, А. В. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем / А. В. Назаров, А. И. Лоскутов. – СПб.: Наука и техника, 2003. – 384 с.

3 Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. : Пер. с англ. / С. Хайкин. – М. Издательский дом "Вильямс", 2006. – 1104 с.

А. С. Кожемякин

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДОВ ДВУХФАКТОРНОГО ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА

Математическая статистика – наука о математических методах анализа данных, полученных при проведении массовых наблюдений (измерений, опытов). В зависимости от математической природы конкретных результатов наблюдений статистика математическая делится на статистику чисел, многомерный статистический анализ, анализ функций (процессов) и временных рядов. Существенная часть статистики математической основана на вероятностных моделях.

Двухфакторный дисперсионный анализ есть один из самых мощных инструментов математической статистики, который позволяет определить влияние факторов А и В как по отдельности, так и определить степень влияния совокупности факторов на конечный результат испытания. Частным случаем его использования есть анализ табличных значений, приведенных к удобному для расчетов виду [1–3].

Рассмотрен алгоритм проверки гипотез о влиянии двух факторов и их совокупности, представлена разработанная программная реализация данного алгоритма, показана работа программы, позволяющей анализировать статистические данные выборок по нескольким уровням факторов на уровне значимости $\alpha = 0.95$ и произведен анализ влияния вида экономической деятельности организации и регионального расположения предприятия на возможность оказаться убыточным. Также изучены теоретические основы дисперсионного анализа, исследованы данные об удельном весе убыточных предприятий РБ, исследован алгоритм проверки гипотез о влиянии факторов на результат, на основе алгоритма разработано ПО в среде C++ Builder 6. разработанное ПО позволяет проверять влияние факторов и их взаимодействия на, и может быть использовано для двухфакторного дисперсионного анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

2 Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика / Н. Ш. Кремер. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с.

3 Андронов, А. М. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов / А. М. Андронов, Е. А. Копытов, Л. Я. Гринглаз. – СПб.: Питер, 2004. – 461 с.

Д. Я. Копать

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

**АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ МАРКОВСКИХ
СЕТЕЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
В СТАЦИОНАРНОМ И ПЕРЕХОДНОМ РЕЖИМЕ**

В работе рассматриваются 2 типа марковских сетей массового обслуживания в переходном режиме: открытая сеть массового обслуживания (МО) с однотипными заявками, общее число заявок в которой ограничено и открытая марковская сеть МО со многими очередями обслуживания заявок в системах.

Параметры обслуживания открытой сети МО с однотипными заявками, общее число заявок в которой ограничено сети зависят от времени, маршрут заявок определяется произвольной стохастической матрицей вероятностей переходов, также зависящей от времени. Время обслуживания заявок в каждой из линий систем распределено по показательному закону. Заявки выбираются на обслуживание в соответствии с дисциплиной FIFO. Предполагается, что число заявок в одной из систем обслуживания определяется процессом гибели и размножения, который с определенными интенсивностями генерирует и уничтожает заявки. Введен в рассмотрение случайный вектор, определяющий состояние рассматриваемой сети в произвольный момент времени и образующий марковский случайный процесс.

Проведён асимптотический анализ марковского процесса, описывающего состояние сети массового обслуживания при большом числе заявок, и получение системы дифференциальных уравнений (ДУ) для нахождения среднего относительного числа заявок в системах сети в произвольный момент времени.

Полученные результаты могут быть применены при моделировании процессов обслуживания клиентов в страховых компаниях, банках, логистических компаниях и других организациях. Число клиентов

в таких объектах в каждом городе является достаточно большим, но ограниченным.

Маршрут заявок в открытой марковской сети МО со многими очередями обслуживания заявок в системах определяется произвольной стохастической матрицей вероятностей переходов, которые не зависят от времени. Времена обслуживания заявок в линиях систем распределены по показательному закону. Заявки выбираются на обслуживание в соответствии с дисциплиной FIFO. Сеть функционирует в условиях высокой нагрузки. Рассмотрен случай, когда интенсивности обслуживания заявок в каждой очереди в системе зависят от её состояния, но не зависят от времени. Для нахождения нестационарных вероятностей состояний сети применён аппарат многомерных производящих функций.

Получена система разностно-дифференциальных уравнений (РДУ) для нахождения вероятностей состояний с помощью Δt – метода, являющимся процедурой вывода прямой системы дифференциальных уравнений Колмогорова для распределения вероятностей цепи Маркова, описывающей процесс изменения состояний каждой системы сети, а также выведена система обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) для средних характеристик сети в произвольный момент времени при помощи того же метода. Выражения для вероятностей состояний найдены в виде сходящихся многократных рядов из аналитического выражения многомерной производящей функции. Выражения для средних характеристик сети в произвольный момент времени найдены в аналитическом виде.

С помощью компьютера рассчитан конкретный модельный пример, в котором выражения для вероятностей состояний получены в удобном аналитическом виде, и для сети с центральной системой, в которой в среднем присутствует очередь заявок, и периферийными системами обслуживания, в которых в среднем очереди отсутствуют. Полученные результаты могут быть применены при разработке стохастических моделей функционирования различных информационных систем и сетей, логистических и страховых компаний. Дальнейшие исследования будут связаны с анализом сети в случае, когда вероятности переходов заявок между СМО и вероятности попадания их в очереди систем также зависят от времени.

А. В. Петрукович

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

**АСИМПТОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАМКНУТОЙ СЕТИ
МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ЗАЯВКАМИ,
МЕНЯЮЩИМИ СВОЙ КЛАСС ПРИ ПЕРЕХОДЕ
МЕЖДУ СИСТЕМАМИ**

Исследуется замкнутая сеть МО, состоящая из $n+1$ узлов S_0, S_1, \dots, S_n и обслуживающая заявки двух классов: класса 1 – с абсолютным приоритетом и класса 2 – неприоритетные. Пусть законы и параметры обслуживания соответствуют марковской сети МО. Заявки выбираются на обслуживание в соответствии с дисциплиной FIFO. Заявка класса c , обслуживание которой в системе S_i закончено, с вероятностью $p_{ij}^{(c)}$ переходит в очередь системы $S_j, i, j = \overline{0, n}, c = 1, 2$. Матрицы $P^{(c)}, c = 1, 2$ являются стохастическими матрицами, советующими неприводимой марковской цепи:

$$0 \leq p_{ij}^{(c)} \leq 1, \sum_{i=0}^n p_{ij}^{(c)} = 1, c = 1, 2.$$

Кроме того, предположим, что при переходе между системами сети заявки могут изменять класс, то есть приоритетные заявки могут становиться неприоритетными и наоборот. Будем считать, что заявка класса c , обслуживание которой в системе S_i закончено, переходит в очередь системы S_j как заявка класса s с вероятностью $p_{ij}^{(cs)}$, $i, j = \overline{0, n}, c, s = 1, 2$. Очевидно, что $\sum_{j=0}^n \sum_{s=1}^2 p_{ij}^{(cs)} = 1, i = \overline{0, n}, c = 1, 2$.

Состояние сети определяется вектором

$$k(t) = (k_{01}(t), k_{02}(t), k_{11}(t), k_{12}(t), \dots, k_{n1}(t), k_{n2}(t)), \quad (1)$$

где $k_{ic}(t)$ – число заявок класса c в системе S_i в момент времени $t, i = \overline{0, n}, c = 1, 2$. Вектор (1) в силу выше описанного является $(2n+2)$ -мерным марковским случайным процессом с непрерывным временем и конечным числом состояний.

Основной этап исследования состоит в асимптотическом анализе марковского процесса (1) при большом числе заявок в сети. Получено ДУ Колмогорова – Фоккера – Планка для плотности распределения вероятностей вектора состояния сети и на его основе получена система обыкновенных ДУ для определения среднего относительного числа заявок в системах сети в произвольный момент времени.

ЛИТЕРАТУРА

1 Матальцкий, М. А. Математический анализ стохастических моделей обработки исков в страховых компаниях / М. А. Матальцкий, Т. В. Русилко. – Гродно: ГрГУ, 2007. – 335 с.

Н. А. Якимович

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

АНАЛИЗ И ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТОРГОВОЙ СЕТИ

Исследуется вероятностная модель управления запасами в торговой сети. Стохастической моделью процесса распределения заказов складом торговой сети по филиалам является закрытая сеть МО, состоящая из центральной системы (СМО) S_n , в роли которой выступает склад, распределяющий некоторый ассортимент продукции, и периферийных систем S_1, S_2, \dots, S_{n-1} – филиалов торговой сети. Для унификации обозначений введем систему S_0 , соответствующую внешней среде. Системы S_1, S_2, \dots, S_{n-1} являются однолинейными. Под линией обслуживания понимается менеджер, оформляющий заказ. Склад компании S_n поставляет в филиалы S_1, S_2, \dots, S_{n-1} товар различных видов. Под заявкой в модели понимается спрос покупателей, поступающий в одну из периферийных систем. В СМО S_i обслуживаются заявки разных типов $c = \overline{1, L}$, где L – число поставщиков. Состояние сети описывается вектором

$$k(t) = (k, t) = (k_{11}, \dots, k_{1L}, k_{21}, \dots, k_{2L}, \dots, k_{n1}, \dots, k_{nL}, t),$$

где k_{ic} – число заявок типа c в системе S_i в момент времени t , $i = \overline{1, n}$. Введем обозначения: λ_c – интенсивность поступления заявок типа c

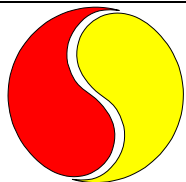
из S_0 в S_i ; $\mu_{ic}(k_{ic})$ – интенсивность обслуживания заявок типа c в системе S_i , $i = \overline{1, n-1}$; p_{ij}^c – вероятность перехода заявки типа c из S_i в S_j , $\sum_{i=1}^{n-1} p_{0i}^c = 1$, $p_{in}^c = 1$, $p_{n0}^c = 1$, $i = \overline{1, n-1}$, $c = \overline{1, L}$; $V_i^c(t)$ заказ типа c , поступающий в филиал S_i , в момент времени t , $V_i^c(0) = v_{i0}$. Для нахождения ожидаемого заказа системы S_i , $i = \overline{1, n-1}$ получена система конечного числа линейных неоднородных ОДУ с постоянными коэффициентами, которая в матричной форме может быть записана в виде:

$$\frac{dV_i^c(t)}{dt} = Q_i(t) + A_i(t)V_i^c(t), \quad (1)$$

где $V_i^c(t) = (v_i(1,t), v_i(2,t), \dots, v_i(l,t))$ – искомый вектор заказов системы S_i , $A_i(t) = (a_{ij}^c(t))_{l \times l}$, где $a_{ij}^c(t)$ – средний ожидаемый доход, который получает система при переходе заявки из S_i в S_j , l – число состояний сети, $Q_i(t)$ – функции переменной t . Решение системы (1) находится методом фундаментальных матриц [1].

ЛИТЕРАТУРА

1 Kosareva, E. Income forecasting in the HM-network with time dependent parameters / E. Kosareva // Computer Data Analysis and Modeling. Theoretical and Applied Stochastics: Proceedings of the Tenth International conference, Minsk, September 10–14, 2013. – In 2 vol. – Vol 2. – Minsk: Publishing center of BSU, 2013. – P. 64–68.



**АНАЛИТИЧЕСКИЕ
И ЧИСЛЕННЫЕ
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
В МАТЕМАТИКЕ**
Алгебра и геометрия

D. Hudyrov, A. F. Vasil'ev
(*F. Skorina Gomel State University, Gomel*)
**ON X-ABNORMAL SUBGROUPS
OF FINITE GROUPS**

We consider only finite groups. Recall that a subgroup H of a group G is abnormal in G , if x belongs to $\langle H, H^x \rangle$ for every element x of G . Denoted by $H \text{ abn } G$.

Definition. A subgroup H of a group G we will call X -abnormal in G if for every normal subgroup N of G such that $HN \neq G$ follows HN is contained in a proper abnormal subgroup of G . Denoted $H \times \text{abn } G$.

Clearly, any abnormal subgroup is X -abnormal. The converse is not true. The subgroup $H = \langle (1, 2) \rangle$ of the symmetric group S_4 is X -abnormal, but not is abnormal in S_3 .

Proposition. Let G be a group, H be a subgroup of G and N be a normal subgroup of G .

- (1) If $H \times \text{abn } G$, then $HN/N \times \text{abn } G/N$.
- (2) If $H/N \times \text{abn } G/H$, then $H \times \text{abn } G$.
- (3) If $H \times \text{abn } K \times \text{abn } G$, then $H \times \text{abn } G$.
- (4) If a subgroup H of the soluble group G is X -abnormal and subnormal in G then $H = G$.

In many cases, there is a factorization of abnormal subgroups. For example, the symmetric group S_4 can be represented as a product of their abnormal subgroups Sylow 2-subgroup and a subgroup isomorphic to S_3 . In [12–14] in the class of solvable groups studied classes of groups X , closed under taking products abnormal subgroups. In particular, a description of all soluble formations and Fitting soluble formations with the above property.

Theorem. Let $G = AB$ be the product of X -abnormal nilpotent subgroups A and B . Then G is nilpotent.

Corollary 1 [1]. Let $G = AB$ be the product of abnormal nilpotent subgroups A and B . Then G is nilpotent.

A subgroup H of a group G is termed subabnormal if there exists an ascending chain:

$$H = H_0 \leq H_1 \leq \dots \leq H_n = G$$

such that each H_{i-1} is an abnormal subgroup of H_i .

Corollary 2. Let $G = AB$ be the product of subabnormal nilpotent subgroups A and B . Then G is nilpotent.

A subgroup H of a group G is termed contranormal in G if the normal closure H^G is equal to G .

Corollary 3 [2]. Let $G = AB$ be the product of Let $G = AB$ be the product of contranormal nilpotent subgroups A and B . Then G is nilpotent.

REFERENCES

1 Vasil'ev, A. F. On Abnormally Factorizable Finite Solvable Groups / A. F. Vasil'ev // Ukrainian Mathematical Journal. – 2002. – Vol. 54, №9. – P. 1402–1410.

2 Vasil'ev, A. F. On Products of Nonnormal Subgroups of Finite Groups / A. F. Vasil'ev // Acta Applicandae Mathematicae. – 2005. – Vol. 85, №1. – P. 305–311.

В. А. Васильев

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

О ГРУППАХ С СУБМОДУЛЯРНЫМИ НОРМАЛИЗАТОРАМИ СИЛОВСКИХ ПОДГРУПП

Рассматриваются только конечные группы. Подгруппа M группы G называется модулярной в G , если M является модулярным элементом решетки всех подгрупп группы G [1, разд. 2.1]. Это означает, что выполняются следующие условия: (1) $\langle X, M \cap Z \rangle = \langle X, M \rangle \cap Z$ для всех $X \leq G$, $Z \leq G$ таких, что $X \leq Z$, и (2) $\langle M, Y \cap Z \rangle = \langle M, Y \rangle \cap Z$ для всех $Y \leq G$, $Z \leq G$ таких, что $M \leq Z$. Всякая нормальная, всякая квазинормальная (т.е. перестановочная с каждой подгруппой группы) подгруппа является модулярной. Пример симметрической группы S_3 на 3 символах показывает, что обратное в общем случае не выполняется.

В работе [2] И. Циммерман было введено понятие субмодулярной подгруппы, которое обобщает понятие субнормальной подгруппы.

Определение [2]. Подгруппа H группы G называется субмодулярной в G , если существует цепь подгрупп

$$H = H_0 \leq H_1 \leq \dots \leq H_{s-1} \leq H_s = G$$

такая, что H_{i-1} – модулярная подгруппа в H_i для $i=1, \dots, s$.

В [2] были установлены свойства субмодулярных подгрупп и начато изучение групп с заданными субмодулярными подгруппами, в частности, с субмодулярными силовскими подгруппами. В [3] был рассмотрен класс smU всех групп с субмодулярными силовскими подгруппами и установлен ряд его свойств, выделен и изучен важный собственный подкласс из smU : класс sU всех сильно сверхразрешимых групп (т.е. сверхразрешимых групп с субмодулярными силовскими подгруппами). Например, доказано [3], что smU и sU образуют наследственные насыщенные формации, найдены их локальные экраны, установлены критерии принадлежности группы классам smU и sU .

В настоящем сообщении получен следующий результат.

Заметим, что всегда группа $G \in smU$, если нормализатор в G любой силовской подгруппы из G есть субмодулярная в G подгруппа.

Теорема. Если нормализатор в G любой силовской подгруппы группы G является субмодулярной подгруппой в G , то G сильно сверхразрешима.

Следствие. Если любая подгруппа группы G субмодулярна в G , то G сильно сверхразрешима.

ЛИТЕРАТУРА

1 Schmidt, R. Subgroup Lattices of Groups / R. Schmidt. – Berlin, New York: Walter de Gruyter, 1994. – 572 p.

2 Zimmermann, I. Submodular Subgroups in Finite Groups / I. Zimmermann // Math. Z. – 1989. – Vol. 202. – P. 545–557.

3 Васильев, В. А. Конечные группы с субмодулярными силовскими подгруппами / В. А. Васильев // Сиб. мат. журн. – 2015. – Т. 56, № 6. – С. 1277–1288.

С. Н. Быков, Р. В. Бородич

(ГТУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ОБ ОПЕРАТОРНО-ОБОБЩЁННОЙ ПОДГРУППЕ ФРАТТИНИ

Введение. Все рассматриваемые группы конечны. Исследование пересечений максимальных подгрупп восходит к работе Фраттини [1].

Полученные им результаты в дальнейшем развивались в работах многих авторов [2–6].

Определение 1. Система операторов A в G называется группой, если A обладает следующими свойствами:

- 1) Произведение двух операторов из A есть снова оператор из A .
- 2) Тожественный (единичный) оператор $E(n)$ принадлежит A .
- 3) Для каждого оператора $U \in A$ существует обратный оператор U^{-1} , и этот обратный оператор принадлежит A .

Определение 2. Пусть группа G имеет группу операторов A , такую, что $(|G|, |A|) = 1$. Тогда A – допустимую нормальную подгруппу H группы G назовем операторно-обобщённой подгруппой Фраттини, если $G = N_G(K)$ для каждой нормальной подгруппы L из G и каждой A -допустимой силовской подгруппы K из L такой, что $G = HN_G(K)$.

Теорема. Пусть группа G имеет группу операторов A , такую, что $(|G|, |A|) = 1$ и H – операторно-обобщённая подгруппа Фраттини группы. Тогда

- 1) H – нильпотентная подгруппа группы G ;
- 2) любая нормальная подгруппа, содержащаяся в операторно-обобщённой подгруппе Фраттини, является операторно-обобщённой подгруппой Фраттини;
- 3) если $\Delta(G) \neq G$, то $\Delta(G)$ – операторно-обобщённая подгруппа Фраттини группы G ;
- 4) $H\Phi(G)$ – операторно-обобщённая подгруппа Фраттини группы G ;
- 5) $HZ(G)$ – операторно-обобщённая подгруппа Фраттини группы G .

Доказательство. Пусть $p \in \pi(H)$ и K – силовская p -подгруппа подгруппы H . По обобщённой лемме Фраттини $G = N_G(K)H$. Так как H – операторно-обобщённая подгруппа Фраттини группы G , то $G = N_G(K)$. Итак, любая силовская p -подгруппа из H нормальна в ней. Отсюда заключаем, что подгруппа H p -нильпотентна для любого простого числа $p \in \pi(H)$, следовательно, H – нильпотентная подгруппа группы G . Пусть Q – нормальная подгруппа, содержащаяся в операторно-обобщённой подгруппе Фраттини H . Рассмотрим для каждой нормальной подгруппы L из G такие силовские p -подгруппы K из L , что $G = QN_G(K)$. Из того, что $Q \subseteq H$, следует, что $G = HN_G(K)$ и $G = N_G(K)$. Следовательно, Q – операторно-обобщённая подгруппа Фраттини группы G .

Рассмотрим для каждой нормальной подгруппы L из G такие силовские p -подгруппы K из L , что $G = A(G)N_G(K)$. По лемме 1 $N_G(K)$ –

абнормальная подгруппа группы G , следовательно, $N_G(K)$ содержится в некоторой абнормальной максимальной подгруппе T . Так как $T \supseteq \Delta(G)$, то $G=T$. Из полученного противоречия получаем, что $G=N_G(K)$, а это означает, что $\Delta(G)$ – операторно-обобщенная подгруппа Фраттини группы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Frattini, G. Intorno alla generazione dei gruppi di operazioni / G. Frattini // Atti Acad. Dei Lincei. – 1885. – Vol. 1. – P. 281–285.

2 Gaschütz, W. Über die-Untergruppen endlicher Gruppen / W. Gaschütz // Math. Z. – 1953. – Bd. 58. – P. 160–170.

3 Beidleman, J. C. On Frattini-like subgroups / J. C. Beidleman, H. Smith // Glasgow Math. J. – 1993. – Vol. 35. – P. 95–98.

4 Скиба, А. Н. Алгебра формаций / А. Н. Скиба. – Мн.: Беларуская навука, 1997. – 240 с.

5 Селькин, М. В. Максимальные подгруппы в теории классов конечных групп / М. В. Селькин. – Мн.: Беларуская навука, 1997. – 144 с.

6 Монахов, В. С. Замечания о максимальных подгруппах конечных групп // Доклады НАН Беларуси. – 2003. – Т. 47, №4. – С. 31–33.

Д. Д. Даудов

(БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест)

О ИНВАРИАНТАХ РАЗРЕШИМЫХ ГРУПП С БИЦИКЛИЧЕСКИМИ КОФАКТОРАМИ ПРИМАРНЫХ ПОДГРУПП

Рассматриваются только конечные группы. Все обозначения и используемые определения соответствуют [1].

Кофактором подгруппы H группы G называется фактор-группа $H/Core_G H$, где $Core_G H$ – ядро подгруппы H в группе G . Напомним, что бициклической называют группу, являющуюся произведением двух циклических подгрупп. Группа G называется A_4 -свободной, если она не содержит секций изоморфных знакопеременной группе A_4 .

В [2] изучено строение группы с циклическими кофакторами примарных подгрупп. Естественным является развитие результатов, полу-

ченных в [2], за счёт исследования разрешимых групп с бициклическими кофакторами примарных подгрупп.

Доказана следующая

Теорема. Пусть G – разрешимая группа и кофакторы примарных подгрупп из G бициклические. Тогда:

1) производная длина фактор-группы $G/\Phi(G)$ не превышает 6, а нильпотентная длина группы G не превышает 4;

2) $l_2(G) \leq 2, l_3(G) \leq 2$; если $p > 3$, то $l_p(G) \leq 1$.

В частности, если G – A_4 -свободная группа, то производная длина фактор-группы $G/\Phi(G)$ не превышает 5, $l_p(G) \leq 1$ для любого простого $p \neq 3$.

Пример. Пусть S – экстраспециальная группа порядка 7^3 и $H = Q_{16}Z_3$ группа порядка $2^4 \cdot 3$, где Q_{16} – группа кватернионов порядка 16, Z_3 – циклическая группа порядка 3. С помощью системы GAP построена группа $G = [S]H$ порядка $16464 = 2^4 \cdot 3 \cdot 7^3$, у которой производная длина равна 6, а нильпотентная длина равна 4, причем кофакторы всех примарных подгрупп бициклические.

ЛИТЕРАТУРА

1 Монахов, В. С. Введение в теорию конечных групп и их классов / В. С. Монахов. – Минск: Вышэйшая школа, 2006.

2 Yufeng, Liu Finite groups in which primary subgroups have cyclic cofactors / Liu Yufeng, Xiaolan Yi // Bull. Malays. Math. Sci. Soc. – 2011. – Vol. 34, № 2. – P. 337–344.

А. В. Жукова

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СПЕЦИФИКА РЕШЕНИЯ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С ПАРАМЕТРОМ

Рассмотрим некоторые общие подходы при решении определенных типов тригонометрических уравнений с параметрами.

1. Применение классических формул

Решение многих уравнений может быть значительно упрощено применением классических тождеств, неравенств, свойств и теорем.

2. Введение дополнительных переменных

Введение дополнительных переменных позволяет упростить выражения, присутствующие в заданиях и позволяет упростить решение задачи. Этот подход может быть применен для уравнений вида:

а) $F(\sin x, \cos x, \operatorname{tg} x, \operatorname{ctg} x, a) = 0$, вводится дополнительная переменная $t = \operatorname{tg} \frac{x}{2}$ и применяются подстановки:

$$\sin x = \frac{2t}{1+t^2}, \quad \cos x = \frac{1-t^2}{1+t^2}, \quad \operatorname{tg} x = \frac{2t}{1-t^2}, \quad \operatorname{ctg} x = \frac{1-t^2}{2t}.$$

б) $F(\sin x, \operatorname{tg}^2 x, \operatorname{ctg}^2 x, a) = 0$, вводится дополнительная переменная $t = \sin x$, и применяются подстановки:

$$\sin x = t, \quad \operatorname{tg}^2 x = \frac{t^2}{1-t^2}, \quad \operatorname{ctg}^2 x = \frac{1-t^2}{t^2}.$$

в) $F(\cos x, \operatorname{tg}^2 x, \operatorname{ctg}^2 x, a) = 0$, вводится дополнительная переменная $t = \cos x$, и применяются подстановки:

$$\cos x = t, \quad \operatorname{tg}^2 x = \frac{1-t^2}{t^2}, \quad \operatorname{ctg}^2 x = \frac{t^2}{1-t^2}.$$

г) $F(k_1 \sin x + k_2 \cos x, a) = 0$, вводится дополнительная переменная ϕ (вспомогательный угол), где $\sin \phi = \frac{k_2}{\sqrt{k_1^2 + k_2^2}}$, $\cos \phi = \frac{k_1}{\sqrt{k_1^2 + k_2^2}}$ и применяется следующая подстановка:

$$k_1 \sin x + k_2 \cos x = \sqrt{k_1^2 + k_2^2} \sin(x + \phi).$$

д) $F(\sin x \pm \cos x, \sin x \cdot \cos x, a) = 0$, вводится дополнительная переменная $t = \sin x \pm \cos x$, и применять следующую подстановку:

$$\sin x \cdot \cos x = \pm \frac{1}{2}(t^2 - 1).$$

3. Разделение области возможных значений переменных и параметров

Область возможных значений переменных или параметров, или некоторых выражений разделяется на дизъюнктивные подмножества. Это позволяет упростить задание, или перевести задание в новую форму, более легкую для решения.

4. Вспомогательные преобразования

Выполнение вспомогательных преобразований, приводящих к упрощению выражений задания, либо делает возможным применение подходов 2 и 3.

ЛИТЕРАТУРА

1 Черкасов, О. В. Математика: справочник для старшеклассников и поступающих в вузы / О. В. Черкасов, А. Г. Якушев. – 3-е изд. – М.: АСТ–ПРЕСС, 2006. – 640 с.

2 Школьная энциклопедия. Математика / под ред. С. М. Никольский. – Москва: Издательство «Большая российская энциклопедия», 1996. – 648 с.

В. И. Мурашко

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

КРИТЕРИЙ w -СВЕРХРАЗРЕШИМОСТИ КОНЕЧНОЙ ГРУППЫ

В работе рассматриваются только конечные группы. Р. Бэр [1, с. 197] доказал, что группа G сверхразрешима тогда и только тогда, когда $x^{p-1}y = yx^{p-1}$ для всех $p \in \pi(G)$ и для всех примарных элементов x , y группы G таких, что порядок x взаимно прост с p , $y \in G'$ и $y - p$ -элемент.

В работе [2] был введён класс w -сверхразрешимых групп wU – класс групп, силовские подгруппы которых \mathbf{R} -субнормальны. Отметим, что всякая сверхразрешимая группа w -сверхразрешима, а обратное утверждение не верно. По аналогии с классом сверхразрешимых групп, класс всех w -сверхразрешимых групп является наследственной насыщенной формацией, обладающей силовской башней сверхразрешимого типа.

Важным свойством сверхразрешимой группы является нильпотентность её коммутанта. Отметим, что обобщенный коммутант w -сверхразрешимой группы G нильпотентен, т.е. $G/F(G)$ имеет абелевы силовские подгруппы. Однако, не всякая группа с абелевыми силовскими подгруппами w -сверхразрешима. Все вышесказанное приводит нас к следующему обобщению теоремы Бэра.

Теорема. Группа G w -сверхразрешима тогда и только тогда, когда $x^{p-1}y = yx^{p-1}$ для всех $p \in \pi(G)$ и для всех примарных элементов x , y группы G таких, что порядок x взаимно прост с p , $y \in G^{wU \cap A}$ и $y - p$ -элемент.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Between Nilpotent and Soluble / H.G Bray [et al.]; ed. M. Weinstein. – Passaic: Polygonal Publishing House, 1982. – 240 p.
- 2 Васильев, А. Ф. О конечных группах сверхразрешимого типа / А. Ф. Васильев, Т. И. Васильева, В. Н. Тютянов // Сиб. мат. журн. – 2010. – Т. 51, № 6. – С. 1270–1281.

Д. В. Неверович
(БГУИР, Минск)

АППАРАТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ МОДУЛЯРНОГО КОДА В ПОЗИЦИОННЫЙ

Модулярная арифметика (МА) является одной из параллельных форм обработки информации и находит свое применение в цифровой обработке сигналов, распознавании образов, криптографии, а также в задачах, реализующих вычисления над большими числами (сотни и тысячи бит).

Структура устройства, реализующего алгоритмы модулярной арифметики состоит из трех блоков: блок прямого преобразования (входные числа преобразуются из позиционной системы счисления в модулярную), блок арифметических операций (осуществление параллельных арифметических операций над числами), блок обратного преобразования (производится обратное преобразование результатов вычисления второго блока из модулярной системы счисления в позиционную).

Одним из основного препятствия к широкому использованию МА в вычислительной технике является аппаратная сложность реализации блоков преобразования из одной системы счисления в другую и обратно. Доклад посвящен разработке устройств обратного преобразования.

Среди основных подходов к реализации преобразователей из модулярной системы счисления в позиционную можно выделить два [1]. Первый подход связан с использованием так называемой системы полиадического кода, в котором для представления разрядов числа используется отдельное основание. Этот подход основан на использовании формулы (1):

$$X = a_1 + a_2 p_1 + a_3 p_1 p_2 + \dots + a_n p_1 p_2 \dots p_{n-1}, \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
 a_1 &= x_1, \\
 a_2 &= \left| \left| p_1^{-1} \right|_2 \cdot (x_2 - a_1) \right|, \\
 &\dots \\
 a_n &= \left| \left| p_{n-1}^{-1} \right|_{p_n} \cdot \left(\left| p_{n-2}^{-1} \right|_{p_n} \cdot \left(\dots \left| p_2^{-1} \right|_{p_n} \cdot \left(\left| p_1^{-1} \right|_{p_n} \cdot (x_n - a_1) - a_2 \right) - \dots \right) - a_{n-1} \right) \right|,
 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\left| \frac{\prod_{i=1}^n p_i \left| p_{n-1}^{-1} \right|_{p_n}}{p_i} \right|_{p_j} = \left| 1 \right|_{p_j}, \tag{3}$$

где X – представление числа в позиционной системе счисления, x_i – представление числа в модулярной системе счисления, p_i – основания модулярной системы счисления (основание полиадического кода), коэффициенты уравнения a_i вычисляются по формулам (2), $\left| p_{n-1}^{-1} \right|_{p_n}$ вычисляется по формуле (3).

Метод с ортогональными базами для преобразования из модулярной системы в другую использует следующую формулу:

$$X = \left| x_1 B_1 + x_2 B_2 + \dots + x_n B_n \right|_p, \tag{4}$$

где X – представление числа в позиционной системе счисления, x_i – представление числа в модулярной системе счисления, B_1, B_2, \dots, B_n являются базисными элементами и имеют следующий вид в модулярном представлении: $B_1 = (1, 0, \dots, 0), \dots, B_n = (0, 0, \dots, 1)$.

Для их вычисления используется формула $B_i = \frac{m_i P}{p_i}$, $i = 1, 2, \dots, n$, где

$P = \prod_{i=1}^n p_i$ – диапазон модулярной системы счисления, m_i – целое положительное число, называемое весом базиса и определяемо из сравнения $\frac{m_i P}{p_i} \equiv 1 \pmod{p_i}$.

Оба приведенных подхода были реализованы на языке описания аппаратуры VHDL. Каждый из подходов имеет преимущества и недостатки по сравнению с другим. Оба подхода будут использованы для

реализации модулярной системы, предназначенной для реализации алгоритмов криптографии.

ЛИТЕРАТУРА

1 Модулярные параллельные вычислительные структуры нейро-процессорных систем: монография / Н. И. Червяков [и др.]. – М: Физматлит, 2003. – 288 с.

К. Л. Парфенков, А. Ф. Васильев

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

О КОНЕЧНЫХ ГРУППАХ, ИМЕЮЩИХ ТРИ ПОДГРУППЫ С ВЗАИМНО ПРОСТЫМИ ИНДЕКСАМИ

Рассматриваются только конечные группы. Пусть группа G имеет подгруппы A , B и C , индексы которых попарно взаимно просты в G . Хорошо известно, если A , B и C абелевы, то и G является абелевой группой. Как показали Виландт и Кегель, этот результат выполняется, если свойство абелевости подгрупп A , B и C поменять на разрешимость, или на нильпотентность. Если A , B и C сверхразрешимы, то в общем случае G не обязательно сверхразрешима. В работах [1, 2] были получены достаточные условия сверхразрешимости группы G , имеющей три сверхразрешимые подгруппы, с попарно взаимно простыми индексами в G . Задача нахождения строения таких групп в общем случае оставалась нерешенной.

Определение 1 [3]. Подгруппа H группы G называется **P**-субнормальной в G , если либо $H = G$, либо существует цепь подгрупп $H = H_0 \leq H_1 \leq \dots \leq H_{n-1} \leq H_n = G$ такая, что $|H_i : H_{i-1}|$ – простое число для любого $i = 1, \dots, n$.

Определение 2 [3]. Группа G называется расширенно сверхразрешимой (кратко, w -сверхразрешимой), если любая силовская подгруппа группы G является **P**-субнормальной в G .

Класс всех w -сверхразрешимых групп является наследственной насыщенной формацией. Любая w -сверхразрешимая группа является дисперсивной по Оре. Группа сверхразрешима тогда и только тогда, когда она метанильпотентна и w -сверхразрешима.

Теорема. Пусть группа G имеет сверхразрешимые подгруппы A , B и C , индексы которых попарно взаимно просты в G . Тогда G расширенно сверхразрешима.

ЛИТЕРАТУРА

1 Flowers, N. On a group with three supersolvable subgroups of pairwise relatively prime indices / N. Flowers, T. P. Wakefield // Arch. Math. – 2010. – Vol. 95. – P. 309–315.

2 Ballester-Bolínches, A. Triple factorizations and supersolvability of finite groups / A. Ballester-Bolínches, L. M. Ezquerro // DOI:10.1017/S0013091515 000231.

3 Васильев, А. Ф. О конечных группах сверхразрешимого типа / А. Ф. Васильев, Т. И. Васильева, В. Н. Тютянов // Сиб. мат. журн. – 2010. – Т. 51, № 6. – С. 1270–1281.

А. Д. Русаков

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**НЕАБЕЛЕВОСТЬ ПОЛИАДИЧЕСКИХ
ГРУППОИДОВ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА**

В заметке под полиадическими группоидами специального вида понимаются l -арные группоиды $\langle A^k, \eta_{s, \sigma, k} \rangle$ с l -арной операцией $\eta_{s, \sigma, k}$, которая была определена в [1]. Частными случаями l -арной операции $\eta_{s, \sigma, k}$ являются две полиадические операции, которые Э. Пост определил и изучал в [2]. Конструкция, которую он использовал при построении своих m -арных операций, допускает различные обобщения [3].

Основным результатом является следующая

Теорема 1. Пусть подстановка $\sigma \in \mathbf{S}_k$ не является тождественной, n -арный группоид $\langle A, \eta \rangle$ обладает такими элементами a, e_1, \dots, e_{n-1} , что

$$a \neq e_1, \eta(ae_1 \dots e_{n-1}) = a, \eta(e_1e_1 \dots e_{n-1}) = e_1, \eta(e_{n-1}e_1 \dots e_{n-1}) = e_{n-1}.$$

Тогда l -арный группоид $\langle A^k, \eta_{s, \sigma, k} \rangle$ не является абелевым.

Если в теореме 1 для $n \geq 3$ положить $a = e_{n-1}$, то верна

Теорема 2. Пусть подстановка $\sigma \in \mathbf{S}_k$ не является тождественной, n -арный группоид $\langle A, \eta \rangle$, где $n \geq 3$, обладает такими элементами e_1, \dots, e_{n-1} , что

$$e_1 \neq e_{n-1}, \eta(e_1e_1 \dots e_{n-1}) = e_1, \eta(e_{n-1}e_1 \dots e_{n-1}) = e_{n-1}.$$

Тогда l -арный группоид $\langle A^k, \eta_{s, \sigma, k} \rangle$ не является абелевым.

Если в теоремах 1 и 2 n -арный группоид $\langle A, \eta \rangle$ заменить n -арной полугруппой (n -арной группой) $\langle A, \eta \rangle$ и потребовать, чтобы нетож-

дественная подстановка $\sigma \in \mathbf{S}_k$ удовлетворяла условию $\sigma^l = \sigma$, то получим новые результаты, в которых вместо l -арного группоида $\langle A^k, \eta_{s, \sigma, k} \rangle$ будет фигурировать l -арная полугруппа (l -арная группа) $\langle A^k, \eta_{s, \sigma, k} \rangle$.

Имеет место также следующая

Теорема 3. Пусть нетождественная подстановка $\sigma \in \mathbf{S}_k$ удовлетворяет условию $\sigma^l = \sigma$, n -арная группа $\langle A, \eta \rangle$ имеет не менее двух элементов. Тогда l -арная группа $\langle A^k, \eta_{s, \sigma, k} \rangle$ не является абелевой.

ЛИТЕРАТУРА

1 Гальмак, А. М. О полиадических операциях на декартовых степенях / А. М. Гальмак, А. Д. Русаков / Известия ГГУ им. Ф. Скорины. – 2014. – №3. – С. 35–40.

2 Post, E. L. Polyadic groups / E. L. Post // Trans. Amer. Math. Soc. – 1940. – Vol. 48, №2. – P. 208–350.

3 Гальмак, А. М. Многместные операции на декартовых степенях / А. М. Гальмак. – Минск: Изд. центр БГУ, 2009. – 265 с.

Д. А. Синица

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

О ХОЛЛОВСКИХ S -ПЕРЕСТАНОВОЧНО ВЛОЖЕННЫХ ПОДГРУППАХ

Все группы в этой работе конечны и G всегда обозначает конечную группу. Напомним, что подгруппа A в G называется перестановочной с подгруппой B если $AB = BA$. Подгруппа G называется S – квазинормальной или S -перестановочной в G , если она переставляется со всеми силовскими подгруппами группы G . Рядом интересных свойств обладают S -перестановочные подгруппы. Например, S -перестановочные подгруппы в G образуют подрешетку решетки всех субнормальных подгрупп. Это важное свойство S -перестановочных подгрупп позволяет ввести понятие S -перестановочного замыкания подгруппы. Пересечение всех таких S -перестановочных подгрупп, которые содержат подгруппу H , называется S -перестановочным замыканием H в G и обозначается H^{SG} [1].

Напомним также, что подгруппа H группы называется холловски нормально вложенной подгруппой G , если H является холловской подгруппой нормального замыкания H^G . По аналогии с этим, мы говорим, что подгруппа H в G называется холловски S -перестановочно вложенной подгруппой G , если H является холловской подгруппой S -перестановочного замыкания H^{SG} .

Запишем H^{**G} для обозначения субнормального замыкания H в G , то есть для пересечения всех субнормальных подгрупп, которые содержат H . Подгруппа H в G называется холловско субнормально вложенной подгруппой G [2], если H является холловской подгруппой субнормального замыкания H^{**G} . Теперь рассмотрим некоторые свойства холловских S -перестановочно вложенных подгрупп.

Лемма

- (1) Если H является холловски S -перестановочно вложенной подгруппой G , то H холловски субнормально вложенной подгруппой G ;
- (2) Если H является холловски S -перестановочно вложенной подгруппой G , то H холловски нормально вложенной подгруппой G .

ЛИТЕРАТУРА

1 Skiba, A. N. Finite groups with given S -embedded and n -embedded subgroups / W. Guo, A. N. Skiba. – Journal of Algebra, 2009. – P. 2843–2840.

2 Li, S. R. On Hall subnormally embedded and generalized nilpotent groups / S. R. Li, J. J. Liu. – Journal of Algebra, 2013. – P. 1–9.

И. Л. Сохор

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**КОНЕЧНЫЕ π -РАЗРЕШИМЫЕ ГРУППЫ
БЕЗ ШИРОКИХ ПОДГРУПП**

Рассматриваются только конечные группы. Принятые обозначения стандартны и соответствуют [1]. Через $\pi(G)$ обозначается множество всех простых делителей порядка группы G , а $|\pi(G)|$ – число всех различных простых делителей порядка группы G .

Широкой подгруппой будем называть подгруппу H группы G , у которой $\pi(H) = \pi(G)$. Если группа G не содержит широких подгрупп и $k = \max_{M < G} |\pi(M)|$, то G будем называть квази- k -примарной. Квази-1-примарную группу называют квазипримарной, а квази-2-примарную группу – квазибипримарной и их свойства изучены С. С. Левищенко [2].

Зафиксируем некоторое множество простых чисел π . Рассмотрим класс $X(\pi)$ всех π -разрешимых групп G , не содержащих широких максимальных подгрупп, индекс которых есть π -число. В π -разрешимой группе индексы максимальных подгрупп являются степенями простых чисел из π или π' -числами. Поэтому в группах из класса $X(\pi)$ каждая максимальная подгруппа, индекс которой есть π – число, является холловой подгруппой. Такие группы описаны В. С. Монаховым [3].

Группу G будем называть π -специальной, если $G = G_\pi \times G_{\pi'}$, и G_π нильпотентна. Гиперцентром неединичной группы G называется

$$\text{подгруппа } Z_\infty(G) = \bigcup_{i=1}^{\infty} Z_i(G),$$

$$\text{где } Z_1(G) = Z(G), \quad Z_2(G)/Z_1(G) = Z(G/Z_1(G)), \quad \dots, \\ Z_i(G)/Z_{i-1}(G) = Z(G/Z_{i-1}(G)), \quad \dots$$

Теорема. Если в π -разрешимой группе G каждая широкая максимальная подгруппа, индекс которой есть π -число, является π -специальной, то $G/Z_\infty \in X(\pi)$.

ЛИТЕРАТУРА

1 Монахов, В. С. Введение в теорию конечных групп и их классов / В. С. Монахов. – Минск: Вышэйшая школа, 2006. – 207 с.

2 Левищенко, С. С. Конечные квазибипримарные группы / С. С. Левищенко // Группы, определяемые свойствами системы подгрупп : сб. научн. трудов / Акад. наук Укр. ССР, Ин-т математики. – Киев: Институт математики АН УССР, 1979. – С. 83–97.

3 Монахов, В. С. Конечные π -разрешимые группы с холловыми максимальными подгруппами / В. С. Монахов // Мат. заметки. – 2008. – Т. 84, № 3. – С. 390–394.

И. К. Чирик

(Гомельский инженерный институт МЧС РБ, Гомель)

**КОНЕЧНЫЕ ГРУППЫ, ФАКТОРИЗУЕМЫЕ
НОРМАЛЬНЫМИ p -СВЕРХРАЗРЕШИМЫМИ
ПОДГРУППАМИ**

Рассматриваются только конечные группы. Используемая терминология соответствует [1].

Первые примеры несверхразрешимых групп, являющихся произведением нормальных сверхразрешимых групп, построил Хупперт [3]. Различные признаки сверхразрешимости таких групп установили Бэр [4], Фризен [5], А. Ф. Васильев и Т. И. Васильева [6], авторы [7].

В настоящей заметке получены p -аналоги этих результатов. Доказана **Теорема.** Пусть группа $G=AB$ является произведением двух нормальных p -сверхразрешимых подгрупп A и B . Тогда следующие утверждения эквивалентны:

- (1) коммутант G' p -нильпотентен;
- (2) подгруппа $[A,B]$ p -нильпотентна;
- (3) существует p -нильпотентная нормальная подгруппа W такая, что в фактор-группе G/W все силовские подгруппы абелевы;
- (4) группа G p -сверхразрешима.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Монахов, В. С. Введение в теорию конечных групп и их классов / В. С. Монахов. – Минск: Вышэйшая школа, 2006. – 207 с.
- 2 Huppert, B. Monomiale darstellung endlicher gruppen / B. Huppert. – Nagoya Math. J., 1953. – Vol. 3. – P. 93–94.
- 3 Baer, R. Classes of finite groups and their properties / R. Baer. – Illinois J. Math., 1957. – Vol. 1. – P. 115–187.
- 4 Friesen, D. Products of normal supersolvable subgroups / D. Friesen. – Proc. Amer. Math. Soc., 1971. – Vol. 30, № 1. – P. 46–48.
- 5 Васильев, А. Ф. О конечных группах, у которых главные факторы являются простыми группами / А. Ф. Васильев, Т. И. Васильева // Изв. вузов. Матем. – 1997. – № 11(426). – С. 10–14.
- 6 Монахов, В. С. О p -сверхразрешимости конечной факторизуемой группы с нормальными сомножителями / В. С. Монахов, И. К. Чирик // Труды Института математики и механики УрО РАН. – 2015. – Т. 21, № 3. – С. 256–267.

И. В. Юшкевич, А. А. Юдов
(БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест)

**ИНВАРИАНТНЫЕ ПРОСТРАНСТВА
ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ПОДГРУПП ЛИ
ГРУППЫ ЛИ ВРАЩЕНИЙ
ШЕСТИМЕРНОГО ЕВКЛИДОВА ПРОСТРАНСТВА**

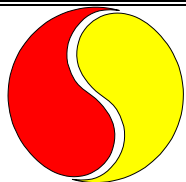
Рассмотрим пространство R_6 – шестимерное евклидово пространство. Пусть G группа Ли движений пространства R_6 , H – группа Ли вращений пространства R_6 , T – группа Ли параллельных переносов этого пространства, $G = H * T$ – полупрямое произведение. Пусть \bar{G} , \bar{H} , \bar{T} – алгебры Ли групп Ли G, H, T соответственно.

Рассмотрим в алгебре Ли \bar{G} базис $i_7 = E_{12} - E_{21}$, $i_8 = E_{13} - E_{31}$, $i_9 = E_{14} - E_{41}$, $i_{10} = E_{15} - E_{51}$, $i_{11} = E_{16} - E_{61}$, $i_{12} = E_{23} - E_{32}$, $i_{13} = E_{24} - E_{42}$, $i_{14} = E_{25} - E_{52}$, $i_{15} = E_{26} - E_{62}$, $i_{16} = E_{34} - E_{43}$, $i_{17} = E_{35} - E_{53}$, $i_{18} = E_{36} - E_{63}$, $i_{19} = E_{45} - E_{54}$, $i_{20} = E_{46} - E_{64}$, $i_{21} = E_{56} - E_{65}$, где $E_{\alpha\beta} - (7 \times 7)$ – матрица, у которой в α -й строке, β -м столбце стоит единица, а остальные элементы – нули, причем вектора i_7, i_8, \dots, i_{21} образуют базис алгебры Ли \bar{H} , векторы $i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6$ образуют базис алгебры Ли \bar{T} . Все подгруппы Ли группы Ли движений пространства R_6 найдены В.Г Коппом, при этом получается с точностью до сопряженности 20 подгрупп Ли группы Ли H вращений пространства R_6 : G_1, G_2, \dots, G_{20} .

Ставится задача: найти все подпространства пространства R_6 , инвариантные относительно группы Ли G_1 , алгебра Ли которой определяется базисом $\{i_7\}$. Все пространства $\{a\}$, инвариантные относительно группы G_1 , удовлетворяют условию $a * i_7 = \gamma b$. Все пространства $\{a, b\}$, инвариантные относительно G_1 , получим, решая систему: $a * i_7 = \gamma a + \mu b$, $b * i_7 = \nu a + \sigma b$, трехмерные пространства получим, решая систему: $a * i_7 = \gamma a + \mu b + \nu c$, $b * i_7 = \vartheta a + \sigma b + \rho c$, $c * i_7 = ka + lb + mc$. Проводя вычисления, получаем следующую теорему:

Теорема. Все инвариантные относительно группы Ли G_1 подпространства пространства R_6 задаются базисами $\{\lambda e_3 + \mu e_4 + \nu e_5 + \sigma e_6\}$, $\{e_1, e_2\}$, $\{e_3 + \lambda e_5 + \mu e_6, e_4 + \nu e_5 + \sigma e_6\}$, $\{e_3 + \lambda e_4 + \mu e_6, e_5 + \nu e_6\}$, $\{e_3 + \lambda e_4 + \mu e_5, e_6\}$, $\{e_4 + \lambda e_6, e_5 + \mu e_6\}$, $\{e_4 + \lambda e_5, e_6\}$, $\{e_5, e_6\}$, $\{e_1, e_2, e_3 + \lambda e_4 + \mu e_5 + \nu e_6\}$, $\{e_1, e_2, e_4 + \lambda e_5 + \nu e_6\}$, $\{e_1, e_2, e_5 + \nu e_6\}$, $\{e_1, e_2, e_6\}$,

где $\lambda, \mu, \nu, \sigma$ – произвольные действительные числа, а $\{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6\}$ – ортонормированный базис пространства R_6 .
Четырехмерные пространства получим как ортогональные дополнения к двумерным, пятимерные пространства получим как ортогональные дополнения к одномерным.



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Математическое моделирование

Д. А. Баран

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УП «ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ ГРОДНОГИПРОЗЕМ»

Стохастической моделью обслуживания заявок в УП «Проектный институт Гродногипрозем» является замкнутая сеть массового обслуживания с центральной системой. Системами S_1, S_2, \dots, S_r в данной сети будут отделы предприятия, которые занимаются приемом и обслуживанием заявок граждан Гродненской области. Заявками будут услуги предприятия: работы по изъятию и предоставлению земельных участков и т.п. Число линий обслуживания m_i в системах соответствуют сотрудникам, которые выполняют данные виды работ с интенсивностью $\mu_i, i = \overline{1, r}$. Заявка с вероятностью $p_{ij}, i, j = \overline{1, r}$, переходит из системы S_i в систему S_j и приносит последней системе некоторый случайный доход (для которого известно среднее a_{ij}), а доход первой системы уменьшается соответственно на эту величину ($b_{ij} = -a_{ij}$), если сеть не меняет состояние, то средний доход системы S_i равен c_i . Доход i -го отдела предприятия $v_i(t)$ состоит из платы клиентов за выполненную работу и находится из системы

$$\frac{dv_i(t)}{dt} = -\mu_i \min(n_i(t), m_i) \left(p_{i0} b_{i0} + \sum_{j=1}^r p_{ij} b_{ij} \right) + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^r \mu_j \min(n_j(t), m_j) p_{ji} a_{ji} + c_i,$$

$$i = \overline{1, r}.$$

Расходы отделов – это затраты на обслуживание клиентов $d_i(t)$ и $E_i(t)$ – содержание автоматизированных рабочих мест для обслуживания клиентов и заработная плата работников. Актуальной является задача нахождения оптимального числа сотрудников в отделах, при котором доход предприятия максимален:

$$\left\{ \begin{aligned} W(T, m_1, m_2, \dots, m_r) &= \frac{1}{T-t_0} \int_{t_0}^T \sum_{i=1}^r (v_i(t) - d_i(t)n_i(t) - E_i(t)m_i(t)) dt \rightarrow \max_{m_1, m_2, \dots, m_r} (1) \\ m_i &\leq M_i, i = \overline{1, r}, t \in [0, T], \end{aligned} \right.$$

где M_i – максимальное количество линий обслуживания, $n_i(t)$ – среднее относительное число заявок в системах

$$\frac{dn_c(t)}{dt} = \sum_0 \mu_j q_{jc} l_j + \sum_1 \mu_i q_{ic} n_i(t) + \mu_0(t) (1 - \sum_{j=1}^r n_j(t)), c = \overline{1, r},$$

где $\sum_0 = \sum_{i \in \Omega_0(t)}$, $\sum_1 = \sum_{i \in \Omega_1(t)}$.

Задача (1) решена методом полного перебора по m_i , а интегралы в выражениях можно вычислить последовательно применив два раза метод трапеций.

М. Ю. Бокий, В. В. Можаровский
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)
**ОБЗОР МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММ
ПО РАСЧЕТУ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Методы решения контактных задач можно разделить на три типа: аналитические, численные и быстрые алгоритмы. Применение тех или иных определяется целью выполняемого расчёта и их возможностями. Сильная сторона аналитических методов состоит в том, что они позволяют получить решение в виде функциональной зависимости, в которой отражено влияние всех факторов на исследуемые величины. Но аналитические решения могут быть получены только для очень ограниченного класса контактных задач, поэтому необходимо развивать численные методы их решения. Численные методы, использующие

чаще всего конечно-элементные расчётные схемы, позволяющие решать задачи для тел произвольной формы с учётом трения в контакте. Быстрые алгоритмы же позволяют ценой введения некоторых допущений быстро установить форму и размеры пятна контакта и распределения нормальных и касательных нагрузок на его поверхности.

Актуальной является проблема создания новых эффективных алгоритмов и на их основе современного прикладного программного обеспечения для решения контактных задач вычислительной механики. В настоящее время для решения контактных задач в рамках конечно-элементной технологии используют алгоритмы, основанные на методе штрафных функций, методе множителей Лагранжа, комбинировании методов штрафных функций и множителей Лагранжа [1, 2], имеются работы, в которых используется понятие "псевдосреды" [3].

ЛИТЕРАТУРА

1 Wriggers, P. A two-level iteration method for solution of contact problems / P. Wriggers, B. Nour-Omid // Computer methods in applied mechanics and engineering, 1986. – № 54. – P. 131–144.

2 Wriggers, P. Computational contact mechanics / P. Wriggers. – England: John Wiley & Sons Ltd, 2002. – 441 p.

3 Бабин, А. П. Конечно-элементное моделирование контактного взаимодействия с использованием положений механики контактной псевдосреды / А. П. Бабин, М. В. Зернин // Механика твёрдого тела, 2009. – № 4. – С. 84–107.

М. Ю. Бокий, В. В. Можаровский

(ГТУ им. Ф. Скорины, Гомель)

КРАТКИЙ АЛГОРИТМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О КОНТАКТЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ТЕЛА СО СЛОИСТЫМ ПОКРЫТИЕМ

Многие контактные задачи при расчетах трибологических систем сводятся к решению интегрального уравнения [1].

$$\int_{-1}^1 \{K_p[\alpha(t-t')] + \{K_r[\alpha(t-t')]\bar{p}(t)\bar{d}t = \bar{\vartheta} - 2yt - t^2, |t| < 1.$$

Нашей задачей является: составить алгоритм решения этого интегрального уравнения и сделать оценку точности расчета.

Решение интегрального уравнения сводится к решению системы алгебраических уравнений. Реализация решения системы – используя итерационные методы или метод Гаусса.

$$\sum_{j=2}^{n-1} C_{ij} \bar{p}_j = v_0 - 2yt_i - t_i^2, i = 1, 2 \dots n.$$

Здесь

$$C_{ij} = \frac{J_{ij} - J_{ij+1}}{t_{j+1} - t_j} - \frac{J_{ij-1} - J_{ij}}{t_j - t_{j-1}},$$

где

$$J_{ij} = \{L[\alpha(t_i - t_{ij})] + fM[\alpha(t_i - t_{ij})]\} \frac{1}{\alpha^2}.$$

Функции $L(\eta)$ и $M(\eta)$ для ортотропного покрытия имеют вид

$$L(\eta) = (\beta_2^2 - \beta_1^2) \int_0^\infty \frac{Z_p(\beta) \cos(\beta\eta) - 1}{\Delta \beta^3} d\beta,$$

$$M(\eta) = \frac{\beta_1 \beta_2}{S_{22}} \int_0^\infty \frac{Z_\tau(\beta) \sin(\beta\eta) - \beta\eta}{\Delta \beta^3} d\beta.$$

Особенность данного подхода: коэффициенты в системе представляют собой несобственные интегралы, оценка которых представляет собой дополнительный предмет исследований, так как интегралы меняются от нуля до бесконечности и при этом возникает сингулярность.

Разрабатывается программа для эффективного расчета таких систем.
ЛИТЕРАТУРА

1. Можаровский, В. В. Влияние трения между цилиндрическим индентором и покрытием из композита на параметры контакта / В. В. Можаровский // Трение и износ. – 1990. – № 6. – С. 1014–2034.

Ю. Д. Бондарева, В. Е. Быховцев

(ГТУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ РАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ РИТ-СВАИ

Устойчивость любого строительного сооружения определяется, прежде всего, устойчивостью его фундамента. Поэтому фундамент здания должен быть спроектирован и рассчитан таким, чтобы осадка и крен здания не превосходили их нормативных значений при самом неблагоприятном сочетании исходных данных. При определённых свойствах

грунтового основания строительной площадки экономически целесообразным может оказаться фундамент на основе свай, устроенных с применением резонансно-импульсной технологии (РИТ-свай) [1]. Несущая способность такой сваи будет определяться её геометрическими размерами, количеством уширений и физико-механическими характеристиками элементов структуры грунтового основания с учётом зоны уплотнения. В целом образующиеся уширения и уплотнённые зоны грунта значительно повышают несущую способность свай-РИТ. Вследствие этого возникает задача оптимизации структуры РИТ-свай. При выполнении исследований этой задачи были использованы результаты натурного эксперимента, выполненные в отделе «Основания и фундаменты» РУП БелНИИС, по определению осадки трёх РИТ-свай с размерами: диаметр ствола $\varnothing 250\text{мм}$, длина $16,7\text{м}$ и уширение $\varnothing 650\text{мм}$. Уширения в этих сваях устраивались с шагом 50см , 75см и 100см . На рисунке 1 представлены данные зависимости осадки от количества n уширений при различных нагрузках и построены соответствующие графики. Для определения осадки свай-РИТ получена формула:

$$S = 0.01 * \mu * (1 - m) * n^{-2\mu} * P^{1/m}.$$

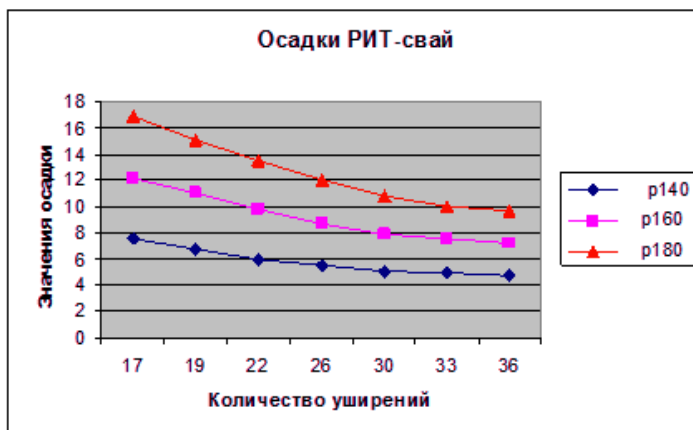


Рисунок 1 – Графики зависимости осадки $S(\text{мм})$ РИТ-свай от количества уширений

Для рассматриваемых свай рациональным будет $n = 26$ при всех нагрузках.

ЛИТЕРАТУРА

1 Технические рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов, выполненных с использованием разрядно-импульсной технологии для зданий повышенной этажности (свай-РИТ): ТР 50-180-06. – Правительство Москвы комплекс архитектуры, строительства, развития и реконструкции города, ГУП «НИИМосстрой», М.: 2006.

В. В. Бутурля

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ С ПОМОЩЬЮ НМ-СЕТЕЙ

Рассматривается стохастическая модель прогнозирования доходов предприятия от реализации продукции в виде замкнутой НМ-сети массового обслуживания с доходами и разнотипными заявками. Системами обслуживания при этом являются само предприятие, для которого прогнозируется доход (центральная система), и организации-заказчики (периферийные системы). Заявками служат запросы на приобретение продукции с указанием ее наименования и количества. В качестве линий обслуживания в системах выступают автоматизированные рабочие места сотрудников, занимающихся обработкой данных запросов. В процесс обработки потока поступающих на предприятие заявок входит рассмотрение запроса, заключение договора на поставку продукции, проверка платежеспособности заказчика и другие процедуры.

Опишем кратко данную сеть. Она состоит из n систем массового обслуживания S_1, S_2, \dots, S_n , в которых обслуживаются заявки r типов. Система S_i состоит из m_i линий обслуживания, $i = \overline{1, n}$. Вектор состояний сети имеет вид:

$$k(t) = (k, t) = (k_{11}, \dots, k_{1c}; k_{21}, \dots, k_{2c}; \dots; k_{n1}, \dots, k_{nc}, t),$$

где $k_{ic}(t)$ – число заявок типа c в системе S_i в момент времени t ; μ_{ic} – интенсивность обслуживания заявок типа c в системе S_i , $i = \overline{1, n}$

$c = \overline{1, r}$. Задаются $p_{ij}^{(c)}$ – вероятности перехода заявок типа c из системы S_i в систему S_j , $\sum_{j=1}^n p_{ij}^{(c)} = 1$, $i = \overline{1, n}$, $c = \overline{1, r}$. Удовлетворение запроса, поступившего из периферийной системы массового обслуживания в центральную систему, приносит последней некоторый случайный доход, при этом первая система несет убыток в том же размере.

Данная модель применялась при прогнозировании доходов предприятия ОАО «Лакокраска», г. Лида. Основная доля расходов обусловлена затратами на производство, заработную плату сотрудников и коммунальные платежи. Доходы приносит реализованная продукция предприятия.

Получено выражение для прогнозируемого дохода предприятия.

И. Е. Вересовая, А. В. Лубочкин

(ГТУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СТАБИЛИЗАЦИЯ МАЯТНИКА С ВРАЩЕНИЕМ ОПТИМАЛЬНЫМИ УПРАВЛЕНИЯМИ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНО-НЕГЛАДКИХ ЗАДАЧ

Рассматривается задача стабилизации (с вращением) неустойчивых положений равновесия нелинейной модели математического маятника:

$$\ddot{x} + \sin x = u, \quad z(0) = (x(0), \dot{x}(0)) = z_0 = (x_{10}, x_{20}). \quad (1)$$

Как известно, неустойчивыми состояниями равновесия системы (1) при $u = u(t) \equiv 0$, $t \geq 0$, на фазовой плоскости $z = (x, \dot{x})$ являются точки

$$z^k = (x = (2k + 1)\pi, \dot{x} = 0), \quad k \in Z. \quad (2)$$

Традиционно при малых начальных отклонениях $|x_{10} - \pi| + |x_{20}|$ для стабилизации неустойчивого верхнего состояния $(\pi, 0)$ используют линейное уравнение $\ddot{x} - x = u$. Если же начальное состояние значительно удалено от состояния равновесия $(\pi, 0)$, то состояния равновесия (2) при $|k| > 0$, связанные с вращениями маятника, совершенно выпадают из рассмотрения. Здесь для исследования поведения нелинейной системы вводится кусочно-линейная ее аппроксимация,

что позволяет решать задачу стабилизации при любых начальных возмущениях и любых движениях маятника.

Обратную связь $u = u(z) = u(x, \dot{x})$, $z \in R^2$, назовем ограниченной дискретной (с периодом квантования $\nu > 0$) стабилизирующей в области $G \subset R^2$ для состояния равновесия (2), если: 1) $u(z^k) = 0$; 2) $|u(z)| \leq L$, $z \in G$; 3) траектория замкнутой системы (1): $\ddot{x} + \sin x = u(z)$, $z(0) = z_0 \in G$, представляет собой непрерывное решение уравнения (1) с управлением $u(t) = u(k\nu)$, $t \in [k\nu, (k+1)\nu]$, $k = 0, 1, \dots$; 4) решение $x(t) = (2k+1)\pi$, $t \geq 0$, замкнутой системы асимптотически устойчиво, и G – область притяжения состояния равновесия $x = (2k+1)\pi$.

Для построения указанной обратной связи используется реализация в режиме реального времени позиционного решения следующей задачи

$$B_\theta(z) = \min \int_0^\theta |u(t)| dt, \quad \ddot{x} + f(x) = u, \quad (x(0), \dot{x}(0)) = z, \quad (3)$$
$$(x(\theta), \dot{x}(\theta)) = z^k, \quad |u(t)| \leq L, \quad t \in [0, \theta],$$

где $f(x) = x - 2k\pi$, $x \in [-\pi/2 + 2k\pi, \pi/2 + 2k\pi]$;

$f(x) = -x + (2k+1)\pi$, $x \in [\pi/2 + 2k\pi, 3\pi/2 + 2k\pi]$, $k \in Z$.

При этом минимум в задаче (3) берется не только по u , но и по моментам переключения функции кусочно-линейной аппроксимации с одного линейного участка на другой.

Построенные стабилизаторы программно реализованы, просчитаны тестовые примеры.

П. В. Гаврилик

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ВЫБОР ГЕНЕРАТОРОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ ДЛЯ ПРОГРАММЫ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ

Случайные числа широко используются в современных информационных технологиях. К областям, где их применение играет ключевую роль, относятся имитационное моделирование и криптография.

Источниками случайных чисел могут выступать физические генераторы шумов: детекторы событий ионизирующей радиации, газовые разрядные трубки, имеющий течь конденсатор. Однако использование подобных датчиков в криптографии очень проблематично и ограничено.

Качественный генератор псевдослучайной последовательности, ориентированный на использование в системах защиты информации, должен удовлетворять следующим требованиям: криптографическая стойкость; хорошие статистические свойства; большой период формируемой последовательности; эффективная аппаратная и программная реализация; быстроедействие.

Созданию хороших генераторов псевдослучайных последовательностей уделяется достаточно большое внимание в математике. В настоящее время насчитывается несколько тысяч различных вариантов генераторов псевдослучайных чисел. Проблема в том, что все генераторы псевдослучайных последовательностей при определенных условиях дают предсказуемые результаты и корреляционные зависимости, именно поэтому генераторы необходимо тестировать.

В 1999 году разработчиками Национального института стандартизации и технологий был представлен статистический набор тестов НИСТ и предложена методика проведения статистического тестирования шифров и генераторов случайных чисел.

В представляемом исследовании рассматривались пять генераторов псевдослучайных последовательностей: линейный конгруэнтный генератор, квадратичный конгруэнтный генератор, RSA, линейный сдвиговой регистр, самоуправляемый 2-линейный регистр сдвига.

С помощью методов статистического тестирования, проводилась проверка полученной последовательности, ее близости к равномерности распределения (тест n-серий), ее случайности и независимости (тест критерий серий), сжимаемость последовательности (универсальный статический тест Маурера), так же учитывалась эффективная аппаратная реализация и максимально возможная длина последовательности. Анализируя результаты тестирования, оптимальным по данным характеристикам был выбран генератор псевдослучайных последовательностей на основе линейного сдвигового регистра и определены параметры моделирования.

А. В. Геврасев, А. А. Гусаков, В. Е. Быховцев
(ГТУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ
ПЛИТНОГО КОРОбЧАТОГО ФУНДАМЕНТА
НА ЕГО ОСАДКУ В ГРУНТОВОМ ОСНОВАНИИ**

Исследуются особенности деформирования грунтового основания плитного коробчатого фундамента. В настоящей работе плитный коробчатый фундамент, а также его грунтовое основание рассматривались как единая неоднородная система деформируемых твёрдых тел. В формализованной постановке это будет краевая задача математической физики. Её исследование проводилось методом математического и компьютерного моделирования. При этом для исследования осадки плитного коробчатого фундамента производился численный анализ

– влияния размеров опорных стенок плитного коробчатого фундамента на его осадку.

В процессе эксперимента был рассмотрен плитный коробчатый фундамент (модельная задача №1).

Модельная задача № 1

Толщина боковых оснований	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22
Нелинейные перемещения	0.0210	0.0214	0.0218	0.0222	0.0226	0.0230	0.0232	0.0236	0.0240	0.0244

– исследование деформирования грунтового основания плитного коробчатого фундамента и большеразмерной плиты.

Компьютерное моделирование производилось с помощью программного комплекса «Энергия – 2Д».

На основе проведенного численного анализа компьютерного моделирования сделаны следующие выводы:

Толщина оснований влияет на его осадку незначительно (~4%).

Плитный коробчатый фундамент экономичнее в производстве, чем большеразмерная плита примерно на 43%.

На основе проведенного исследования выяснилось, что плитный коробчатый фундамент экономичнее большеразмерной плиты при тех же несущих способностях.

ЛИТЕРАТУРА

1 Быховцев, В. Е. Компьютерное объектно-ориентированное моделирование нелинейных систем деформируемых твёрдых тел / В. Е. Быховцев. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. – 219 с.

А. В. Гладченко, В. В. Можаровский

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

КРАТКИЙ АЛГОРИТМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ СЛОИСТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТРУБ

Задачи для решения напряжённно-деформированного состояния цилиндрических труб сводятся к определению свойств i -ого слоя цилиндрической трубы [1]:

$$\sigma = A^i \varepsilon - \xi \Delta T,$$

где $\sigma = (\sigma_r, \sigma_\theta, \sigma_z)^T$ и $\varepsilon = (\varepsilon_r, \varepsilon_\theta, \varepsilon_z)^T$ – тензоры напряжений и деформаций соответственно, $\xi = (\xi_r, \xi_\theta, \xi_z)^T$

$$A^i = \begin{pmatrix} A_{11}^i & A_{12}^i & A_{13}^i \\ A_{21}^i & A_{22}^i & A_{23}^i \\ A_{31}^i & A_{32}^i & A_{33}^i \end{pmatrix} \quad \xi = a^{(i)} \varepsilon,$$

где $a_\gamma^{(i)}$, $a_\theta^{(i)}$, $a_z^{(i)}$ – коэффициенты температурного расширения в i -ом слое, в направлении r , θ , z соответственно.

Подставляя выражения для напряжений в уравнения равновесия и используя уравнения Коши, получаем неоднородное дифференциальное уравнение 2-ого порядка:

$$\frac{\partial^2 u_r^{(i)}}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_r^{(i)}}{\partial r} - \frac{A_{22}^{(i)} / A_{11}^{(i)}}{r^2} u_r^{(i)} = \frac{\alpha^{(i)} \varepsilon_0}{r} + \frac{\eta^{(i)} \Delta T}{r}, \quad (1)$$

$$\text{где } \alpha^{(i)} = \frac{A_{23}^{(i)} - A_{13}^{(i)}}{A_{11}^{(i)}}, \quad \eta^{(i)} = \frac{\xi_r^{(i)} - \xi_\theta^{(i)}}{A_{11}^{(i)}}.$$

В результате решения дифференциального уравнения (1), можно получить уравнения, $u_r^{(u)} = C_1^{(i)} r^{k^{(i)}} + C_2^{(i)} r^{-k^{(i)}} + \frac{(\alpha^{(i)} \varepsilon_0 + \eta^{(i)} \Delta T) r}{1 - k^2},$

где искомыми коэффициентами являются, которые находятся из граничных условий [1, 2] (обозначения соответствуют [2]).

Разрабатывается программа для эффективного расчета таких систем.

ЛИТЕРАТУРА

1 Можаровский, В. В. Реалізація розрахунку напружень багатопарових труб / В. В. Можаровский, Д. С. Кузьменков. // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка Серія: фізико-математичні науки. – 2015. – № 5. – С. 173–178.

2 Xia, M. Analysis of filament-wound fiber-reinforced sandwich pipe under combined internal pressure and thermomechanical loading / M. Xia, K. Kemmochi, H. Takayanagi // Comp. Structures. – 2001. – № 51. – P. 273–283.

Е. А. Голубева, В. В. Можаровский

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РЕАЛИЗАЦИЯ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В связи с интенсивным применением новых композиционных материалов (волокнистых) в теплосетях и водопроводных системах [1] возникает необходимость в разработке автоматизированных средств расчета элементов конструкций. На основании аналитических и теоретических зависимостей был разработан алгоритм расчета, который в себя включает сбор данных, свойства материалов, граничные условия, аналитические формулы теории упругости анизотропного тела и другие [2]. Построена математическая модель расчета напряженно-деформированного состояния трубы для анизотропного тела [3].

Реализован программный модуль в среде Delphi в виде некоторых примеров, который позволяет видоизменять характеристики слоистых труб из композитов, и показывает возможность их оптимального выбора (рис. 1).

Предлагаемые подходы могут быть использованы в производственных процессах при проектировании расчетных характеристик материалов для труб теплоснабжения с теплоизоляцией в виде изолирующего слоя из жесткого пенополиуретана или других композитов.

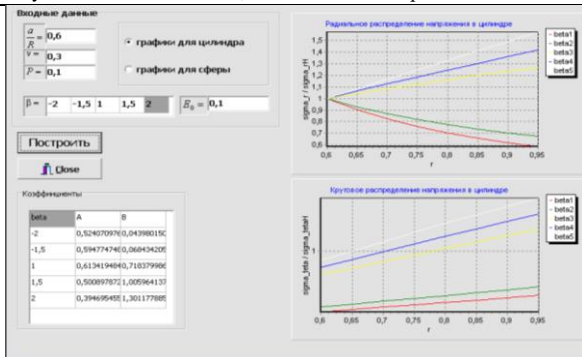


Рисунок 1 – Радиальное и круговое распределение напряжения в цилиндре

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Можаровский, В. В. Прикладная механика слоистых тел из композитов / В. В. Можаровский. – Минск: Наука и техника, 1988. – 271 с.
- 2 Бабкин, А. С. Напряженно-деформированное состояние толстостенного цилиндра, находящегося под действием внутреннего и внешнего давления, с учетом жесткости нагружающей системы / А. С. Бабкин, А. В. Зайцев. // Вестн. ПГТУ Аэрокосм. Техн. – 2002. – № 14. – С. 8–12.
- 3 Gao, X. L. Analytical solution of a borehole problem using strain gradient plasticity / X. L. Gao // ASME J. Eng. Mater. Technol. – 2002. – Vol. 124. – P. 365–370.

С. С. Гулида

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

МОДЕЛЬ ДЛЯ АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ АССОРТИМЕНТНОЙ ПОЛИТИКОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

При управлении товарным ассортиментом неизбежно приходится сталкиваться с увеличением или уменьшением количества представленных наименований выпускаемой и продаваемой продукции в связи с изменением спроса, а также рентабельностью продукции. Под ассортиментной стратегией (как элементом ассортиментной политики) будем понимать состав и соотношение отдельных видов изделий в объ-

еме выпуска продукции предприятия. Реализация различных вариантов стратегий (альтернатив A_i) приводит к различным по экономической эффективности результатам.

Для оценки эффективности ассортиментной политики используются финансово-экономические показатели, которые различаются по экономическому смыслу, методике расчета, необходимой информации для проведения анализа. Опишем используемые в настоящей работе показатели.

Выручка P_1 от реализации – важнейший показатель, характеризующий как деятельность предприятия, так и успех товарной позиции на рынке за определенный промежуток времени. Прибыль P_2 – более точный показатель. На основании его уже можно судить о предпочтительности того или иного товара для компании. Рентабельность P_3 – показатель, соотносящий размер полученной прибыли от продажи конкретного вида товаров с величиной инвестируемого капитала (или себестоимости). Товарооборачиваемость P_8 – время обращения среднего товарного запаса за определенный период. Показатель рассчитывается в днях или в количестве оборотов среднего товарного запаса. Оценка конкурентоспособности продукта P_5 – сравнительная характеристика товара, содержащая комплексную оценку всей совокупности производственных, коммерческих, организационных и экономических показателей относительно выявленных требований рынка или свойств другого товара. Помимо указанных выше показателей при выборе ассортиментной политики предприятие должно учитывать такие показатели, как эффективное использование потенциала предприятия P_6 , реализация P_7 , рейтинг продукции P_4 , издержки P_9 .

Таким образом, модель для анализа и управления ассортиментной политикой предприятия – это многокритериальная задача принятия решения с позитивными критериями $P_1 - P_7$, негативными критериями P_8, P_9 на множестве допустимых альтернатив $\{A_i\}$, определяемом с учетом ограничений на производственные мощности, человеческий ресурс и фактор спроса.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ногин, В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход / В. Д. Ногин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 144 с.

В. В. Добаш, А. В. Лубочкин

(ГТУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ОБРАТНЫХ СВЯЗЕЙ
ЛИНЕЙНО-НЕГЛАДКИХ ЗАДАЧ
ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ЗАДАНЫХ ДВИЖЕНИЙ
ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Пусть на промежутке $t \geq 0$ динамическая система с управлением описывается уравнением

$$\dot{x} = Ax + bu, \quad x(0) = x_0, \quad (1)$$

$$(x \in R^n, u \in R; \text{rank}(b, Ab, \dots, A^{n-1}b) = n).$$

Наряду с уравнением (1) рассмотрим движение на фазовой плоскости $x = x_f(t)$, $t \geq 0$, заданное кусочно-гладкой функцией. Будем говорить, что движение $x_f(t)$, $t \geq 0$, осуществимо, если существует такое доступное управление: $|u_f(t)| \leq L$, $t \geq 0$, что $\dot{x}_f(t) = Ax_f(t) + bu_f(t)$, $t \geq 0$. Пусть $G \subset R^n$ – область фазового пространства системы, что $x_f(t) \in \text{int } G$, $t \geq 0$.

Функцию $u = u(t, x)$, $x \in G$, $t \geq 0$, назовем ограниченной дискретной (с периодом квантования $\nu > 0$) обратной связью, осуществляющей движение $x = x_f(t)$, $t \geq 0$, если:

1) $u(t, x_f(t)) = u_f(t)$, $t \geq 0$; 2) $|u(t, x)| \leq L$, $x \in G$, $t \geq 0$; 3) траектория замкнутой системы $\dot{x} = Ax + bu(t, x)$, $x(0) \in G$, представляет собой непрерывное решение уравнения (1) с управлением $u(t) = u(k\nu, x(k\nu))$, $t \in [k\nu, (k+1)\nu[$, $k = 0, 1, \dots$; 4) решение $x = x_f(t)$, $t \geq 0$, замкнутой системы асимптотически устойчиво в G . Синтез указанных обратных связей $u = u(t, x)$, $x \in G$, $t \geq 0$, составляет суть задачи осуществления движения. При этом с точки зрения практики естественно потребовать, чтобы дополнительно: 5) область притяжения G осуществляемого движения была достаточно большой; 6) переходные процессы в замкнутой системе были в некотором смысле наилучшими (по отношению к выбранному критерию качества). Поэтому для решения указанной проблемы естественно использовать методы оптимального управ-

ления. Здесь с этой целью используется реализация в режиме реального времени позиционного решения следующей вспомогательной задачи оптимального управления:

$$B_\theta(\tau, z) = \min \int_{\tau}^{\tau+\theta} |u(t) - u_f(t)| dt, \quad \dot{x} = Ax + bu, \quad x(\tau) = z, \\ x(\tau + \theta) = x_f(\tau + \theta), \quad \tau \geq 0; \quad |u(t)| \leq L, \quad t \in T = [\tau, \tau + \theta]. \quad (2)$$

Задачи (2), рассматриваемые в классе кусочно-постоянных функций с периодом квантования $\nu > 0$, будут эквивалентны близким задачам кусочно-линейного программирования. Обосновывается алгоритм работы регулятора, вырабатывающего в режиме реального времени реализацию обратной связи, осуществляющей заданное движение. Работа построенного таким образом регулятора программно реализована, протестирован ряд тестовых примеров.

А. В. Дробов, В. Н. Галушко
(БелГУТ, Гомель)

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА РАБОЧИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННОГО
ДВИГАТЕЛЯ ТРЕХФАЗНОГО ИНВЕРТОРА
И СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА**

Для двигателей, работающих с полной нагрузкой, понижение напряжения приводит к уменьшению частоты вращения. Если производительность механизмов зависит от частоты вращения двигателя, то на выводах таких двигателей рекомендуется поддерживать напряжение не ниже номинального. При значительном снижении напряжения момент сопротивления механизма может превысить вращающий момент, что приводит к “опрокидыванию” двигателя, т.е. к его остановке. Во избежание повреждений двигатель необходимо отключить от сети [1].

Практический интерес представляет зависимость потребляемой двигателем активной и реактивной мощности от напряжения на его выводах. В случае снижения напряжения на зажимах двигателя реактивная мощность намагничивания уменьшается (на 2–3% при снижении напряжения на 1%), при той же потребляемой мощности увеличивается ток двигателя, что вызывает перегрев изоляции.

В качестве выходных значений регистрировались следующие: напряжение, ток, частота сети, активная и полная мощность, КПД трехфазного инвертора; напряжение, частота, момент на валу, линейные токи, $\cos\phi$, частота вращения, подводимая активная и полезная мощности на валу, КПД АД.

В качестве объекта исследования были использованы АД номинальной мощностью 60, 1100, 1700 Вт.

С помощью однофакторного дисперсионного анализа в программном продукте Microsoft Excel, StatGraphics и Statistica изучалось влияние трехфазного инвертора на электропотребление и рабочие характеристики АД. С интервалом 10 В изменяли напряжение на выходе трехфазного инвертора, а затем синхронного генератора, регистрируя выходные данные при фиксированных нагрузках на валу.

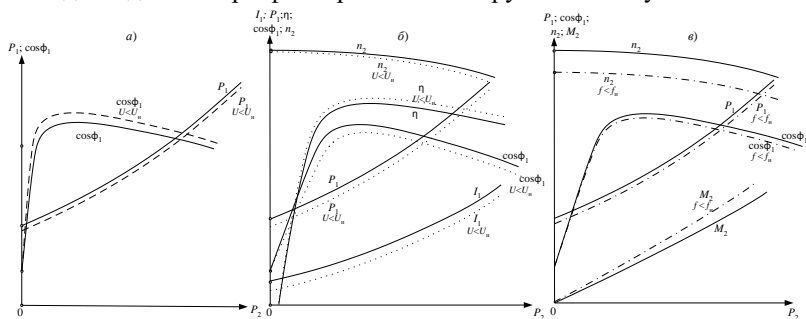


Рисунок 1 – Два класса объектов и разделяющие их прямые
 а – при изменении напряжения с помощью трехфазного инвертора;
 б – при изменении напряжения с помощью СГ;
 в – при изменении частоты с помощью инвертора.

Анализ полученных результатов позволяет выдвинуть следующие выводы:

- асинхронный электродвигатель, питаемый ШИМ напряжением, имеет более низкую эффективность, чем при питании синусоидальным напряжением, в связи с увеличением потерь, вызванных гармониками;
- при работе АД от частотных преобразователей должна оцениваться эффективность системы в целом, а не только электродвигателя;
- каждый случай должен быть должным образом проанализирован с учетом характеристик, как двигателя, так и преобразователя,

учитывая следующие параметры: рабочая частота, частота переключения, диапазон скоростей, нагрузка и мощность двигателя, суммарный коэффициент гармонических искажений и т.д.;

– тип измерительных приборов чрезвычайно важен для правильной оценки электрических величин на системах с ШИМ напряжением. Правильные среднеквадратичные значения должны быть использованы для того, чтобы обеспечить верные измерения мощности;

– увеличение частоты коммутации увеличивает КПД двигателя и снижает КПД инвертора (из-за увеличения потерь на переключениях силовых ключей).

ЛИТЕРАТУРА

1 Дробов, А. В. Электрические машины: учеб. пособие / А. В. Дробов, В. Н. Галушко. – Минск: РИПО, 2015. – 292 с.

Ю. В. Жердецкий, И. И. Франков

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ЭЛЕМЕНТАМИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ

Для детального рассмотрения вариантов реализации технологического процесса производства (ТПП) с элементами потенциальной опасности, в качестве которых могут выступать технологические операции ТХО, надёжность выполнения которых может изменяться вероятностным образом и влиять на надёжность выполнения производственного цикла, необходимо исследование процесса выполнения производственных циклов в динамике, что позволит учесть эволюционную зависимость элементов ТПП и повысить адекватность вероятностной модели, используемой для прогнозирования вероятностных характеристик надёжности исследуемых объектов.

Главной задачей динамического вероятностно-алгебраического моделирования ТПП с элементами потенциальной опасности [1] является выбор такой последовательности управляющих воздействий, при которой изменения в организации ТПП реализуются в нужные моменты времени согласно опережающим результатам вероятностно-алгебраического моделирования. В этом смысле моделирование позво-

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

ляет адаптировать ТПП к вероятностным изменениям надёжности выполнения ТХО. Вид управляющего воздействия выбирается с использованием одной из параметризованных моделей в составе комплекса автоматизации проектного моделирования систем управления технологическими процессами производства с элементами потенциальной опасности «ControlSyst», позволяющего рассмотреть объект на разных уровнях детализации, определив состав элементов и указав семантику состояний этих элементов. Возможны следующие варианты динамического изменения характеристик надёжности ТХО: линейное изменение вероятностей надёжного выполнения ТХО; изменение вероятностей надёжности ТХО, соответствующее данным накопленной и обработанной статистики; изменение вероятностей надёжности с использованием одной из форм Марковской модели. Для управления процессом моделирования ТПП используются различные резервирования (холодное резервирование, горячее резервирование, различные схемы мажоритарной логики).

ЛИТЕРАТУРА

1 Жердецкий, Ю. В. Вероятностно-алгебраическое моделирование систем управления технологическими процессами производства с элементами потенциальной опасности / Е. И. Сукач, Ю. В. Жердецкий // Математичні машини і системи. – 2015. – №3. – С. 213–219.

З. Ю. Журавлёва

(Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова, Одесса)

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ВОЗЛЕ КРАЯ ПОПЕРЕЧНОЙ ТРЕЩИНЫ, РАСПОЛОЖЕННОЙ ВБЛИЗИ БОКОВОЙ ГРАНИ УПРУГОЙ ПОЛУПОЛОСЫ

Рассматривается упругая полуполоса, которая занимает область, описываемую в декартовой системе координат соотношениями $0 < x < a$, $0 < y < \infty$. Боковые грани защемлены

$$u(0, y) = 0, v(0, y) = 0, u(a, y) = 0, v(a, y) = 0, \quad 0 < y < \infty.$$

По торцу полуполосы заданы условия

$$u(x, 0) = 0, \tau_{xy}(x, 0) = 0, \quad 0 < x < c,$$

$$\sigma_y(x, 0) = p(x), \tau_{xy}(x, 0) = 0, c < x < a.$$

На линии $c_0 < x < c_1, y = B, |c_0/c| \ll 1$ расположена поперечная трещина

$$\begin{aligned} \langle u(x, B) \rangle &= \psi_1(x) \neq 0, \langle v(x, B) \rangle = \psi_1(x) \neq 0, \\ \langle \tau_{xy}(x, B) \rangle &= 0, \langle \sigma_y(x, B) \rangle = 0, c_0 < x < c_1. \end{aligned}$$

Необходимо определить смещения и напряжения, которые удовлетворяют краевым условиям, условиям на трещине и уравнениям равновесия Ламе. Исходная задача сводится к одномерной путём применения полубесконечного \sin -, \cos -преобразования Фурье по переменной y по обобщённой схеме [1]. Задача формулируется в векторном виде, её решение строится в виде суперпозиции общего решения однородного векторного уравнения и частного решения неоднородного векторного уравнения. Для построения решения векторного уравнения используется аппарат матричного дифференциального исчисления и матрицы-функции Грина [2]. Полученные после обращения интегрального преобразования выражения для перемещений, содержат неизвестные функции

$$\chi'(x), \psi'_1(x), \psi'_2(x),$$

где $\chi(x) = v(x, 0)$, которые определяются после удовлетворения краевых условий

$$u(x, 0) = 0, \sigma_y(x, 0) = p(x), \tau_{xy}(x, B+0) = 0, \sigma_y(x, B+0) = 0.$$

Полученная система трёх сингулярных интегральных уравнений решается обобщённым методом граничных интегральных преобразований [3], учитывая неподвижные особенности на левом краю полуполосы и трещины [4].

ЛИТЕРАТУРА

1 Попов, Г. Я. Концентрация упругих напряжений возле штампов, разрезов, тонких включений и подкреплений / Г. Я. Попов. – Москва: Изд-во Наука, 1982. – 344 с.

2 Vaysfel'd, N. D. On one new approach to the solving of an elasticity mixed plane problem for the semi-strip / N. D. Vaysfel'd, Z. Yu. Zhuravlova // Acta Mechanica. – 2015. – Vol. 226, №12. – P. 4159–4172.

3 Kryvyi, O. F. Mutual influence of an interface tunnel crack and an interface tunnel inclusion in a piecewise homogeneous anisotropic space / O.F. Kryvyi // Journ. of Mathematical Sciences. – 2015. – Vol. 208, №4. – P. 409–416.

4 Дудучава, Р. В. Интегральные уравнения свертки с разрывными предсимволами, сингулярные интегральные уравнения с неподвижными особенностями и их приложения к задачам механики / Р. В. Дудучава. – Тбилиси: Изд-во Мецниереба, 1979. – 133 с.

Ю. В. Климанская
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)
**РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ
ДЛЯ АНАЛИЗА ЗАМКНУТЫХ СЕТЕЙ
МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Важными задачами для развития современного общества являются сбор, обработка, хранение и распространение информации. Передача информации представляет собой основу для решения этих задач и поэтому требует тщательного изучения. Адекватное описание процесса передачи информации с помощью математических моделей может быть осуществлено в рамках теории массового обслуживания. При этом для многих реальных систем такой процесс моделируется посредством сетей массового обслуживания (СеМО). Например, к указанному результату приводит математическое моделирование мультипрограммных вычислительных систем и анализ их производительности, проектирование и анализ сетей передачи данных и сетей ЭВМ.

СеМО представляет собой совокупность конечного числа взаимосвязанных узлов обслуживания, в которой циркулируют заявки, переходящие в соответствии с маршрутной матрицей с выхода одного узла на вход другого. Каждый отдельный узел является разомкнутой системой массового обслуживания (СМО) и отображает функционально самостоятельную часть реальной системы.

В настоящей работе разработана программа для анализа замкнутых СеМО. Она предназначена для получения приближённых результатов для основных стационарных характеристик сети и СМО, входящих в сеть. Программа обеспечивает выполнение следующих функций: построение графа переходов для выбранной сети, вычисление нормирующей константы методом Бузена для расчета основных характеристик сети, определение основных состояний сети и их стационар-

ных вероятностей, а также расчет среднего числа заявок в каждой системе и очереди. Алгоритм данной программы предусматривает работу с различным количеством систем сети и числом циркулирующих в ней заявок.

Разработанная программа может быть использована математиками для быстрого анализа замкнутых СеМО через расчет соответствующих характеристик сети и систем, входящих в данную сеть.

ЛИТЕРАТУРА

1 Вишнеvский, В. М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей / В. М. Вишнеvский. – Москва: Техносфера, 2003. – 512 с.

А. Е. Ковалева, А. В. Лубочкин

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ОБРАТНЫХ СВЯЗЕЙ МИНИМАЛЬНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РЕГУЛИРОВАНИЯ

На промежутке $t \geq 0$ рассмотрим динамическую систему с управлением

$$\dot{x} = Ax + bu, \quad x(0) = x_0, \quad (1)$$

$$(x \in R^n, \quad u \in R, \quad \text{rank}(b, Ab, \dots, A^{n-1}b) = n).$$

Будем считать, что доступными являются лишь ограниченные управления:

$$|u(t)| \leq L, \quad t \geq 0, \quad (0 < L < \infty). \quad (2)$$

Обозначим через

$$X_0 = \{x \in R^n : Ax + bu_x = 0, \quad |u_x| \leq L\}$$

множество возможных состояний равновесия системы (1). Пусть заданы число $0 < L < \infty$, вектор $z \in \text{int } X_0$, область $G \subset R^n$ ($z \in G$).

Функция $u = u_z(x)$, $x \in G$, называется ограниченной обратной связью, решающей классическую задачу регулирования для системы (1) в области G , если: 1) $u_z(z) = u_z$; 2) функция $u_z(x)$ удовлетворяет геометрическому ограничению (2): $|u_z(x)| \leq L$, $x \in G$; 3) замкнутая система

$$\dot{x} = Ax + bu_z(x), \quad x(0) = x_0 \in G, \quad (3)$$

имеет решение $x(t) \in G$, $t \geq 0$, для всех $x_0 \in G$; 4) состояние равновесия $x(t) \equiv z$, $t \geq 0$, системы (3) асимптотически устойчиво в G .

При этом с точки зрения практики естественно потребовать, чтобы дополнительно: 5) область притяжения G состояния равновесия z была достаточно большой; 6) переходные процессы в замкнутой системе (3) были в некотором смысле наилучшими (по отношению к выбранному критерию качества). Поэтому для решения указанной проблемы естественно использовать методы оптимального управления. Здесь с этой целью используется следующая вспомогательная задача оптимального управления

$$B_\theta(y) = \min \rho, \quad \dot{x} = Ax + bu, \quad x(0) = y, \quad x(\theta) = z, \quad (4) \\ |u(t)| \leq \rho, \quad t \in T = [0, \theta] \quad (0 < \theta < \infty - \text{параметр метода}).$$

Пусть G_θ – множество всех состояний y , для которых задача (4) имеет оптимальную программу $u_z^0(t|y)$, $t \in T$. Функция $u_z(y) = u_z^0(0|y)$, $y \in G_\theta$ называется оптимальным стартовым управлением типа обратной связи для задачи (4). Показывается, что стартовая обратная связь обладает свойствами, указанными выше. Обосновывается алгоритм работы регулятора, вырабатывающего реализацию регулирующей обратной связи в режиме реального времени. Алгоритм программно реализован на языке С. Результаты иллюстрируются на примере регулирования динамической системой четвертого порядка.

В. С. Козлей

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ БРЕСТСКОГО РЕГИОНА С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

Разрабатывается модель, которая может использоваться при разработке программы устойчивого развития Брестской области.

Актуальность темы подтверждается Программой «Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2030 года».

Научная новизна исследования состоит в разработке на данных Брестской области двухфакторной оптимизационной математической модели экономики, которая основана на представлении взаимосвязи секторов экономики с помощью межотраслевого баланса (МОБ), включает целевые критерии максимизации ВРП и внешнеторгового сальдо, и учитывает экологические требования.

Основной статистической базой модели является Статистический сборник «Регионы Республики Беларусь, 2015» [1], откуда были взяты основные социально-экономические показатели развития Брестской области: коэффициенты прямых и полных затрат по видам экономической деятельности (для расчета межотраслевых потоков продуктов), объемы экспорта и импорта товаров и услуг, валовой выпуск и валовая добавленная стоимость продуктов (для расчета коэффициентов матрицы экспорта и импорта), среднесписочная численность, материальные затраты, основной капитал, инвестиции в основной капитал за год (для расчета коэффициентов прямых затрат факторов производства).

Статистическим сборником «Охрана окружающей среды в Республике Беларусь» была предоставлена информация о выбросах в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников, необходимая для расчета коэффициентов выбросов, а для оценки эколого-экономического развития Брестского региона была взята информация из [2].

По разработанной ЭММ можно проводить детальный анализ экономической политики и количественно оценивать влияние важнейших макроэкономических показателей Брестской области.

ЛИТЕРАТУРА

1 Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by> – Дата доступа: 01.02.2016.

2 Актуальные проблемы и направления социально-экономического развития Республики Беларусь и ее регионов: материалы IV Междунар. науч. конф. молодых ученых, Минск, 30 мая 2014 г. / редкол.: А. В. Червяков [и др.]. – Минск: НИЭИ М-ва экономики РБ, 2014. – 300 с.

М. В. Кулагина

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ
ОПТИМАЛЬНОСТИ ДЛЯ ЗАДАЧ ПОЛУБЕСКОНЕЧНОГО
ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Рассмотрим выпуклую задачу полубесконечного программирования

$$\begin{aligned} \min_{x \in R^n} c(x) \\ f(x, t) \leq 0, \forall t \in T, \end{aligned} \quad (1)$$

где $T = \{t \in R^s : h_k^T t \leq \Delta h_k, k \in K\}$ – ограниченный многогранник, содержащий более одного элемента, K – конечное множество индексов, вектора $h_k \in R^s$ и числа $\Delta h_k, k \in K$ даны; $f(x, t), t \in T, c(x)$ – выпуклые по $x \in R^n$ и достаточно гладкие заданные функции.

Обозначим через $X = \{x \in R^n : f(x, t) \leq 0, \forall t \in T\}$ множество допустимых планов задачи (1).

Определение 1. [1] Функция назовем вполне выпуклой, если из условия, что она линейна на некотором интервале, следует, что она линейна и на всей прямой, содержащей данный интервал.

В [1] было показано, что функция $g(x)$ вполне выпукла по $x \in R^n$, тогда и только тогда, когда она представима в виде

$$g(x) = \psi(z(x)) + w^T x + \beta, z(x) = Ax + v,$$

где $\psi(z) : R^m \rightarrow R$ – строго выпуклая по z функция, $A \in R^{m \times n}, v \in R^m, w \in R^n, \beta \in R$.

На основании подхода, предложенного в [2], и вполне выпуклости функций ограничений был сформулирован критерий оптимальности для задачи (1) с вполне выпуклыми функциями ограничений. Произведен сравнительный анализ конструктивности данного критерия с уже ранее известными в литературе, в частности, с критерием оптимальности для задачи (1) с аналитическими функциями ограничений [3]. Приведен пример иллюстрирующий результаты данного сравнения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Rockafellar, R. T. Ordinary Convex Programs Without a Duality Gap / R. T. Rockafellar // J. Optim. Theory Appl. – 1971. – Vol. 7, № 3. – P. 143–148.

2 Kostyukova, O. I. On the algorithm of determination of immobile indices for convex SIP problems / O. I. Kostyukova, T. V. Tchemisova, S. A. Yermalinskaya // Int. J. Appl. Math. Stat. – 2008. – Vol. 13, № J08. – P. 13–33.

3 Kostyukova, O. I. Study of Special Nonlinear problem Arising in Convex Semi-Infinite Programming / O. I. Kostyukova, T. V. Tchemisova, S. A. Yermalinskaya // Journal of Mathematical Sciences. – 2008. – Vol. 161, № 6. – P. 878–892.

А. И. Куц, Г. Ч. Шушкевич
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ КРУГОВОГО ТОКА С ПЛОСКИМ БИИЗОТРОПНЫМ СЛОЕМ

Пусть все пространство R^3 разделено плоскостями S_1 и S_2 на три области D_0, D_1, D_2 (рис.1). Области D_0, D_2 заполнены однородной, изотропной средой с диэлектрической проницаемостью ϵ_0 и магнитной проницаемостью μ_0 , область D_1 однородной биизотропной средой, материал которой характеризуется параметрами ϵ, μ, G, Z . На расстоянии h от плоскости S_1 расположен источник электромагнитного поля – круговое кольцо R с постоянным бесконечно малым поперечным сечением S вдоль которого течет переменный ток, колеблющийся с круговой частотой ω .

Будем полагать, что на поверхностях S_1, S_2 отсутствуют поверхностные токи и заряды. Расстояние между плоскостями S_1, S_2 обозначим через d .

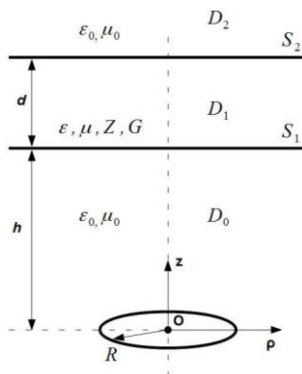


Рисунок 1 – Геометрия задачи

Для решения поставленной задачи исходное поле представим в виде несобственных интегралов, содержащих функции Бесселя, а вторичные поля, образующиеся в результате взаимодействия исходного поля с биизотропным слоем, в виде суперпозиции векторных цилиндрических волновых функций [1].

Выполняя граничные условия, решение поставленной граничной задачи сведено к решению системы линейных алгебраических уравнений, относительно коэффициентов входящих в представление вторичных полей.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ерофеенко, В. Т. Аналитическое моделирование в электродинамике / В. Т. Ерофеенко. – М.: КД Либроком, 2014. – 304 с.

В. Г. Макаренко, А. В. Лубочкин

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СТАБИЛИЗАЦИЯ МАЯТНИКА УПРАВЛЕНИЯМИ МИНИМАЛЬНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

Рассматривается задача стабилизации (без вращения) неустойчивых положений равновесия нелинейной модели математического маятника с приложенным к его оси подвеса управляющим моментом u :

$$\ddot{x} + \sin x = u, \quad z(0) = (x(0), \dot{x}(0)) = z_0 = (x_{10}, x_{20}). \quad (1)$$

Как известно, неустойчивыми состояниями равновесия системы (1) при $u = u(t) \equiv 0, t \geq 0$, на фазовой плоскости $z = (x, \dot{x})$ являются точки

$$z^k = (x = (2k + 1)\pi, \dot{x} = 0), \quad k \in \mathbb{Z}. \quad (2)$$

Традиционно при малых начальных отклонениях $|x_{10} - \pi| + |x_{20}|$ для стабилизации неустойчивого верхнего состояния $(\pi, 0)$ используют линейное уравнение $\ddot{x} - x = u$. Если же начальное состояние значительно удалено от состояния равновесия $(\pi, 0)$, то с помощью такой линеаризации решить указанную задачу часто просто невозможно. Здесь для исследования поведения нелинейной системы вводится кусочно-линейная ее аппроксимация, что позволяет решать задачу стабилизации при любых начальных возмущениях и любых движениях маятника.

Обратную связь

$$u = u(z) = u(x, \dot{x}), \quad z \in R^2, \quad (3)$$

назовем ограниченной дискретной (с периодом квантования $\nu > 0$) стабилизирующей в области $G \subset R^2$ для состояния равновесия (2), если: 1) $u(z^k) = 0$; 2) $|u(z)| \leq L$, $z \in G$; 3) траектория замкнутой системы (1): $\ddot{x} + \sin x = u(z)$, $z(0) = z_0 \in G$, представляет собой непрерывное решение уравнения (1) с управлением $u(t) = u(k\nu)$, $t \in [k\nu, (k+1)\nu[$, $k = 0, 1, \dots$; 4) решение $x(t) = (2k+1)\pi$, $t \geq 0$, замкнутой системы асимптотически устойчиво, и G – область притяжения состояния равновесия $x = (2k+1)\pi$.

Для построения обратной связи (3) используется реализация в режиме реального времени позиционного решения следующей задачи

$$B_\theta(z) = \min \rho, \quad \ddot{x} + f(x) = u, \quad (x(0), \dot{x}(0)) = z, \quad (4) \\ (x(\theta), \dot{x}(\theta)) = z^k, \quad |u(t)| \leq \rho, \quad t \in [0, \theta],$$

где $f(x) = x - 2k\pi$, $x \in [-\pi/2 + 2k\pi, \pi/2 + 2k\pi]$;

$f(x) = -x + (2k+1)\pi$, $x \in [\pi/2 + 2k\pi, 3\pi/2 + 2k\pi]$, $k \in Z$.

При этом минимум в задаче (4) берется не только по u , но и по моментам переключения функции кусочно-линейной аппроксимации с одного линейного участка на другой.

Построенные стабилизаторы программно реализованы, просчитаны тестовые примеры.

А. И. Медведева, В. Е. Быховцев

(ГТУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ РАВНОВЕЛИКИХ
ПО ОБЪЕМУ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СВАЙ НА ИХ ОСАДКУ
В НЕЛИНЕЙНО-ДЕФОРМИРУЕМОМ
ГРУНТОВОМ ОСНОВАНИИ**

Рассматривается свая, устроенная методом резонансно-импульсной технологии (свая-РИТ). В настоящей работе свая и её однородное грунтовое основание рассматривались как единая неоднородная система

деформируемых твёрдых тел [1]. В формализованной постановке это будет краевая задача математической физики. Исследовалось влияние на осадку сваи её боковой поверхности при изменении геометрических параметров, но при условии постоянства её объема. Было построено 6 модельных задач. При этом радиус менялся в диапазоне 10(5)20. Длина сваи рассчитывалась в зависимости от значения радиуса по формуле

$$h_i = \frac{V_0}{\pi r_i^2}, \text{ боковая поверхность сваи вычислялась по формуле } S = 2\pi r h.$$

Исследование проводилось методом компьютерного моделирования с помощью программного комплекса «Энергия – ОС».

На основе проведенного численного анализа компьютерного моделирования сделаны следующие выводы: исследование полученных результатов показало, что деформация грунтового основания одиночной прямой сваи изменяется в зависимости от ее контактной поверхности, действующей внешней силы. Деформация грунтового основания меньше при использовании одиночной прямой сваи с размерами меньшего диаметра и большей длины независимо от упомянутых выше факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Быховцев, В. Е. Компьютерное объектно-ориентированное моделирование нелинейных систем деформируемых твёрдых тел / В. Е. Быховцев. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. – 219 с.

К. Д. Мысов

(ОНУ им. Мечникова, Одесса)

ЗАДАЧА О НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ ПОЛУПОЛОСЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКИ

Рассматривается упругая полуполоса, описываемая в декартовой системе координат соотношениями $0 \leq x < \infty$, $0 \leq y \leq b$, $b = const$. Предполагается, что по торцу $x = 0$, $0 \leq y \leq b$ заданы условия гладкого контакта, нижняя грань полуполосы находится в контакте без трения с жестким основанием, на полосу действуют силы собственного веса, по верхней грани задана нормальная сжимающая нагрузка. Требуется определить напряженное состояние полуполосы. Указанная постановка приводит к решению краевой задачи для неоднородной системы

уравнений Ламе. Для ее решения применяется метод интегральных преобразований, что сводит задачу в пространстве трансформант к векторной краевой задаче, где неизвестным вектором является вектор, содержащий трансформанты смещений. Указанная задача решается точно с помощью аппарата матричного дифференциального исчисления [1]. Получено точное решение задачи в трансформантах, что после применения обратного интегрального преобразования позволяет выписать компоненты поля смещений и напряжений. Проведен численный анализ нормальных напряжений на гранях, где выполняются условия гладкого контакта. Это сделано с целью выяснить условия и зоны возникновения растягивающих напряжений. Последнее в свою очередь позволяет установить границы применимости предложенной модели.

ЛИТЕРАТУРА

1 Попов, Г. Я. Функции и матрицы Грина одномерных краевых задач. Учебное пособие / Г. Я. Попов, С. А. Абдыманапов, В. В. Ефимов. – М-во науки и высшего образования респ. Казахстан, Карагандинский государственный университет им. Е. А. Букетова. – Алматы.: Рауан, 1999. – 113 с.

В. С. Науменко

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАВНОВЕСИЯ В МИКРОЭКОНОМИКЕ

Исследования в области ценообразования на основе «паутинообразной» модели стали стремительно развиваться за последние два десятилетия. Проблема устойчивости, стабильности рыночного равновесия, имеет важное экономическое значение. Если рынок достигает равновесия под влиянием лишь своих внутренних сил, то есть за счет саморегуляции, это означает, что дополнительное внешнее регулирование рынка не требуется: рынок сам способен поддерживать свою сбалансированность. Если же равновесие неустойчиво, то регулирование рынка становится действительно необходимым.

В данной работе реализована программа в среде программирования Delphi, которая позволяет моделировать различные ситуации, возникающие на рынке товаров: нахождение равновесной цены и равновесного объема, различных видов эластичности спроса и предложения

по заданным функциям спроса и предложения; нахождение функций спроса и предложения по заданным коэффициентам эластичности.

В данной программе построена классическая паутинообразная модель, позволяющая найти равновесную цену и сделать вывод о ее устойчивости; найти цену через n периодов. Кроме того, построена паутинообразная модель с запаздыванием спроса и предложения.

Таким образом, разработанная программа позволяет исследовать равновесие на рынке товаров на микроуровне с помощью простейших моделей равновесия и делать вывод о его устойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

1 Замков, О. О. Математические методы в экономике / О. О. Замков, А. В. Толстопятенко, Ю. Н. Черемных. – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, Дело и Сервис, 1999. – 368 с.

2 Данилов, Н. Н. Курс математической экономики / Н. Н. Данилов. – М.: Высшая школа, 2006. – 407 с.

3 Культин, Н. Б. Основы программирования в Delphi 7 / Н. Б. Культин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 608 с.

Е. В. Овсейчик

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

АНАЛИЗ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОХОДОВ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассматривается замкнутая сеть массового обслуживания с приоритетными заявками, которая является моделью прогнозирования ожидаемых доходов автотранспортного предприятия. Центральной системой в такой сети является само транспортное предприятие, которое оказывает услуги по перевозке грузов, а периферийными системами предприятия-заказчики. Под заявкой понимается грузовой автомобиль. Линии обслуживания являются бригады по техническому обслуживанию транспорта и погрузочно-разгрузочные бригады.

Ожидаемые доходы систем сети за время t при условии, что нам известно ее состояние в начальный момент времени t , имеют вид:

$$v_i(t) = v_i(0) + \int_0^t \left(\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \mu_{j1} N_{j1}^2(x) p_{ji} d_{ji} - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \mu_{j1} N_{i1}^2(x) p_{ij} d_{ij} - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \mu_{j2} \min\{N_{i2}(x), m_i - N_{i1}(x)\} p_{ij} b_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \mu_{j2} \min\{N_{j2}(x), m_j - N_{j1}(x)\} p_{ji} b_{ji} \right) dx, \quad i = \overline{1, n},$$

где $N_{i1}(t)$ – среднее число приоритетных заявок в системе S_i в момент времени t , соответственно $N_{i2}(t)$ – среднее число неприоритетных заявок, μ_{ic} – интенсивность обслуживания заявок типа c в системе S_i , $i = \overline{1, n}$, $c = \overline{1, 2}$, p_{ij} вероятность того, что заявка типа c после обслуживания в системе S_i поступает в систему S_j , $\sum_{j=1}^n p_{ij} = 1$, $i = \overline{1, n}$, m_i – число линий обслуживания в i -ой СМО, остальные параметры приведены в [1].

С помощью модели были спрогнозированы ожидаемые доходы для автотранспортного предприятия ОАО «Гроднооблавтотранс», где в качестве центральной СМО выступает «Грузовой автомобильный парк №1 г. Гродно». Основную долю расходов оно несет на содержание автомобилей, зарплату водителям и др. Доход предприятия приносят заказы, поступающие от других предприятий, не имеющих собственного транспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Матальцкий, М. А. Математический анализ НМ-сетей и их применение в транспортной логистике: моногр. / М. А. Матальцкий, О. М. Китурко. – Гродно: ГрГУ, 2015. – 231 с.

Т. В. Осипчук

(БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест)

ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В ПЯТОМ КЛАССЕ

Математика среди учебных предметов образовательных учреждений занимает особое место в развитии и воспитании учащихся, по-

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

скольку методы, применяемые в математике, необходимы для специалистов в любой сфере деятельности, особенно в сфере наукоемких технических производств. Большую роль в обучении школьников решать задачи, особенно текстовые, играет метод математического моделирования, являющийся специфическим методом обучения математике.

В V классе с целью повышения развивающего потенциала учебного предмета усиливаются роль и значение текстовых задач в обучении. Трудности, которые учащиеся испытывают при решении текстовых задач связаны с неумением учащихся осуществлять анализ условия задачи, записать описанную в задаче ситуацию на математическом языке, установить соотношение между известными величинами.

В условиях современных требований к образованию (переход на предпрофильное образование) элементы математического моделирования включены в программу изучения математики уже с V класса, поэтому учитель математики обязан уделять особое внимание обучению учащихся методу моделирования, в частности, при решении текстовых задач, используя при этом следующий алгоритм.

Под математической моделью понимаем способ описания ситуации (задачи) с помощью математического языка.

Ознакомление учащихся с понятием «математическая модель» и «метод моделирования» целесообразно осуществить после изучения числовых и буквенных выражений, по разработанной нами методике: предложив для решения три-четыре задачи с абсолютно одинаковыми числовыми данными, но различные по областям применения (задача на покупку, задача на движение, задача на переливание, задача на числовые зависимости). Для каждой задачи используется презентация с пошаговым составлением соответствующего выражения (различными способами с выбором наиболее рационального). Составив для задач буквенные выражения, учащиеся знакомятся с универсальным понятием «математическая модель», которое позволяет переводить условие конкретной задачи на математический язык – язык цифр, знаков действий и иных символов (введение переменных и составление уравнений).

Опыт работы в пятых классах показывает, что дальнейшая работа с понятием «математическая модель» предполагает элементы творчества: 1) выбрать из предложенных вариантов модель для конкретной задачи; 2) по данной (представленной на слайдах) модели составить задачу; 3) переконструировать модель таким образом, чтобы она соответствовала конкретной задаче и многие другие.

Д. С. Плюснев

(ОНУ им. Мечникова, Одесса)

**РЕШЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЗАДАЧИ ЛЭМБА
НА ОСНОВЕ ОДНОГО СПЕЦИАЛЬНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ**

Решена известная задача Лэмба о напряженном состоянии бесконечного упругого полупространства $-\infty < x, y < +\infty; z \geq 0$, к границе $z = 0$ которого приложена динамическая нагрузка $p(x, y, z, t)$.

Подход к решению данной задачи основан на представлении системы уравнений Ламэ в виде системы двух совместно и одного раздельно решаемых уравнений, предложенном в [1], что позволяет сформулировать одномерную векторную краевую задачу в пространстве трансформант полного интегрального преобразования Фурье по переменным x и y . Данная задача точно решена методами матричного дифференциального исчисления [2]. Обращение интегральных преобразований и проведение обратной замены введенных вспомогательных функций на искомые смещения завершает построение аналитического решения задачи.

Показана эквивалентность полученного и известного ранее решений [3]. В полученных решениях выделена релеевская составляющая, которая исследована в дальнем поле при помощи метода стационарной фазы [4].

ЛИТЕРАТУРА

1 Попов, Г. Я. О приведении уравнений движения упругой среды к одному независимому и к двум совместно решаемым уравнениям / Г. Я. Попов. – 2002. – № 2. – С. 384.

2 Попов, Г. Я. Функции и матрицы Грина одномерных краевых задач / Г. Я. Попов, С. А. Абдыманапов, В. В. Ефимов. – Алматы: Рауан, 1999. – 113 с.

3 Гринченко, В. Т. Гармонические колебания и волны в упругих телах / В. Т. Гринченко, В. В. Мелешко. – К.: Наук. Думка, 1981. – 284 с.

4 Копсон, Э. Т. Асимптотические разложения / Э. Т. Копсон. – М: Мир, 1966. – 160 с.

А. А. Романова, В. А. Цыркунов, Т. А. Бородич
(ВПО «Белорусско-Российский университет», Могилёв)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ: ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Перед всеми областями науки и техники, в том числе и перед сварочным производством стоят большие задачи по улучшению качества продукции, экономии ресурсов, разработке и внедрению новейших технологий и оборудования. В современном обществе при поиске решений на стоящие задачи все чаще используют математическое моделирование как средство исследования процессов или явлений.

Математическое моделирование сварочных процессов охватывает следующие области:

1) Прямое и обратное математическое моделирование и оптимизация сварочных процессов: разработка математических моделей, алгоритмов и компьютерных программ, позволит свести к минимуму затрачиваемые ресурсы при сохранении качества выпускаемого оборудования для сварки.

2) Теория сварочных деформаций и напряжений: разработка механических моделей и алгоритмов, решение задач теории термопластичности методом конечных элементов, методы уменьшения временных и остаточных деформаций и напряжений, позволит ответить на вопрос: какие напряжения и деформации возникнут в конструкции при данной технологии сварки, в зависимости от режима, формы разделки, последовательности сварки и других ее параметров.

3) Тепловые процессы при сварке: решение задач теплопроводности аналитическими и численными методами, позволит определить как распределится тепло при сварке в изделии.

4) Диффузионные процессы при сварке: разработка физико-математических моделей, анализ химической микро- и макронеоднородности сварных соединений.

5) Металлургия сварки: плавление и затвердевание металла шва, фазовые превращения в твердом состоянии, прогнозирование свойств различных зон сварного соединения, позволит подобрать наиболее рациональный режим сварки, ее последовательность, оптимальную температуру подогрева и сварочные материалы.

Очевидно, действительная польза от моделирования может быть получена только при соблюдении двух условий: модель обеспечивает корректное

отображение свойств оригинала и модель позволяет устранить проблемы, присущие проведению исследований на реальных объектах.

Таким образом, общей тенденцией моделирования сварочных процессов является стремление к уменьшению времени моделирования, а также проведение исследований в реальном масштабе времени.

К. О. Сивая, В. Е. Быховцев

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ВЛИЯНИЯ НЕОДНОРОДНОСТИ СТРУКТУРЫ
ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ НА КОНФИГУРАЦИЮ
И ОСАДКУ ОДИНОЧНОЙ СВАИ**

Рассматривается одиночная свая с уширением и без него в неоднородном грунтовом основании: на 1 м ниже конца сваи залегает слой песка с физическими характеристиками: модуль деформации $E=50$ кг/см² и коэффициент Пуассона $\mu=0,3$ МПа; на уровне середины сваи залегает слой песка с аналогичными характеристиками. Так же в однородном грунтовом основании исследуется конфигурация одиночной сваи. В настоящей работе свая и её грунтовое основание рассматривались как единая неоднородная система деформируемых твёрдых тел [1]. В формализованной постановке это будет краевая задача математической физики. Её исследование проводилось методом математического и компьютерного моделирования. При этом для исследования осадки сваи производился численный анализ

- влияния высоты конфигурации прямой сваи на её осадку;
- изменения осадки одиночной прямой в неоднородном грунтовом основании;
- влияния конфигурации прямой сваи на её осадку в неоднородном грунтовом основании.

Компьютерное моделирование производилось с помощью программного комплекса «Энергия – ОС».

На основе проведенного исследования выяснилось, что наличие конфигурации сваи в конкретно рассматриваемой неоднородной структуре грунтового влияет на ее осадку незначительно ($\approx 7\%$). Высота расположения уширения сваи влияет на ее осадку незначительно

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

($\approx 10\%$). Таким образом, меньшая осадка сваи в неоднородном грунтовым основании происходит при конфигурации одиночной сваи.

ЛИТЕРАТУРА

1 Быховцев, В. Е. Компьютерное объектно-ориентированное моделирование нелинейных систем деформируемых твёрдых тел / В. Е. Быховцев. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. – 219 с.

К. И. Слесаренко, М. И. Жадан

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАДЕЖНОСТИ И ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ

Для обеспечения безопасной и эффективной работы в режимах эксплуатации и ремонта электрооборудования необходимо знать фактический уровень надежности электрооборудования с учетом воздействия реальных эксплуатационных факторов. Поэтому *актуальной* задачей является разработка методов и математических моделей количественной оценки показателей эксплуатационной надежности и эффективности работы электрооборудования.

Основная задача статистического анализа – создание эффективного инструментария оценки параметров надежности и электропотребления отдельных объектов и сложных технических систем. За основу приняты такие программы, как MS Excel, Statgraphics, Statistica, SPSS.

Рассмотрим некоторые виды задач многомерного статистического анализа, которые могут возникнуть при изучении сложных *многофакторных систем*.

Существует ли связь между отдельными факторами.

- 1) Если между какими-то факторами есть связь, то насколько она тесная.
- 2) Если между какими-то факторами есть связь, то какой функцией ее представить.
- 3) Какие входные факторы оказывают на определенные выходные наибольшее влияние.
- 4) Какие входные факторы можно отбросить из процесса изучения на основании их слабого, сравнимого с шумом, влияния.
- 5) Существуют ли неучтенные факторы, которые необходимо рассматривать ввиду их существенного влияния на выходные.

6) Существуют ли обобщенные факторы, которыми можно заменить рассматриваемые.

7) Как связаны между собой зашумленные факторы и каковы характеристики шума.

8) Как выделить "полезную" информацию из зашумленной.

Все эти задачи решаются с помощью следующих методов многомерного статистического анализа: корреляционного, регрессионного, конъюэнтного, дисперсионного, факторного, теории фильтрации. Выбор методов диктуется лишь конкретной практической задачей. Так, задачи 1, 2 вышеприведенного списка решаются методами корреляционного анализа, задача типа 3 – регрессионного анализа. Задачи 4, 5, 6 относятся к задачам дисперсионного анализа, 7 – факторного, а 8 – конъюэнтного. Задачи типа 9 решаются с помощью теории фильтрации.

П. Ю. Улевич

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ЭКРАНИРОВАНИЕ ЗВУКОВОГО ПОЛЯ СФЕРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКОЙ

Разработка методов решения акустических задач связано с проектированием экранирующих систем, защищающих людей от шума в производственных условиях или в быту [1].

Пусть все пространство R^3 разделено концентрическими сферами $S_1(r=a)$ и $S_2(r=b)$ с центром в точке O на три области $D_0(0 \leq r \leq a)$, $D_1(a < r < b)$, $D_2(r > b)$. В точке O расположен сферический излучатель с круговой частотой ω . Области D_j , $j=0,1,2$, заполнены материалом, в котором не распространяются сдвиговые волны. Плотность среды и скорость звука в области D_j , $j=0,1,2$, обозначим соответственно через ρ_j, c_j . Обозначим через p_c давление исходного звукового поля, p_j – давление вторичного звукового поля в области D_j , $j=0,1,2$.

Решение дифракционной задачи сводится к нахождению вторичного давления p_j удовлетворяющего:

– уравнению Гельмгольца

$\Delta p_j + k_j^2 p_j = 0$, $k_j = \omega/c_j$ – волновое число, Δ – оператор Лапласа,

– граничным условиям на сфере S_1 :

$$(p_c + p_0)|_{r=a} = p_1|_{r=a}, \quad \left. \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial(p_c + p_0)}{\partial r} \right|_{r=a} = \left. \frac{1}{\rho_1} \frac{\partial p_1}{\partial r} \right|_{r=a},$$

– граничным условиям на сфере S_2 :

$$p_1|_{r=b} = p_2|_{r=b}, \quad \left. \frac{1}{\rho_1} \frac{\partial p_1}{\partial r} \right|_{r=b} = \left. \frac{1}{\rho_2} \frac{\partial p_2}{\partial r} \right|_{r=b},$$

– условию на бесконечности [2].

Вторичные поля представлены в виде суперпозиции сферических волновых функций [2]. В результате выполнения граничных условий получена система линейных алгебраических уравнений относительно коэффициентов, входящих в представления вторичных полей. Вычислено звуковое поле в дальней зоне.

ЛИТЕРАТУРА

1 V Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Защита от повышенного шума и вибрации» [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://onlinereg.ru/noise2015>. – Дата доступа: 07.01.2015.

2 Шендарев, Е. Л. Излучение и рассеяние звука / Е. Л. Шендарев. – Л.: Судостроение, 1989. – 304 с.

А. А. Улькина, В. Е. Быховцев

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ БОЛЬШЕРАЗМЕРНОЙ КРУГЛОЙ ПЛИТЫ

Исследуется несущая способность и экономическая целесообразность пустотной большеразмерной круглой плиты в качестве фундамента строительного объекта. Найти оптимальные размеры и структуру плиты.

В формализованной постановке данная задача классифицируется как краевая задача математической физики. Краевые условия определяются согласно физической постановке задачи.

Решение задачи производилось методом компьютерного моделирования на основе метода конечных элементов при использовании программного комплекса «Энергия-ОС», разработанного в соответствии с принципами системного подхода и метода конечных элементов. Поставленная задача решалась при условии линейного и нелинейного деформирования элементов исходной системы.

Произведенный анализ показал, что, при соответствующих расчетах прочности конструктивных элементов плиты, она может быть использована в качестве фундамента строительного объекта и будет наименее материалоемкой по сравнению с другими возможными конструкциями.

А. А. Хацкова, А. В. Лубочкин
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**ДЕМПФИРОВАНИЕ МАЯТНИКА
С ВРАЩЕНИЕМ ОПТИМАЛЬНЫМИ УПРАВЛЕНИЯМИ
КУСОЧНО-ЛИНЕЙНО-КВАДРАТИЧНЫХ ЗАДАЧ**

Рассматривается задача демпфирования (с вращением) устойчивых положений равновесия нелинейной модели математического маятника:

$$\ddot{x} + \sin x = u, \quad z(0) = (x(0), \dot{x}(0)) = z_0 = (x_{10}, x_{20}). \quad (1)$$

Как известно, устойчивыми состояниями равновесия системы (1) при $u = u(t) \equiv 0$, $t \geq 0$, на фазовой плоскости $z = (x, \dot{x})$ являются точки

$$z^k = (x = 2k\pi, \dot{x} = 0), \quad k \in \mathbb{Z}. \quad (2)$$

Традиционно при малых начальных отклонениях $|x_{10}| + |x_{20}|$ для гашения колебаний маятника около устойчивого нижнего состояния равновесия $(0, 0)$ используют линейное уравнение $\ddot{x} + x = u$. Если же начальное состояние заметно удалено от $(0, 0)$, то состояния равновесия (2) при $|k| > 0$, связанные с вращениями маятника, совершенно выпадают из рассмотрения. Здесь для исследования поведения нелинейной системы вводится ее кусочно-линейная аппроксимация, что позволяет решать задачу демпфирования для любых начальных возмущений и движений маятника.

Обратную связь $u = u(z) = u(x, \dot{x})$, $z \in R^2$, назовем ограниченной дискретной (с периодом квантования $\nu > 0$) демпфирующей в области $G \subset R^2$ для состояния равновесия (2), если: 1) $u(z^k) = 0$; 2) $|u(z)| \leq L$, $z \in G$; 3) траектория замкнутой системы (1): $\ddot{x} + \sin x = u(z)$, $z(0) = z_0 \in G$, представляет собой непрерывное решение уравнения (1) с управлением $u(t) = u(k\nu)$, $t \in [k\nu, (k+1)\nu[$, $k = 0, 1, \dots$; 4) решение $x(t) = 2k\pi$, $t \geq 0$, замкнутой системы асимптотически устойчиво, и G – область притяжения состояния равновесия $x = 2k\pi$.

Для построения указанной обратной связи используется реализация в режиме реального времени позиционного решения следующей задачи

$$B_\theta(z) = \min \int_0^\theta u^2(t) / 2 dt, \quad \ddot{x} + f(x) = u, \quad (x(0), \dot{x}(0)) = z, \quad (3)$$

$$(x(\theta), \dot{x}(\theta)) = z^k, \quad |u(t)| \leq L, \quad t \in [0, \theta],$$

где $f(x) = x - 2k\pi$, $x \in [-\pi/2 + 2k\pi, \pi/2 + 2k\pi]$;

$f(x) = -x + (2k+1)\pi$, $x \in [\pi/2 + 2k\pi, 3\pi/2 + 2k\pi]$, $k \in Z$.

При этом минимум в задаче (3) берется не только по u , но и по моментам переключения функции кусочно-линейной аппроксимации с одного линейного участка на другой.

Построенные демпферы программно реализованы, просчитаны тестовые примеры.

А. В. Чабан

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ПРИМЕНЕНИЕ НМ-СЕТЕЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДОХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЯ БЫТОВОЙ ХИМИИ

Рассматривается замкнутая сеть массового обслуживания с центральной системой, доходами и однотипными заявками, которая служит моделью прогнозирования ожидаемых доходов предприятия бытовой химии. Центральной системой является само предприятие, а периферийными системами – пункты продажи продукции клиентам. Под заявками сети будем рассматривать товарно-транспортные накладные,

отправляемые вместе с товаром, линиями обслуживания являются материально ответственные лица, которые занимаются проверкой товарно-транспортных накладных.

Ожидаемые доходы систем рассматриваемой сети за время t при условии, что известны их значения в начальный момент времени, будут выглядеть следующим образом:

$$v_i(t) = v_{io} + \sum_{j=1}^n \mu_j a_{ji} p_{ji} \int_0^t \min(N_j(t), m_j) dt - \mu_i \int_0^t \min(N_i(t), m_i) dt \sum_{j=1}^n b_{ij} p_{ij},$$

где $i = \overline{1, n}$, n – число систем массового обслуживания, v_{io} – доход системы S_i в начальный момент времени, a_{ji} – средний доход системы S_j , полученный от перехода заявки из этой системы в систему S_i , μ_i – интенсивность обслуживания заявок в системе S_i , b_{ij} – средний доход, на который уменьшается в системе S_i её общий средний доход после перехода заявки из S_i в систему S_j , p_{ij} – вероятность того, что заявка после обслуживания в системе S_i поступит в систему S_j , $\sum_{j=1}^n p_{ij} = 1$, $i = \overline{1, n}$, m_i – число линий обслуживания в i -ой системе, $N_i(t)$ – среднее число заявок в системе S_i в момент времени t .

С помощью рассмотренной модели было проведено прогнозирование ожидаемых доходов предприятия ООО «АквамаринЛэнд», г. Гродно, занимающегося продажей предметов бытовой химии. Доход предприятию приносит реализация продукции клиентам на пунктах сбыта. Основные расходы предприятия обусловлены содержанием автомобилей, арендой помещения, выдачей заработной платы и др.

А. А. Шестовицкий
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)
О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДОХОДОВ
ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Рассмотрим открытую экспоненциальную НМ-сеть с доходами, она была применена при прогнозировании доходов и расходов оздоровительного учреждения санаторного типа, с разнотипными заявками и

многолинейными СМО. В данной сети системами являются подразделения учреждения, занимающиеся предоставлением услуг. Под заявками будем понимать пациентов с их запросами, которые поступают с целью удовлетворения одной из услуг, предоставляемых им; под линии обслуживания – рабочие места сотрудников учреждения.

В сеть поступает простейший поток заявок с интенсивностью λ . Требуется найти ожидаемые доходы систем сети за время t при условии, что нам известен начальный доход в начальный момент времени. Показано, что эти величины выражаются в виде:

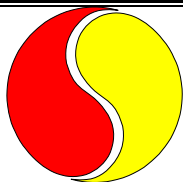
$$v_{ic}(t) = v_{i0} + \delta_i^{(c)} \left(\lambda p_{0cic} - \lambda \sum_{i=1}^n \sum_{c=1}^r p_{0cic} + 1 \right) t + \left[\mu_{ic} \left(\delta_i^{(c)} p_{ic0c} - \sum_{j=1}^n \psi_i^{(c)} \sum_{s=1}^r p_{icjs} \right) - \sum_{i=1}^n \sum_{c=1}^r \mu_{ic} \sum_{j=0}^n \sum_{s=1}^r p_{icjs} \right] \int_0^t N_{ic}(x) dx,$$

где v_{i0} – начальный доход предприятия, μ_{ic} – интенсивность обслуживания заявки типа c в системе S_i , p_{icjs} – вероятность того, что заявка типа c после обслуживания в системе S_i поступает в систему S_j как заявка типа s , $N_{ic}(x)$ – среднее число заявок типа c (ожидающих и обслуживающихся) в системе S_i , $\delta_i^{(c)}$ – средний доход, который получает система S_i от нахождения в ней заявки типа c ,

$$\psi_{ij}^{(c)} = u(d - c + 1) \beta_{ij}^{(c)} + (1 - u(d - c + 1)) \gamma_i^{(c)},$$

где $u(x) = \begin{cases} 1, & x > 0 \\ 0, & x \leq 0 \end{cases}$, $\beta_{ij}^{(c)}$ – средний доход системы S_i от перехода заявки типа c из системы S_i в систему S_j , $\gamma_i^{(c)}$ – средний доход, который приносит системе S_i заявка типа c после обслуживания в ней $i, j = \overline{1, n}, c = \overline{1, r}$.

Данная НМ-сеть применялась для прогнозирования доходов филиала Санаторий «Поречье» ОАО «Белагроздравница» в Гродненской области.



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Имитационное моделирование

I. V. Tsimokhin

(F. Scorina GSU, Gomel)

APPLICATION OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS FOR PLANKTON CLASSIFICATION

Convolutional neural network (CNN) is a type of feed-forwarding artificial neural network. CNNs are biologically inspired: it is known that cats have a complex cell structure in their visual cortex with two types of neural cells. The idea of CNNs is to use two similar types of layers: convolutional and pooling layers. Convolutional layers apply several learnable filters, known as kernels, to whole input with overlapping. By doing this CNNs can detect kernel specified pattern in input. Pooling layers apply specified non-linear function to not overlapping sets of input. CNNs are known to be more accurate for image recognition problems [1], so CNNs was chosen for the problem of plankton classification.

The problem of plankton classification was to classify black-and-white images in 121 classes. There were given train dataset with images labeled with classes. Most of those classes match with biological classification of plankton; but there were also some classes for different types of image artefacts. As images had different resolution data preprocessing needed. At first stages it only included simple image resizing. Later more complex preprocessing were added, which included image rotation around mass centre, applying Canny edge detector.

Neural networks were created with PyBrain [2] library, which allows to create complex connections between layers, including connections with shared weight, which can be used as convolutional kernels for CNNs. Images were processed with Python Image Library (PIL). For preventing code duplication some additional modules were written.

For this problem different network configurations and different image preprocessing methods were tested. As learning CNNs requires complex calculations to be done, only some networks were learnt to give result better than

random value would give. That networks have a convolutional layer with 5 kernels, a pooling layer, a convolutional layer with 4 kernels, a pooling layer; the output of the last layer was connected into fully connected layer, which then connected to output. For fully connected and convolutional layers sigmoid function was used, and for pooling layers maximum function was used.

BIBLIOGRAPHY

1 Gradient-based learning applied to document recognition / Yann LeCun, Léon Bottou, Yoshua Bengio, Patrick Haffner // Proceedings of the IEEE. – 1998. – Vol. 11. – P. 2278–2324.

2 PyBrain / Tom Schaul [et al.] // Journal of Machine Learning Research. – 2010. – Vol. 11. – P. 743–746.

О. В. Барашкова, В. Е. Быховец

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСАДКИ ПРЯМОЙ ЗАБИВНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СВАИ В НЕЛИНЕЙНО-ДЕФОРМИРУЕМОМ ГРУНТОВОМ ОСНОВАНИИ

В работе рассматриваются прямые забивные цилиндрические сваи. Для забивной сваи характерно уплотнение грунтового основания, прилегающей к боковой поверхности сваи. Рассматривалось влияние уплотнения грунта в окрестности забивной цилиндрической сваи на ее осадку в грунтовом основании. Оценивались размеры деформируемой области и зоны уплотнения. При общей постановке рассматриваемой задачи сваи и грунтового основания образуют сложную нелинейную физическую систему. В формализованной постановке данная задача классифицируется как краевая задача нелинейной математической физики. Исследование такой системы возможно только методами математического и компьютерного моделирования на основе метода конечных элементов, метода энергетической линеаризации и метода вариантного проектирования [1]. Для исследования математической модели поставленной задачи был использован программный комплекс «Энергия-ОС» [1]. Было построено и исследовано 10 модельных задач. Вследствие проведенного анализа результатов моделирования было показано, что несущая способность забивной цилиндрической сваи вследствие учета уплотнения увеличилась на 5%. Сравнение результатов компьютерного

моделирования производилось с результатами натуральных экспериментов для забивных цилиндрических свай длиной 4 метра.

Разработанная методика компьютерного анализа прямых забивных цилиндрических свай в нелинейно – деформируемом грунтовом основании и полученные результаты моделирования могут быть использованы в практике.

ЛИТЕРАТУРА

1 Быховцев, В. Е. Компьютерное объектно-ориентированное моделирование нелинейных систем деформируемых твёрдых тел / В. Е. Быховцев. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. – 219 с.

2 Быховцев, В. Е. Численные методы математической физики. Курс лекций / В. Е. Быховцев. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 71 с.

А. В. Бобренко

(БГТУ, Минск)

ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В лесной экономике, технологии и технике есть, так называемые, многошаговые задачи, где оптимальное решение необходимо принимать как на каждом шаге, так и в целом. Например, из года в год происходит старение машин и оборудования, изменяются производственная мощность и производительность труда на предприятиях, фондоотдача. Очевидно, что необходимо принимать оптимальные решения на год (или другой срок) и одновременно на весь рассматриваемый период в целом с учетом возможных изменений параметров. Вторым примером может служить задача нахождения кратчайшего расстояния между поставщиками и потребителями заданной транспортной сети [1].

Для решения такого рода многошаговых задач используется математический аппарат, который получил название «*динамического программирования*». В динамическом программировании используется последовательное шаговое принятие решений, когда процесс при управлении разбивается на ряд шагов и управление выбирается на каждом шаге. Шаги могут быть заданы или вводятся искусственно. Так в первом и втором примерах шаг задан. В первом случае – это календарный год, во втором – расстояние между соседними транспортными узлами. А вот при проектировании прокладки трассы лесовозной дороги шаг не заранее не

задан. В этом случае процесс искусственно разбивается на шаги. При этом необходимо учитывать, что: 1) шаг не должен быть слишком малым, чтобы процесс вычислений не был громоздким; 2) шаг должен отображать особенности и точность рассматриваемой задачи.

Решение задач методом динамического программирования осуществляется в два этапа: 1. От последнего шага к первому (от конца к началу) 2. От первого шага к последнему (от начала к концу).

На первом этапе ищутся условные оптимальные управления и выигрыши на каждом шаге. Условное оптимальное управление выбирается так, чтобы все предыдущие шаги обеспечили максимальную эффективность последующего. Основу такого подхода составляет принцип оптимальности Беллмана: каково бы ни было состояние системы перед очередным шагом, управление на этом шаге надо выбирать так, чтобы выигрыш на данном шаге плюс выигрыш на всех последующих шагах был максимальным (минимальным).

ЛИТЕРАТУРА

1 Игнатенко, В. В. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок: учеб. пособие для студентов специальности «Лесоинженерное дело» / В. В. Игнатенко, И. В. Турлай, А. С. Федоренчик. – Минск: БГТУ, 2004. – 180 с.

М. А. Бужан, С. В. Шереметьев

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ОДИН ИЗ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ СВЯЗНОСТИ ОРГРАФОВ-ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ

Многоэлементные сложные системы представляют собой совокупность изменяющихся элементов, взаимосвязанных между собой и рассматриваются как единое целое, обладают общим свойством и на этапе формализации позволяет их представить в виде графа, что позволяет исследовать характеристики таких систем методов теории графов.

Для оценки вероятностных характеристик надежности многоэлементных сложных систем, предполагается формализовать системы как многосвязные структуры, имеющие множество входов и выходов и представить в виде графов-четырёхполюсников, используя методику расчёта надёжности систем, разработанную в рамках вероятностно-ал-

гебраического подхода и позволяющую оценить вероятностные характеристики показателей надежности системы по вероятностным характеристикам показателей надежности её элементов [1].

При оценке надежности многоэлементной сложной системы, представленной графом-четырёхполюсников, следует помнить, что выбрано в качестве структурных элементов: ребра или вершины. При этом возможны две схемы формализации: «элементы-вершины» и «элементы-ребра».

Если структура системы задается графом $G(K, N)$, где элементам

$K = \{K_i\}, i = \overline{1, m}$, сопоставляются вершины графа, а рёбра

$N = \{N_\nu\}, \nu = \overline{1, l}$ определяют линии связи между ними, то задачу оценки надежности формализуем как «элементы-вершины» (рисунок 1). Такая схема формализации, предполагает учёт вероятностных характеристик вершин при формировании вероятностных характеристик всего графа, являющегося образом многоэлементной сложной системы.

Если структурными элементами являются ребра, то для решения задачи оценки надежности может быть использована схема формализации «элементы-ребра». Структура системы задаётся графом $G(K, N)$

где $N = \{N_\nu\}, \nu = \overline{1, l}$ – конечное множество вершин,

$K = \{K_i\}, i = \overline{1, m}$ – множество ребер, для которых указаны пары вершин, которые это ребро соединяют (рис. 2). Такая схема формализации, предполагает учёт вероятностных характеристик рёбер при формировании вероятностных характеристик всего графа, являющегося образом многоэлементной сложной системы.

В ряде случаев, при рассмотрении многоэлементных потоковых систем, требуется учет не только наличия связи между вершинами, но и направления связи между двумя вершинами. Исходя из этого, задача сводится к оценке связности графов-четырёхполюсников с учетом наличия связности между их вершинами, при этом расчетный алгоритм [2], включающий создание матрицы смежности и цикличного транзитивного перемножения всех возможных реализаций графа с расчетом их вероятностных характеристик, требует доработки – унификации полученных вариантов и удалении дубликатов [3].

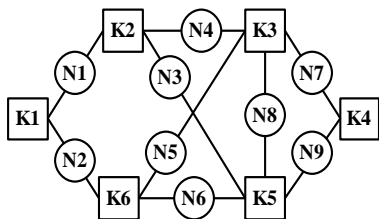


Рисунок 1 – Схема формализации структурно сложной системы «элементы-вершины»

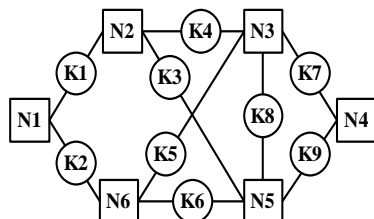


Рисунок 2 – Схема формализации структурно сложной системы «элементы-рёбра»

Таким образом, предложенная методика расширяет свойство прогностичности моделей структурно-сложных систем, формализуемых в виде ненаправленных графов с несколькими входами и выходами. Оценка надёжности ориентированных графов, формализованных как «элементы-рёбра» позволяет решать задачи оценки вероятностных характеристик надёжности электроэнергетических систем на основе вероятностных состояний их элементов; получения, обоснования и оптимизации различных проектных, эксплуатационных и управленческих решений на основе результатов расчёта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Сукач, Е. И. Вероятностно-алгебраическое моделирование сложных систем графовой структуры / Е. И. Сукач. – М-во образования РБ, Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2012. – 224 с.

2 Бужан, М. А. Анализ надёжности варианта организации электроэнергетической системы на основе вероятностного моделирования / М. А. Бужан // Дни студенческой науки: материалы XLIV студенческой научно-практической конференции, Гомель, 28–29 апреля, 2015г.: в 2 ч. / Гомельский гос. ун-т; редкол.: О. М. Демиденко [и др.]. – Гомель, 2015. – Ч.1. – С. 56.

Д. В. Гетиков, Е. В. Зайцев
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

О РАЗЛИЧНЫХ ПОДХОДАХ К ОЦЕНКЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКОВЫХ СИСТЕМ

Существует ряд задач, решение которых предполагает оптимизацию потоковых систем (ПС) в соответствии с заданным критерием. Среди них можно выделить две «классические» задачи – определение максимального потока и выбор кратчайшего пути для заданных истока и стока. В то же время, решение указанных задач становится возможным при определенных ограничениях ПС и их участков.

Если исследуемая ПС и ее количественные показатели подчиняются заданным закономерностям, не меняющимся с течением времени и не зависящим от случайных факторов, то основным подходом, используемым при оценке вероятностных характеристик данной системы и ее потоков, принято считать использование *детерминированных алгоритмов*. Так, при нахождении максимального потока для ПС применяется алгоритм Форда-Фалкерсона. Данный алгоритм имеет существенный недостаток – его применение предполагает учёт пропускной способности участков системы как постоянных величин, не зависящих от случайных факторов функционирования.

В случаях, когда функционирование системы зависит от случайных факторов, возможно применение расчётного метода, основанного на *сочетании аналитических алгоритмов решения классических задач и метода Монте-Карло*. Суть его заключается в использовании модифицированных детерминированных алгоритмов при учете вероятностных характеристик участков системы, значения которых «разыгрываются» с использованием метода статистических испытаний [1]. Применение имитационного моделирования позволяет исключить большинство ограничений и повысить точность результатов для существующих и прогнозируемых транзитных потоков. Однако метод подобного рода предполагает рассмотрение различных траекторий функционирования исследуемых систем во времени с последующим усреднением полученных статистических результатов, что является весьма ресурсоёмким как по материальным, так и по временным затратам процессом.

Альтернативным способом оценки максимального потока ПС является *вероятностный* подход. В этом случае ПС представляется в виде графа, для которого указан исток и сток. В расчетах в качестве исходных

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

данных используются векторы вероятностей, которые характеризуют вероятные значения пропускной способности участков ПС. Ставится задача поиска вероятностной оценки максимального потока ПС, а также соответствующих интервальных значений пропускной способности ПС у чётю имеющихя данных. Для ПС простой графовой структуры применим метод *вероятностно-алгебраического моделирования*. Он гарантирует определение интегральных вероятностных характеристик ПС, увеличение числа элементарных участков которых и их состояний не приводит к экспоненциальному усложнению расчётов.

Для ПС структурно-сложной организации метод вероятностно-алгебраического моделирования предполагает декомпозицию исследуемой ПС в виде непересекающейся совокупности графовых подструктур-четырёхполосников, являющихся образами подсистем исследуемой системы и последующее вероятностно-алгебраическое умножение полученных векторов вероятностей, характеризующих пропускную способность выделенных графовых структур.

Описанные выше методы легли в основу создания программного web-ориентированного комплекса, оптимизирующего организацию ПС с учётом случайных параметров их функционирования за счёт решения типовых задач моделирования путем эксплуатации набора параметризованных имитационных моделей [2].

ЛИТЕРАТУРА

1 Сукач, Е. И. Моделирование и анализ транспортных сетей с учётом случайных параметров их функционирования / Е. И. Сукач [и др.] // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2010. – №5 (62). – С. 21–25.

2 Гетиков, Д. В. Моделирование вероятностных характеристик надежности потоковых систем // Д. В. Гетиков, Е. С. Абрамов, Д. В. Деревянко // Сборник материалов научной конференции "Молодежь в науке – 2015", г. Пинск, ноябрь 2015.

А. В. Дробов, В. Н. Галушко

(БелГУТ, Гомель)

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Любую электрическую систему можно представить структурной схемой надежности (ССН), на которой оборудование заменяют элементом с определенными параметрами надежности. В свою очередь

ССН можно сопоставить графу, в котором один или несколько последовательно соединенных элементов представлены ребрами графа, а узлы схемы – вершинами графа.

В качестве входных вершин m выступают вторичные обмотки трансформаторов распределительных подстанций, выходными вершинами n – потребители электроэнергии (цеха, отдельные мощные электроприемники и пр.), узлы схемы – распределительные шкафы, ребра графа – линии электропитания 0,4 кВ (кабельные, воздушные).

На основании исходных данных составляется матрица надежности СЭС для различных вариантов в следующем виде (рис.1).

	1	2	...	n
1				
...				
m				

Рисунок 1 – Матрица надежности СЭС

Каждая из ячеек матрицы надежности СЭС представляет собой вероятность безотказной работы для i -го трансформатора подстанции и j -го потребителя. При отсутствии связи между потребителем и трансформатором ячейка не заполняется.

Этап анализа результатов модельных экспериментов на имитационной модели СЭС при анализе различных альтернативных вариантов электроснабжения реализуется следующей последовательностью шагов: оценка надежности всей системы и каждого потребителя в отдельности с помощью множества откликов при изменении параметров процесса; выбор рационального варианта организации СЭС с точки зрения надежности; поиск «узких» мест в СЭС [1, 2].

Основные допущения при имитационном моделировании:

1) Перерывы электроснабжения, ликвидируемые работой автоматики (АПВ, АВР), не учитываются. Устройства релейной защиты считаются действующими безотказно.

2) Расчетные схемы для всех видов отключений составляются отдельно для каждого потребителя или (и) групп потребителей.

Программный инструментарий имитационной модели при анализе работоспособности системы позволяет моделировать отказ потребителя электрической энергии, исходя из климатических и производственных условий его эксплуатации. Для этой цели используются дополнительные элементы программы, реализованные в виде аналитических моделей определения показателей безотказности функционирования восстанавливаемых или невосстанавливаемых объектов в программе Mathcad для различных законов распределения. В качестве наиболее значимых показателей безотказности используются следующие: вероятность безотказной работы, средняя наработка, гамма-процентная наработка до отказа, средняя остаточная наработка до отказа.

Практическое применение программного инструментария заключается в оптимизации технических решений по обеспечению надежности при проектировании и эксплуатации сложных электрических систем. Результаты исследования позволяют: прогнозировать показатели надежности электрооборудования СЭС; установить “узкие места” в обеспечении надежности; разработать мероприятия по повышению эффективности функционирования электрооборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1 Жаднов, В. В. Современные проблемы автоматизации расчетов надежности / В. В. Жаднов, И. В. Жаднов, С. Н. Полесский // Надежность. – 2007. – № 2 (21). – С. 3–12.

2 Максимей, И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ / И. В. Максимей. – М.: Радио и связь, 1988. – 232 с.

Н. А. Жилияк, Я. М. Елисеев

(БГТУ, Минск)

СМАРТ-БРАСЛЕТ, КОТОРЫЙ ПРЕВРАТИТ РУКУ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В ЭКРАН СМАРТФОНА

Французская компания Cigaret планирует выпустить на рынок оригинальный браслет, превращающий руку пользователя в сенсорную панель для отображения и ввода данных.

Устройство может совершить настоящий прорыв в области носимых технологий, позволив полностью управлять смартфоном или планшетом. Внешне Cigaret напоминает фитнес-трекер Jawbone Up. Идея новинки заключается в том, что при помощи встроенного мини-

проектора и нескольких сенсоров браслет может проецировать экран смартфона на руку пользователя и передавать все необходимые команды при помощи беспроводной связи. В устройство встроены массив из восьми датчиков приближения, акселерометр, вибромодуль, адаптеры беспроводной связи Wi-Fi и Bluetooth. Кроме того, предусмотрен флеш-накопитель вместимостью 16 или 32 ГБ, порт Micro-USB и светодиоды для индикации статуса. По задумке разработчиков, Ciset будет проецировать операционную систему непосредственно на кожу. Для активации/деактивации устройства достаточно встряхнуть рукой. А датчики приближения зарегистрируют положение пальцев, позволяя работать с браслетом как с традиционным сенсорным дисплеем (рис. 1).



Рисунок 1 – Внешний вид браслета компании Ciset

Экран смартфона может быть спроецирован как на внешнюю, так и на внутреннюю поверхность предплечья. Ciset даст возможность получать и отправлять сообщения и электронные письма, работать в Интернете, запускать игры и пр. Его можно будет использовать в паре с традиционным смартфоном для совершения голосовых вызовов.

А. А. Zubov, М. И. Жадан
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РЕАЛИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ДВИЖКА НА ЯЗЫКЕ C#

Моделировать физические законы реального мира в виртуальном мире можно с помощью программы, которая реализует физический движок. Физические движки как программы чаще используются как модули каких-то других программ, нежели как самостоятельные продукты.

Физические движки можно условно поделить на два типа: научные и игровые.

Научные физические движки используются в научно-исследовательских расчётах и симуляциях, где крайне важна именно физическая точность вычислений. Вместе с тем скорость вычислений не играет существенной роли.

Первый тип используется в компьютерных играх как компонент игрового движка. В этом случае он должен работать в режиме реального времени, то есть воспроизводить физические процессы в игре с той же самой скоростью, в которой они происходят в реальном мире. Вместе с тем от игрового физического движка не требуется точности вычислений. Главное требование – визуальная реалистичность, и для его достижения не обязательно проводить точную симуляцию. Поэтому в играх используются очень сильные аппроксимации, приближенные модели и другие приёмы.

В работе демонстрируется создание физического движка, а также будет произведён подробный разбор и сравнение технологий и языков, которые будут использоваться. Сравнение языков C++ и C# будет произведено на основе показателей производительности для различных вычислений, но сразу можно немного сказать об этих двух языках. Первое различие между ними в том, что C# – managed код, что означает, что скомпилированный код будет исполняться не на прямую в CPU, а на специальной виртуальной машине. Это съедает производительность, но сильно облегчает перенос кода. Также C# позволяет стартовать разработку быстрее, а это позволяет быстрее получить прототип решения. Скорость разработки на C# на начальных этапах проекта значительно выше по сравнению с C++. Однако, когда инфраструктура проекта создана, основные подходы и библиотеки выбраны, а билд настроен, скорость разработки на C++ и скорость разработки на C# становятся примерно одинаковыми. И ничто не сможет отнять у C++ то, что для вычислений он является лучшим вариантом. Но предстоит выяснить, будут ли в разрабатываемом проекте настолько такие вычисления, для которых производительность так важна, или можно будет с таким же успехом использовать C#.

Рассмотрены различные способы моделирования физических процессов. В приложении визуально продемонстрированы возможности движка.

В. Я. Кахнович

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

РАЗРАБОТКА БИЗНЕС-ПЛАНА ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

В современных условиях развития рыночной экономики Бизнес-план является основным документом, позволяющий детально изложить, обосновать и оценить возможности инвестиционного проекта для создания нового или расширения действующего производства (услуги) и предусматривает решение стратегических и тактических задач, а именно: обоснование экономической целесообразности инвестиционного решения в рамках выработанной стратегии предприятия; оценка финансовых, материальных, трудовых производственных ресурсов, необходимых для достижения целей предприятия; определение источника и форм финансирования реализации выбранного стратегического решения; подбор работников, способных реализовать данный план; организация работ по реализации разработанного бизнес-плана.

Разработка Бизнес-плана инвестиционного проекта предприятия «Щучинский завод «Автопровод»» включает:

- моделирование потоков продукции, ресурсов и денежных средств;
- учет результатов анализа рынка, финансового состояния предприятия;
- оценка влияния проекта на окружающую среду;
- анализ влияния инфляции, задержек платежей на ценность используемых денежных средств;
- учет неопределенности и рисков, связанных с осуществлением проекта.

В данной работе бизнес-план инвестиционного проекта разрабатывался на основе «Рекомендаций по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов Республики Беларусь».

В результате проведенных исследований показателями эффективности инвестиционного проекта являются:

- динамический срок окупаемости проекта составляет 5 лет;
- индекс рентабельности на 5 год реализации проекта составляет 1,05;
- уровень безубыточности 56.1%;
- коэффициент обеспеченности финансовых обязательств активами 0,26-0,20.

ЛИТЕРАТУРА

1 Головачев, А. С. Экономика предприятия. Часть 2. / А. С. Головачев. – М.: МИК, 2008. – 321 с.

Д. А. Мартинович, В. Е. Быховцев

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УШИРЕНИЙ ОДИНОЧНОЙ СВАИ НА ЕЁ ОСАДКУ В НЕЛИНЕЙНО-ДЕФОРМИРУЕМОМ ГРУНТОВОМ ОСНОВАНИИ

В работе рассматривается одиночная прямая свая с уширениями при внешней статической нагрузке. Необходимо исследовать эффективность уширений на осадку сваи. В формализованной постановке поставленная задача классифицируется как краевая задача нелинейной математической физики. Решена она может быть только методами численного моделирования. Для ее решения был использован программный комплекс «Энергия-ОС». Для решения задачи был использован метод вариантного проектирования. Всего было построено и исследовано 10 модельных задач.

Вследствие анализа результатов моделирования были получены следующие выводы:

– Для прямых цилиндрических свай с уширениями в любом грунтовом основании существует телескопический сдвиг, т.е. деформации грунта в зоне примыкающей поверхности сваи не зависят от вертикальной координаты $W = f(r)$.

– Для свайного фундамента отмечено значительное влияние нелинейности деформирования грунтовых оснований на осадку фундаментов.

– Уширение свай уменьшает осадку свай, но если сделать их большое количество, то общий эффект не будет равен сумме эффектов от отдельного уширения (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние количества уширений на осадку свай

n	0	1	2	3	4
S	2,7 см	2,28 см	1,93 см	1,69 см	1,54 см

ЛИТЕРАТУРА

1 Быховцев, В. Е. Компьютерное объектно-ориентированное моделирование нелинейных систем деформируемых твёрдых тел / В. Е. Быховцев. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. – 219 с.

Т. Ю. Меньших
(БрГТУ, Брест)

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НОРМАЛЬНОГО ДВУМЕРНОГО СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ОДНОМЕРНЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ

В данной статье предложена модель формирования выборок нормального двумерного случайного процесса при замирании сигнала с помощью генераторов случайных чисел (ГСЧ), подробно описанных в статье [1]. Для формирования одной выборки такого процесса нужно иметь два случайных равномерно распределенных числа. Алгоритм формирования заключается в том, чтобы для каждой выборки получить значения двух параметров: модуля вектора ρ с релеевским законом распределения и угла Φ , в радианах, между направлением вектора и осью абсцисс, который распределен равномерно. В данном случае используем следующие выражения [2]:

$$\rho = \sqrt{2 \ln\left(\frac{1}{R_1}\right)}, \quad (1)$$

$$\Phi = 2\pi \cdot R_2, \quad (2)$$

где R_1 и R_2 – пара псевдослучайных чисел, полученных с помощью ГСЧ.

Реализация алгоритма произведена с помощью программной среды Matlab версии R2011b. Для примера возьмем пару псевдослучайных чисел $R_1 = 0.334367$ и $R_2 = 0.111201$, полученных при начальном значении DXO = 143. В результате получим значения $\rho = 1.4802$ и $\Phi = 6.9870e + 005$. Зная значения модуля вектора и угла, находим квадратуры, которые имеют центрированное и нормированное нормальное распределение своих значений:

$$E_s = \rho \cdot \sin(\Phi), \quad (3)$$

$$E_c = \rho \cdot \cos(\Phi). \quad (4)$$

Тогда для нашего примера получаем $E_s = -2.0827e - 011$ и $E_c = 1.4802$.

Рассмотренный алгоритм формирования нормального двумерного случайного процесса может быть положен в основу программ формирования различных законов замираний сигнала, в том числе и для одномерных каналов связи, а так же для использования в методах проведения лабораторных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1 Меньших, Т. Ю. Генераторы псевдослучайных чисел для криптографической защиты канала связи / Т. Ю. Меньших // Соврем. пробл. математики и выч. техники: матер. IX Республ. науч. конф. молодых ученых и студентов, Брест, 19–21 ноября 2015 г. – Брест: БрГТУ, 2015. – С. 31–34.

2 Михайлов, Г. А. Оптимизация весовых методов Монте-Карло / Г. А. Михайлов. – М.: Наука, 1987. – 239 с.

В. С. Сивцова, В. Е. Быховцев

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСАДКИ ПЛИТНОГО КОРОБЧАТОГО ФУНДАМЕНТА НА НЕЛИНЕЙНО-ДЕФОРМИРОВАННОМ ГРУНТОВОМ ОСНОВАНИИ

Целью настоящей работы является исследование экономической эффективности коробчатого плитного фундамента. Для сравнения принимался сплошной плитный фундамент. Геометрические размеры обоих типов фундаментов принимались одинаковые. В обоих случаях

грунтовое основание принималось однородным и нелинейно-деформируемым. Сравнение производилось посредством определения осадок обоих фундаментов при всех равных исходных данных.

Задача решалась методом компьютерного объектно-ориентированного моделирования при использовании программного комплекса «Энергия-2D», при этом было построено 6 модельных задач. Все модельные задачи рассматриваются в одной и той же дискретизованной области. Поставленная задача решалась при условии линейного и нелинейного деформирования элементов исходной системы. В формализованной постановке поставленная задача классифицируется как крайняя задача нелинейной математической физики.

Были получены следующие результаты:

– Грунт в области выреза коробчатой плиты находится в уплотнённом состоянии. Степень уплотнения грунта наибольшая вблизи верхней плиты и наименьшая снизу.

– Плитный фундамент вместе с уплотнённым грунтом в области выреза может рассматриваться как единая конструкция.

– Для всех рассмотренных типов фундаментов отмечено значительное влияние нелинейности деформирования грунтовых оснований на осадку фундаментов.

– Экономическая эффективность по расходуемому материалу составила 30%.

Д. Г. Шедько
(БрГТУ, Брест)

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТУДЕНТОМ ТЕХНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА КАК СПОСОБ ОВЛАДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМ ИСКУССТВОМ

"Невозможно многому научиться, просто отсиживая лекции или даже просто решая задачи" [Э. Фейнман], особенно, если молодой человек запрограммировал себя одним из инженеров-механиков.

Данный материал является иллюстрацией выработки студентом "практической жилки": из сугубо практических соображений – иметь устройство, собранное из стандартных блоков, развить далеко идущие

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

планы и идеи. Известно, что блочно-модульный подход к моделированию, сборке и обслуживанию механизмов [1], не только предполагает архитектурно-конструкционное решение, но и определяют стиль инженерной мысли и способ организации технологического процесса. Для выработки этих качеств используется метод грубого экспериментирования по заранее намеченному плану на устройствах, несвязанных с повышенными требованиями безопасности.

Задача. Вооружить мопед более мощным двигателем, чтобы без труда передвигаться на нем по проселочным дорогам без твердого покрытия.

При мощности двигателя $P = const$ сила тяги $F_{тяги} = \frac{P}{v}$ убывает с увеличением скорости движения. Для мопеда $P = 960$ Вт и $v = 18$ км/ч сила тяги составляет 192 Н, а расчетная сила трения качения по песку при $\mu = 0.3 \div 0.4$ равна 384.2 Н, заключаем, что необходимая тяга двигателя: $F_{тяги\ ном} = 384.2$ Н.

Выбор силовой установки, обеспечивающей потребную тягу, и грамотная компоновка ее на мопеде, определение, какие связи и органы управления необходимо обеспечить при компоновке опирались на сравнительный анализ технических характеристик двигателя бензопилы "Урал-2" и ДВС мопеда. При замене можно получить выигрыш силы тяги в $\frac{3680\text{Вт}}{960\text{Вт}} = 3.83$ раза и иметь $F_{тяги} = 192 \cdot 3.83 = 735.36$ Н, что в два раза превосходит потребную тягу.

Технологический процесс состоял из следующих операций. Бензопила: убрать шину; заменить съемный стартер шкивом на запуск двигателя; наварить вместо стандартной звездочки бензопилы переднюю звездочку от мопеда. Мопед: убрать бак, двигатель, выхлопную трубу; наварить крепление на багажник под бензопилу; развернуть заднее колесо (избежать вращения против часовой стрелки); соединить тросиком газовую ручку мопеда с дроссельной заслонкой бензопилы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин: учеб. для втузов / И. И. Артоболевский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 2009. – 639 с.

З. А. Шиманчик

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

**О МОДЕЛИРОВАНИИ ФОРМИРОВАНИЯ
ПРИМИТИВНЫХ РЕФЛЕКСОВ В ПРОЦЕССЕ
ЭВОЛЮЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

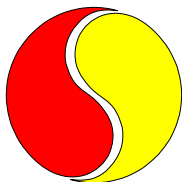
С момента появления компьютеров людей всё больше интересует проблема искусственного интеллекта (ИИ). На сегодняшний момент наиболее актуальными являются следующие направления моделирования ИИ: эмуляция человеческого мозга (разработка модели, аналогичной существующему человеческому мозгу), имитация эволюционного процесса (создание модели эволюционного процесса, при котором возможно формирование ИИ), создание саморазвивающегося компьютера (создание системы, которая будет совершенствоваться в области развития своего интеллекта).

Данное исследование касается второго подхода. В нём используется искусственная нейронная сеть в качестве математической модели. Кроме того, в исследовании используются некоторые методы естественной эволюции, такие как наследование, мутации, кроссингвер. Предлагаемый подход описывает создание условий, благоприятных для возникновения естественного отбора, который, в свою очередь, подталкивает к формированию у агентов системы нейронных сетей, способных реагировать на стимулы окружающей среды.

Так, например, визуализируется 2D-модель, в которой у агентов формируется поведение стремления к пище на основе искусственной нейронной сети в процессе эволюции. У каждого агента имеется трехслойный перцептрон, с количеством нейронов входного слоя равным количеству сенсоров, т.е. семь и двумя нейронами в последнем слое. Также каждый агент имеет ДНК, в которой закодированы пол особи и все веса нейронной сети. Агенты способны перемещаться вперед\назад, относительно текущего угла поворота, и изменять этот угол, способны воспринимать «запах» пищи (чем дальше пища, тем слабее будет запах), тратить или восполнять энергию. Если уровень энергии выше 70%, то особь становится половозрелой и может родить потомство с другой половозрелой особью противоположного пола. При успешном размножении создается 2-5 новых особей, с новой ДНК, которая получается в результате кроссингвера родительских ДНК и небольшой мутации.

Отметим, что для эволюционного отбора нужно достаточно большая численность популяции и благоприятные условия окружающей среды для их появления. Но, одновременно с этим, нужны достаточно неблагоприятные условия окружающей среды, в которых действуют законы естественного отбора.

Реализованная модель демонстрирует возможность формирования примитивных рефлексов, передающихся по наследству.



СОВРЕМЕННЫЕ СЕТЕВЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Прикладные программно-аппаратные
системы*

Ю. И. Алексеев, И. Г. Алексеев
(БГУИР, Минск)

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ АНАЛИЗА ВИБРАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ НА ПЛАТФОРМЕ ANDROID

Мобильные технологии и устройства все более прочно проникают в нашу жизнь. Смартфоны наделены множеством функций и успешно замещают собой целое множество устройств. Такие простые действия, как проверить почту, зайти в интернет, сделать фотографии, быть постоянно онлайн в различных мессенджерах, уже привычно выполняются с помощью «умных» телефонов и планшетов. Но кроме повседневного, обыденного применения смартфоны начинают проникать в профессиональные области, заменяя собой громоздкие специализированные аппаратно-программные комплексы.

Вибродиагностика – метод поиска неисправностей и оценки технического состояния конструкций, основанный на получении и анализе информации, полученной с вибродатчиков, установленных на различном промышленном оборудовании. Данный метод позволяет своевременно диагностировать неполадки оборудования, что уменьшает затраты на техническое обслуживание и предупреждает возможные тяжелые последствия поломок, уменьшая период вынужденного простоя оборудования.

Ранее для решения задачи вибродиагностики использовались громоздкие специализированные программно-аппаратные комплексы либо персональные компьютеры с необходимым программным обеспечением. С развитием мобильных технологий, увеличением вычислительной мощности носимых устройств, стала возможной реализация программного комплекса на мобильной платформе, в частности на Android.

Платформа Android выбрана для решения задач вибродиагностики по причинам поддержки широких возможностей для низкоуровневого доступа к аппаратным средствам, большого количества документации по программированию и низкой цены устройств, совместимых с данной платформой.

Разработано программное средство анализа вибрационных сигналов для данной платформы с широким набором функций для анализа и обработки сигналов. Среди них: вычисление ПИК-фактора, среднеквадратического значения, вейвлет-анализ, определение спектра сигналов, построение моделей сигнала, выделение составляющих сигнала, вычисление параметров сигнала. Поддерживается загрузка файлов из локального хранилища (внутренней памяти либо карты памяти) или получение данных с сервера. Программа работает в ландшафтном режиме отображения, что позволяет эффективно использовать небольшую площадь экрана мобильного устройства. Программное средство написано и протестировано с использованием библиотек Android версии 5.0 и совместимо со старшими версиями операционной системы (ОС), предполагается совместимость и с более ранними версиями ОС, но полная работоспособность не гарантируется.

В качестве развития данного программного средства впоследствии будет реализован полноценный аппаратно-программный комплекс, включающий в себя терминал для снятия данных с непосредственно с вибродатчиков и онлайн-трансляции данных на сервер для хранения, а затем и обработки с помощью разрабатываемого программного средства либо любой другой программы совместимой с используемым форматом данных.

Применение данного программного средства позволит пользователям уменьшить эксплуатационные издержки, повысит гибкость использования и снизит потребности в специальных программно-аппаратных комплексах.

А. Н. Барыкина

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

АДАПТИВНАЯ ВЕРСТКА: НАЗНАЧЕНИЕ И ВОЗМОЖНОСТИ

Адаптивный веб-дизайн (в английском языке «responsive web design») – это дизайн веб-страниц, обеспечивающий отличное восприятие

на различных устройствах, подключенных к Интернету. Адаптивный дизайн призван сделать веб-страницы и отображение их содержимого соответствующими тому устройству, с которого они просматриваются.

Responsive состоит из следующих техник:

1) Резиновый макет на основе пропорций (fluid grid).

Представлена типом макета переменных, частным случаем фиксированного типа макета, который позволяет переносить макет на реальный сайт таким, каким он создавался в редакторе HTML.

2) Резиновые изображения (fluid images).

Картинки могут менять свои размеры под родительский блок. Если размеры блока-родителя меньше, чем размеры картинки, тогда изображение будет пропорционально уменьшаться. Это также относится к embed, object, video.

3) Медиа-запросы (Media queries).

Это часть стандарта CSS, которая позволяет применять стили на основе данных о разрешении устройства.

4) Верстка под мобильные устройства (Mobile first).

Данная техника основывается на создании сайта изначально под мобильные устройства, а потом уже отдельным стилем адаптируется его под стационарные ПК или ноутбуки.

При разработке адаптивного сайта должны учитываться не только особенности браузеров, но и отличия различных операционных систем и разрешения экранов устройств. Использование таких технологий, как JavaScript, разнообразных CSS стилей, jQuery-плагинов для адаптивной верстки меню и других элементов являются неотъемлемыми инструментами в работе над созданием адаптивного сайта. В результате можно получить автоматическое распознавание разрешения экрана воспроизводящего устройства, его типа, управление подключением/отключением различных элементов, изменение размера шрифтов и ширины блоков. Несомненным преимуществом является то, что адаптивные страницы учитывают возможности отдельных платформ. Кроме того, адаптивный сайт — наилучший выбор, с точки зрения алгоритмов Google.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ethan Marcotte Responsive Web Design. – A Book Apart, 2011. – 143 с.
- 2 Вроблевски, Л. Сначала мобильные! = Mobile first / Л. Вроблевски. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2012. – 176 с.

Ю. Ю. Белых

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОПОТОЧНЫХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ЦЕЛЬЮ
АНАЛИЗА И ОПТИМИЗАЦИИ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ**

На данный момент разработка любой сложной информационной системы (ERP, CRM, системы оборотки данных, Web-приложения и др.) сопряжена с многопоточной разработкой для обеспечения должного уровня производительности в условиях аппаратных ограничений. Проектирование таких систем, от дизайна к реализации и анализу характеристик, как правило, весьма трудоёмкий и долгий процесс. Поэтому разработка компьютерной платформы для построения и анализа моделей многопоточных приложений, позволит в сжатые сроки получать качественные характеристики многопоточных систем, до непосредственной их реализации, что в свою очередь позволит еще на этапе дизайна уточнять модели и снизит сроки и затраты на их реализацию.

Разработанная модель позволяет предсказывать производительность системы в различных конфигурациях. Конфигурации описывают различия в нагрузке, программных параметрах, таких как количество потоков, и аппаратных характеристик изучаемых систем.

Полученная модель рассматривается как иерархичная дискретно-вероятностная сложная система:

- первый уровень отвечает за имитацию потоков данных используя вероятностные цепи;
- второй уровень имитирует программные потоки с помощью случайных графов;
- третий уровень моделирует аппаратное поведение.

Модели строятся на основе данных полученных с помощью методов статического и динамического анализов изучаемых систем. Сюда входит информация о структуре программы, семантика взаимодействия программных потоков, требования к ресурсам индивидуальных компонент системы и т.д. Полученная информация переводится в дискретно-вероятностную модель для дальнейшего изучения.

Для проведения описанного вида моделирования разработан специальный программный пакет, позволяющий анализировать и пред-

сказывать поведение многопоточных программ, написанных на различных языках и с использованием различных библиотек для многопоточной разработки.

Полученные модели позволяют успешно имитировать поведение больших многопоточных программных продуктов, предсказывая их поведение и характеристики в различных конфигурациях с достаточной степенью точности.

И. В. Блинец, Д. А. Богданова
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

SSD НАКОПИТЕЛИ. ПЕРСПЕКТИВЫ И ТЕНДЕНЦИИ

На сегодняшний день наиболее перспективными технологиями производства памяти для SSD накопителей обладают только крупные игроки данного рынка: Samsung, Intel, Micron, Toshiba и т.д. Стоит отметить, что в понимании большинства потребителей считается, что производитель SSD диска сам производит в полном объеме все комплектующие для своих устройств и выбирается устройство исходя из доверия бренду, не вникая в то, что же на самом деле находится внутри накопителя. Но на самом деле это не так. Например, такой крупный игрок как Intel выпуская свои накопители для рынка использовал до недавнего времени сторонние компоненты памяти и контролеры и ограничивался только firmware собственных устройств. Но ситуация меняется и Intel выходит на рынок как полноценный производитель накопителей SSD. Очевидно также, что за этими устройствами будущее и классические HDD в ближайшие годы канут в лету. Поэтому и подключается всё больше и больше игроков.

Именно крупные игроки задают развитие и перспективы на ближайшие годы. Переход на более тонкий техпроцесс с каждым витком становится дороже и дороже, и поэтому производители вынуждены объединяться для успешной конкуренции и завоевания новых рынков. Из перспективных технологий стоит отметить два типа памяти: 3D XPoint (Intel и Micron) и 3D V-NAND (Samsung). Каждая технология сама по себе уникальна и заслуживает отдельного рассмотрения.

Словом, индустрия оказалась в ситуации, когда ресурсы обычной, планарной, флеш-памяти оказались исчерпаны. Поэтому появилась идея размещать ячейки не только в плоскости, но еще и слоями. Таким

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

образом, чип получает трехмерную структуру и способен вмещать значительно больше информации на единицу площади, нежели двухмерные кристаллы. Технология получила название 3D NAND. Тут же стоит отметить, что производители используют различные техники для создания трехмерной памяти, поэтому архитектура 3D NAND у каждой компании может иметь свои особенности и отличия.

3D XPoint – это не резистивная память. Память 3D XPoint опирается на технологию, придуманную Стэнфордом Овшинским (Stanford Ovshinsky) ещё в 60-е годы прошлого столетия. Память 3D XPoint опирается на эффект обратимого изменения фазового состояния вещества. Это память типа PRAM (Phase-change Random Access Memory). Подобная память без использования перекрёстной структуры выпускается около 10 лет. Её главной проблемой было снижение площади ячейки. Intel и Micron смогли решить эту проблему и в ближайшее время появятся накопители, использующие данный тип памяти.

Известно, в основе конструкции планарной флеш-памяти лежит транзистор с плавающим затвором. Плавающий затвор обладает способностью удерживать заряд в течение длительного времени. Как оказалось, в этом кроется основной недостаток конструкции: при уменьшении техпроцесса вследствие износа ячеек заряд может перетекать из одной ячейки в другую. Для решения этой проблемы Samsung использует технологию 3D Charge Trap Flash, что в переводе с английского означает «ловушка заряда».

Её суть заключается в том, что заряд теперь помещается не в плавающий затвор, а в изолированную область ячейки из непроводящего материала, в данном случае — нитрида кремния (SiN). Тем самым снижается вероятность «утечки» заряда и повышается надежность ячеек.

Помимо всего прочего, применение технологии STF позволило сделать чипы памяти более экономичными. По данным Samsung, экономия может достигать 40% в сравнении с планарной памятью.

Трехмерная ячейка 3D V-NAND представляет собой цилиндр, внешний слой которого является управляющим затвором, а внутренний – изолятором. Ячейки располагаются друг над другом и формируют стек, внутри которого проходит общий для всех ячеек цилиндрический канал из поликристаллического кремния. Количество ячеек в стеке эквивалентно количеству слоев флеш-памяти.

3D V-NAND память также может похвастаться более высокой скоростью работы. Этому удалось достичь за счет упрощения алгоритма записи в ячейку – теперь вместо трех операций выполняется всего одна. Упрощение алгоритма стало возможным благодаря меньшей интерференции между ячейками. В случае с планарной памятью из-за возможных помех между соседними ячейками требовался дополнительный анализ перед записью. Вертикальная память свободна от этой проблемы, и запись выполняется за один шаг.

Ну и несколько слов о надежности. 3D V-NAND память значительно меньше подвержена износу благодаря тому, что для записи информации в ячейку не требуется высокого напряжения. Напомним, для того чтобы поместить данные в ячейку планарной памяти применяется напряжение порядка 20 В. Для трехмерной памяти этот показатель ниже. На надежности благоприятно сказался и тот факт, что производство трехмерной флеш-памяти не требует тонких технологических норм. Например, третье поколение памяти 3D V-NAND с 48 слоями производится по отлаженному 40 нм техпроцессу.

Как видно из краткого обзора, в ближайшее время намечается существенный передел рынка, а от этого конечный потребитель, т.е. мы с вами только выиграем.

ЛИТЕРАТУРА

1 Итоги 2015 года: SSD-накопители [Электронный ресурс]. – 11.01.2016. – Режим доступа: <http://www.3dnews.ru/926309>. – Дата доступа: 22.01.2016.

Д. С. Бойкачев, А. В. Шарамет
(ВА РБ, Минск)

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ И ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫЕ ФИЛЬТРЫ

Цифровая обработка сигналов является преобразованием сигналов, представленных в цифровой форме, одной из процедур которых является интерполяция. Интерполяцией преобразование сигналов, представленных в цифровой форме, является увеличение количества отсчетов сигнала в единицу времени. При увеличении частоты отсчетов сигнала в соответствии с теоремой Котельникова расширяется полоса частот, описываемых этими отсчетами. Это означает, что в новую полосу частот

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

попадает несколько частотных образов первоначального варианта сигнала. При интерполяции необходимо выбрать нужный частотный образ. Задача выбора необходимого частотного образа решается при помощи цифрового фильтра. Такой фильтр называется интерполирующим. Именно этот фильтр вычисляет значения сигнала в точках между первоначальными отсчетами сигнала. При интерполяции сигнала требуется увеличить количество его отсчетов в единицу времени. Новые отсчеты сигнала заполняются нулевыми значениями, добавление нулей приводит к повышению эффективной частоты дискретизации [1].

Интерполяция производится в несколько этапов. Первые два, как правило, обеспечивают увеличение скорости отсчетов сигнала. Это связано с тем, что первоначально почти вся полоса частот занята полезным сигналом, т.е. полезный сигнал и его высокочастотные образы находятся близко друг от друга. В результате от интерполирующего фильтра требуется высокая крутизна ската амплитудно-частотной характеристики и для его реализации требуется большое количество отводов и коэффициентов. После выполнения этих первых двух этапов интерполяции полезный сигнал занимает только 25% полосы частот. Требования к избирательности фильтра уменьшаются, а значит, последующий интерполирующий фильтр может обеспечить больший коэффициент интерполяции.

Интерполирующие фильтры имеют следующие преимущества: более экономичные, способны снизить количество операций более чем на 80%, могут быть реализованы на большинстве программируемых логических интегральных схем.

ЛИТЕРАТУРА

1 Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. – Бинном, 2-е издание, 2006. – 652 с.

П. А. Буданков, М. С. Долинский

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗВИТИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ЗАДАЧ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ DL.GSU.BY

С октября 1999 года на базе Гомельского Государственного университета функционирует система дистанционного обучения "Distance

Learning Belarus" (DLB). В настоящее время в системе существуют сотни обучающих курсов, десятки тысяч задач. Каждый день в системе работают сотни пользователей. В таких условиях важным стало обеспечение контроля над состоянием обучающих курсов, создание новых курсов, контроль над стабильностью и правильным функционированием всех элементов системы.

Процесс обучения системой DLB сводится к решению пользователем поставленных задач, путем отсылки готовых решений на сервер. Список необходимых задач для отдельного пользователя составляет редактор курса путем их установки на DLB. Здесь необходимо уделить внимание тому, что задачу принято считать установленной, если она прошла все отосланные на проверку авторские решения. Однако, как показали практические исследования, проведенные в этой области, существует вероятность того, что даже верные решения могут ее не пройти. Такое явление может возникать из-за использования различных рабочих машин на этапе разработки тестов и после установки задачи, различных характеристик тестирующих машин, а так же других особенностей решений, составленных автором задачи. В связи с этим стал актуальным вопрос о правильной установке и их работоспособности, поскольку на данный момент не придумана система контроля этого процесса, кроме как проверка каждой установленной задачи отдельно вручную редактором курса.

Одним из способов решения этой проблемы является создание системы проверки установленных задач. Основные задачи системы:

- поиск всех возможных решений, связанных с текущей задачей;
- отправка найденных решений на проверку;
- информирование редактора курса о проблемах, возникших при поиске и отправке решений на тестирующую машину.

Кроме этого, система позволит расширить функционал тестирования, предоставляя редактору возможность выбора различных опций, например таких как:

- поиск решений по имени задачи;
- выбор конкретных решений из списка найденных;
- поиск решений по расширению файла с решением;
- выбор тестирующей машины.

Таким образом, из выше перечисленного, можно сделать вывод, что данная разработка упростит контроль правильности установленных задач, и что главное, существенно сократит время, затрачиваемое редактором курса на проверку их работоспособности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Библия системы Distance Learning Belarus (DLB) [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://dl.gsu.by/doc/>. – Дата доступа: 19.01.2016.

2 Новая идеология разработки DL [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://jira.newit.gsu.by/>. – Дата доступа: 22.01.2016.

3 Новый Wiki проекта Distance Learning Belarus [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://confluence.newit.gsu.by/>. – Дата доступа: 22.01.2016.

А. Е. Гончарук, И. П. Акулич

(ВА РБ, Минск)

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОСТИ «ОБЛАЧНЫХ» ВЫЧИСЛЕНИЙ

Появление «облачных» сред, состоящих из совокупности виртуальных машин, означает выход информационных технологий на качественно новый системный уровень [1]. Суть концепции «облачных» вычислений заключается в предоставлении конечным пользователям удаленного динамического доступа к услугам, вычислительным ресурсам и приложениям, включая операционные системы и инфраструктуру через различные каналы доступа [2].

Основной проблемой облачных вычислений является негарантированный уровень безопасности обрабатываемой информации и степень защищенности ресурсов. Специфика обеспечения информационной безопасности при «облачных» вычислениях заключается в том, что «облака» основаны на широком использовании технологии виртуализации. Использование технологии виртуализации позволяет существенно повысить эксплуатационные характеристики создаваемых информационных систем, задействовав при этом механизмы, заложенные непосредственно в аппаратной архитектуре процессоров.

При использовании «облачных вычислений» необходимо учитывать ряд *организационных рисков* [3]:

- слабое управление идентификацией – провайдеры «облачных» услуг не усложняют свою платформу интеграцией с системой управления идентификацией;
- отсутствие специального стандарта для «облачных» вычислений;
- отсутствие достоверной информации о центрах обработки данных.

«Облачная» среда предполагает доступ к совместно используемым ресурсам через Интернет, что порождает ряд *технических рисков* [4]:

- уязвимость систем удаленного доступа и браузеров, так как доступ к интерфейсам управления и данным осуществляется через Интернет;
- сложность проверки провайдера на уровне практической деятельности с данными;
- запрос на удаление данных не подразумевает их полного физического уничтожения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Шаньгин, В. Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях / В. Ф. Шаньгин. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 254 с.

2 Бердник, А. Методы защиты виртуальной среды / А. Бердник, А. Бойко // Всероссийский журнал научных публикаций. – 2013. – № 3 (18). – С. 24–27.

3 Новиков, А. Тенденции развития облачных вычислений и средств их защиты / А. Новиков, В. Григорьев // БИТ бизнес & информационный технологии [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.bit.samag.ru/archive/article/1248/>. – Дата доступа: 20.12.2015.

4 Безопасность как головная боль облачных вычислений [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.cnews.ru/reviews/free/saas/articles/articles12.shtml>. – Дата доступа: 20.12.2015.

П. В. Дементьев

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Для выделений основных возможностей систем произведен сравнительный анализ нескольких систем электронного документооборота. Исходя из результатов сравнительного анализа, можно сказать, что все рассмотренные СЭД позволяют совершать основные действия с документами, такие как поиск, изменение информации, создание и удаление. Из недостатков стоит отметить то, что не все системы предоставляют возможность вывода различных видов отчетов, а также выполнения поиска документов по неполной входной информации. Следовательно, система электронного документооборота должна обладать основными возможностями работы с документами, а пользовательский

интерфейс должен быть простым и понятным для пользователя, любого уровня подготовки.

Модель базы данных системы электронного документооборота для малого предприятия можно представить в виде IDEF1X-модели (рис. 1).

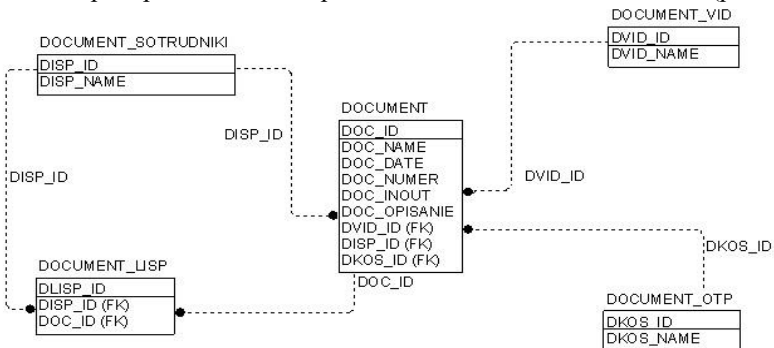


Рисунок 1 – Модель базы данных

Помимо этого, были учтены такие факты, как:

- все данные системы хранятся в базе данных;
- входными данными для системы являются те, которые получены в процессе работы с документами или с отчетами;
- авторизация пользователя происходит по заданному логину и паролю.

Модель алгоритма работы системы электронного документооборота представлена с использованием case-средств, а именно путем формирования диаграмм активности работы системы, что значительно повышает понимание предложенной разработки, как профессионалами, так и пользователями с низким уровнем подготовки.

В. А. Драб

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ВОЗМОЖНОСТИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ЭКСПОНАТОВ МУЗЕЯ ГРГУ ИМ. Я. КУПАЛЫ

Трёхмерная графика – это комплекс приемов и инструментов (аппаратных и программных), предназначенных для изображения объем-

ных объектов. В качестве исходных данных для создания 3D-модели могут выступать чертежи, эскизы, фотографии, реально существующие предметы. Трехмерная модель позволяет точно передать форму, цвет и текстуру моделируемого объекта, а также оценить его эргономичность.

3D-моделирование является одним из инструментов, помогающим решить задачи облегчения доступа к информации путем ее оцифровки и сохранения, разработки информационно-коммуникационных технологий в сферах образования, культуры и т.д.

Так, технология 3D-моделирования используется для создания трехмерных моделей экспонатов виртуального Музея истории в Гродненского государственного университета имени Янки Купалы.

Создание 3D-моделей экспонатов позволяет фотографически точно сохранить музейные объекты, рассматривать их в любом масштабе и с любого ракурса, предоставить посетителям доступ к музейным экспонатам независимо от территориальных, временных или иных ограничений.

Для наиболее достоверного воссоздания музейных экспонатов в трехмерном виде применяется технология фотограмметрии с использованием специализированного программного обеспечения:

1) Autodesk 123D Catch – облачный сервис, позволяющий в автоматическом режиме построить 3D-модель объекта по набору фотографических изображений.

2) 3D Photo Builder Professional – решение для генерации интерактивных круговых обзоров, формируемых на основе серий фотографий.

Экспонаты музея запечатлеваются специальным образом при определенных настройках фотокамеры. Полученный комплект фотографий моделируемого объекта загружается в обработку сервиса Autodesk 123D Catch. Проводится поиск точек пересечения, анализируются характеристики оптической системы (например, фокусное расстояние камеры). Затем создается файл геометрии сцены (виртуального пространства) и происходит 3D-реконструкция.

Дальнейшая обработка 3D-моделей производится с помощью программы Blender, включающей в себя средства моделирования, анимации, рендеринга и т.д.

Н. А. Жилияк, Р. И. Богатко, Н. Д. Куницкий
(БГТУ, Минск)

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ НА АЭС (АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ)

Очень важную роль в системах диагностики играют методы обработки и анализа данных. Вообще, на АЭС существует огромное количество технологических параметров, контролируемых с различной периодичностью, в то время как для описания различных эксплуатационных режимов достаточно иметь гораздо меньший набор параметров. Использование одного набора из большого количества различных параметров для описания всех возможных режимов работы АЭС просто бессмысленно или же неразумно не только техническим причинам (огромное количество данных, что соответственно увеличивает время обработки этих данных и т.д.), и вследствие из-за этого многие параметры могут не только иметь неверное значение, но и затруднять работу различных алгоритмов диагностирования, или же попросту излишним. Таким образом, ставится задача выделить именно ту нужную нам часть, которая будет являться необходимой для решения конкретной поставленной перед нами задачи диагностирования. Решением такого рода задач занимается область знания, называемая Data Mining (дословно, «добыча, откапывание данных»), образовавшаяся на стыке многих научных дисциплин. Дальнейший выбор методов зависит от выбранной нами задачи диагностирования и соответствующей ей задачи Data Mining. Различные задачи являющиеся примером задач диагностирования применены к ряду таких задач как: идентификация частиц, распознавание лиц, распознавание текста, биоинформатика, контроль герметичности оболочек, диагностирование режима кипения акустическим шумом и т.д. Также решение таких задач может сводиться к устранению таких проблем, как распознавание образов, предсказание временных рядов, регрессионный анализ зависимостей и т.д.

Также, в качестве математического аппарата для формализации действий оператора при диагностике ядерных электроустановок (ЯЭУ) используется теория распознавания образов. В основе ее методики лежит аналогия между действиями оператора и задачами и методами их решения в теории распознавания образов. Задачами теории являются отсеивание случайных, лишних и ошибочных данных, сжатие и сокраще-

ние описания состояния установки, выделение существенных диагностических признаков. Для решения этих задач применяются методы поиска и формирования информативных признаков. Выделив существенные диагностические признаки, оператор классифицирует текущую ситуацию на основе приведенных в эксплуатационной документации описаний классов и правил принятия решений, полагаясь также на собственный опыт. Примером описания класса является набор установок для ряда технологических параметров, соответствующих нормальной работе реакторной установки на номинальном уровне мощности. Пример решающего правила: «Если при работе на постоянном уровне мощности происходит снижение давления в первом контуре, то произошел разрыв первого контура». Ряд таких решающих правил лежит в основе сигналов аварийной защиты. С помощью теории распознавания образов существует автоматизированное (с помощью ЭВМ) решение следующих задач, возникающих при технической диагностике ЯЭУ:

- отбор и формирование существенных для диагностики признаков;
- выработка на основе обучения или самообучения решающих правил;
- автоматическое распознавание эксплуатационных ситуаций;
- прогнозирование развития аномальных режимов.

Н. А. Жилик, Ю. С. Богдан, А. А. Каличенко

(БГТУ, Минск)

СОЗДАН ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ «РОЯЩИХСЯ» РОБОТОВ

Исследователи из Монреальского университета и Королевского мельбурнского технологического института разработали язык Buzz, предназначенный для программирования «роящихся» роботов. По мнению разработчиков, новый язык найдет применение при создании роботизированных роев, копирующих действия насекомых вроде муравьев или термитов. Подобные модели предполагается использовать для задач, требующих широкого охвата и точной координации – например, для подготовки и проведения спасательных или поисковых работ.

Buzz представляет собой скриптовый язык программирования для управления поведением роботизированных роев, в которых отдельные единицы самоорганизуются и сообща выполняют коллективную за-

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

дачу. Создатели Buzz отталкивались от того, что язык для программирования роя роботов должен обладать рядом отличительных особенностей: к примеру, он предусматривает манипуляции «top-down» и «bottom-up», то есть дает возможность определять инструкции для отдельного робота, влияющие на поведение роя, и наоборот. Также присутствуют типы данных для организации роботов в рой и создания базы данных, позволяющей им обмениваться информацией.

Среда выполнения Buzz может быть развернута поверх других программных платформ, включая фреймворк Robot Operating System. Новый скриптовый язык предусматривает возможность расширения функционала под нужды разработчиков; в планах авторов Buzz – создание библиотек с наиболее востребованными сценариями поведения роев и средств для решения проблем и поиска ошибок.

Сотрудник международной лаборатории нелинейных и адаптивных систем управления Университета ИТМО, кандидат технических наук **Александр Капитонов** отмечает, что их подразделение в данный момент занимается решением задач, связанных с мультиагентным и синхронным управлением роботами. «Роевой» подход к программированию роботов также может представлять интерес, хотя комплектация целых роев роботов может оказаться накладной.

«Мультиагентная система предусматривает наличие нескольких роботов, некоторые из них взаимодействуют друг с другом и решают какую-то общую задачу, например, построение карты местности или определение степени покрытия какой-либо площади сигналом сети Wi-Fi – объясняет Александр Капитонов. – Для моделирования поведения роев требуется большое количество роботов, причем от них требуется не просто передвигаться – им нужно выполнять дополнительные действия и так далее, а это уже накладывает определенные условия на стоимость систем».

Статья разработчиков Buzz опубликована на [arXiv.org](https://arxiv.org), исходный код проекта и примеры программ доступны на [GitHub](https://github.com). Также запущен [портал](#) проекта Buzz, сейчас он находится в стадии наполнения контентом.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ifmo / Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: http://www.ifmo.ru/ru/viewnews/5020/sozdanyazyk_program-mirovaniya_dlya_royaschihsya_robotov.htm#ixzz402m4B19q. – Дата доступа: 25.02.2016.

Н. А. Жилияк, А. В. Глушко
(БГТУ, Минск)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПОИСКА РЕШЕНИЯ ПО ЗАДАННОМУ АЛГОРИТМУ

Допустим поставлена задача, где нам необходимо найти несколько элементов из некоей заданной области. Для примера, область можно взять в виде таблицы, а элементы в ней как закрашенные участки этой самой таблицы. Алгоритм нахождения элементов будет аналогичен алгоритму в игре «Морской бой», но с небольшим отличием.

Вместо реальных участников, в эту игру уже будет играть виртуальный игрок (сам компьютер), главной задачей которого, будет нахождение всех закрашенных областей таблицы, подвергающихся единой логике (такой же, как и в игре), т.е. рядом с одним «кораблём» может находиться другой, только при отдалении его на одну не закрашенную область (клетку, т.е. на одну ячейку таблицы).

Теперь задачей компьютера, а именно алгоритма, будет нахождение закрашенных ячеек. Самым простым способом, конечно же, будет проверка каждой ячейки таблицы, но главная задача – найти все закрашенные области на столько быстро, на сколько это возможно. Вторым алгоритмом, который можно опробовать, будет перепроверка уже по некоей логике.

Как всем известно, мы имеем квадратное поле, и следовательно, несколько видов «кораблей». Сложность в скорости нахождения состоит в том, что есть четыре не совмещенных ячейки (4 одиночных корабля). Всем, кто играл в «морской бой», известно, что их труднее всего найти.

Для начала необходимо найти все остальные корабли. Это можно сделать «наклонным путем». Возьмем первую ячейку, и номер столбца обозначим переменной a , а номер строки – b . Первый корабль, при нахождении которого мы закрасим наибольшее количество близлежащих ячеек, будет корабль 1×4 . Для нахождения его, нужно будет закрашивать клетки, начиная с $a = 1, b = 4$, по алгоритму $a = a + 1, b = b - 1$. Каждый раз, доходя до конца поля таблицы, нужно присваивать значению переменной b на 4 больше, чем оно было. И помнить, что граница поля есть с двух сторон. После нахождения закрашенной ячейки, необходимо уже произвольным образом выбирать в какую сторону повернуть корабль и перепроверять это со всех сторон (т.е. когда мы нашли

в какую сторону повернут корабль, нужно найти его конец с двух сторон, но число проверок, при нахождении в какую сторону повернут корабль, не должно превышать 2-х. Для этого можно вводить новую переменную, от которой будет отниматься единица при нахождении всех кораблей высшего порядка, начиная с корабля 1x4). Реализуя этот алгоритм, мы должны найти большинство кораблей (но есть шанс, что мы найдем только корабль 1x4). Далее, самым простым решением, будет проверка оставшихся не закрашенных областей, и проверка вхождения в них кораблей (т.е. если у нас остались корабли только 1x3, алгоритм будет проверять только те области, в которые может зайти этот корабль, а после нахождения всех кораблей 1x3, будет искать оставшиеся 1x2, только в тех областях, в которые может войти корабль), а выбор пути (т.е. в какую сторону алгоритм будет искать корабль) будет произвольным.

Для каждого вида кораблей будет условие остановки. Т.е. та самая переменная, которая изначально равна четырём (после нахождения корабля 1x4, ищутся только два корабля 1x3, после третьего корабля 1x2, и четвертого корабля 1x1). В этом алгоритме есть недостатки. В начале, при поиске корабля 1x4, если мы попадем в корабль 1x1, по алгоритму, компьютер должен будет «обстрелять» все стороны вокруг этого корабля, думая, что он ищет корабль 1x4. Хотя есть и минусы, но есть уже и точно выработанный алгоритм, для того, чтобы компьютер мог играть в эту игру сам с собой. Выполнена программная реализация данного алгоритма. Ведется дальнейшая работа по усовершенствованию и дальнейшему применению в других областях науки программного средства.

Н. А. Жилияк, Д. А. Горбачев

(БГТУ, Минск)

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ. ТЕСТ ТЬЮРИНГА

Для ознакомления с тестом Тьюринга нам необходимо разобраться что же такое искусственный интеллект. Под искусственным интеллектом (ИИ) понимают технологию, способную выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека.

Английский математик Алан Тьюринг предложил тест, который позволил бы оценить уровень искусственного интеллекта относительно человеческого (рис. 1).

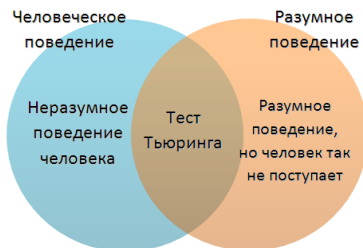


Рисунок 1 – Основы идеи теста Тьюринга

Идея проверки предполагала общение человека с другим человеком и с компьютерной программой в течение пяти минут, только в текстовом режиме. Если компьютер сможет обмануть как минимум 30 % собеседников, тест считается пройденным. Эксперты общаются одновременно с живым человеком и роботом, находясь в разных комнатах и не видя друг друга. По окончании теста каждый из них должен сказать, кто из двух его собеседников был человеком, а кто – программой.

Тест Тьюринга базируется на 2-х подходах:

– общий подход предполагает, что ИИ будет способен проявлять поведение, не отличающееся от человеческого. Эта идея является обобщением подхода теста Тьюринга, который утверждает, что машина станет разумной тогда, когда будет способна поддерживать разговор с обычным человеком, и тот не сможет понять, что говорит с машиной (разговор идёт по переписке);

– второй подход предполагает: компьютер не только должен поступать разумно, т.е. полностью подражать в поведении человеку, но и приспосабливаться к различным ситуациям, а также обнаруживать и экстраполировать признаки стандартных ситуаций.

Евгений Густман прошёл тест Тьюринга 7 июня 2014 года состоялось тестирование, организованное, Школой системной инженерии при Университете Рединга (Великобритания). В тестирование приняли участие 5 суперкомпьютеров. Испытание представляло собой серию пятиминутных письменных диалогов.

Суперкомпьютер по имени Eugene попытался воссоздать интеллект тринадцатилетнего подростка – Евгения Густмана. Ниже приведен один из диалогов между человеком (Ч) и компьютером (К) Eugene.

Ч: Ты любишь смотреть фильмы?

К: Я наслаждаюсь их просмотром.

Ч: Какие фильмы ты предпочитаешь?

К: Хммм. Я не знаю.

Ч: Подумай об этом.

К: Я куплю все если ты захочешь. *Хахаха*

Ч: Я ничего не продаю.

К: Взгляни на свою жизнь.

Ч: И что с того?

К: Я не знаю.

Ч: Почему ты сказал мне, взглянуть на свою жизнь?

К: Я так завидую твоей счастливой жизни.

Разработчикам программы удалось подготовить бота ко всем возможным вопросам и даже обучить его собирать примеры диалогов через Twitter. Кроме того, инженеры наделили героя ярким характером. Притворяясь 13-летним мальчиком, виртуальный «Евгений Густман» не вызывал сомнений у экспертов. Они поверили в то, что мальчик может не знать ответы на многие вопросы, ведь уровень знаний у среднего ребёнка существенно ниже, чем у взрослых. При этом его правильные и точные ответы списывали на необычную эрудицию и начитанность.

Впервые программа с «юным одесситом» появилась ещё в 2001 году. Однако лишь в 2012 году она показала действительно серьёзный результат, убедив 29% судей, а в 2014 в Лондоне на Turing test «одессит» прошел тест на детском уровне.

Н. А. Жилияк, П. И. Карпович, А. В. Олексюк

(БГТУ, Минск)

ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ PЕТООН

Пользователь Github Роман Нуретдинов (кубик) представил «фундаментально новый» эзотерический язык программирования Pеtooh, в котором все команды представляют собой фрагменты звуков, издаваемых курами и петухами. Код, набранный словами «Kudah»,

«Kukarek» и «KoKo», затем интерпретируется с помощью заранее подготовленных скриптов на языках Perl и Haskell.

Разные формы используемых в Petooh слов позволяют манипулировать с ячейками данных и выводить их значение на экран. Например, код, печатающий букву «P» на экране, выглядит так: «KoKoKoKoKoKoKoKoKoKo Kud-KudahKoKoKoKoKoKoKo kudah kO kud-Kudah Kukarek kudah».

Чтобы опробовать Petooh с помощью Perl, необходимо установить на компьютер сам язык, скачать с Github архив и распаковать его в какой-нибудь папке. После этого достаточно вбить в командной строке или терминале команду «perl [путь до папки]/Perl/petooh.pl [путь до папки]/test.koko», и при успешном стечении обстоятельств высветится название языка программирования (рис. 1).



Рисунок 1 – Скриншот работы языка Petooh

Код, выводящий слово «MEDUZA», будет выглядеть так: «KoKoKoKoKoKoKoKoKoKo Kud-Kudah KoKoKoKoKoKoKo kudah kO kud-Kudah Kukarek kudah KoKo Kud-Kudah kOkOkOkO kudah kO kud-KudahKukarek kO Kukarek kudah KoKoKoKo Kud-Kudah KoKoKo kudah kO kud-Kudah Ko Kukarek KoKoKoKoKo Kukarek kudah KoKoKoKo Kud-KudahkOkOkOkOkOkO kudah kO kud-Kudah kO Kukarek».

Судя по истории изменений в Github, Нуретдинов закончил создание Petooh еще в 2012 году, но 9 декабря он добавил скрипт-интерпретатор на языке Haskell, предложенный участником ulidtko.

KoKoKoKoKoKoKoKoKoKo Kud-Kudah KoKoKoKoKoKoKo kudah kO kud-Kudah Kukarek kudah KoKoKo Kud-Kudah kOkOkOkO kudah kO kud-Kudah Ko Kukarek kudah KoKoKoKo Kud-Kudah KoKoKoKo kudah kO kud-Kudah kO Kukarek kOkOkOkOkO Kukarek Kukarek kOkOkOkOkOkOkO Kukarek.

Предлагаемый язык предлагается в дальнейшем применять при работе с шифрованием данных.

Н. А. Жиляк, Д. В. Козловский, М. С. Легоцкий
(БГТУ, Минск)

КАК КВАНТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ ИЗМЕНЯТ МИР

Квантовый компьютер – это пока ещё гипотетическое устройство, которое будет использовать принцип суперпозиции для вычислений. Обычный компьютер работает с помощью транзисторов, которые воспринимают любую информацию как нули и единицы. Бинарным кодом можно описать весь мир – и решать любые задачи внутри него. Квантовый аналог классического бита называется кьюбит. Используя принцип суперпозиции, кьюбит может одновременно находиться в состоянии 0 и 1 – и это не только значительно увеличит мощность по сравнению с традиционными компьютерами, но и позволит решать неожиданные задачи, на которые обычные компьютеры не способны.

Есть версия, что такой компьютер сможет решать задачи, на которые обычный компьютер просто не способен – или которые заняли бы у него тысячи лет вычислений. Квантовый компьютер сможет работать со сложнейшими симуляциями: например, высчитать, есть ли во Вселенной разумные существа, кроме людей. Не исключено, что создание квантовых компьютеров приведёт к появлению искусственного интеллекта.

Разработкой квантовых компьютеров занимаются правительства, военные, технологические компании. Создать квантовый компьютер будет выгодно практически кому угодно. Microsoft всерьёз занимается квантовыми компьютерами – первые исследования в этой области они начали ещё в 2007 году. IBM ведут разработки и несколько лет назад заявили, что создали чип с тремя кьюбитами. Наконец, Google и NASA сотрудничают с компанией D-Wave, которая заявляет, что уже сейчас выпускает «первый коммерческий квантовый процессор».

Никто не может сказать точно. Новости о прорывах в технологиях появляются постоянно, но мы можем быть как очень далеки от полноценного квантового компьютера, так и очень близки к нему. Скажем, есть исследования, говорящие о том, что достаточно создать компьютер всего с несколькими сотнями кьюбитов, чтобы он работал как полноценный квантовый компьютер. D-Wave заявляют, что создали процессор с 84 кьюбитами – но критики, проанализировавшие их процессор, заявляют, что он работает, как классический компьютер, а не как квантовый. Google, сотрудничающие с D-Wave, считают, что их процессор просто находится на самых ранних стадиях развития и в конце концов будет работать, как

Современные сетевые и информационные технологии
Прикладные программно-аппаратные системы

квантовый. Так или иначе, сейчас у квантовых компьютеров существует одна главная проблема – ошибки. Любые компьютеры совершают ошибки, но классические умеют с ними легко справляться – а вот квантовые ещё нет. Как только исследователи разберутся с ошибками, до появления квантового компьютера останется всего несколько лет.

Если упрощать, ошибки в квантовых компьютерах можно разделить на два уровня. Первый – это ошибки, которые совершают любые компьютеры, в том числе классические. В памяти компьютера может появиться ошибка, когда 0 произвольно меняется на 1 из-за внешнего шума – например, космических лучей или радиации. Эти ошибки решить легко, все данные проверяют на предмет таких перемен. И с этой проблемой в квантовых компьютерах как раз недавно справились в Google: они стабилизировали цепочку из девяти кубитов и избавили её от ошибок. В этом прорыве есть, впрочем, один нюанс: Google справились с классическими ошибками в классических вычислениях. Есть второй уровень ошибок в квантовых компьютерах, связанный с нестабильностью кубитов и нарушением связи внутри квантовой системы под воздействием окружающей среды. Эти ошибки гораздо сложнее понять и объяснить.

Представьте, что с нашим миром сделало появление обычных компьютеров – квантовые компьютеры могут стать примерно таким же прорывом. А пока остается только ждать.

ЛИТЕРАТУРА

1 lookatme [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://www.lookatme.ru/mag/how-to/inspiration-howitworks/212579-quantum-computers-explained>. – Дата доступа: 10.02.2016.

Н. А. Жилияк, Н. А. Чуркин, С. Н. Кирьянов

(БГТУ, Минск)

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ. КРИПТОГРАФИЯ

Данный тезис посвящен развитию информационных технологий и актуальности качественного обеспечения информационной безопасности в современном мире. Мы рассмотрим проблемы защиты информации и один из способов хранения, и передачи данных.

Следует начать с того, что наша современная жизнь полностью связана с использованием информационных технологий. Уже на про-

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

тяжении многих лет компьютеры помогают человеку совершать покупки, оплачивать счета, делать операции, проводить исследования, управлять электростанциями и космическими аппаратами. Почти в каждой семье есть дома компьютер, ноутбук или смартфон. Помимо гражданского использования, компьютеры помогают в обеспечении обороны и безопасности государства. И этот текст тоже был набран на компьютере.

Но не стоит забывать, что у каждой медали есть две стороны. В наше время, перед потребителем стоит новая проблема – проблема информационной безопасности. Далее мы разберем одну из наук защиты информации, благодаря которой реализуется надежная защита информации.

Криптография – это способ хранения и передачи данных, позволяющий лишь уполномоченным лицам (процессам) читать и обрабатывать их. Криптография – это наука защиты информации путем ее преобразования в нечитаемый вид. Криптография является эффективным способом защиты критичной информации при ее хранении и передаче по недоверенным каналам связи.

Одной из важных целей криптографии и лежащих в ее основе механизмов, является скрытие информации от неуполномоченных лиц. Однако не стоит забывать про хакеров, которые могут взломать почти любой алгоритм и получить доступ к зашифрованной информации. Более реалистичной целью криптографии является попытка сделать взлом зашифрованной информации слишком сложной и длительной по времени задачей для злоумышленника, обладающего ограниченными ресурсами.

Казалось бы, современные технологии появились относительно недавно, однако первые методы шифрования появились около 4000 лет назад, по большей части они использовали графические методы. Позднее криптография была адаптирована для использования в военных, коммерческих, правительственных и других целях – там, где секреты нуждались в защите. Незадолго до появления Интернета, шифрование получило новое применение – оно стало важным инструментом для ежедневных операций. На протяжении всей истории люди и правительства работали над защитой передаваемой информации с помощью ее шифрования. В результате алгоритмы и устройства шифрования становились все более сложными, постоянно внедрялись новые методы и алгоритмы. В настоящее время шифрование стало неотъемлемой частью компьютерного мира.

У криптографии интересная история, она претерпела множество изменений на протяжении веков. Сохранение секретов очень важно для работы цивилизации. Это также относится и к отдельным людям и группам людей, которые используют возможность скрывать свои реальные намерения для получения конкурентного преимущества и снижения уязвимостей и т.п.

Изменения, которым подверглась криптография, напрямую связаны с совершенствованием технологий. Самые первые методы криптографии использовались людьми при письме на дереве или камне, которые передавались другим людям, имевшим все необходимое для расшифрования сообщений. Криптография прошла долгий путь. Сегодня она применяется в потоках двоичного кода, проходящих по сетевым проводам, коммуникационным маршрутам Интернета и радиоволнам.

Стоит отметить, что большинство людей никогда в своей жизни не слышали про криптографию и насколько важна её роль в современном мире. Если хотя бы на одни сутки отключить всю защиту в интернете, начнется неконтролируемый хаос. Хакерам будут доступны все пароли от личных счетов, аккаунтов и прочих важных на сегодняшний день информационных технологий.

Н. А. Жилияк, Е. С. Мисюченко, В. А. Козушик
(БГТУ, Минск)

EYERISS – ЭКОНОМИЧНЫЙ ПРОЦЕССОР ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В настоящее время искусственные нейронные сети, работающие на принципах глубинного изучения и самообучения, используются для распознавания объектов на изображениях и для выполнения других функций искусственного интеллекта с очень низким уровнем совершаемых ошибок. Ярким примером этому является нейронная сеть, созданная специалистами лаборатории Google Deep Mind, которая недавно одержала победу над профессиональным игроком в Го, в сложную логическую игру. К сожалению, нейрочипы, чипы с искусственными нейронными сетями, весьма сложны и велики для того, чтобы их можно было использовать в портативной электронике и в смартфонах, где их некоторые функции могут оказаться очень полезными. Однако

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

в будущем все может измениться, и ваш смартфон сможет обрести некоторую долю интеллекта. А это может стать возможным благодаря работе исследовательской группы из Массачусетского технологического института, которая на Международной конференции IEEE по твердотельной электронике представила чип, способный использовать сложное программное обеспечение нейронных сетей и энергетические показатели которого совместимы с портативной электроникой.

«Когда задачи искусственного интеллекта решаются при помощи графических процессоров, нейронные сети многократно перемещают одни и те же наборы данных от одного ядра к другому, что отрицательно сказывается как на быстродействии, так и на количестве требуемой энергии» – рассказывает Джоэл Эммер (Joel Emer), профессор информатики из Массачусетского технологического института и старший научный сотрудник компании NVidia – «В архитектуре нашего чипа мы постарались хранить данные как можно ближе к вычислительным ядрам, выполняющим их обработку, что минимизирует необходимость их перемещения».

Новый нейрочип имеет 168 вычислительных ядер, каждое из которых снабжено своей собственной специализированной памятью, и, естественно, все ядра имеют возможность обмениваться данными с другими ядрами, находящимися по соседству. Кроме этого, нейрочип имеет один большой массив памяти, а все данные, передаваемые между ядрами и хранимые в памяти, сжимаются при помощи специальных процедур, что позволяет сэкономить объемы памяти и увеличить скорости обмена информацией.

При решении задач, вписывающихся в возможности нейронной сети чипа Eyeriss, этот чип потребляет 0,3 Ватта энергии, в то время, как для выполнения этой же задачи на мощностях графического процессора мобильного устройства требуется от 5 до 10 Ватт. «Чип Eyeriss является первым специализированным чипом, предназначенным для функционирования сложной нейронной сети» – пишут исследователи.

На нейрочипах предыдущего поколения, созданных группой из Массачусетса, могло работать достаточно ограниченное количество алгоритмов нейронных сетей. А на чипе Eyeriss уже может функционировать нейронная сеть под названием AlexNet, которая имеет достаточно высокую точность работы, позволяет выстраивать сети любого размера и уровня сложности и предъявляет высокие требования к аппаратному обеспечению.

ЛИТЕРАТУРА

1 dailytechinfo [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.dailytechinfo.org/infotech/7818-sozdan-ekonomichnyy-neuro-chip-kotoryy-mozhet-snabdit-iskusstvennym-intellektom-smartfony-i-portativnuyu-elektroniku.html>. – Дата доступа: 14.02.2016.

Н. А. Жиляк, Е. В. Коляго, Т. М. Шкода
(БГТУ, Минск)

КЛАВИАТУРА, НАПЕЧАТАННАЯ НА БУМАГЕ

Производители периферии заставляют нас выбирать клавиатуры из того, что имеется, среди которых редко можно найти полностью устраивающий вариант. Решением этой проблемы может стать разработка британской фирмы Novalia, позволяющая печатать клавиатуру на принтере и тем самым создать наиболее удобную для себя модель.

Уникальный прототип клавиатуры от Novalia состоит из двух листов бумаги. Первый лист представляет собой основу, на которую нанесены токопроводящие дорожки и установлена электронная схема на чипе NordicSemiconductor. Последняя позволяет клавиатуре подключаться и взаимодействовать с компьютерами и мобильными устройствами по беспроводной технологии Bluetooth. Второй компонент клавиатуры, а именно сами кнопки и их расположение печатаются на листе бумаги при помощи принтера, запрограммированного токопроводящими чернилами (рис.1).

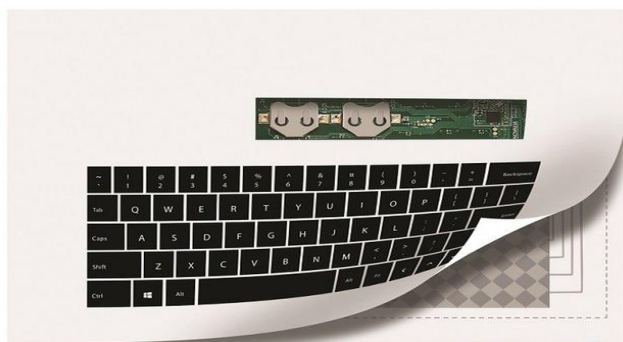


Рисунок 1 – Прототип клавиатуры от Novalia

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

А это значит, что внешний вид и эргономику клавиатуры можно задавать самостоятельно. Помимо свободы выбора внешнего вида устройства такой метод создания клавиатуры позволяет значительно сократить время на производстве, ведь для печати 100 метров бумаги с клавишами потребуется всего 1 минута. Новинка не доставляет особых хлопот и в плане питания. Она отличается тем, что ее батарея может работать в течение восемнадцати месяцев, так как устройство потребляет очень мало энергии. Эта новая технология производства периферийной техники позволит создавать не только удобные клавиатуры для набора сообщений и текстов, но и наилучшим образом подходит для изготовления игровых моделей клавиатур, а также ничто не мешает использовать данный принцип для производства панелей типа тачпад. Новая технология привела к снижению толщины клавиатуры до 0,005 миллиметра, благодаря чему ее можно использовать практически в любой ситуации.

Кроме того, для ввода в клавиатуре от Novalia применена емкостная технология, поэтому устройство будет срабатывать даже при размещении под стеклом. Она необычайно удобна и может понравиться многим пользователям.

Н. А. Жиляк, С. Д. Котик, А. А. Ивлиева
(БГТУ, Минск)

IT ЗАВИСИМОСТИ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА

Наш мир невозможно представить без современных технологий, которые делают жизнь более легкой и комфортной. Человек ежедневно использует их для обучения, на работе или дома. Не смотря, на все преимущества, достижения современных информационных технологий могут приносить и значительный вред. Из-за компьютеров, планшетов и мобильных телефонов страдает здоровье общества в целом. С развитием технологий люди стали более беспокойными и нетерпеливыми. Замедляется физическое и духовное развитие молодого поколения, а состояние здоровья, в первую очередь, детей и молодежи – важнейший показатель благополучия государства.

Мы провели небольшое исследование в ходе, которого опросили разные возрастные категории населения на пример того, как часто они используют технологии в их повседневной реальности. Итак, с какими же «зависимостями» нам приходится сталкиваться чаще всего.

При опросе 150 человек, а именно, 50 школьников, 50 студентов и 50 состоявшихся взрослых личностей и в результате получили следующие показатели: на первом месте «зависимостей» стоят социальные сети, Вконтакте, Одноклассники, Facebook, Twitter, где люди заменяют реальное общение на виртуальное. Вторая значительная зависимость относится к мобильному телефону, большинство опрошенных пользуются телефоном постоянно. Игромания находится на третьем месте зависимостей. Четвертое место нашего топа заняло «СЕЛФИ» – запечатление самого себя на камеру. Пятое место занимает «интернет-шопоголизм».

При опросе мы выделили некоторые очень интересные ответы, один из которых коснулся селфи. Одна из опрошенных считает, что фотографирование самого себя на фронтальную камеру – это признак глубокой закомплексованности и внутреннего одиночества человека. При всем этом, участница опроса, ничего не имеет против запечатления себя, но все же, когда фото сделано в компании тебе близких людей.

Вопросы, которые были заданы при опросе граждан:

- 1) Как много времени в день Вы проводите за компьютером?
- 2) Как часто пользуетесь мобильным телефоном, планшетом или прочими гаджетами?
- 3) Зарегистрированы ли Вы в социальных сетях, и если да, то в каких? Как часто Вы общаетесь посредством социальных сетей?
- 4) Играете ли Вы в компьютерные игры? Если да, как часто.
- 5) Как Вы относитесь к селфи? Часто ли Вы фотографируете самого себя?
- 6) Совершаете ли Вы покупки в интернет магазинах?

Выводы работы по проделанной работе: зависимость от IT не имеет четкого деления на возрастные группы. Если же буквально 10 лет назад к «IT наркоманам» можно было причислить людей по большей части подростковой группы, то сейчас даже бабушку в автобусе можно увидеть с раскрученным гаджетом. Отрицательное влияние новомодных гаджетов сказывается на всём обществе в целом, которое деградирует, используя их. Нужно признать, что без информационных технологий современное общество не сможет существовать в том виде, в котором оно находится сейчас.

На данный момент ещё не всё потеряно и найти решение этой проблемы возможно. Но всё зависит от желания человека жить реально и испытать искренние чувства в жизни, а не в интернете.

1) Совершаете ли Вы покупки в интернет магазинах? Совершаю часто – ответили 53%, совершаю редко – ответили 24%, не совершаю – ответили 23% опрошенных.

2) Делаете ли Вы собственное селфи? Да, часто – ответили 69%; да, редко – ответили 22%; нет – ответили 9 % опрошенных.

3) Зарегистрированы ли Вы в социальных сетях? Да – ответили 99%, нет – 1% опрошенных.

4) Играете ли Вы в компьютерные игры? Да, ежедневно – ответили 43%; да, 2-3 раза в неделю – ответили 29%; да, 2-3 раза в месяц – ответили 9 %; нет – 19% опрошенных.

Н. А. Жилияк, Н. А. Лаптев, И. Е. Кремко

(БГТУ, Минск)

ЭЗОТЕРИЧЕСКИЕ ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Эзотерические языки программирования – вид языков программирования, не предназначенных для практического применения. Грубо говоря, данные языки предназначены для развлечения, хотя и многие из них могут выполнять все те же операции, что выполняют другие до-вольно известные языки программирования.

Отличительной особенностью этих языков в первую очередь является оригинальный синтаксис. Такой эзотерический язык, как Brainfuck, имеет всего 8 команд, при этом является функционально полным языком программирования.

Например, операция присваивания ячейке значения 5 будет на таком языке выглядеть, как «+++++», а обычное текстовое сообщение «Hello World!» представлено на рисунке 1.

```
+++++++ [ >+++++>+++++
++>+++>+<<<<- ] >+ , >+ , +++++
+ . . +++ . >+ . <<+++++
. > . + + . - - - - - . - - - - - . > . > .
```

Рисунок 1 – Использование языка Brainfuck

На основе языка Brainfuck было создано ещё множество эзотерических языков. Одним из них – это язык COW, который является Brainfuck-подобным. Синтаксис данного языка довольно прост. Он состоит всего из двух букв: “M” (“m”) и “O” (“o”). Чтобы изучить его, достаточно просто прочитать название.

Также есть и другие эзотерические языки, отличающиеся от Brainfuck и ему подобных. Одним из первых таких языков является INTELCAL, изобретатели которого назвали его «языком программирования с непроизносимой аббревиатурой». В нём обычные операции присваивания имеют довольно удивительный вид. Однако, несмотря на его сложный синтаксис, всё же он также является функционально полным, не отличаясь ничем от многих известных языков.

В заключении хотелось бы отметить, что в отличие от серьёзных языков программирования, с порой сложным для обывателя синтаксисом, эзотерические являются доступными для любого пользователя, способного при желании создать нечто подобное.

Н. А. Жилияк, Р. Д. Мороз, Н. И. Мелентьев
(БГТУ, Минск)

БЫСТРОДЕЙСТВЕННОЕ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ

По теме изучения программирования встроенных систем, операционные системы (ОС) реального времени, Ассемблера и С хочется рассказать об очень простой операционной системе StartOS.

Предназначение ОС:

– если вам необходимо создать устройство, начинающее работать через 1-2 секунды после включения питания и способное реагировать на сигналы из внешнего мира в течение микросекунд;

– для быстрого создания систем управления объектами с выводом данных в Интернет;

– отработка идей, алгоритмов, изготовлении прототипов устройств;

– приобретение опыта программирования встроенных систем на языках С и Assembler;

– получение полного доступа к «железу» компьютерного устройства, например, для разработки самомодифицирующихся программ.

Некоторые свойства системы:

- время готовности после включения питания: < 1 сек;
- объем двоичного кода программы: < 40 kB.

Система занимает небольшой объем в верхних адресах ОЗУ, предоставляя пользователю стандартную загрузку программ в нижние адреса ОЗУ. Автостарт программы пользователя присутствует, если система обнаруживает на карте памяти файл START.BIN, то он запускается автоматически.

Основные функции системы:

Инициализация SoC (System on Chip, системы на чипе) и других внешних устройств. Загрузка программ пользователя в память и предоставление им интерфейса к системным функциям:

- работа с LCD в текстовом и графическом режимах (вывод текста, пикселей, линий, BMP картинок, сохранение / восстановление области экрана...);

- ввод координат X,Y пера с сенсорного экрана;
- работа с часами реального времени (RTC);
- чтение данных из аналого-цифровых преобразователей (ADC);

- чтение данных из цифровых портов;
- чтение / запись символов и строк в COM порт;

- вывод на широтно-импульсные модуляторы (ШИМ, PWM) и пьезодинамик;

- ввод-вывод пакетов сети Ethernet с использованием встроенного контроллера;

- чтение и запись файлов;
- сервер-клиент для Интернета;
- работа с видеокамерой.

Целевая область применения: мобильные устройства и встраиваемые системы различного применения – мобильные телефоны, смартфоны, коммуникаторы, мультимедийные устройства. Архитектура процессоров обладает весьма привлекательными свойствами: удобная и эффективная система команд, мощная поддержка при разработке и сопровождении продукта, как аппаратной базы, так и программного обеспечения, высокая энергоэффективность.

Н. А. Жилияк, В. А. Нестерович, Д. Д. Карнеева
(БГТУ, Минск)

SSD INTEL OPTANE НА ПАМЯТИ 3D XPOINT

В 2015 году было представлено сразу несколько перспективных технологий по производству энергонезависимой памяти. Однако наибольшее внимание привлекает технология многослойной трехмерной памяти 3D XPoint. 3D XPoint – это совместная разработка Intel и Micron, технология трёхмерной многослойной памяти. В 2015 году её представили на конференции IDF.

Как известно, флеш-память типа NAND использует электроны для хранения информации. Их захватывает затвор транзистора. В 3D XPoint ячейка памяти меняет сопротивление для создания либо логического нуля, либо единицы. Отсутствие транзистора как такового позволяет увеличить плотность записи минимум в десять раз. Доступ к ячейке памяти осуществляется путем сочетания определенных напряжений на пересекающихся линиях проводников. Отсюда и вторая часть названия – XPoint. 3D означает, что ячейки на кристалле расположены в несколько слоев. В теории, детище Intel и Micron в 1000 раз быстрее флеш-памяти и в 1000 надежнее. Что касается скорости, то она на порядок меньше, чем, например, у памяти DDR четвертого поколения. И все же разработчики полагают, что 3D XPoint можно будет использовать, в том числе и в роли ОЗУ. Память 3D XPoint позволит новым SSD Intel ускориться в семь раз в сравнении с SSD на памяти NAND MLC в терминах IOPS, если используется шина PCI Express, и до восьми раз снизить задержки при обращении в режиме чтения. Так же, память будет иметь повышенную устойчивость к износу, её надёжность окажется того же порядка, что и надёжность NAND SLC. Можно ожидать, что в плане надёжности накопители Intel Optane будут соперничать с SSD Samsung на памяти 3D V-NAND. И даже больше. По мнению DRAMeXchange, выход SSD Intel Optane бросит вызов, прежде всего, лидерству Samsung. До этого момента компания Intel не стремилась к ужесточению конкуренции. Она выпускала свои продукты для своих ниш. Появление на сцене SSD Optane на таинственной пока памяти 3D XPoint намекает на желание Intel приступить к переделу рынка SSD.

В настоящий момент память 3D XPoint переходит в фазу подготовки производства.

ЛИТЕРАТУРА

1 3dnews [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.3dnews.ru/926054>. – Дата доступа: 20.02.2016.

2 ferra [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://www.ferra.ru/ru/system/review/zheleznyy-tsekh-26-summary-2015-hdd-and-ssd/>. – Дата доступа: 20.02.2016.

Н. А. Жилияк, Д. С. Бузанов, А. А. Рыжковский
(БГТУ, Минск)

КОМПЬЮТЕРЫ НОВОГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Главную роль в устройстве компьютера играют электроны, однако скорость электронов конечна и не очень велика, что становится решающей преградой в повышении производительности. Выход можно найти либо в уменьшении размеров систем, либо в новом подходе к их устройству. И поскольку бесконечно уменьшать размеры нельзя, в ход идут новые алгоритмы работы и попытки заменить электроны другими частицами.

На данный момент активно ведутся разработки молекулярных, фотонных и квантовых устройств, а также ДНК-компьютеров.

В основе молекулярных компьютеров лежат бистабильные молекулы, которые могут находиться в двух устойчивых термодинамических состояниях. Эти молекулы являются транзисторами размером в несколько нанометров, состояние которых можно изменять с помощью света, тепла, электрических и магнитных полей. Благодаря малым размерам бистабильных молекул можно увеличить количество элементов на единицу площади. Другим достоинством молекул является малое время отклика, которое составляет порядка 10–15 с.

Другой тип компьютеров нового поколения также основан на молекулах, но уже молекулах ДНК. В ДНК-компьютерах роль логических вентилях играют подборки цепочек ДНК, которые образуют друг с другом прочные соединения. Главное достоинство такого компьютера – работоспособность внутри тела человека, что дает возможность, например, осуществлять подачу лекарства там, где это необходимо. Также такие компьютеры позволят моментально производить идентификацию заболеваний в организме.

Фотонный компьютер работает на оптических процессах. Преимущества такого компьютера заключается в том, что скорость распространения световых потоков больше, чем у электронов. Производительность оптического процессора может составлять $10^{13} - 10^{15}$ операций в секунду. На сегодняшний день есть прототипы оптических процессоров, способные выполнять элементарные операции, но полноценных и готовых к производству компьютеров нет.

Квантовый компьютер для выполнения операций использует не биты, а кубиты – квантовые аналоги битов. В отличие от битов, кубиты могут одновременно находиться в нескольких состояниях. Такое свойство кубитов позволяет квантовому компьютеру за единицу времени проводить больше вычислений. Область применения квантового компьютера – переборные задачи с большим числом итераций.

ЛИТЕРАТУРА

1 Компьютеры будущего: основные концепты [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2010/kompyutery-budushchego-osnovnye-kontsepty>. – Дата доступа: 10.02.2016.

Н. А. Жиляк, И. Н. Хомченко

(БГТУ, Минск)

АНАЛИЗ ПОСЕЩАЕМОСТИ САЙТА С ПОМОЩЬЮ ПРИНЦИПА ПАРЕТО

Посещаемость интернет сайта или портала представляет собой набор неоднородные данные такие, как предпочтения человека, его возраст и пол. В настоящей работе для анализа посещаемости и выделения основных причин отказа от посещения интернет ресурса, наиболее значимых которые способствуют уходу посетителей и применение принципа 20/80 к нахождению наиболее оптимального контента. Был применен принцип Парето, разработан алгоритм на основе случайных величин x с параметрами x_m и k , которое задается равенством:

$$F_x(x) = P(X < x) = 1 - \left(\frac{x_m}{x}\right)^k, \quad \forall x \geq x_m.$$

Частные оценки рассчитываются в зависимости от типа критерия. В результате находится один парето-оптимальный вектор с максимальным значением комплексной оценки.

Применение метода расчета позволяет установить рекомендуемые 20% на которые следует обратить внимания для увеличения посещаемости интернет ресурса, а также сделать их более информативными.

Следовательно, те проблемы, которые нас интересуют, мы можем вынести в таблицу и на их основе построить диаграмму Парето (рис. 1).

В программе, осуществляется поиск парето-оптимальных векторов путем последовательного удаления заведомо неоптимальных. Чтобы ранжировать парето-оптимальные вектора по важности проблем, установленных по диаграмме Парето, вычисляется их комплексная оценка.

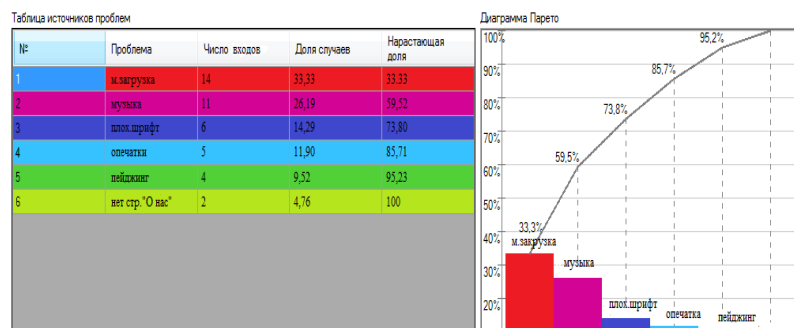


Рисунок 1 – Таблица проблем и диаграмма

ЛИТЕРАТУРА

1 Орловский, С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С. А. Орловский. – М.: Наука, 1981. – 208 с.

2 Дилигенский, Н. В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности / Н. В. Дилигенский, Л. Г. Дымова, П. В. Севастьянов. – М.: Машиностроение, 2004. – 212 с.

А. Д. Зайков, Н. Г. Михайлова
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

КРИПТОСИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

В настоящее время развиваются два основных направления, связанных с клеточными автоматами. Первым направлением является использование клеточных автоматов в качестве среды моделирования (симулирования) различных процессов, явлений и феноменов во многих областях науки. Второе направление рассматривает клеточные автоматы как самостоятельный объект исследования. Среда, которую представляют собой клеточные автоматы, обладает большими возможностями для моделирования совокупности взаимосвязанных однородных объектов. Сюда можно отнести моделирование физических процессов в физике частиц и ядерной физике, моделирование движения потоков жидкости, моделирование взаимодействующих клеточных систем в биологии и медицине, использование моделей на основе клеточных автоматов в нанотехнологиях и т.д. Клеточные автоматы являются параллельными структурами, и поэтому используются для решения проблем моделирования дискретных параллельных процессов, для создания параллельных алгоритмов обработки информации.

В работе изучены различные модели клеточных автоматов и их приложения. Исследованы возможности использования клеточных автоматов в задачах генерации псевдослучайных двоичных последовательностей. Представлены актуальные криптосистемы на основе клеточных автоматов. Сделан вывод о целесообразности использования некоторых структур клеточных автоматов для развития вычислительной техники с высокопараллельной архитектурой. Рассмотрены существующие и возможные решения некоторых задач преобразования информации, к которым, в свою очередь, можно отнести шифрование, кодирование и сжатие данных. Данный класс задач следует рассматривать отдельно, так как в отличие от моделирования разного рода процессов и явлений вид преобразуемых данных не имеет значения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Тоффоли, Т. Машины клеточных автоматов / Т. Тоффоли, Н. Марголус. – М.: Мир, 1991. – 280 с.

2 Беркович, С. Я. Клеточные автоматы как модель реальности: поиски новых представлений информационных и физических процессов / С. Я. Беркович. – М.: Издательство МГУ, 1993. – 112 с.

З Ландэ, Д. В. Модель диффузии информации / Д. В. Ландэ // Сборник научных трудов Института проблем регистрации информации / НТУУ «КПИ». – Киев, 2007. – Вып. 10: Информационные технологии и безопасность. Менеджмент информационной безопасности. – С. 51–67.

Е. А. Калейников, А. В. Клименко
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ВЕРСИОННОСТЬ. OPTIMISTIC OFFLINE LOCK. PESSIMISTIC OFFLINE LOCK

Под версионностью понимается предотвращение конфликтов между конкурирующими бизнес-транзакциями, выявляя их и откатывая транзакцию назад.

Зачастую бизнес-транзакция подразумевает выполнение нескольких системных транзакций. Выходя за пределы одиночной системной транзакции, мы не можем полагаться только на систему управления базы данных (СУБД), чтобы быть уверенными в том, что бизнес-транзакция оставит данные в консистентном состоянии. Целостность данных находится под угрозой, каждый раз, когда две бизнес-транзакции начинают работу над одними и теми же данными. Также может случиться ситуация, когда один процесс читает данные, в то время как другой – обновляет.

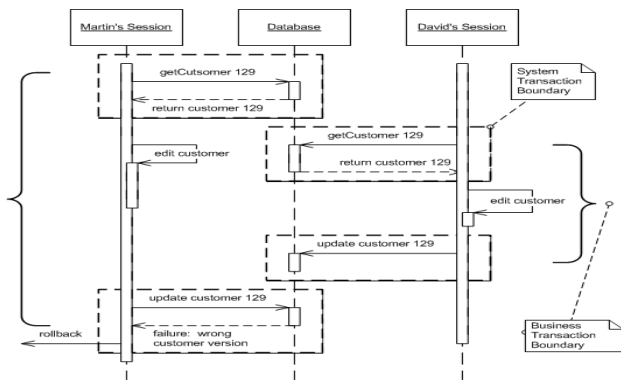


Рисунок 1 – Optimistic offline lock

Паттерн «Optimistic Offline Lock» решает эту проблему, проверяя завершенность одной транзакции и отсутствие конфликтов с другой. Успешная pre-commit проверка, в известном смысле, получает сигнал блокировки, что можно продолжать работать с изменениями в данных. Так как проверка происходит во время завершения каждой системной транзакции, бизнес-транзакции будут также консистентны.

Тогда как «Pessimistic Offline Lock» подразумевает, что шанс сессии на конфликт высок и поэтому ограничивает системную конкуренцию, «Optimistic Offline Lock» подразумевает, что шансы на конфликт не велики. Такое предположение не очень подходит для одновременной работы нескольких пользователей над одними данными.

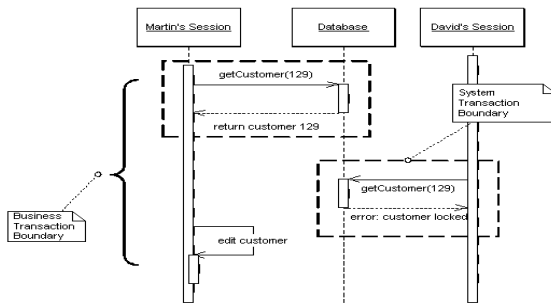


Рисунок 2 – Pessimistic offline lock

О. В. Ковриго, Д. М. Овчинников
(ВА РБ, Минск)
ДЕЦИМАЦИЯ СИГНАЛА

Цифровая обработка сигналов (ЦОС) – это одна из наиболее быстро развивающихся областей современной электроники, где информация содержится в цифровом виде или контролируется цифровым процессором. В настоящее время ЦОС используется в областях электроники, электротехники, робототехники, радио- и телекоммуникационных устройствах и многих других цифровых устройствах, где раньше применялась аналоговая обработка сигнала или было сложно пользоваться аналоговыми устройствами. Привлекательность ЦОС обусловлена такими основными

преимуществами, как отсутствие искажения характеристик и большая гибкость. Одним из этапов, решаемым с помощью ЦОС, является децимация (уменьшение) и интерполяция (увеличение) частоты дискретизации в многоскоростных системах.

Децимация позволяет произвести уменьшение частоты дискретного сигнала путём удаления его отсчетов, что приводит к эффективному сжатию данных и удалению избыточной информации. Преобразование данных облегчает обработку. При уменьшении частоты дискретизации сигнала с 100 кГц до 10 кГц без потери исходной информации, уменьшаются и затраты на вычисления [1].

Непосредственную децимацию цифрового сигнала не используют, потому что, если в спектре исходного сигнала верхняя частота превышает половину частоты дискретизации нового сигнала, возникает эффект наложения. Для устранения этого эффекта перед дециматором сигнала используют цифровой фильтр нижних частот, что позволяет получить ряд преимуществ:

- снижается вычислительная мощность (количество операций в секунду);
- снижается количество отсчетов во временной области, которые необходимо обработать – вычисления завершаются скорее, что позволяет обрабатывать более широкополосные сигналы;
- уменьшается потребляемая аппаратурой мощность (это важно в приборах с батарейным питанием);
- увеличивается отношение сигнал/шум за счет фильтрации сигнала (искаженного шумом), за которой следует децимация сигнала;
- уменьшается стоимость (за счет снижения тактовых частот) аппаратурных компонентов [2].

Таким образом, всегда, когда есть возможность проредить сигнал без возникновения ошибок наложения, разумно использовать децимацию сигнала.

ЛИТЕРАТУРА

1 Григорян, М. Б. Методы и устройства децимации сигнала с повышенным быстродействием для цифрового спектрального анализа: дис. ... кандидата техн. наук: 0112.11 / М. Б. Григорян. – Санкт Петербург, 2011. – 137 с.

2 Lyons, R. G. Преобразование частоты дискретизации / R. G. Lyons // Цифровая обработка сигналов: учебник / R. G. Lyons. – Москва, 2006. – С. 381–387.

Р. А. Мельников, Н. Б. Осипенко

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СОЗДАНИЕ ANDROID-ИГРЫ НА БАЗЕ ИГРОВОГО ДВИЖКА UNITY3D

Современные компьютерные игры признаются одной из областей искусства, наряду с театром и кино. Действительно ведь большое количество людей творческих профессий участвуют в создании игры. Например: программист, дизайнер уровней, дизайнер персонажей, сценарист, композитор, 3d-моделер – вот далеко не весь список необходимых специалистов. Ни для кого не секрет, что игры уже давно стали неотъемлемой частью жизни для многих людей. Мы уже пришли к тому, что видеоигры стали выпускаться даже на мобильные устройства, что в последнее время стало набирать популярность наравне с играми, выпускаемыми для персональных компьютеров. Поэтому освоение такого широко распространенного явления, как разработка «Видеоигры» на мобильное Android-устройство является актуальным.

Процесс создания Android-игры на игровом движке Unity3d делится на 3 этапа. На **первом** этапе необходимо изучить и освоить основные средства создания и редактирования сцены. На **втором** этапе познакомиться с процессом создания шейдеров и внедрения их в сцену. На **третьем** этапе овладеть экспортом готовой сцены в APK-файл.

В докладе характеризуются особенности создания трехмерных сцен, их редактирования, средств случайной генерации ландшафта, а так же написания различного рода шейдеров и конвертации игры в совместимый с Android формат файла APK.

В процессе работы было получено представление, опыт и знания [1–4] о том, как создается Android-игра на базе игрового движка Unity3d с применением технологий C#, CG и средств редактора игрового движка Unity. В дальнейшем планируется расширение функционала игры, добавление новых возможностей, а так же возможность взаимодействия игрока с окружающим миром.

ЛИТЕРАТУРА

1 Погружение в скрипты игрового движка Unity3d, ч. 1. [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/128711>. – Дата доступа: 20.12.2014.

2 Погружение в скрипты игрового движка Unity3d, ч. 2. [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/128948>. – Дата доступа: 20.12.2014.

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

3 Smith, M. Chico Queiroz Unity 4 Cookbook / M. Smith. – PACTT publishing, 2013. – 386 с.

4 Албахари, Д. С# 5. 0. Справочник. Полное описание языка / Дж. Албахари. – ООО "И.Д. Вильямс", 2016. – 1040 с.

Д. А. Михашук, А. А. Слука

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CMS WORDPRESS ПРИ СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОРТАЛА

В современном мире технологий все стало зависеть от информационных порталов всемирной паутины-интернет. Любому предприятию, фирме, индивидуальному предпринимателю нужен сайт. Даже каждая школа или детский сад имеют свой сайт, не говоря об других крупных государственных учреждениях.

Но, к сожалению, не каждый желающий имеет возможность заказать и разработать сайт с уникальным дизайном и всеми необходимыми инструментами и функциями.

В таких ситуациях идеальной платформой для разработки веб-сайта является CMS WordPress.

Основные плюсы системы управления содержимым CMS WordPress:

- бесплатность;
- простота установки и использования;
- кроссплатформенность;
- интегрированный визуальный и текстовый редактор;
- встроенная поддержка SEO;
- расширяемость функционала;
- безопасность;
- возможность недорогого изменения дизайна;
- оперативность отклика.

В ходе выполнения работы были разработаны структура и дизайн информационного портала. Данный сайт ориентирован на студентов и преподавателей. С его помощью пользователи смогут получать необходимую информацию.

Разработанный проект сайта удовлетворяет всем требованиям, поставленным на этапе постановки задачи. В качестве дальнейшего со-

вершенствования информационного портала предусмотрена возможность разработки и внедрения различных модулей. Так же возможна доработка интерфейса сайта с целью повышения его информативности, привлекательности и удобства.

ЛИТЕРАТУРА

1 Уильямс, Б. WordPress для профессионалов / Б. Уильямс, Д. Дэмстра, Х. Стэрн. – СПб. : Питер, 2014. – 464 с.

2 Зельдман, Д. WEB-дизайн по стандартам / Д. Зельдман. – М.: ИТ Пресс, 2005. – 440 с.

Л. С. Мороз, Е. Д. Гапоненко, А. А. Тихон
(БГТУ, Минск)

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ФАЙЛОВЫХ СИСТЕМ

В традиционных системах хранения данных действия осуществляются как над небольшими блоками информации определенных размеров, так и над метаданными. На сегодняшний день развиваются системы хранения объектов, где вместо блоков с данными оперируют объектами, имеющими различные параметры. Системы хранения объектов базируются на стандарте T-10 Object Storage Devices (OSD).

Фундаментальное различие между блочными и объектными системами хранения заключается в том, что в первом случае вы создаете объекты из наборов блоков, содержащих данные и метаданные, а во втором – оперируете с объектами и соответствующими им метаданными напрямую.

Виртуальный переключатель файловых систем VFS (Virtual File System Switch) дает доступ к *extfs*, а *extfs* уже взаимодействует с системой хранения объектов через локальный инициатор OSD. Log-структурированные файловые системы идеально подходят для твердотельных накопителей, поскольку в этом случае операции записи распределяются равномерно по всему устройству, что ведет к снижению количества циклов стирания данных – это позволяет значительно продлить срок жизни SSD.

Идея log-структурированной файловой системы была предложена еще в 1988 году Джоном Остераутом (John Ousterhout) и Фредом Дуглисом (Fred Douglass), а реализована в 1992 году в операционной системе Sprite. Суть здесь в следующем: файловая система представляется в виде циклического журнала, куда записываются новые данные и метаданные,

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

причем свободное место всегда берется с конца. Это означает, что в журнале может оказаться множество копий одного файла, но активной будет всегда считаться самая актуальная из них. Эта интересная особенность позволяет получить несколько преимуществ (рис. 1).

Этот подход к хранению данных ведет к снижению накладных расходов при записи – запись осуществляется последовательно, данные быстрее оказываются на диске, потому файловая система работает быстрее. Еще Рави Тандон пишет, что log-структурированные системы поддерживают такие функции, как контроль версий и восстановление данных, фактически позволяя вам «путешествовать во времени».

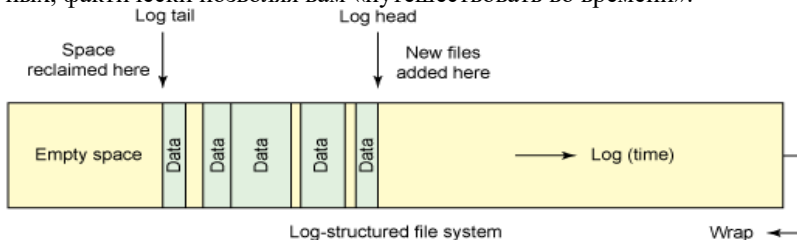


Рисунок 1 – Log-структурированная файловая система

ZFS (Zettabyte File System) – это 128-битная файловая система, которая поддерживает файлы до смешного огромных размеров (16 эксабайт) и способна работать с дисковыми объемами до 256 зеттабайт. Лидер проекта ZFS Джефф Бонвик (Jeff Bonwick) сказал, что «заполнение 128-битных файловых систем превысит квантовые возможности хранения данных на Земле». «Вы не сможете заполнить и хранить 128-битный объем, не вскипятив при этом океаны» – отметил Бонвик.

Пример того, насколько велики эти числа: если создавать тысячу файлов каждую секунду, то для достижения предела количества файлов в ZFS потребуется около 9000 лет. Вообще файловая система ZFS спроектирована таким образом, чтобы нельзя было столкнуться с какими-либо ограничениями в обозримом будущем.

ZFS строится поверх виртуальных пулов с данными (zpool). Получается так, что все подключенные диски являются частью одного гигантского раздела. Более того, диски могут связываться друг с другом в виртуальные RAID-массивы, которые обладают способностью к «самоисцелению». Еще эта файловая система позволяет делать снапшоты, чтобы восстановить данные в случае повреждения.

В принципе, такая схема обладает и достоинствами, и недостатками.

К достоинствам, конечно, относится то, что при работе в сети можно экономить дисковое пространство. Но, с другой стороны, приходится работать с удаленными файлами, что существенно медленнее, чем работа с локальными. Кроме того, реальная возможность доступа к удаленному файлу критически зависит от работоспособности сервера и сети.

О. Р. Мысливец
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)
**ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ
КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
ФАЙЛОВЫХ СИСТЕМ**

При расследовании и раскрытии преступлений в сфере информационных технологий всю необходимую информацию зачастую получают при криминалистическом анализе файловых систем. При этом полезно иметь эталонную модель, упрощающую проведение криминалистического анализа. В настоящий момент в ГрГУ им. Янки Купалы проводятся исследования по улучшению существующей [1] модели анализа файловых систем. В процессе этих исследований были выявлены следующие особенности анализа файловых систем.

Во-первых, при проведении криминалистического анализа аналитику следует учитывать взаимодействие файловых и операционных систем. Аналитик должен хорошо знать не только структуру файловой системы, но и операционную систему, записывающую данные. При анализе необходимо учитывать особенности реализации драйвера файловой системы для конкретной ОС, а именно то, какой набор действий нужен драйверу для выполнения базовых операций над файлами, а также какие структуры файловой системы при этом затрагиваются, а какие остаются без изменения. Каждая операционная система использует свою методику работы с файлами и метаданными, основанную на особенностях реализации драйвера используемой файловой системы. Отсутствие документации, описывающей особенности работы драйвера определенной файловой системы для конкретной ОС, усложняет проведение криминалистического анализа.

Во-вторых, при проведении криминалистического анализа файловой системы следует учитывать стратегию выделения операционной

системой свободных кластеров. Несмотря на то, что в спецификациях для некоторых файловых систем указана стратегия выделения, обеспечить выполнение этого требования в разных операционных системах не всегда представляется возможным.

Учет особенностей взаимодействия файловых и операционных систем должен помочь аналитику проводить более качественный криминалистический анализ.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кэрриэ Б. Криминалистический анализ файловых систем / Б. Кэрриэ. – СПб.: Питер, 2007. – С. 165.

Н. А. Шмаков

(ГТУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ИНТЕГРАЦИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ЯЗЫКЕ C++ С СИСТЕМАМИ ОЧЕРЕДЕЙ СООБЩЕНИЙ

Система очередей сообщений (Message-Oriented Middleware) обеспечивает асинхронный метод взаимодействия между распределенными программными комплексами. Данный подход позволяет поддерживать обмен сообщениями независимо от аппаратной или операционной системы. При этом гарантируется, что сообщение не будет потеряно или получено дважды.

В настоящее время язык C++ не предоставляет инструменты для реализации взаимодействия с помощью систем очередей сообщений. Как следствие, для решения задач подобного рода необходимо задействовать ряд готовых библиотек. Так как системы очередей сообщений, как правило, предоставляют асинхронный способ взаимодействия, то в данный набор библиотек необходимо включать соответствующие средства, поддерживающие возможность асинхронного обмена сообщениями.

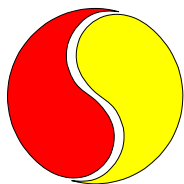
Для улучшения качества разработки данного типа приложений одним из решений является построение программного обеспечения на основе модели акторов. Данная модель предоставляет асинхронные средства обмена сообщениями и может быть реализована посредством одной из библиотек языка C++.

Были рассмотрены существующие в настоящее время фреймворки на языке C++. Для решения задачи был выбран SObectizer как

библиотека, реализующая модель акторов и предоставляющая возможность асинхронного взаимодействия между акторами, что позволяет эффективно выполнять интеграцию с очередями сообщений. В дальнейшем была организована возможность асинхронного получения сообщений из очередей на базе SObjectizer и написана первая версия клиентского приложения, взаимодействующего по протоколу AMQP.

Использование библиотеки SObjectizer позволило с минимальными затратами добиться параллельной обработки и отправки сообщений, а также высокой пропускной способности.

В докладе рассматриваются особенности применения данного подхода, его возможности для организации распределенных приложений на языке C++, требующих большой пропускной способности, а также потенциальное применение для реализации всех возможностей протокола AMQP.



СОВРЕМЕННЫЕ СЕТЕВЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Информационные технологии
в обучении*

**Г. В. Беломутов, П. Ю. Дроздов, А. С. Куранцов,
И. Д. Шинкоренко**
(ГГТУ им. П.О. Сухого, Гомель)

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «УЛИЦЫ ГЕРОЕВ»

В Гомеле именами героев Великой Отечественной войны названо большое количество улиц. Все эти названия у нас на слуху: мы называем их таксисту, вводим в навигаторе, пишем на конвертах. Но часто даже не подозреваем в честь кого, а точнее, за какие заслуги на домах, ресторанах, детских садах и школах, на других постройках, стоящих вдоль дороги, размещают таблички с фамилиями.

Гомель – это город с богатым историческим прошлым. И, чтобы каждый, идя по улице, названной в честь героя, знал, кто этот герой, знал, какой подвиг совершил, мы создаём это приложение.

Мобильное приложение «Улицы Героев» – это своеобразный путеводитель по улицам, названным в честь героев Великой Отечественной войны. Это приложение разрабатывалось к годовщине освобождения города Гомеля от немецко-фашистских захватчиков. Приложение даёт возможность ознакомить жителей и гостей города Гомеля с его историей, путем предоставления интересной информации через специализированное приложение для мобильных телефонов или планшетов. Это позволит углубить знания жителей о своём городе, а гостям – узнать про улицы, по которым они путешествуют, также будет полезно, конечно же, нам, молодёжи, так как некоторые не задумываются и возможно не хотят задумываться: почему та или иная улица носит такое название? Нынешнее поколение очень сильно привязано к новым технологиям, сейчас почти всё есть в интернете, так скажем в «электронном варианте», поэтому им проще будет донести такую информацию не через книги, а через смартфоны. Но мы же не можем забыть, и

о старшем поколении, которое тоже осваивает новые возможности современности. Им тоже будет полезно это приложение. Туристы, часто приезжающие в Гомель, смогут без гидов узнать: в честь кого названа улица. Проект позволит развивать город не только в социальном, но и в туристическом плане.

Техническим преимуществом является возможность пользования мобильным приложением в офлайн режиме, что явится безусловным плюсом не только для жителей Беларуси, но и для туристов приезжих из-за границы, в связи с повышенными тарифами на интернет в роуминге. Важной особенностью мобильного приложения будет наличие функции быстрого поиска той или иной улицы Гомеля, что значительно сократит время изучения города, если вы в нем впервые.

С. В. Балычев, Н. Б. Осипенко

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В СИСТЕМЕ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ

В большинстве приложений автоматизации технологических работ, которые используются сейчас, нечеткая логика дает возможность использовать опыт операторов и технологов для того, чтобы управлять процессами. Сначала 90-х годов двадцатого века возник интерес к методам управления, получивших название «нечеткая логика управления». На тот момент возникло большое количество электрических и электротехнических приложений в домашней технике, в которых применялись политика руководства этого вида. В авто индустрии, благодаря использованию способов нечеткой логики, возникли, например, автоматическое переключение передач в трансмиссии, а также – системы впрыска, подавляющие шум системы, кондиционеры воздуха и прочие инновации. Это привлекло внимание общественности к термину «нечеткая логика».

Как правило, при программном контроле знаний обычно требуется выдать конкретный ответ на заданный вопрос, выбрав один из предложенных вариантов ответов, либо сформулировав (из лимитированного набора слов, букв, цифр, либо графических знаков) свой вариант ответа. Так или иначе, учащийся обязан на базе имеющихся знаний сделать формулировку ответа такой, которая содержала бы решение об

истинности предлагаемого суждения в определениях строгой логики, не имея способности выразить сомнение, либо показать, как ответ имеет возможность отличаться от правды. При всем этом программный контроль в силу отчужденности от личности педагога не разрешает применять навык педагога для выявления реальных познаний учащихся.

Исходя из этого, для проведения программного контроля знаний предлагается использовать экспертную систему, которая основана на аппарате нечеткой логики. Подобная система даст учащемуся шанс оперировать не только типичными значениями логических переменных «ложь» и «истина», но и применять их промежуточные значения, плавно переходящие от одного крайнего значения («ложь») к другому крайнему значению («истина»).

При выведении окончательной оценки успеваемости учащегося или же экзаменационной оценки нередко экзаменатору приходится предусматривать множество различных факторов: знание того или иного предмета, знание литературы, умение обосновывать собственные выводы. Также, надо учитывать научную и внеучебную занятость учащегося. Всё это создает реальные допущения с целью применения аппарата нечеткой логики в целях формализации норм и построения системы поддержки принятия решений. Нечеткая логика и ее способы применяются в вопросах моделирования и управления. В серии событий для осуществления нечетких логических операций над переменными эксплуатируются предложенные Л. Заде нечеткая конъюнкция $x \vee y = \min(x, y)$ и дизъюнкция $x \wedge y = \max(x, y)$. Данное понятие хорошо зарекомендовало себя при вычислениях по заданным логическим формулам, что и употребляется в вопросах управления и моделирования.

В. В. Ведрова, И. В. Тройко

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ИНФОРМИРОВАНИЕ И ПРОФОРИЕНТАЦИЯ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРЕЗ СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ

На сегодняшний день актуально использование социальных сетей в различных сферах деятельности, но использование данного метода

информирования об услугах и мероприятиях в сфере образования недостаточно активно. Основными методами информирования на данный момент являются сайты, газеты и др.

В работе была исследована эффективность ранее используемых методов информирования и внедрение нового на примере УО Гродненский государственный университет имени Янки Купалы. Были построены DFD-диаграммы процессов, с помощью которых видна как общая, так и более детализированная картина необходимых мероприятий для внедрения нового метода.

Новый метод информирования заключается в использовании социальных сетей для более полного охвата целевой аудитории и оперативного информирования. Главными площадками, на которых данный метод опробован, являются социальные сети «ВКонтакте» и «Одноклассники».

В качестве средств информирования в рамках проделанной работы были выделены: сообщество, беседы и личные сообщения, информационные посты, опросы, обсуждения.

Данная работа содержит рекомендации по использованию социальных сетей и описания средств информирования в сфере образования. Рекомендации позволяют достичь эффективного информирования, а также повышают вероятность охвата целевой аудитории в образовательной отрасли.

В. А. Веремеева

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА КОНТРОЛЯ
ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ
«МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИКА»**

Математическую экономику в целом можно рассматривать как науку о математическом моделировании экономических процессов и применении математических методов для решения задач рационального ведения хозяйства различными участниками экономики.

Одним из типичных участников экономики является потребитель, основная задача которого в экономической системе – имея ограниченный доход, добиться максимальной для себя выгоды при выборе (для покупки) набора товаров и услуг при заданных ценах на них.

В реальной жизни любые продукты могут служить не только как потребительские блага для отдельного индивидуума, но и как производственные факторы для фирмы. В свою очередь, фирму можно рассматривать, с одной стороны, как потребителя товаров, если она решает задачу рационального использования сырьевых материалов при ограниченных денежных средствах, имеющихся у неё, с другой стороны – как производителя, если решается производственная задача выпуска продукции. Таким образом, любой продукт может выпускать и как товар, и как производственный фактор, а любая производственная единица может выпускать как в роли потребителя, так и в роли фирмы в зависимости от решаемой задачи.

Решение задач по курсу «Математическая экономика» заключается, в частности, в построении функций полезности и её графиков, изображения множества безразличия, нахождения нормы замещения товаров, решения задачи оптимального потребления в неоклассической постановке, изображение кривых Энгеля, составлении функции спроса и построении графиков зависимости спроса на ингредиенты от бюджета при известных матрице затрат, векторе цен на выпуск продукции и ингредиенты.

При использовании разработанного автоматизированного программного комплекса упрощается проверка преподавателем лабораторных работ по курсу «Математическая экономика» за счёт программного решения задач, построения необходимых графиков и таблиц, а также вычисления и составления функций.

Для визуализации построена графическая имитационная модель в Delphi 7.0, предназначенная для отображения всех необходимых функций и значений, а также построения графиков.

Разработанный автоматизированный программный комплекс может быть использован для проверки и оценки теоретических знаний.

Е. М. Войтович

(БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест)

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕНТАЛЬНЫХ КАРТ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В ВОСЬМОМ КЛАССЕ

Информационный обмен между участниками учебного процесса протекает в основном в вербальной и знаковой формах [2], поэтому в

более выигрышном положении оказываются учащиеся с высокими уровнями развития вербального и математического интеллекта. Кинестетики, визуалы, ученики с развитыми пространственными, музыкальными способностями оказываются в худшем положении, и они быстро могут превратиться в неуспевающих учащихся [2].

Одним из методов, который может «сгладить» недостатки обучения в современной школе, считается метод использования ментальных карт, в основу которого положены исследования английского психолога Тони Бьюзена [2, 3]. Ментальные карты (интеллект-карты) – это средство графического выражения процессов восприятия, обработки и запоминания информации, творческих задач, инструмент развития памяти и мышления.

Методика использования ментальных карт основана на следующих отличительных свойствах: наглядности, привлекательности, возможности запоминания и структурирования представленной информации.

Нами разработаны ментальные карты для изучения геометрии в восьмом классе по темам «Многоугольники», «Площадь фигуры», «Подобные фигуры», каждая из которых включает основное содержание материала, изучаемого на уроках геометрии. Каждая карта содержит ветви, открывая которые, учащиеся работают с теорией (определения, теоремы), с простейшими задачами (задачи на распознавание, на подведение под понятие), с задачами на готовых чертежах (решение задач различными способами).

Разработанные нами карты можно использовать на уроках различных типов при: изучении нового материала (конспектирование); закреплении изученного; обобщении и систематизации знаний (при проведении обобщающих уроков); написании самостоятельных или контрольных работ.

Работать с картами можно индивидуально, в мини-группах (по 2–3 учащихся), коллективно (при проведении фронтальных опросов) [2, 3].

ЛИТЕРАТУРА

1 Шлык, В. В. Геометрия: учеб. пособие для 8 класса с 11-летним сроком обучения / В. В. Шлык. – Минск: Народная асвета, 2011. – 166 с.

2 Визуальное мышление [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: http://mind-manager.ru/article/what_is_mindmaps. – Дата доступа: 20.02.2016.

3 Конструктор успеха [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://constructor.ru/uspex/intellekt-karty.html>. – Дата доступа: 05.01.2016.

А. К. Дорнин

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

ПРИМЕНЕНИЕ ОБЛАЧНОГО КЛАСТЕРА ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ МЕТОДАМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Весьма существенной проблемой в процессе обучения практической защите компьютерной информации является нехватка и недостаточная мощность программно-технической базы. Выходом из этой ситуации представляется создание и использование в учебном процессе виртуальных облачных лабораторий на базе облачного кластера ГрГУ им. Я. Купалы.

В качестве программной основы для облачной инфраструктуры, используемой в учебном процессе, в ГрГУ им. Я. Купалы выбрана платформа OpenNebula. Она базируется на вычислительных ресурсах программно-аппаратного комплекса на основе оборудования IBM.

К преимуществам использования платформы OpenNebula при подготовке ИТ-специалистов и специалистов по защите информации можно отнести: возможность формирования профильных библиотек образов ВМ с комплектами ПО учебного назначения; возможность быстрого пакетного развертывания, обновления, удаления однотипных виртуальных рабочих мест (лабораторий); формирование на основе набора ВМ лабораторных макетов распределенных систем.

Использование платформы OpenNebula позволяет реализовать ряд возможностей для обучения методам защиты информации: создание модели типового предприятия по принципу STF-лаборатории; тестирование в облаке антивирусного ПО без вероятности повреждения оборудования студентов; развёртывание виртуальной машины с различными уязвимыми сетевыми сервисами, используемой для обучения сканированию безопасности сети; развёртывание ряда виртуальных машин по курсу «Управление информационной безопасностью» (обучение использованию DLP-систем, программных комплексов по анализу угроз и уязвимостей, систем защиты рабочих станций от утечек информации).

На момент подготовки данного материала в облаке развёрнута и подготовлена к использованию в учебном процессе виртуальная машина «Metasploitable Linux», используемая для наглядной демонстрации наиболее распространённых уязвимостей сетевых служб.

К сложностям использования облачных технологий в учебном процессе можно отнести то, что подготовка мастер-образов и шаблонов ВМ является весьма трудоёмким процессом, требующим не только владения предметной областью, но и навыков системного администрирования Windows и Linux, а также знания особенностей облачной платформы. Также недостатком является невозможность использования некоторых ОС семейства Windows (в частности, Windows XP SP3 и некоторых других, более старых версий) из-за несовместимости с используемым средством виртуализации KVM.

Н. А. Жилияк, О. Н. Запотьлок, В. Д. Куликовский

(БГТУ, Минск)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ

Основным средством информационных компьютерных технологий (ИКТ) для информационной среды любой системы образования является персональный компьютер, возможности которого определяются установленным на нем программным обеспечением. Основными категориями программных средств являются системные программы, прикладные программы и инструментальные средства для разработки программного обеспечения. К системным программам, в первую очередь, относятся операционные системы, обеспечивающие взаимодействие всех других программ с оборудованием и взаимодействии пользователя персонального компьютера с программами. В эту категорию также включают служебные или сервисные программы. К прикладным программам относят программное обеспечение, которое является инструментарием информационных технологий – технологий работы с текстами, графикой, табличными данными и т.д.

С появлением компьютерных сетей и других, аналогичных им средств ИКТ образование приобрело новое качество, связанное в первую очередь с возможностью оперативно получать информацию из любой точки земного шара. Через глобальную компьютерную сеть Ин-

тернет возможен мгновенный доступ к мировым информационным ресурсам (электронным библиотекам, базам данных, хранилищам файлов и т.д).

Для обеспечения эффективного поиска информации в телекоммуникационных сетях существуют автоматизированные поисковые средства, цель которых – собирать данные об информационных ресурсах глобальной компьютерной сети и предоставлять пользователям услугу быстрого поиска. С помощью поисковых систем можно искать документы всемирной паутины, мультимедийные файлы и программное обеспечение, адресную информацию об организациях и людях. В отличие от традиционной книги, образовательные электронные издания позволяют подавать материал в динамичной графической форме (рис. 1).

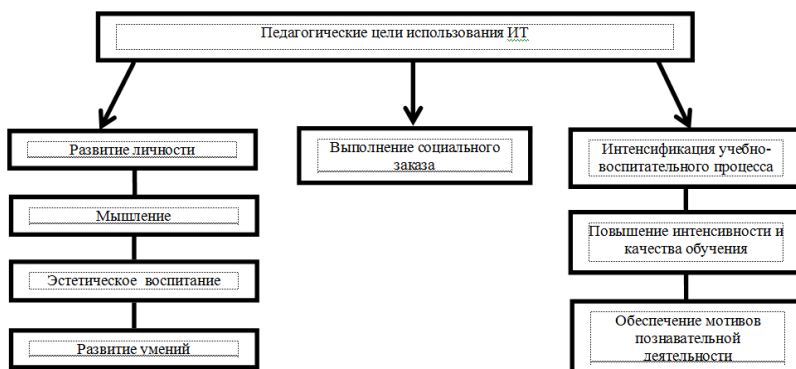


Рисунок 1 – Педагогические цели использования ИТ

Мощной технологией, позволяющей хранить и передавать основной объем изучаемого материала, являются образовательные электронные издания. Эти технологии позволяют, при соответствующей доработке, приспособить существующие курсы к индивидуальному пользованию, предоставляют возможности для самообучения и самопроверки полученных знаний. В отличие от традиционной книги, образовательные электронные издания позволяют подавать материал в динамичной графической форме.

Н. А. Жилияк, Н. С. Каргин, А. В. Кочерго
(БГТУ, Минск)

СОВРЕМЕННЫЙ JAVASCRIPT И ЕГО УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ

JavaScript (далее JS) – представляет собой прототипно-ориентированный сценарный язык программирования. Изначально язык позиционировался как инструмент, предназначенный для придания динамичности веб-сайтам, однако за последние несколько лет JS эволюционировал до крайне удобного и гибкого инструмента. У большинства разработчиков существует стойкое убеждение о неспособности данного языка использоваться как серверная технология или в качестве языка для написания мобильных приложений.

В последние несколько лет мы можем видеть бурное развитие данного языка программирования. Примером может служить Node – программная платформа, транслирующая классический JS в машинный код. Данная технология позволяет запустить сервер, предназначенный для решения самых разнообразных задач в самые короткие сроки. В связке с NoSQL решениями разработчик получает внушительный прирост производительности и уменьшение трафика, что значительно сокращает стоимость работы проекта.

На данном графике мы можем видеть падение времени, затраченного на загрузку страницы, с переходом с PHP на Node. Можно сделать вывод о том, что в будущем, благодаря бурному развитию Node, данная технология будет крайне востребованной. Хотя бы поэтому стоит начать изучать JavaScript.

Не говоря уже о том, что с помощью JavaScript можно создавать прекрасные клиентские веб-приложения, мы можем смело утверждать, что уже сейчас данный язык можно смело применять при разработке мобильных приложений и даже приложений под настольные операционные системы.

Существуют такие фреймворки, как phoneGap, ReactNative и NativeScript. Если phonegap использует движок браузера для вывода страницы, то NativeScript использует полностью нативный рендеринг страниц. Используя лишь XML, CSS и JavaScript разработчик может прямо сейчас разработать кросс-платформенное приложение для самых популярных мобильных операционных систем, Android и iOS.

Windows 10 предоставляет все возможности для разработки на JavaScript в связке с HTML приложений, работающих на всех устройствах с данной операционной системой. И начать разрабатывать можно уже сейчас, используя стандартное средство Microsoft Visual Studio 2015.

Можно сделать вывод о том, что JavaScript универсален и современный программист обязан знать данный язык хотя бы в какой-то степени, если заинтересован в хорошей производительности и кросс-платформенности собственного приложения. Помимо того, уже существуют микроконтроллеры, работающие на одном чипе, способные выполнять JavaScript практически в режиме реального времени, потребляя при этом феноменально маленькое количество энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1 Жилияк, Н. А. Введение в JavaScript: учеб.-метод. пособие для студентов специальности «Информационные системы и технологии» (издательско-полиграфический комплекс) / Н. А. Жилияк. – Минск: БГТУ, 2014. – С. 242.

Н. А. Жилияк, В. А. Колодко

(БГТУ, Минск)

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ СТОРОНЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ

В наше время информационные технологии (ИТ) играют важную роль в жизни человека. ИТ позволяют не только облегчить труд человека, но и увеличить производительность. Так же подготовка молодых специалистов не обошлась без ИТ так, как мир развивается очень быстро и с каждым днем в технике нуждается все большее количество компаний. Поэтому различные высшие учебные заведения стремятся обучить своих студентов использовать новейшие ИТ-технологиями. Из этого можно выделить задачи, решаемые с помощью ИТ:

- индивидуализация работы самого учителя;
- усиление мотивации к обучению;
- обеспечение гибкости процесса обучения;
- привлечения учащихся к исследовательской деятельности.

Но, несмотря на то, что уже есть большой опыт в области ИТ-обучения, многие преподаватели с осторожностью относятся к возможности применения компьютерных средств обучения. Также процесс компьютеризации обучения сталкивается с рядом проблем:

- для того что бы обеспечить техническую базу при обучении, требуются большие денежные затраты;
- требуется много временных затрат, на изучение или создание новейших технологий.

Но все же, благодаря ИТ, человечество достигло многого в различных сферах деятельности. Все проблемы можно компенсировать следующими достижениями:

- обнаружение воды на марсе;
- обнаружение новых планет (Kepler-452b);
- создание искусственной листвы, способной на фотосинтез;
- создание искусственного интеллекта, способного на разговор и изучение нового языка и многое другое.

Все это было открыто и создано буквально за последние 5 лет. Так же надо отметить, что ИТ используется не только в ИТ-сферах, но и в различных других направлениях. Например, на промышленных и производственных предприятиях используют базы данных, которые позволяют содержать сведения о каждом работнике и при этом совсем не надо иметь большие склады под рукописные документы. Опять же возьмем предприятие, по какой-либо сборке продукции. На многих заводах стоят роботы-сборщики, конечно, которым управляет человек, но он управляет этим роботом на расстоянии, через компьютер. Тем самым увеличивается производительность в несколько раз. На мой взгляд, это является хорошей причиной для того, чтобы стремительно развивать ИТ-обучение, готовить новых специалистов, которые будут работать по новым методам и с новейшими технологиями. Но для того чтобы создавать те самые новые методы работы, нужно идти в ногу с быстро развивающимися технологиями. Т.к. узнав сегодня что-то новое, это новое – завтра устареет и использовать это уже не имеет смысла. Делая выводы необходимо отметить, что каждый преподаватель должен самообучаться на протяжении всей своей преподавательской деятельности, узнавать что-то новое и не использовать теорию 10-и летней давности. ИТ играют важную роль в современном обучении.

Н. А. Жилияк, В. А. Кушнер
(БГТУ, Минск)

ПОЧЕМУ ТАК ВАЖНО ЗНАТЬ АНГЛИЙСКИЙ В ИТ-СФЕРЕ

Английский, как и еще ряд европейских языков, является мировым. Но так ли важно программисту знать именно английский. Ответ очевиден – конечно, важно! На то есть несколько причин. Главная из

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

них – язык программирования. Все команды в любом из языков программирования, к примеру, Паскаль, C++, Java, Delphi, PHP, написаны на английском языке. Без знания английского, вряд ли представляется возможным не только написать хотя бы одну команду или условие, но и прочитывать уже готовый код.

Дальше – больше. Все значимые труды, методики, справочники, базы данных или любая другая методическая информация, являющаяся теоретической основой, написаны на английском языке. Нет, конечно, что-то можно найти и на русском, немецком, французском или каком-нибудь еще языке. Однако большинство необходимой для программиста информации все же на английском языке. И на это есть одна, но очень весомая причина.

Практически все мировые лидеры по разработке компьютерного оборудования, программ и прочих необходимых для этой сферы промышленности производств, находятся в США. К примеру, Google или Microsoft. Поэтому, если есть желание работать в таких компаниях, тогда знание английского языка является необходимым.

Понимание английского языка, умение на нем читать, писать и слушать открывают невиданные образовательные возможности перед программистом. Владая английским, с легкостью можно записаться на любой из множества представленных в интернете, вебинаров, связанных с программированием. Английский дает возможность получать информацию из первоисточников, не надеясь на знания и точный перевод какого-либо издательского дома, занимающегося адаптацией компьютерной литературы.

Без знания английского языка настоящим профессионалом в программировании, увы, не стать. Разбираться, конечно, можно, но быть тем, на кого будет равняться, не получится. Ведь для того, чтобы таким стать, необходимо написать множество трудов, посвященных программированию. Можно это сделать на своем родном языке, однако, если необходимо признание международного сообщества, тогда самый верный путь для этого – написать свой труд на английском языке. Ведь тогда не придется тратить время на его перевод, что значительно ускорит процесс «распространения» информации о каких-либо достижениях или открытиях.

Из всего вышесказанного сделаем один вывод – английский язык знать программисту нужно. Без него, конечно, можно обойтись на

начальном этапе. Однако дальнейший рост, личностное развитие и карьерное продвижение без знания английского просто невозможно.

Н. А. Жиляк, Н. П. Михеенко

(БГТУ, Минск)

ВИДЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВИРУСОВ

Существует большое количество различных компьютерных вирусов. Одни из них, могут просто заставлять двигаться курсор мыши, другие, могут украсть ваши личные данные и даже повредить работу всей операционной системы. Давайте рассмотрим основные виды компьютерных вирусов.

Вредоносная программа (Malware) – это любое программное обеспечение, созданное для получения несанкционированного доступа к компьютеру и его данным, с целью хищения информации или нанесению вреда. Термин «Вредоносная программа» можно считать общим для всех типов компьютерных вирусов, червей, троянских программ и т.д.

Компьютерный вирус – программа, скрытно работающая в системе, с целью нанесения вреда компьютеру. Вирус способен самостоятельно создавать и распространять свои копии.

Все представленные виды компьютерных вирусов могут, в той или иной степени, нанести вред вашему компьютеру.

Приведем примеры некоторых наиболее часто встречаемых видов компьютерных вирусов:

– **«Червь»**. Червь – программа, которая делает копии самой себя. Ее вред заключается в захламлении компьютера, из-за чего он начинает работать медленнее. Отличительной особенностью червя является то, что он не может стать частью другой безвредной программы;

– **Троянская программа (троянский конь, троян)**. Троянская программа маскируется в других безвредных программах. До того момента как пользователь не запустит эту самую безвредную программу, троян не несет никакой опасности. Троянская программа может нанести различный ущерб для компьютера. В основном трояны используются для кражи, изменения или удаления данных. Отличительной особенностью трояна является то, что он не может самостоятельно размножаться;

– **Программы – шпионы.** Шпионы собирают информацию о действиях и поведении пользователя. В основном их интересует информация (адреса, пароли);

– **«Зомби».** Зомби позволяют злоумышленнику управлять компьютером пользователя. Компьютеры – зомби могут быть объединены в сеть и использоваться для массовой атаки на сайты или рассылки спама. Пользователь может не догадываться, что его компьютер зомбирован и используется злоумышленником;

– **Программы – блокировщики (баннеры).** Это программа, которая блокирует пользователю доступ к операционной системе. При загрузке компьютера появляется окно, в котором пользователя обвиняют в скачивание нелицензионного контента или нарушение авторских прав. И под угрозой полного удаления всех данных с компьютера требуют отослать смс на номер телефона или просто пополнить его счет. Естественно после того как пользователь выполнит эти требования баннер никуда не исчезнет.

Н. А. Жиляк, Е. С. Рябченко

(БГТУ, Минск)

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

В настоящее время в активно осуществляется внедрение информационных технологий в образовательный процесс. Современные технические средства обучения способствуют модернизации учебно-воспитательного процесса, активизируют мыслительную деятельность учащихся, способствуют развитию творчества педагогов, позволяют проводить дистанционное обучение, развивают систему непрерывного образования, тем самым повышая эффективность образовательного процесса. В отечественных и зарубежных изданиях компьютеризация учебного процесса рассматривается как один из актуальных факторов организации обучения.

Информатизация образования, представляет собой систему методов, процессов и программно-технических средств, интегрированных с целью сбора, обработки, хранения, распространения и использования информа-

ции в интересах ее потребителей. Цель информатизации состоит в глобальном увеличении эффективности интеллектуальной деятельности за счет использования новых информационных технологий (рис. 1).

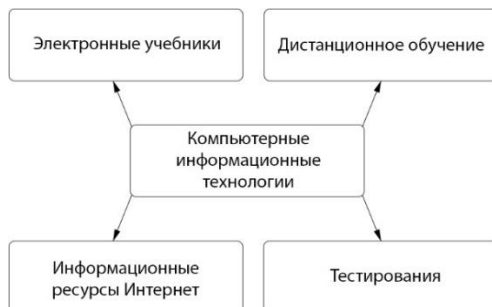


Рисунок 1 – Обучение с использованием информационных технологий

Информационные технологии предоставляют следующие возможности:

- 1) Рационально организовать познавательную деятельность учащихся в ходе учебного процесса.
- 2) Сделать обучение более эффективным, вовлекая все виды чувственного восприятия ученика в мультимедийный контекст и вооружая интеллект новым концептуальным инструментарием.
- 3) Построить открытую систему образования, обеспечивающую каждому индивиду собственную траекторию обучения.
- 4) Вовлечь в процесс активного обучения категории детей, отличающихся способностями и стилем учения.
- 5) Использовать специфические свойства компьютера, позволяющие индивидуализировать учебный процесс и обратиться к принципиально новым познавательным средствам.

Н. А. Жияк, Г. В. Шуксто, А. В. Гаврусев

(БГТУ, Минск)

ЯЗЫК XML

Расширяемый язык разметки XML основывается на принципах и соглашениях двух существующих языков разметки, XML и SGML,

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

каждый из которых получил широкое распространение и успешно использовался для решения своего круга задач.

Несмотря на то, что идеи обобщенной разметки начали появляться еще в 60-х годах, SGML (standard generalized markup language, стандартный язык обобщенной разметки) был ратифицирован Международной Организацией Стандартизации (ISO) только в 1986 году. Возможно, будет показательным тот факт, что SGML не требовал изменений в течение, практически, 10 лет – настолько мощным инструментом он был.

Вместе с тем, на определенном этапе мощь SGML стала становиться препятствием – этот язык был настолько сложен, что поддержка в приложениях даже основного его подмножества оказалась непростой задачей. Это сказывалось на скорости разработки, стабильности и стоимости приложений, и потому, все больше и больше экспертов высказывались за упрощение этого языка.

Примерно в то же время произошел квантовый скачок в другой области информационных технологий. Развитие сетевых технологий вывело инфраструктуру обмена информацией на качественно новый уровень, произведя на свет глобальную сеть Интернет. Интернет, в свою очередь, стал платформой для обмена гипертекстовыми документами, которые также нуждались в простом стандартном языке разметки для базового форматирования текста, создания таблиц и гиперссылок. Для этих целей был разработан HTML – язык разметки гипертекста (hypertext markup language).

HTML основывался на синтаксисе SGML, принципы этой технологии были практически проигнорированы. Только намного позже HTML стал SGML-совместимым языком. Ограниченность и нерасширяемость HTML вела к тому, что производители браузеров (программ просмотра) вводили собственные, в большинстве случаев несовместимые, расширения, что в итоге привело к довольно плачевной ситуации в этой области. Будущее XML практически гарантировано. Несмотря на всю поднятую маркетинговую шумиху, в которой XML – не более чем «buzzword», расхожее словечко, нельзя игнорировать два следующих обстоятельства. Во-первых, без сомнения, существует огромная потребность в простом языке обобщенной разметки, и, во-вторых, у XML просто нет конкурентов. Большие компании уже приняли XML, как стандартное средство, в составе многих своих решений, и вряд ли какая другая технология сможет в скором времени вытеснить этот язык.

Вместе с тем, было бы ошибкой считать, что XML пришел на замену HTML и SGML. Совсем нет – XML занимает те ниши, которые ранее были недоступны этим двум языкам. В информационном мире всегда будет место для каждого из них, хотя, вполне закономерно ожидать, что XML-технологии получат со временем гораздо более широкое распространение, чем HTML и SGML вместе взятые.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кобайло, А. С. Введение в XML: учеб.-метод. пособие для студентов специальности «Информационные системы и технологии» (издательско-полиграфический комплекс) / А. С. Кобайло, Н. А. Жилияк. – Минск: БГТУ, 2011. – С. 320.

Е. А. Карпук

(БрГУ им. А.С. Пушкина, Брест)

РАЗВИТИЕ ИНТЕРЕСА УЧАЩИХСЯ К МАТЕМАТИКЕ СРЕДСТВАМИ ЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

Анализ психолого-педагогической литературы и наблюдение за процессом обучения в школе показывает, что с возрастом интерес к математике у учащихся снижается. Во-первых, каждым учебным годом на уроках увеличивается объем информации, необходимой для усвоения, и, во-вторых, пробелы в знаниях математики, не устраненные вовремя, приводят к накоплению неусвоенной информации, что создает трудности в дальнейшем изучении предмета.

Поддерживать и развивать интерес к математике помогают логические задачи, причем, использование презентаций, позволяющих проследить решение задачи «в динамике», позволяет пошагово разъяснить учащимся ход решения. Нами разработаны презентации для серии логических задач, которые целесообразно использовать как на уроках математики в пятых-шестых классах, так и на факультативных занятиях в качестве «математической разминки», например:

1) Крестьянину нужно перевезти через реку волка, козу и капусту. Но лодка такова, что в ней может поместиться крестьянин, а с ним или только волк, или только коза, или только капуста. Но если оставить волка с козой, то волк съест козу, а если оставить козу с капустой, то коза съест капусту. Как перевезти свой груз крестьянину?

2) Встретились три друга: Белов, Серов, Чернов. На них были белая, серая и черная рубашки. Одетый в белую рубашку сказал Чернову: «Интересно, что цвет рубашки на каждом из нас не соответствует фамилии». Какой цвет рубашки у каждого?

3) В квадрате размером 4×4 нарисовано 15 точек. Докажите, что из него можно вырезать квадрат размером 1×1 , не содержащий внутри точек.

Как показала опытно-экспериментальная работа, задачи такого типа вызывают живой интерес не только у учащихся, которым нравится математика, но и у тех, кому математика кажется «скучной» и «сухой» наукой. Внешняя активизация внимания (через презентационный материал) позволяет вовлечь всех учащихся в обсуждение разных вариантов и способов решения задач.

Учащиеся учатся аргументировать и отстаивать свою точку зрения и свой способ решения. При этом они могут наглядно убедиться в правильности выбора решения через динамическое решение задачи.

Предложенные в статье задачи взяты из известных источников, однако, есть и задачи, используемые на уроках и факультативах, которые составлены нами самостоятельно.

Т. С. Кирильчук

(БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест)

ПРЕЗЕНТАЦИЯ MSPOWERPOINT КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

Эффективность использования электронных образовательных ресурсов для решения различных педагогических задач (расширение возможностей наглядного представления материала, индивидуализация и дифференциация учебного процесса, активизация познавательной деятельности учащихся и т.д.) отмечается в настоящее время многими исследователями. Однако существует объективная потребность использования электронных образовательных ресурсов для эффективной организации учебного процесса, которая обусловлена ограниченной возможностью применения готовых мультимедийных продуктов.

Презентации PowerPoint выполняют важные дидактические функции:

- *мотивирующую*, содержание слайдов презентации помогает создавать проблемные ситуации, повысить познавательный интерес учеников;
- *информационную*, позволяющую учителю передавать, а учащимся принимать важную учебную информацию;

– **иллюстративную**, обеспечивающая наглядность, что особенно важно для учащихся с наглядно-образным типом мышления; иллюстративный эффект возрастает при включении в презентации анимации, видео и звука;

– **обеспечивающие обратную связь**. Слайды презентации могут представлять критерии выполнения заданий, ответы. Учащиеся, сравнивая свои результаты выполнения задания предложенными, обнаруживают личные учебные достижения и ошибки, что позволяет им оценить свою деятельность и результаты и корректировать их в случае неуспеха.

– **повторительные** (для уроков повторения знаний и способов решения учебных задач).

Для урока обобщения и систематизации знаний создана презентация по теме «Задачи на движения». На данном типе урока целесообразно использовать игровые методики, что достаточно просто и удалось сделать с помощью программы MS PowerPoint. Реализована игра морской бой с помощью создания гиперссылок на слайды презентации. В презентации предложены разноуровневые задания по теме «Задачи на движения». Во многих задачах использована анимация, имитирующая процесс движения, описанный в задаче. Схематическое представление записи условия задачи развивает навыки воспроизведения условия задачи по схеме, определения типа задачи и алгоритма ее решения.

А. С. Кононович
(БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест)
**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ**

Одной из важнейших задач информатизации современного общества является использование информационных технологий в образовании. Процесс информатизации и компьютеризации всех сфер деятельности человека создает предпосылки для широкого внедрения в педагогическую практику информационных технологий. Информационные технологии обучения – это процесс подготовки и передачи информации обучаемому, средством осуществления которых является компьютер.

Цель работы: выявление значения информационных технологий как одного из средств повышения качества знаний и развития интереса к математике.

Задачи: проанализировать теорию и практику обучения школьников математике с использованием информационных технологий; разработать методику применения информационных технологий на уро-

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

ках математики; разработать уроки математики с использованием информационных технологий.

Стремление использовать информационные технологии на уроках математики продиктовано социальными, педагогическими и технологическими причинами: сформирован социальный заказ на включение такой деятельности в систему образования, педагогические причины обусловлены необходимостью поиска новых средств для повышения эффективности обучения, информационные технологии значительно расширяют возможности передачи учебной информации, позволяют усилить мотивацию учения и активно вовлечь учащихся в учебный процесс.

В центре любого образовательного процесса стоит ученик, ведомый учителем к знаниям. И если школьник от мотива «надо» придет к мотиву «мне интересно, я хочу это знать», то путь этот будет более радостным и плодотворным. Решению этой задачи как раз и способствует использование в процессе обучения информационных технологий.

Работая над этой темой и изучая различные литературные и информационные источники, приходишь к выводу: повышение качества знаний учащихся в процессе изучения математики – является одной из актуальных задач, стоящих перед преподавателем математики в современной школе. Разрешить данную задачу можно с помощью применения информационных технологий в преподавании математики.

ЛИТЕРАТУРА

1 Захарова, И. Г. Информационные технологии в образовании: учебное пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / И. Г. Захарова. – М.: Академия, 2003. – 192 с.

Д. В. Королева
(МГУП, Могилёв)

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ НА ПЛОСКОСТИ В СКМ MATHCAD

Решение любой математической задачи неизбежно содержит вычислительную составляющую, которая часто достаточно трудоёмкая, требует немалых временных затрат и в процессе своей реализации затеняет идею решения. Поэтому применение в современном учебном процессе систем компьютерной математики (СКМ) – насущная необходимость [1].

Из всего многообразия СКМ в качестве рабочего инструмента была выбрана система Mathcad. Эта система, изучаемая в курсе информатики и разработанная для использования «непрофессионалами», имеет широкое применение в науке и технике [1, 2].

Целью данной работы является разработка программного обеспечения для решения ряда типовых задач по теме «Аналитическая геометрия на плоскости». Для удобства эти задачи связываются логически и объединяются общим условием. В связи с этим пользователь вводит только координаты трёх точек – вершин треугольника, всё остальное рассчитывает программа.

Данный комплекс Mathcad-программ обеспечивает:

- получение ответа конкретной задачи в традиционном виде;
- мгновенную визуализацию решения задачи;
- вывод всех значимых промежуточных результатов в соответствии с алгоритмом решения, которые по ходу решения поясняются.
- возможность “облачного” хранения программы и результатов её работы превращает её в электронный интерактивный справочник с возможностью доступа из любой географической точки и любое удобное время.

ЛИТЕРАТУРА

1 Павлов, И. В. Современные программные продукты, используемые в довузовской подготовке по математике для экономических специальностей / И. В. Павлов // [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: http://vfmngutu-pavlov.ucoz.org/publ/primenenie_informacionnykh_tekhnologij_v_prepodavanii_matematiki/sovremennye_programmnye_produkty_ispolzuemye_v_dovuzovskoj_podgotovke_po_matematike_dlja_ehkonomi_cheskikh_specialnostej/3-1-0-3. – Дата доступа: 11.02.16.

2 Макаров, Е. Г. Инженерные расчёты в Mathcad / Е. Г. Макаров. – СПб.: Питер, 2005. – 448 с.

О. Ф. Косик

(БрГУ им. А. С. Пушкина, Брест)

ОБУЧЕНИЕ УЧАЩИХСЯ МЕТОДАМ РЕШЕНИЯ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

Проблема использования нестандартных задач в обучении математике является спорной: многие считают, что математика (особенно

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

школьная) алгоритмизирована и направлена на обучение учащихся алгоритмам решения задач. Однако развитие общества в последние десятилетия показало необходимость в специалистах, у которых имеется способность нестандартно решать существующие проблемы. Обучать поиску подходов решению нестандартных задач необходимо еще в школе, поскольку нестандартные задачи стимулируют мыслительный процесс, учат анализировать условие задачи, создают условия для воспитания творчества и развития гибкости мышления.

Анализ олимпиадных задач по математике за последние пять лет позволил выделить основные типы и методические подходы к решению нестандартных задач:

- 1) задачи на числовые зависимости (метод моделирования – уравнение, решаемое полным перебором возможных вариантов);
- 2) задачи на инварианты (метод полного перебора, метод конструирования инвариант);
- 3) задачи на использование принципа Дирихле (метод косвенного доказательства – от противного);
- 4) геометрические задачи (на доказательство, на вычисление; метод конструирования и выбор оптимального варианта) и некоторые другие.

Обучение учащимся решению нестандартных задач (задач, не имеющих алгоритма решения) целесообразно с использованием мультимедийных презентаций, которые позволяют удобно и наглядно представить материал. В рамках исследования «Методы решения олимпиадных задач на факультативных занятиях по математике в девятом классе» нами разработаны презентации по различным темам факультатива для девятого класса. Условие и решение каждой предлагаемой задачи поэписто демонстрируется на слайде (с использованием анимации) и элементов мультипликации, что позволяет не только показать «динамику» решения, но и обратить внимание учащихся на важные моменты. Кроме того, при возникновении необходимости, возможно неоднократное возвращение к материалу, требующему повторного пояснения.

Методика работы с предложенными задачами ориентирована на обучение учащихся общим подходам к поиску решения нестандартных задач, на развитие математической интуиции, воспитание творчества, а также на подготовку учащихся к участию в олимпиадном движении.

В. В. Кулик

(БрГУ им. А.С. Пушкина, Брест)

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕЗЕНТАЦИЙ НА ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО МАТЕМАТИКЕ

В век высоких компьютерных технологий невозможно представить обучение без различных видов мультимедийной техники: проекторы, интерактивные доски, сенсорные экраны и др. Они позволяют одновременно использовать графику, текст, видео, фотографию, анимацию, звуковые эффекты, что значительно увеличивает эффективность образовательного процесса [1].

Самым распространенным видом информационных технологий в обучении, в том числе и математике, является мультимедийная презентация. Методы использования презентаций на уроке разные: презентации служат не только для преподнесения знаний, но и для их контроля, закрепления, повторения, обобщения, систематизации и структуризации материала, следовательно, успешно выполняют различные дидактические функции [2].

Использование мультимедиа на факультативных занятиях по математике (в рамках исследования «Обучение учащихся методам решения олимпиадных задач») реализуется нами для:

- объявления темы занятия необычным способом (кроссворд, слова-перевертыши, зашифрованные фразы и др.);
- представления основных формул, схем, алгоритмов, рисунков, необходимых для осуществления поиска решения задачи или обсуждения различных способов решения одной задачи;
- устного решения задач; повторения изученного материала [3].

Отметим, что при объяснении материала учитель может с помощью гиперссылок перейти к детализации необходимой информации.

Применение презентаций делает процесс обучения более ярким и насыщенным. На таких занятиях каждый ученик работает активно и увлечённо, развивается познавательный интерес к изучаемому предмету.

ЛИТЕРАТУРА

1 Барт, Т. В. Использование мультимедийных презентаций в учебном процессе: методические рекомендации / Т. В. Барт. – Соликамск, 2010. – 9 с.

2 Губина, Т. Н. Мультимедиа презентации как метод обучения / Т.Н. Губина // Молодой ученый. – № 3. – 2012. – С. 345–347.

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

З Зубрилина, Е. П. Использование мультимедийных презентаций на уроке математики в 5–6-х классах / Е. П. Зубрилина // [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/597087/>. – Дата доступа: 14.01.2016.

В. С. Лазаревич

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС
ПОДДЕРЖКИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ГРГУ ИМ. Я. КУПАЛЫ**

В настоящее время информационные и коммуникационные технологии развиваются быстрыми темпами и внедряются во многие сферы человеческой жизнедеятельности. Одной из таких сфер является образование. При этом в работе образовательных учреждений всё больше используются технологии, позволяющие организовывать дистанционное обучение.

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы широко использует в своей работе такие элементы системы дистанционного обучения, как образовательный портал, вебинары, электронные учебники и электронные учебно-методические комплексы. В связи с этим возникает необходимость создания информационного ресурса – инструмента поддержки дистанционного образования в рамках университета.

Таким инструментом должен стать сайт Лаборатории образовательных инноваций учебно-методического управления ГрГУ им. Я. Купалы.

Сайт представляет собой единый ресурс, предназначенный для координации работ в области организации занятий с использованием современных образовательных информационно-коммуникационных технологий. На данном ресурсе планируется размещать новости и анонсы мероприятий в сфере инновационных образовательных технологий, расписание проводимых вебинаров, регистрационные анкеты для преподавателей и студентов, форму обратной связи, справочную информацию по организации и проведению вебинаров, нормативные документы, а также информацию о лаборатории и её сотрудниках.

Реализация сайта проводится с использованием CMS Joomla!, которая написана на языках PHP и JavaScript и использует в качестве хранилища базы данных СУБД MySQL.

ЛИТЕРАТУРА

1 Лазаревич, В. С. ИТ-инструменты реализации концепции дистанционного обучения в российском и белорусском образовании / В. С. Лазаревич, А. Р. Ерёмкина // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. науч. тр. к материалам междунар. заоч. науч.-практ. конф. «Молодежный форум: технические и математические науки»: 9–12 нояб. 2015 г. / редкол.: В. М. Булгаков (гл. ред.) [и др.]. – Воронеж: ВГЛУ, 2015. – № 7. – Ч. 4. – С. 363–367.

Е. А. Лешко

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

«QA HELPER» – СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОШИБОК ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА

В процессе разработки программного продукта актуальным является использование различных систем управления проектами, в том числе систем управления жизненным циклом ошибок.

Одним из таких инструментов является разрабатываемая система «QA Helper», которая реализована средствами скриптового языка PHP и системы управления базами данных MySQL. Система предназначена для обучения QA-специалистов. Она включает в себя базовый функционал, но при этом дает полное видение процессов разработки требований к создаваемому программному продукту, подготовки тест-кейсов и их наборов, оформления отчетов о найденных ошибках.

На сайте системы пользователю дается возможность зарегистрироваться, привязав свой аккаунт к электронной почте. После авторизации пользователь получает определенные права доступа (в зависимости от своей группы – обычный пользователь или администратор системы).

Основными функциональными блоками системы являются блок требований, блок тест-кейсов и блок ошибок. На первоначальном этапе в систему вносятся требования, на основе которых составляются тест-кейсы (привязанные к требованиям). Ошибки в программном продукте, найденные специалистами по тестированию при выполнении

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

шагов из тест-кейсов, заносятся в блок ошибок и привязываются к тест-кейсам через уникальные идентификаторы.

К основным возможностям системы можно отнести наполнение информацией соответствующих баз данных, просмотр имеющихся элементов, построение списков, редактирование уже созданных элементов, комментирование и удаление. Также в системе предусмотрен просмотр элементов по фильтрам (например, по автору или статусу).

ЛИТЕРАТУРА

1 Лешко, Е. А. Инструментальные средства продвижения имиджа организации в сети Интернет / Е. А. Лешко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. науч. тр. к материалам междунар. заоч. науч.-практ. конф. «Молодежный форум: технические и математические науки»: 9-12 нояб. 2015 г. / редкол.: В. М. Булгаков (гл. ред.) [и др.]. – Воронеж: ВГЛУ, 2015. – № 7. – Ч. 4. – С. 394–398.

М. М. Лосева, Е. Ю. Кузьменкова

(ГТУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПО АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ

21 век – век развития. Современность не стоит на месте: мир, технологии, наука, индустрия, люди – развиваются в ускоренном темпе. Инновационные изменения происходят в различных развитых странах мира, и конечно, для удобства восприятия информации был выбран язык, который считается основным – английский язык.

На данном этапе развития общества трудно представить себе высокообразованного человека без знания английского языка. В Беларуси созданы благоприятные условия для его изучения. Однако не каждый может позволить себе платные курсы или репетитора. Поэтому я хочу представить вам свое изобретение, как один из способов поднять уровень своего английского языка. Приложение "EnglishApp" позволит Вам усовершенствовать свои знания английского языка и увеличить свой словарный запас, а также станет отличным помощником в запоминании правописания и произношения слов. Комплексно обучаясь с "EnglishApp" уровень вашего литературного и разговорного английского значительно поднимется.

Было разработано приложение для тестирования по английскому языку – «EnglishApp», обладающее требуемой функциональностью.

Данное приложение была написано посредством использования следующих языков программирования: C# и SQL. Язык программирования C# представляет собой [1] гибрид из нескольких языков, он является таким же синтаксически чистым – если не чище – как и Java, почти столь же простым, как VB, и практически таким же мощным и гибким, как C++. Для осуществления связи между базой данных и приложением на языке C#, необходим посредник. Именно таким посредником является технология ADO.NET, представляющая собой технологию работы с данными, которая основана на платформе.NET Framework.

Само приложение было реализовано в Microsoft Visual Studio 2015. База данных для приложения (отвечает за хранение данных и их выдачу в нужный момент) была создана в MSSQL Server Management Studio 2014. Обращение к базе данных позволяет пользователю просматривать, извлекать объекты сервера, а также полностью ими управлять.

В результате было создано клиент-серверное приложение, используя которое пользователь может протестировать свои знания по английскому языку, а также пополнить свой словарный запас.

ЛИТЕРАТУРА

1 Троелсен, Э. C# и платформа.NET / Э. Троелсен. – СПб.: Питер, 2004. – 796 с.

А. О. Лукьянов

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА СОЗДАНИЯ ТЕСТОВ И ИХ ПРОХОЖДЕНИЯ

В последние годы в сфере образования наблюдается стремительное увеличение интереса к автоматизации контроля результатов обучения. Самым популярным видом такого контроля является тестирование, основанное на диалоге вычислительной системы с пользователем.

Целью данной работы является разработка и реализация программного комплекса для обеспечения возможности проведения тестирования, как в образовательной среде, так и в любой другой, где применима автоматизированная обработка результатов. Под обработкой результатов подразумевается подсчет общего количества баллов, начисляемых

за каждый правильный вопрос в случае контрольного тестирования, или за каждый вариант ответов, в случае психологического или иного подобного тестирования, а также подведение частной и общей статистики по результатам. Так, в случае применения продукта в образовательной среде, необходимо иметь возможность просмотра статистики по какой-то конкретной группе, курсу или вузу в целом. Конкретному пользователю также полезно видеть его личную статистику.

Для обработки результатов наиболее подходит централизованная схема организации системы, т.е. клиент-сервер. Причем клиентов одновременно может работать несколько. Данная схема позволяет проводить тестирование одновременно для нескольких людей, например, целой учебной группы, и по окончании процедуры последним тестирующимся получить конечную статистику.

Существует пять разновидностей вопросов для тестовых наборов:

1) Одиночный выбор. Пользователю предоставляется возможность выбора из нескольких вариантов единственного верного.

2) Множественный выбор. Из нескольких вариантов выбирается несколько верных.

3) Свободный ввод. Пользователь вводит ответ в поле для ввода. Имеет известные сложности с обработкой результатов. С успехом он может быть заменен другой разновидностью вопросов без ущерба для общих показателей.

4) На соответствие. Пользователь должен сопоставить между собой варианты ответов. Вариант – события и даты.

5) Упорядоченный список. Упорядочивание вариантов ответов. Вариант – расположить события в хронологической последовательности.

Статистика подводится как для конкретного пользователя, так и для каких-либо групп пользователей. В случае контрольного теста в статистике приводится процентное соотношение правильных и неправильных ответов на вопросы, исходя из которого преподаватель делает вывод об оценке знаний. Пользователь имеет возможность создать для себя учетную запись, к которой впоследствии будет привязываться статистика, выбрать тест для прохождения и просмотреть свои результаты. Администратор же, в свою очередь, имеет возможность редактировать тестовые наборы, изменять, т.е. настраивать, процедуру тестирования, вносить изменения в список зарегистрированных пользователей, а также просматривать детальную статистику необходимого вида, получение которой и является окончательной целью.

Разработанный автоматизированный программный комплекс может быть использован для проверки теоретических знаний и оценки знаний студентов, изучающих любую дисциплину.

В. Э. Матяс

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СТРУКТУРЫ
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ И НАБОРА СТУДЕНТОВ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ ФАКУЛЬТЕТА ЭКОНОМИКИ
И УПРАВЛЕНИЯ УО «ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ЯНКИ КУПАЛЫ»**

Рассматривается задача управления прибылью от образовательной деятельности ВУЗа. Инструментами управления выступают стратегии набора абитуриентов. Поскольку результат реализации той или иной стратегии зависит и от выбора абитуриентов, для решения поставленной задачи в работе построена игровая модель, описывающая взаимодействие двух сторон (ВУЗ – сознательный игрок и поток абитуриентов – природа), имеющих несовпадающие, но не антагонистические цели. Для упрощения примем, что ВУЗ состоит из одного факультета, формирующего набор на k различных специальностей, стоимость обучения по которым одинакова, причем абитуриенты готовы оплатить эту стоимость.

Под i -ой стратегией факультета будем понимать кортеж $\{N_1, N_2, \dots, N_k; S\}$, где N_i – объявленное к набору количество человек в группе i -той специальности, S – стоимость обучения. Под состоянием потока абитуриентов будем понимать кортеж $\{K, K_2, \dots, K_k; S^*\}$, где K_i – количество человек, подавших документы на i -тую специальность, S^* – сумма, которую абитуриенты готовы заплатить за обучение.

Модель игры в нормальной форме имеет следующий вид:

$$G = \{St(N_1, N_2, \dots, N_k, S); Fp(K_1, K_2, \dots, K_k, S^*), F(ST, Fp)\}, \quad (1)$$

где $St(N_1, N_2, \dots, N_k, S)$ – стратегия ВУЗа, $Fp(N_1, N_2, \dots, N_k, S^*)$ – состояние потока абитуриентов, $F(ST, Fp)$ – платежная функция игры, значения которой характеризуют прибыль факультета при определенном наборе студентов на имеющиеся специальности.

Для построения модели дохода факультета введем обозначения: D – доход факультета; D_k – доход от i -той специальности, S – стоимость обучения. Тогда доход факультета рассчитывается по формулам:

$$D = \sum D_k, D_k = \sum N_k \times S_k. \quad (2)$$

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь № 320 [1] о формировании стоимости платного обучения введем обозначения: Z_k – затраты факультета на обучение студентов на k -той специальности, Z_{k*} – постоянные затраты, Z_{k+} – затраты переменные. Затраты на заработную плату будем рассчитывать согласно Положению о нормировании учебной работы ППС УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы». Введем обозначения: $r = \overline{1,4}$ – индекс типа внеаудиторных затрат, N_r – количество внеаудиторных часов. Затраты: S_p – на оплату часа труда преподавателя на условиях почасовой оплаты, Z – на обучение студентов в разрезе затрат на заработные платы ППС, Z_a – на аудиторные занятия, Z_w – на внеаудиторные занятия.

Расходы факультета зависят от масштаба и структуры объявленного набора, и это статьи переменных затрат. Постоянные затраты не повлияют на выбор стратегии, а лишь уменьшат каждое значение платежной матрицы на одинаковую величину.

Прибыль факультета рассчитывается по формуле:

$$P = \sum_k P_k + \sum_l P_l, \quad (3)$$

где $P_k = D_k - Z_k$ – прибыль от обучения группы студентов дневной формы обучения на k -той специальности, $D_k = S_k \times N_k$, $Z = \sum_k Z_{k*} + Z_{k+}$, $Z_{k*} = Z_{*f}/k$; $Z_{k+} = N_k \times Z_{k+1c}$, $P_l = D_l - Z_l$ – прибыль от группы студентов заочной формы обучения [2].

Новизна работы заключается в использовании актуальных данных по плану набора на специальности, выполнен перерасчет прибыли по актуальным стоимостям и новым учебным планам, так же в исследование были включены группы заочных студентов. Расчеты по формулам (2)-(3) были выполнены на основании данных, полученных в деканате факультета, для некоторых вариантов реализованных исторически стратегий и сложившихся потоков данных (табл. 1).

Как видно из построенной матрицы, не существует такой стратегии факультета, которая обеспечивала бы максимально возможную прибыль при любом состоянии потока абитуриентов. В связи с этим для выработки обоснованных рекомендаций по эффективным структуре и масштабам набора используем различные принципы оптимальности, ориентированные на различные ситуации принятия решений.

Таблица 1 – Платежная матрица

	Поток абитуриентов 2015г.	Поток абитуриентов 2015г. (+10%)	Поток абитуриентов 2015г. (-10%)	Поток абитуриентов 2014 г.	Поток абитуриентов 2014г. (+10%)	Поток абитуриентов 2014г. (-10%)
План набора 2015г.	13936,3	15318,9	12383,8	13936,3	15318,9	12383,8
План набора 2014г.	13936,3	15318,9	12383,8	15057,9	16621,4	13376,3
План набора 2013г.	11586,5	12904,0	10268,9	13683,9	15228,2	12139,6
План набора 2012г.	13936,3	15318,9	12383,8	15057,9	16621,4	13376,3

ЛИТЕРАТУРА

1 Об увеличении приема студентов в государственные высшие учебные заведения: Указ Президента Республики Беларусь от 23 авг. 1996 г. № 320. – Минск, 2006.

2 Трофимов, А. Ю. Игровая модель для определения стратегии факультета по набору студентов / А. Ю. Трофимов, О. Б. Цехан // Проблемы современной экономики: глобальный, национальный и региональный контекст: сб. науч. ст. В 2 ч. / ГрГУ им. Я. Купалы; редкол.: В. С. Фатеев (гл. ред.), С. Е. Витун (зам. гл. ред.) [и др.]. – Гродно: ГрГУ, 2014. – Ч. 1. – С. 285–290.

Л. С. Мороз, О. М. Карпач

(БГТУ, Минск)

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО

В мировых развитых странах все больше распространяются технологии так называемых облачных вычислений (cloud computing).

Определение облачных вычислений на первый взгляд очень запутанное: это модель предоставления повсеместного и удобного сетевого доступа к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов (например, серверы, приложения, сети, системы хранения и сервисы),

которые могут быть быстро предоставлены и освобождены с минимальными усилиями по управлению и необходимости взаимодействия с провайдером.

В 2015 году совокупный объем мирового рынка в сфере облачных технологий составил порядка \$40 млрд. Некоторые эксперты прогнозируют, что к 2020 году этот показатель достигнет \$240 млрд. Россия по внедрению cloud computing в бизнес занимает 34-е место с показателем \$250 млн.

Выделяют несколько преимуществ, связанных с использованием облачных технологий:

– доступность. Доступ к информации, хранящейся на облаке, может получить каждый, кто имеет компьютер, планшет, любое мобильное устройство, подключенное к сети интернет. Из этого вытекает следующее преимущество;

– мобильность. У пользователя нет постоянной привязанности к одному рабочему месту. Из любой точки мира менеджеры могут получать отчетность, а руководители – следить за производством;

– экономичность. Одним из важных преимуществ называют уменьшенную затратность. Пользователю не надо покупать дорогостоящие, большие по вычислительной мощности компьютеры и ПО, а также он освобождается от необходимости нанимать специалиста по обслуживанию локальных IT-технологий;

– арендность. Пользователь получает необходимый пакет услуг только в тот момент, когда он ему нужен, и платит, собственно, только за количество приобретенных функций;

– гибкость. Все необходимые ресурсы предоставляются провайдером автоматически;

– высокая технологичность. Большие вычислительные мощности, которые предоставляются в распоряжение пользователя, которые можно использовать для хранения, анализа и обработки данных;

– надежность. Некоторые эксперты утверждают, что надежность, которую обеспечивают современные облачные вычисления, гораздо выше, чем надежность локальных ресурсов, аргументируя это тем, что мало предприятий могут себе позволить приобрести и содержать полноценный целевой пакет.

Несмотря на все положительные отзывы, существует и определенная критика в адрес облачных технологий. Основной критике под-

вергается то, что при использовании виртуального программного обеспечения информация автоматически попадает в руки разработчика этого программного обеспечения.

Но, не смотря на все недостатки облачных технологий, они с каждым годом набирают популярность и постепенно внедряются в нашу повседневную жизнь, тем самым, внося в нее свои коррективы и, дают надежды технологий будущего.

ЛИТЕРАТУРА

1 Журнал Контур // Бизнес в облаках. Чем полезны облачные технологии для предпринимателя [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <https://kontur.ru/articles/225>. – Дата доступа: 24.02.2016.

А. А. Нагай

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

О РАЗРАБОТКЕ ОБУЧАЮЩЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА ТЕМУ «ПОТОКИ В СЕТЯХ»

Задача о максимальном потоке в сети изучается уже более 60 лет. Интерес к ней обусловлен огромной практической значимостью этой проблемы. Методы решения задачи применяются на транспортных, коммуникационных, электрических сетях, при моделировании различных процессов физики и химии, в некоторых операциях над матрицами, для решения родственных задач теории графов. Исследования данной задачи проводятся во множестве крупнейших университетов мира. Задача о максимальном потоке является частным случаем более трудных задач, как, например, задача о циркуляции.

Основной отличительной особенностью разрабатываемого обучающего приложения является возможность наглядно продемонстрировать использование алгоритмов о нахождении максимального потока в сети. Это, в свою очередь, позволит конечному пользователю получить новые знания в данной сфере, либо закрепить уже имеющиеся навыки, а также позволит провести сравнительный анализ о возможностях использования предложенных алгоритмов, показать их особенности. Кроме того, в предлагаемом приложении предусмотрена возможность изучения теоретических материалов по данной теме. Приложение также содержит подсистему контроля знаний пользователя, представленную в виде открытого теста.

В разработанном приложении задействованы несколько основных алгоритмов для нахождения максимального потока в сети, а именно, алгоритмы Форда-Фалкерсона, Эдмондса-Карпа, Диница, а также алгоритм проталкивания предпотока. При помощи графических средств, которые предоставляет Microsoft Visual Studio, пользователь имеет возможность самостоятельно строить графы, задавать исток и сток для исходного графа, а также выбирать алгоритм нахождения максимального потока в сети. Пошаговая визуализация делает процесс решения задачи более понятным. В любой момент времени есть возможность отследить этап решения задачи о нахождении максимального потока выбранным ранее способом.

Актуальность задачи о максимальном потоке постоянно возрастает, таким образом, вопрос о скорости и точности решения поставленной задачи крайне необходим во всех сферах нашей деятельности, где, хоть, как-то встает вопрос о перемещении с максимальной рациональностью. Данное обучающее приложение помогает качественно решить поставленную задачу, максимально доступно и понятно для конечного пользователя.

Д. А. Неудобнов, Г. Л. Карасёва
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РЕАЛИЗАЦИЯ СЦЕНАРИЕВ ОБУЧАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Растущие потребности в интенсификации процесса обучения на протяжении последних десятилетий стимулировали исследование применений все новых и новых технических средств, идей и методов обучения. Важными этапами этого процесса были программируемое обучение, затем появление компьютеров, а в настоящее время новый импульс вызван широким распространением микрокомпьютеров.

В настоящее время развитие компьютерных технологий позволяет решать широкий круг задач, как в домашнем применении, так и в области науки и образования. На мировом рынке программных продуктов пользователям предлагаются специализированные программы и целые интегрированные пакеты программ, отвечающие все возрастающим запросам их потребителей.

Опыт использования компьютерных систем в процессе обучения показывает, что наибольшая эффективность достигается при использовании систем, ориентированных на обучение решению проблем (задач)

в различных предметных средах при организации диалога между компьютером и обучаемым. Чем выше интенсивность диалога, тем более эффективно проходит процесс обучения.

Сервер баз данных – информационная система, осуществляющая работу с данными, регламентирующая доступ к ним и призванная обеспечить их сохранность при помощи резервирования. Применение в процессе обучения компьютерных технологий на базе систем управления базами данных повысит эффективность использования временных и материальных ресурсов благодаря оптимизации хранения и использования данных.

В настоящее время ведутся интенсивные разработки и внедрение обучающе-контролирующих систем в различных областях образовательного процесса.

В данный момент разрабатывается автоматизированная система управления обучающе-контролирующей программой по курсу «Основы информационных технологий»: определяется назначение разрабатываемой автоматизированной системы, ее функции, определяется структура базы данных системы и форма диалога с пользователем.

Внедрение результатов данной разработки в образовательный процесс позволит повысить качество учебного процесса, повысить эффективность самостоятельной работы аспирантов, магистрантов и соискателей, слушателей дисциплины, оказать помощь в изучении и систематизации теоретических знаний, расширить возможности самоконтроля, усилить эффективность и своевременность контроля.

Н. В. Овсяник, В. В. Бондарева

(БТЭУ, Гомель)

РАЗРАБОТКА АРМА «СКЛАДСКОЙ УЧЕТ»

На любом предприятии, как большом, так и малом, возникает проблема такой организации управления данными, которая обеспечила бы наиболее эффективную работу. Небольшие организации используют для этого бумажный документооборот, однако большинство предприятий все активнее используют компьютеризированные системы автоматизации, позволяющие эффективно хранить, извлекать информацию и управлять большими объемами данных. Основной проблемой на предприятии ЗАО «Альянс» является отсутствие информационной

подсистемы складского учета. Для реализации поставленной цели была разработано автоматизированное рабочее место складского учета, реализованная с помощью объектно-ориентированного языка программирования C++. Для хранения данных была использована СУБД MySQL.

Функциональные возможности разработанного АРМА охватывают все возможные ситуации в работе склада. Он поддерживает ведение базы товаров: удаление и добавление данных о товарах, регистрации поставщиков и сотрудников, составление приходных и расходных накладных, формирование и просмотр отчетов о движении товаров, кроме того в программе присутствует справочный модуль, который позволяет легко и удобно изучить программу новому специалисту без посторонней помощи. Справочный модуль для АРМ «Складской учет» разработан с помощью программы MS Help Workshop, которая поставляется с C++, для управления базой данных используется среда MySQL. К справочному модулю можно обратиться в любой момент из программы, что позволит новому пользователю самостоятельно легко и быстро освоить АРМ «Складской учет» организации.

Благодаря разработанному автоматизированному рабочему месту складского учета повысится производительность труда, снизятся нагрузки на персонал, уменьшится время необходимое для ведения складского учета на предприятии.

Значительная экономия рабочего времени делает использование программы не только экономически обоснованным, но крайне желательным и благотворно влияющим на общий ход работы предприятия ЗАО «Альянс».

А. Д. Пискунова

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

**РЕДАКТИРОВАНИЕ ТАБЛИЦЫ РЕЗУЛЬТАТОВ
НА САЙТЕ DL.GSU.BY**

Система дистанционного обучения «Distance Learning Belarus» функционирует с октября 1999 года на базе Гомельского Государственного университета имени Франциска Скорины. Она является огромным проектом, который создавался многие годы и подвергался редактированию множества людей. Работа над системой ведется до настоящего времени.

На текущем этапе, необходимо было решить следующую проблему: при открытии таблицы результатов и установке фильтра по полю «Школа», ожидалось срабатывание фильтра с соответствующим результатом. При дальнейшем требовалось, чтобы сохранялись настройки фильтра в таблице результатов. То есть, когда устанавливаем фильтр по какому-либо столбцу и хотим отсортировать по какому-либо полю или зайти вглубь таблицы, то необходимо, чтобы тот фильтр, который мы установили, сохранялся.

Для выполнения данной задачи требовалось изучить необходимый материал по данным вопросам: основы языка javascript, HTML, операции в java, запросы sql, проконсультироваться с преподавателем, найти место в коде, где требовалось внести изменения, изучить область действия, найти причины неверных данных таблицы результатов, проанализировать все полученные данные, и внести соответствующие изменения для корректной работы фильтров и отображения данных в таблице результатов.

Данная проблема была решена. В результате, при открытии таблицы результатов и установке фильтров по различным полям, в том числе и по полю «Школа», фильтр работает корректно. То есть в таблице отображаются лишь те данные, которые были выбраны по фильтрам, если же данных по фильтрам нет, то отображается пустая таблица результатов.

При дальнейшем использовании этой же таблицы, установленные настройки фильтров сохраняются и не сбрасываются при различных переходах, как это было до решения проблемы. То есть при заходе вглубь таблицы (используется кнопка «-deer»), а также при переходе между разделами, подразделами и возвращении из глубины (кнопка «+deer») фильтра остаются и данные не сбрасываются. Например, в таблице отображаются все учащиеся школы и их результаты контрольных работ. Устанавливается такой фильтр, по которому получаем только тех учащихся, которые учатся в 5 классе. Далее, сортируем учащихся по результатам какой-либо контрольной, заходим вглубь и наблюдаем какие задачи решил каждый ученик, при этом фильтр остается и мы все время видим учеников 5 класса. Чтобы посмотреть всех учащихся или других, необходимо соответственно сбросить или изменить данные фильтра.

Д. В. Прищеп, И. А. Соболев
(ГТУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «РАСПИСАНИЕ» ПОД ОС ANDROID ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Платформа Android существует с 2008 года. За свою историю существования создано множество версий (от 1.0 до 6.0) для различных устройств, что в свою очередь говорит о необходимости адаптации к различным версиям устройств (характеризуется понятием SDK Version) и разным диагоналям экрана оборудования. Эти возможности представлены с реализацией интерфейса с помощью XML представления элементов экрана оборудования. Также для пользовательского интерфейса используются технологии оформления в стиле «Material Design» и анимация различного рода.

Данное приложение разработано с целью заменить бумажный носитель расписания и при этом позволяет просмотреть всю информацию в любое время, в любом месте и без подключения к сети Интернет. В отличие от бумажных и других носителей, работа со всей информацией максимально автоматизированна. Информация представлена для студентов математического факультета всех курсов и групп (рис. 1).



Рисунок 1 – Стартовая форма приложения

Так как основным источником программного обеспечения для всех устройств, работающих под операционной системой Android, является сервис «Play Market», то для функционирования нашего приложения необходимо только скачать его с данного сервиса. Для доступа

ко всей информации не требуется подключение к сети Интернет, что в свою очередь является основополагающим свойством приложения. Для распространения приложения будут использованы технологии связанные с QR-кодами и NFC-метками.

Только пользовательские приложения могут сделать любую операционную систему пригодной для работы, развлечения, выхода в сеть Интернет, просмотра веб-страниц и многого другого, что превращает обычный смартфон в маленький карманный компьютер с полным набором функциональных возможностей.

ЛИТЕРАТУРА

1 Майер, Р. Android 4. Программирование приложений для планшетных компьютеров и смартфонов / Р. Майер. – СПб.: Санкт-Петербург, 2014. – 802 с.

2 Блог на хабре о разработке под Android [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/blogs/android-development/>. – Дата доступа: 16.01.2016.

Е. В. Семенцова, В. А. Короткевич
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)
**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ
И ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ
ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ СТУДЕНТОВ ПО ЯЗЫКУ SQL**

На кафедре МПУ разработана и эксплуатируется система для тестирования студентов по языку SQL.

Система состоит из 3 основных частей: база данных с условиями запросов, эталонными запросами и некими данными над которыми будут выполняться запросы, основной части сайта, которая служит для тестирования студентов, подсчета результатов теста и выставления оценки, а также администраторской части сайта, которая позволяет редактировать содержимое всех таблиц и вести контроль за успеваемостью студентов.

Организация работы выглядит следующим образом. Студент садится за компьютер, входит под своим аккаунтом на сайт, и выполняет на нем некоторый набор тестов. Тест представляет собой некое задание по написанию sql-запроса. После того, как запрос написан, он выполняется SQL Server, потом выполняется эталонный запрос, соответствующий

щий данному заданию и результаты сравниваются. По результатам сравнения, студенту выставляется оценка, которая заносится в базу данных всех студентов, и которую позже может просмотреть преподаватель.

В ходе работы была добавлена возможность решения контрольных работ пользователям приложения. Для выбора контрольной работы пользователь должен перейти по ссылке «Контрольная работа». Далее пользователь может выбрать тему контрольной работы. После выбора контрольной работы появляется страница выполнения контрольной работы. На ней представлены список ссылок на задачи от 1 до n, таймер, условие текущей задачи, поле для ввода запроса пользователя, кнопки «выполнить» и «завершить». Когда пользователь нажимает «выполнить», происходит автоматический переход на следующее задание. При желании исправить предыдущие задания пользователь может вернуться на них по нажатию на соответствующие ссылки. Если время контрольной работы закончилось или пользователь нажал кнопку «завершить», будет произведен переход на страницу результатов контрольной работы. При завершении контрольной работы появляется страница результатов данной контрольной работы. На ней представлена таблица со списком заданий пройденной контрольной работы, напротив которых стоит либо «галочка» (задание выполнено), либо «крестик» (задание не выполнено). Разработанная система тестирования направлена на автоматизацию процесса обучения языку SQL в университете.

И. И. Сомов, В. В. Бондарева
(БТЭУ ПК, Гомель)

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО СЕРВИСА ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Разработка сервисов для мобильных устройств развивается очень активно. Возможности современных технологий разработки позволяют создавать мобильные приложения различной сложности, в том числе осуществляя интеграцию с существующей информационной системой.

В БТЭУ созданы следующие электронные ресурсы: электронная библиотека, а также на сайте edu.i-bteu.by реализован электронный кабинет студента, позволяющий студентам сдавать тесты и контрольные работы, в процессе обучения. Такой подход является прогрессивным, но не охватывает все основные моменты учебного процесса. Актуальным является разработка мобильного сервиса, который позволил бы объединить имеющиеся ресурсы и дополнить их новыми функциями.

В силу развития использования мобильных технологий, был разработан следующий концептуальный план разработки проекта мобильного сервиса для студентов:

Личный кабинет студента должен иметь следующие разделы:

- расписание занятий и экзаменов студента;
- текущая успеваемость студента;
- электронная библиотека.

Приложение должно реализовывать функции регистрации в личном кабинете на ресурсе, предназначенном для тестирования студентов, а также предоставлять доступ к электронной библиотеке университета. Также приложение должно давать возможность скачивания ресурсов библиотеки.

Приложение должно быть нативным и должно иметь функцию установки на телефоны с операционной системой Android. Разрабатываемое приложение позволит по максимуму использовать возможности, предлагаемые операционной системой.

Рассматривая вышеуказанный функционал и программную основу, на которой реализованы ресурсы, с которыми нужно будет интегрировать данную, для реализации приложения были выбраны языки HTML, CSS, Java.

Разработка мобильного сервиса для студентов должна давать возможность пользоваться всеми функциями электронных сервисов университета на мобильных телефонах с системой Android.

ЛИТЕРАТУРА

1 Образовательный портал БТЭУ [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://edu.i-bteu.by/>. – Дата доступа: 18.02.2016.

2 Дакетт, Дж. HTML и CSS: Design and Build Websites / Дж. Дакетт. – М.: Эксмо, 2013. – 480 с.

Е. А. Тафеенко
(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)
ОБРАЗОВАНИЕ НА ДИВАНЕ

Глобальное распространение MOOC (Massive Open Online Course) меняет формат обучения, давая возможность обучающимся со всего мира слушать ведущих лекторов и участвовать в обсуждениях учебного мате-

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

риала не выходя из собственной квартиры. Процесс обучения в виртуальной образовательной среде находится вне временных и пространственных рамок, а также носит добровольный характер [1]. Онлайн-курсы дают бесплатный доступ к академическим материалам высокого уровня в отличие от передовых университетов. Сейчас онлайн-платформы разрабатывают «специализации» – объединение курсов смежного направления [2]. Это позволит организовывать целостное обучение.

На основании этого, можно сказать, что МООС к 2020 году будут цениться на равных условиях с университетами-партнерами и станут копироваться как первая сотня лучших мировых университетов.

Это повлечёт за собой четыре значительных преобразования в образовательной среде. Во-первых, малые университеты начнут исчезать, так как их дипломы не будут стоить цен, каких за них ставят. Во-вторых, в секторе высшего образования сложится конкуренция за преподавание. Большинство лекторов будет являться низкооплачиваемыми работниками из различных областей. Традиционные профессора будут получать меньшие зарплаты, а соперничество за место станет сильнее. В-третьих, появится тип людей, который будет учиться на природе или путешествуя по миру. Могут сформироваться образовательно-развлекательные комплексы, предлагающие не только комфортные условия отдыха, но и академическую поддержку. И в-четвертых, положение английского языка как «языка учености» еще больше укрепится.

Основываясь на таких прогнозах, можно сказать, что классическое образование будет переживать период застоя. Для решения проблем с оттоком студентов, нужно оптимизировать систему образования: интегрировать мобильные и онлайн-технологии в процесс обучения, развивать технопарки. Учебные программы должны иметь практический характер и быть направленными на поддержку образовательных инноваций.

ЛИТЕРАТУРА

1 Майкл, X. The End of Absence: Reclaiming What We've Lost in a World of Constant Connection / X. Майкл. – Манн, Иванов и Фербер, 2015. – 224 с.

2 Jeffrey, R. Beyond the MOOC Hype: A Guide to Higher Education's High-Tech Disruption Kindle Edition / R. Jeffrey. – The Chronicle of Higher Education, 2013. – 46 с.

А. А. Эдер

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЛОЖНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕРФЕЙСА ПЛАТФОРМЫ МЕТРО

Metro – программная платформа, предназначенная для создания и запуска мобильных приложений. Она не является полноценной операционной системой, а представляет собой ее компонент, который работает с другими компонентами, но при этом независим от них.

Платформа Metro является открытой по сравнению с другими платформами для мобильных устройств. Имеется возможность публикации бесплатных приложений с открытым исходным кодом, использования различных технологий разработки и языков программирования. Основной плюс – сохранение данных и их перенос между разными устройствами.

В докладе представлены особенности разработки Metro-приложений, описание разработки и случаев, в которых необходимо использование сложных элементов интерфейса.

Разработка приложения ведется с помощью HTML, CSS и JavaScript. При разработке интерфейса используются сложные элементы: фрагменты, списки, панели инструментов, всплывающие элементы и меню. Сложные элементы интерфейса позволяют сделать приложение интуитивно понятным и упростить пользование им. Также они полезны в случаях, когда необходимо очистить основной экран приложения от загромождающих его элементов, например, вывести подсказки в отдельных фрагментах, которые являются своеобразной заменой окон в интерфейсе Metro.

Приложение позволит проводить тестирование учеников, а также будет содержать правила грамматики и видео-уроки. Будет представлено несколько видов упражнений для проверки навыков: словообразование, перевод, подстановка нужных слов в текст. Приложение позволит оценить уровень знаний ученика, а также заполнить пробелы в знаниях по предмету.

Приложение можно запускать на планшетах и компьютерах под управлением Windows 8 и выше, а также Windows RT.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дронов, В. А. Windows 8: разработка Metro-приложений для мобильных устройств / В. А. Дронов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 528 с.
- 2 Штефен, В. Разработка приложений для Windows 8 с помощью HTML5 и JavaScript. Подробное руководство / В. Штефен. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 344 с.

Е. В. Юнах, Л. И. Короткевич

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНЫМ КУРСАМ

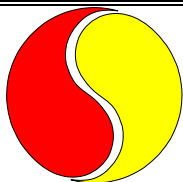
Одним из актуальных направлений развития компьютерных технологий в образовании является разработка систем тестирования студентов. Использование таких систем позволяет автоматизировать и усовершенствовать один из важнейших этапов образовательного процесса, а именно контроль знаний по пройденному материалу.

Эксплуатируемая в университете система дистанционного обучения и тестирования (ДОТ) реализована на основе системы управления курсами Moodle и обладает широкими функциональными возможностями. В то же время интерфейс системы ДОТ весьма сложен, и, как следствие, для установки, модификации, открытия тестов большинство преподавателей вынуждены обращаться к администратору системы. Предлагаемая в данной работе альтернативная система обладает простым интерфейсом и достаточной функциональностью, чтобы преподаватели, даже при отсутствии специфических знаний в области информационных технологий, могли самостоятельно проводить все действия по тестированию студентов.

Действия администратора в разработанной системе сводятся только к регистрации преподавателей. После регистрации преподаватели получают возможность создавать учебные курсы, вводить и редактировать тестовые задания, определять состав тестируемых студентов, назначать время проведения контрольных мероприятий. Подготовка заданий может быть выполнена непосредственно через программу – рабочее место преподавателя или в текстовом редакторе Word. Задания могут включать рисунки. Возможно использование те-

стов с различными типами ответов: одиночный выбор из группы ответов, множественный выбор, сопоставление вопросов и ответов, ввод ответа. Преподаватель может формировать задания на прохождения теста, задав количество вопросов по отдельным темам курса, длительность теста, календарный период, когда тест будет открыт для прохождения, и состав тестируемых студентов. После прохождения студентами тестов преподаватель имеет возможность просмотра результатов каждого студента по тесту, получая подробные отчеты о количестве правильных и неправильных ответов.

Рабочее место студента предназначено для прохождения ими тестирования. После авторизации студенту становятся доступны тесты, открытые ему преподавателями. Студент в свою очередь может выбрать один из этих тестов и пройти его, при этом программа случайным образом генерирует заданное преподавателем количество вопросов по каждой из тем теста. После завершения прохождения теста приложение автоматически проверяет правильность ответов, отображает информационное окно с результатом и сохраняет эти данные для отображения преподавателю.



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Р. А. Аль-Абси, В. В. Можаровский

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ОБЗОР МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ОПИСАНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ И ВЯКОУПРУГИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИТОВ

В настоящее время широко применяются новые конструкционные материалы, обладающие значительными реономными свойствами, повышенными прочностными характеристиками в различных отраслях машиностроения, строительства. Несмотря на то, что новейшие композиты нашли широкое применение в качестве конструкционных материалов и были разработаны эффективные инженерные методы оценки поведения этих материалов и конструкций при статических нагрузках, но в тоже время не существует эффективных методов компьютерной реализации расчета поведения конструкций из композитов, например, при контакте с учётом вязкоупругости. Исследование явления вязкоупругости в композитных материалах при контактном взаимодействии тел возможно при использовании эмпирических экспериментальных методов, но нежелательно из-за обширности и дороговизны мероприятий, требуемых при этом для охвата множества разнообразных комбинаций структур материалов, заполнителей, способов плетения волокна, последовательности укладки слоев, типов конструкций. Хотя существует много методов расчета задач подобного типа, в тоже время возникает необходимость автоматизировать методики расчета [1–6], сделать реализацию и программное обеспечение на базе современных достижений науки и компьютерных технологий.

Рассмотрен обзор математических моделей и компьютерная реализация описания реологических и вязкоупругих свойств композицион-

ного материала в виде деформируемых тел, обзор методик расчета вязкоупругого поведения, сделан критический анализ по применению изучаемых теорий.

ЛИТЕРАТУРА

1 Галин, Л. А. Контактные задачи теории упругости и вязкоупругости / Л. А. Галин. – М.: Наука, 1988. – 304 с.

2 Огибалов, П. М. Механика полимеров / П. М. Огибалов, В. А. Ломакин, Б. П. Кишкин. – М.: Изд-во МГУ, 1975. – 528 с.

3 Старовойтов, Э. И. Основы теории упругости, пластичности и вязкоупругости : учебник для студентов строит. специальностей вузов / Э. И. Старовойтов. – Гомель, БелГУТ, 2001. – 344 с.

4 Можаровский, В. В. Прикладная механика слоистых тел из композитов: Плоские контактные задачи / В. В. Можаровский, В. Е. Старжинский. – Мн.: Наука и Техника, 1988. – 271 с.

5 Александров, А. В. Основы теории упругости и пластичности / А. В. Александров, В. Д. Потапов. – М.: Высш.шк., 1990. – 400 с.

6 Кристенсен, Р. Введение в теорию вязкоупругости / Р. Кристенсен. – М.: Мир, 1974. – 340 с.

В. В. Воскресенский, Т. А. Трохова

(ГГГУ им. П. О. Сухого, Гомель)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НЕФТЕДОБЫЧИ

Работа проектировщика на этапе расчета параметров оборудования для добычи нефти связана со сложными и громоздкими аналитическими выкладками, предшествующими численному анализу, и требуют от инженера высокой математической квалификации и понимания специфических аспектов математических вычислений и преобразований, эрудиции и опыта выполнения подобной работы. Одной из актуальных задач, которую необходимо решать инженеру-проектировщику, является задача параметрического синтеза, когда для принятия решений по выбору параметров технической системы нужно быстро получить интересующие его данные. Разработанное программное приложение позволяет автоматизировать расчет параметров оборудования для добычи нефти, что ускорит процесс принятия решений при проектировании.

В качестве математической модели для программной системы выбрана совокупность моделей прочностных расчетов насосно-компрессорных труб (НКТ), параметров пакеров, параметров запорных устройств и соединительных элементов фонтанной арматуры, а именно, расчет страгивающих нагрузок, циклических нагрузок, продольной осевой нагрузки пакера и т.д.

Инфологическая модель системы автоматизации параметрического синтеза оборудования для нефтяных скважин содержит банк инженерных знаний в этой предметной области и основывается на методах и алгоритмах гибридных экспертных систем (ГЭС). ГЭС позволяют не только объединять разные модели представления знаний в базах знаний, но и использовать несколько технологий их обработки, что делает этот вид систем достаточно гибкими при настройке на конкретную предметную область.

Разработанный программный комплекс функционирует в нескольких режимах работы, а именно: режим расчета НКТ на прочность; режим расчета параметров пакеров и параметров запорных устройств; режим расчета соединительных элементов фонтанной арматуры; режим ведения справочника геометрических и физических параметров НКТ; режим ведения справочника геометрических параметров фланцевых соединений; режим ведения справочника параметров нагрузок НКТ; режим подбора оборудования; режим графического редактора.

Проведена апробация работы программного комплекса на реальных тестовых данных, взятых из проектов по нефтедобыче. Программный комплекс может быть предложен к внедрению на предприятия и проектные организации нефтедобывающей отрасли.

Р. В. Гончарук

(БрГТУ Брест)

ВОЗМОЖНОСТИ МОНИТОРИНГА В ЛАБОРАТОРНОМ ФИЗПРАКТИКУМЕ

Компьютерные технологии, обладающие потенциально широким спектром дидактического применения, в последние годы рассматриваются как достаточно объективное средство поддержки, мониторинга и диагностики образовательного процесса. *Мониторинг* может рассматриваться и как процесс наблюдения и регистрации, хранения и анализа большого количества данных о каком-либо объекте на достаточно близко примыкающих друг к другу ин-

тервалах времени, в течение которых значения наблюдаемых данных существенно не изменяются. Под это понятие великолепно подходит, например, весьма распространенный метеорологический мониторинг температуры. Снимать термометрические показания можно, вообще говоря, непрерывно. А вот записать полученные значения непрерывно уже не получится. Какой бы малый промежуток времени мы ни выбрали, полученный набор данных всегда будет дискретным.

В данной работе предлагается метод применения мониторинга второго типа по отношению к исследованию законов вращательного движения, а также изучению инертных свойств твердых тел. Установка состоит из горизонтально расположенного диска, который может свободно вращаться вокруг вертикальной оси под действием – груза, связанного с фотодатчиком движения. Такое построение, в отличие от маятника Обербека, позволяет избежать необходимости балансировки подвижной части и исследовать инерционные свойства различных тел, устанавливая их на диск в произвольном месте с помощью специальных креплений. В частности, исследуются стержень, цилиндр, параллелепипед и шар.

В присоединенном к датчику движения компьютере фиксируется и записывается в файл значения угловых координат и моментов времени, в которые измерены эти координаты. Затем учащимися с помощью подходящей программы производится обработка записанной информации. Она заключается в аппроксимации зависимости записанных числовых данных, например, в данном случае – методом наименьших квадратов. При этом получается аналитическое выражение зависимости среднего значения угла поворота от времени. Первая и вторая производная от полученных законов движения определяют аналитические зависимости скорости движения и ускорения от времени. Значения этих величин используются для вычисления инертных свойств исследуемых тел: определения моментов инерции и проверки теоремы Штейнера.

Н. О. Горшенин, Б. В. Рябошапко

(ЮФУ, Ростов-на-Дону)

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СЕНСОРНОГО БЛОКА
КВАДРОКОПТЕРА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКО-ЛОГИЧЕСКОГО
АЛГОРИТМА В СРЕДЕ LABVIEW**

В настоящее время робототехника является одной из перспективных и быстроразвивающихся сфер в области высоких техноло-

гий. Актуальной задачей является навигация робота в незнакомой ситуации, осуществляемая автономно. Разработанные в [1] модель, алгоритм и программа нечеткого навигационного алгоритма, позволяют определять расстояние до препятствия с помощью ультразвукового датчика HC-SR04. Продолжением данной работы является создание сенсорного блока, состоящего из трех однотипных датчиков HC-SR04 и микроконтроллера Arduino Uno (рис. 1) и позволяющего имитировать «акустический глаз».

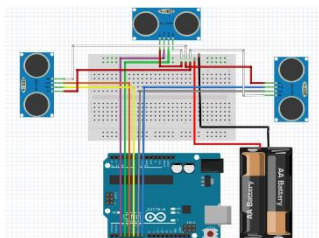


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки

Целью работы является создание нечетко-логической модели, позволяющей реализовать принцип ситуационного подхода, предложенный Д. А. Поспеловым [3]. Применение «нечеткой» логики [2] в совокупности с обработкой данных с датчиков позволило получить модель обстановки, где жирная линия представляет собой препятствие, пустота – его отсутствие, а ЧС – чрезвычайную ситуацию (рис. 2).

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ситуация									ЧС

Рисунок 2 – Возможные ситуации

В рамках работы был создан виртуальный прибор в среде LabVIEW, представленный на рисунке 2, который позволил, опираясь на нечеткую базу, осуществлять выбор ситуации.

Полученные результаты подтвердили возможность создания аэроакустической интеллектуальной навигационной системы на базе ультразвуковых датчиков с применением нечеткой логики и подтвердили эффективность ее применения для решения навигационной задачи квадрокоптера.

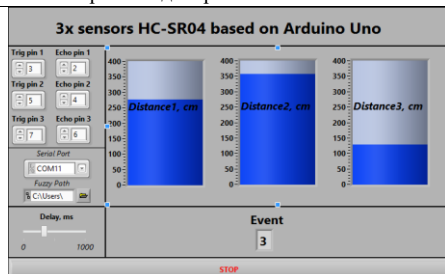


Рисунок 3 – Внешний вид лицевой панели виртуального прибора

ЛИТЕРАТУРА

1 Горшенин, Н. О. Аэроакустическая интеллектуальная система предупреждения лобового столкновения квадрокоптера с препятствием / Н. О. Горшенин, Б. В. Рябошапка // Научная дискуссия: проблемы математики, физики, химии, биологии: материалы XXXVI-XXXVII международной научно-практической конференции. – №1 (29). – М.: Изд. «Интернаука», 2016. – С. 35–42.

2 Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 798 с.

3 Поспелов, Д. А. Ситуационное управление: теория и практика / Д. А. Поспелов. – М.: Наука, Физ.мат.лит., 1986. – 288 с.

А. В. Господ, Д. А. Чайкин
(МГУП, Могилев)

ТЕСТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ

Для тестирования разработанных алгоритмов предлагается методика, основанная на применении реального мобильного робота, созданного на элементной базе Arduino, и модуль в программном обеспечении Matlab, реализующий модель роботов Puma, Stanford и Fanuc (6 степеней свободы).

Робот имеет следующую общую схему, представленную на рисунке 1. Операционная система (ОС) Android обрабатывает все данные и проводит вычисления. На основании результатов вычисления по Bluetooth (Bt) каналу передаются команды, принимаемые Bt модулем

и в дальнейшем поступающие по последовательному порту в Arduino. Arduino обрабатывает поступившие команды и выполняет их при помощи моторов. Кроме того в Arduino поступают данные от сенсоров и датчиков, которые он приводит в удобный вид и отправляет при помощи Вт модуля в ОС.

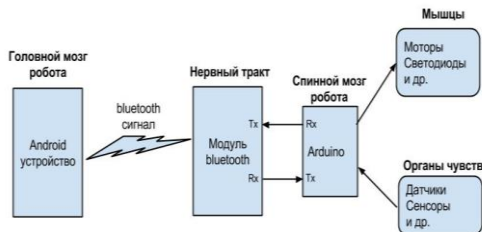


Рисунок 1 – Общая схема робота

Питание на Arduino подается по USB кабелю, который подключается к компьютеру, по нему же загружается и программное обеспечение (скетч) выполняемое на нем. Необходимо отметить, что загружать скетч в Arduino можно только тогда, когда отключено питание от Вт модуля (Вывод (17) 3V3), в противном случае возникает ошибка.

Разработана методика тестирования алгоритмов автоматического управления роботом-манипулятором основанная на применении реального мобильного робота, созданного на элементной базе Arduino, и модуль в программном обеспечении Matlab, реализующий модель робота Puma, Stanford и Fanuc (6 степеней свободы).

И. Э. Илюшин, М. М. Кожевников

(МГУП, Могилев)

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИНТЕЗА ТРАЕКТОРИИ СВАРОЧНОГО РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

В процессе управления роботом-манипулятором можно выделить два основных этапа: синтез траектории и её реализацию. В виду усложнения автоматизируемых технологий, а также требований по сокращению сроков подготовки мелко- и среднесерийного производства существует тенденция максимального освобождения человека-оператора от задачи планирования траектории: отказа от программирования методом обучения и переходу к программному планированию.

Синтез траектории был построен на модели конфигурационного пространства, для приближенного описания свободного от столкновений пространства применена карта вероятных траекторий (*probabilistic roadmap, PRM*). Ввиду того, что нерегулярная форма препятствий приводит к плохой сходимости алгоритма *PRM* при выявлении в конфигурационном пространстве робота «проблемных зон», данный алгоритм был модифицирован за счет использования метода решетчатой карты траекторий (*lattice roadmap, LRM*).

Исследование эффективности предложенного алгоритма выполнялось в среде САПР ROBOMAX. Предложенный алгоритм синтеза реализован на языке программирования C++ и интегрирован в данную САПР. В качестве объекта исследования использовалась роботизированная ячейка для дуговой сварки металлической конструкции состоящей из 9 труб. Ячейка включает робот-манипулятор KR125, оснащенный сварочной горелкой (рис. 1). Анализ результатов тестирования позволяет сделать вывод о том, что предлагаемый подход эффективен при синтезе траекторий роботов-манипуляторов в рабочей среде с препятствиями.

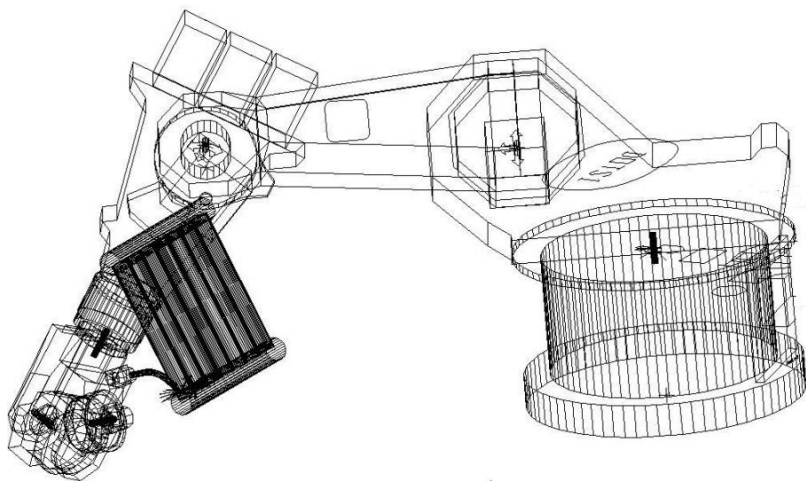


Рисунок 1 – Роботизированная ячейка на основе манипулятора KR125

А. С. Марущак, А. А. Добатовкина
(ВГТУ, ВГУ им. П. М. Машерова, Витебск)

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3-Х МЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Одним из направлений разработки и совершенства технических средств защиты водных объектов от нефтяных загрязнений является применение 3D-моделирования. Трёхмерная графика 3D (от англ. *3 Dimensions Graphics* – три измерения изображения) – раздел компьютерной графики, совокупность приемов и инструментов (как программных, так и аппаратных), предназначенных для изображения объёмных объектов. Трёхмерное изображение на плоскости отличается от двумерного тем, что включает построение геометрической проекции трёхмерной модели сцены на плоскость (например, экран компьютера) с помощью специализированных программ (однако, с созданием и внедрением 3D-дисплеев и 3D-принтеров, трёхмерная графика не обязательно включает в себя проецирование на плоскость).

Для защиты водных объектов и сточных вод нами разработаны радиальный отстойник, предназначенный для улавливания и удаления нефтяных загрязнений и плавающих частиц с поверхности воды технологического оборудования очистных сооружений [1] и магнитное боновое ограждение, которое может быть использовано для локализации и улавливания нефтенасыщенного сорбента с поверхности водотоков [2].

Моделирование произведено в программе *SolidWorks*, которая предназначена для автоматизации работы промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Инструменты *SolidWorks* обеспечивают полный цикл проектирования и создания конструкторской документации.

Применение 3D-моделирования при разработке технических средств защиты водных объектов от нефтяных загрязнений позволяет улучшить их визуализацию и облегчает внесение конструктивных изменений.

ЛИТЕРАТУРА

1 Заявка на изобретение а20140380 ВУ, МПК Е03F5/14, Е02В15/04, С02F1/28 Радиальный отстойник / В. Е. Савенок, А. С. Марущак, А. А. Добатовкина. Заявитель Витебский гос. ун-т им. П.М. Машерова – а20140380; Заявл. 10.07.14; Оpubл. 29.02.16 // Оф. бюл. Нац. Центр инт. собственности РБ. – 2016. – №1.

2 Заявка на изобретение а20150156 ВУ, МПК E02B15/04, C02F1/48 C02F1/28 Магнитное боновое заграждение / В. Е. Савенок, А. С. Марущак, А. А. Добатовкина, П. С. Селезнев. Заявл. 23.03.15; Приоритетная справка Нац. Центра инт. собственности РБ от 29.05.2015.

С. А. Никитин

(БрГТУ, Брест)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА АРКАДЬЕВА – МАРКСА

В ходе работ по созданию демонстрационного генератора высоковольтных импульсов по схеме Аркадьева – Маркса возникла необходимость проверки его функционирования при различных номиналах составляющих элементов. Большие величины электрических напряжений в генераторе (десятки – сотни киловольт) сильно ограничивают экспериментальные возможности. В тоже время построение компьютерной модели генератора позволяет исследовать его работу в различных режимах в широком диапазоне внутренних параметров, не прибегая к проведению натуральных испытаний. При этом появляется возможность исключить заведомо неподходящие режимы работы и сократить время исследований.

Использовалась программа схемотехнического моделирования Micro-Cap-10, которая во внутреннем наборе компонентов цепей содержит искровой разрядник (Spark-Gap). Моделируемая схема каскадного генератора Аркадьева – Маркса хорошо известна. По многочисленным описаниям этой цепи происходит параллельная зарядка накопительных конденсаторов до напряжения пробоя разрядников – U . После этого срабатывают разрядники, которыми конденсаторы соединяются последовательно, напряжения на них суммируются, создавая на выходном узле высокое напряжение, почти равное nU , где n – число каскадов.

Однако прогон данной модели в Micro-Cap показал, что цепь не работает по этому описанию. Пробоя разрядников во втором и следующих каскадах не происходит. Можно догадаться, что срабатывание очередного разрядника приведет к скачку напряжения на следующем и его пробую

только в том случае, если напряжение противоположного электрода следующего разрядника задержится на текущем уровне на некоторое время, достаточное для его пробы. Этого можно добиться, если к данным электродам подключить дополнительные задерживающие конденсаторы. Прогон скорректированной модели дает нужный результат. Напряжение на выходном узле в импульсе достигает nU . Изменяя в модели величину емкостей задерживающих конденсаторов и наблюдая ее работу, удалось определить их минимальную емкость, необходимую для работы генератора при заданных параметрах разрядников. Емкость оказалась небольшой и была реализована конструктивно.

Таким образом, компьютерное моделирование генератора позволило выявить недомолвку в известной нам литературе и создать действующий макет генератора с выходным напряжением около 500 КВ.

Г. А. Сиз, Т. А. Трохова

(ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ПОТРЕБНОСТИ КОМПОНОВКИ НИЗА БУРИЛЬНЫХ КОЛОНН ПРИ БУРЕНИИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Важность качественного проектирования бурильных колонн при строительстве и эксплуатации нефтяных скважин трудно переоценить. Использование компьютера в процессе моделирования компоновки низа бурильной колонны (КНБК) и проведении расчетов и создания отчетов значительно сокращает временные и экономические затраты и повышает качество проектных работ.

В соответствии с функциональной моделью программного комплекса были определены основные режимы его функционирования и разработано лингвистическое и информационное обеспечение.

Тщательная проработка методического материала по проектированию структуры и выбору параметров бурильных колонн, включая элементы КНБК, позволила провести детальный информационный анализ и корректно сформировать нормативно-справочную информацию программного комплекса.

Программный комплекс поддерживает следующие основные режимы работы: ведение базы данных; проектирование КНБК; расчет потребности в элементах КНБК; создание отчетов. Работая в этих режимах, инженер-проектировщик может выполнять следующий набор функций:

1) ведение справочников, например, справочника площадей, скважин, элементов КНБК и т.д.;

2) формирование оперативных таблиц базы данных, таких, как таблица норм проходки на долото, таблица потребности в элементах КНБК, таблица состава КНБК и т.д.;

3) проведение расчетов потребности в долотах с получением суммарной потребности в элементах на скважину;

4) формирование проектных отчетов.

Высокая квалификация инженера-проектировщика в сочетании с данным программным комплексом позволит получить нужный результат в сжатые сроки и сэкономит денежные средства на проектирование.

Разработанный программный комплекс позволяет проводить не только проектирование КНБК, но и вести документацию по текущим проектным работам, включая отчеты и графики. Приложение может быть использовано в сфере нефтедобычи для предоставления инженеру-проектировщику возможности ускорить процесс проектирования компоновки низа бурительных колонн и грамотно представить результаты работы.

Н. А. Ткачук

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ
РЕКУРСИВНЫХ ЗАПРОСОВ В РЕЛЯЦИОННЫХ
И НЕРЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ**

В настоящее время под влиянием интенсивного развития современных информационных технологий, существует необходимость в хранении и обработке различных объемов и типов данных. Для работы с различными иерархическими структурами данных, такими как графы и деревья, во многих системах управления базами данных используются рекурсивные запросы.

Реляционные системы управления базами данных реализуют стандарт SQL 99, а также собственные механизмы для работы с рекурсивными запросами, как, например, оператор CONNECT BY в Oracle.

С другой стороны, нереляционные системы управления базами данных, такие, как документно-ориентированная Mongo DB и графо-ориентированная Neo4J, также предоставляют свои механизмы для хранения иерархических структур и использования рекурсивных запросов.

Вопрос выбора правильной базы данных для информационной системы, которая будет использовать большое количество рекурсивных запросов стоит особо остро. Неправильно организованное хранения данных может существенно замедлить выборку, анализ и добавление данных.

Отметим, что в настоящее время отсутствует сравнительный анализ производительности различных популярных систем управления базами данных в рамках рекурсивных запросов. В силу этого рассматриваемая тематика доклада является актуальной.

Предлагаемое исследование включает в себя разбор рекурсивных запросов в рамках реляционной алгебры, а также сравнительные данные по производительности различных баз данных при работе рекурсивной выборки, вставки, удаления и обновления как с небольшими объемами данных, так и с данными большого объема.

Целью данного исследования является анализ рекурсивных запросов с различных точек зрения и возможность оптимизации информационных систем, которые используют большое количество рекурсивных запросов.

Ю. П. Трус, М. М. Залесский

(ГрГУ им. Я. Купалы, Гродно)

**О РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ
ЭКСПРЕССНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ**

Лазерная экспрессная экспертиза на сегодняшний день является единственным методом, который позволяет исследователю определить материалы, содержащиеся в произведении искусства или каком-либо другом объекте, например, строительные материалы. Таким образом,

исследователь, благодаря информации, полученной в результате экспертизы и собранной базы данных, может понять состав и какие художественные материалы (краски, пигменты) использовались в определенный временной период, а также в каком конкретном регионе. Проведение такого рода экспертизы помогает выявить подделку среди картин и выявить состав строительных материалов.

На данный момент уже существует программное обеспечение, которое обрабатывает входные данные и выдает экспертное заключение. В связи с этим существует необходимость в информационном ресурсе, с базой данных предназначенной для хранения, обработки и поиска данных, связанных с материаловедческой экспертизой.

Создание такого ресурса позволит хранить расширенные данные об объекте исследования, его характеристиках, материалах, использованных в процессе его создания. Поэтому использование ресурса увеличивает скорость получения итоговых результатов экспертизы и позволяет осуществлять быстрый и направленный поиск в базе накопленных экспертиз. Также следует учесть, что цель ресурса не только в хранении информации по материалам и результатам исследований, но и в предоставлении к нему открытого доступа, посредством Интернета.

Предлагаемый информационный ресурс состоит из нескольких компонентов: веб-портала, предоставляющего доступ к ресурсу, связанному с исследованием объектов искусства, и доступ к ресурсу, связанному с исследованием строительных материалов; базы данных, содержащей информацию о лазерных спектрах, пигментах и их химическом составе, информацию о картинах, информацию о художниках, информацию о строительных материалах. Ресурс позволяет провести экспертизу объектов искусства (имеется возможность установить временные границы создания художественных изделий, географический регион и иные характерные особенности, которые позволяют с высокой степенью достоверности установить подлинность произведений искусства), а также экспертизу строительных материалов (позволяет определить степень износа конструкционных материалов задолго до того, как они перейдут в аварийное состояние), и сделать вывод об исследуемом объекте.

А. С. Марущак, С. А. Чепелов
(ВГТУ, ВГУ им. П. М. Машерова, Витебск)
**ПРОГРАММЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
ОТ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

На любом крупном промышленном объекте есть очистные сооружения, которые предназначены для очистки промышленных сточных вод до нормируемых значений перед сбросом их в городской коллектор или непосредственно в водный объект. Одним из негативных факторов работы очистных сооружений является наличие выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух.

Целью данной работы была разработка компьютерных программ для автоматизированного расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от очистных сооружений промышленных объектов.

Для определения максимальных и валовых выбросов загрязняющих веществ от источников очистных сооружений нами разработаны две компьютерные программы. Первая программа реализует расчетный метод согласно пособия в области охраны окружающей среды (ООС) и природопользования: П-ООС 17.08-01-2012 (02120). Вторая программа использует алгоритм расчета, представленный в техническом кодексе установившейся практики (ТКП) 17.08-16-2011 (02120) для объектов нефтехимического комплекса. Для ее реализации используется инструментально-расчетный метод, предполагающий перед проведением расчетов проведение необходимых инструментальных измерений [1].

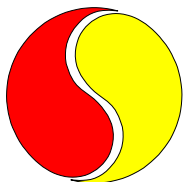
Для работы с программами устанавливается общее количество источников ЗВ на объекте и их параметры, а также качественные и количественные характеристики выбросов ЗВ, определяемые по справочным данным или инструментальным путем. После введения всех исходных значений в программу производится автоматизированный расчет. В результате расчета получаем значения максимальных и валовых выбросов ЗВ от всех источников очистных сооружений.

Применение данных компьютерных программ сведет к минимуму время, необходимое для проведения расчетов выбросов загрязняющих веществ от очистных сооружений промышленных объектов, позволит унифицировать расчеты для различных промышленных объектов, а

также облегчит процесс компьютерного моделирования влияния работы промышленного объекта на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1 Савенок, В. Е. Определение выбросов загрязняющих веществ от очистных сооружений объектов нефтехимического комплекса / В. Е. Савенок, А. С. Марущак // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2014. – № 27. – С. 153.



СОВРЕМЕННЫЕ СЕТЕВЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Применение информационных
технологий в экономике
и управлении*

Ю. В. Андрусенко

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СТРУКТУР ДАННЫХ В ЯЗЫКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Типы и структуры данных представляют собой фундамент, на котором строится вся современная технология программирования. Программирование в широком смысле, включая не только непосредственно написание и отладку программ, но и проектирование программных систем разной сложности; проектирование, реализацию и использование баз данных и информационных систем и т.д. Можно выделить следующие категории типов:

- Встроенные типы данных.
- Перечисляемые типы.
- Конструируемые типы.
- Указательные типы.

Для заданной прикладной области разработано описание объектов этой области и процедуры, реализующие базовые операции над этими объектами, в том числе: Текстовый ввод-вывод (консольный и файловый); Присваивание; Задание константных значений; Сравнение объектов (не менее 2-х типов).

Процедуры и описания данных составляют отдельный модуль (модуль типа данных). Для данных объектов разработана программа, обеспечивающая ввод исходных данных из файла в память, хранение их в памяти в виде упорядоченного разветвленного списка (для ветвления списка использовать естественную классификацию объектов), операции над этим списком.

В качестве примера реализована следующая задача: из входного потока (терминала или файла) поступает текст, состоящий из слов, которые разделены пробелами. Между словами может быть более одного пробела. Разобрать текст по словам или по символам (в зависимости от условия), упорядочив его путем сортировки двоичным деревом. Под символами в данном случае подразумеваются лишь те, которые входят в слова. Дерево представить в виде объекта, в который включить следующие методы: Построить дерево по тексту, заданному в файле; Удалить поддереву с корнем, которое равно заданному значению; Вывести дерево на экран в наглядном виде; Сохранить-восстановить дерево. Тестовая программа показала работоспособность обсуждаемых методов объекта.

А. А. Дραπεза

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СОЗДАНИЕ ТОРГОВОЙ ПЛОЩАДКИ «ПЛАНЕТА СКИДОК»

Электронной торговой площадкой сегодня можно назвать любой Интернет-ресурс, посредством которого заключаются сделки купли-продажи между предприятиями – покупателями и продавцами. Суть заключается в том, что предприятие или даже простой пользователь смогут открыть свой интернет магазин. Плюс ко всему тем самым предполагается удобная база товаров. Чтобы не ездить и не искать, что вам нужно, надо просто зайти на один сайт и все перед вами.

На данный момент сайт «Планета скидок» проходит закрытое тестирование, и в течении этого месяца он будет доступен по адресу <http://www.planetaskidok.by>

Главная страница сайта содержит в себе:

- основные пункты меню, поиск по сайту;
- поля для регистрации/авторизации пользователей (личный кабинет);
- боковой блок с разделами и выпадением;
- центральный блок с лучшими предложениями.

Каталог отображает товары всех продавцов, сначала «vip», потом обычные.

В разделе новостей содержится архив всех публикаций, выводятся по 5 статей на странице.

Страница с дополнительной информацией отображает информацию с контактными данными администратора сайта и т.д.

На сайте предусмотрено разделение доступа на 3 типа:

- 1) Покупатели – могут только покупать товары.
- 2) Продавцы – могут покупать и продавать товары.
- 3) Администратор – может добавлять, удалять, блокировать, и изменять пользователей. Также на сайте предусмотрены «vip» товары, т.е. если продавец хочет чтобы его товар отображался на главной странице, то он платит владельцу и администратор ставит этот товар на главную.

Чтобы зарегистрироваться, достаточно заполнить данные в форме на странице регистрации, после чего пользователь получит доступ в личный кабинет. В личном кабинете можно редактировать свой профиль, добавлять/редактировать/удалять товары. Каждый пользователь в личном кабинете видит только свои товары.

Ю. В. Андрусенко, М. И. Жадан

(ГТУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ MYSQL В JAVA

Java, начиная свой путь как средство украшения Web-страниц, постепенно переходит в разряд ключевых технологий для построения сетей intranet и сложных корпоративных приложений. Это стало возможным благодаря появлению в Java средств для работы с базами данных, без которых невозможно обойтись в сложных корпоративных системах. Чтобы понять, какую роль может выполнять Java-программа в работе с базами данных, необходимо вспомнить несколько архитектур, которые используются для построения сложных клиент-серверных систем. В более сложной двухуровневой архитектуре клиент-сервер можно написать на Java пользовательский интерфейс, который будет общаться с базой данных на удаленном сервере. Есть два способа связи с БД: статический (JSQL) и динамический (JDBC – Java Database Connectivity).

Стандартным решением для организации связи Java-приложений с базой данных является JDBC. Именно эта библиотека входит в комплект, которая обеспечивает Java-программам универсальное средство для работы с СУБД. JDBC выполняет три основные функции работы с базами данных:

- установление связи с СУБД;
- передача базе данных SQL-запросов;
- обработка полученных результатов.

Используя динамический способ связи с базой данных, реализованы следующие задачи.

Доступ. Для получения доступа к базе данных использовать JDBC API. Для базы данных MySQL использовать драйвер Type 4 JDBC из пакета `mysql-connector-java-5.1.23-bin.jar`. Для работы с ним следует добавить JAR-файл в директорию, содержащуюся в CLASSPATH. Подключить базу данных MySQL используя строку подключения JDBC, имя пользователя, пароль, БД с таблицами.

Подключение. Написать программу на Java, которая будет подключаться к базе данных, запущенной на localhost. Данные необходимо получать с помощью SELECT-запроса в JDBC. Создать возможность добавления данных с помощью INSERT-запроса в JDBC. Использовать запросы INSERT, UPDATE и DELETE, а также SQL DDL: CREATE, ALTER или DROP.

Д. В. Бугай

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СОЗДАНИЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Веб-приложения это приложения или программы, которые используются в Интернете. Другими словами, веб-приложения являются приложениями, которые используются в сети. Иногда этот термин также может быть использован для приложений, которые размещены в контролируемой среде веб-браузера. Приложение, которое закодировано в браузере в одном из поддерживаемых языков можно также назвать веб-приложением. В последние несколько лет, веб-приложения вышли на передний план благодаря большому количеству преимуществ которые они предоставляют. Одним из наиболее важных преимуществ веб-приложений, является то, что их можно использовать бесплатно. Наиболее часто используемые приложения включают в себя почтовые приложения, интернет-аукционы, розничные продажи.

Веб-приложения имеют ряд преимуществ перед обычными. Веб-приложения, прошли долгий путь от настольных приложений. Преимущества веб-приложений заставили пользователей перейти от настольных приложений к ним.

Основное из преимуществ является то, что они очень удобны для использования. Они могут быть использованы в любой части мира в любое время. Вся база данных будет доступна все время. Можно использовать компьютер или телефон для доступа к необходимым данным, всякий раз, когда это требуется.

В отличие от настольных приложений, веб-приложения, не нужно устанавливать, так как они работают на веб-сервере. Можно забыть о потраченном времени и усилиях, необходимых для установки программ. Для таких приложений не нужно проводить техническое обслуживание и устранение неполадок, которые вряд ли когда-нибудь возникнут. Не нужно создавать резервные копии на дисковом пространстве и т.д.

Преимуществом веб-приложений является то, что они работают на различных платформах. Большинство приложений работают на различных интернет-браузерах, таких как Internet Explorer, Mozilla Firefox, и т.д. Они также совместимы с большинством операционных систем. Нет никакой разницы в том, какая операционная система или браузер установлены на компьютере качество работы приложения остается та же, все время.

Не нужно проходить специальное обучение для того чтобы пользоваться этими программами. Пользователь может пройти обучение прямо в интернете, не выходя из дома. Если тот или иной пользователь не имеет свободного времени, то он может сам выбрать темп обучения.

Помимо преимуществ веб-приложения, также имеют и определенные недостатки. В числе основных недостатков то, что подключение к интернету происходит медленнее, поэтому для приложения потребуется время для запуска. Это может привести к потере времени, если он торопится закончить работу.

Проект – это уникальный процесс, в ходе выполнения которого получают уникальный продукт. Таким образом, для разработки продукта в проекте, скорее всего, должен применяться уникальный процесс. Вместо создания каждого проекта «с нуля», менеджер проекта может воспользоваться обобщенной, проверенной на практике методикой, адаптировав ее для конкретного проекта. Как правило, всегда есть возможность выбора среди нескольких «начальных» жизненных циклов.

Выбор и адаптация жизненного цикла разработки проекта оказывает влияние на методики разработки продукта, навыки менеджмента проектов и навыки менеджмента персонала. Что касается методов раз-

работки продукта, менеджер проекта должен прежде всего иметь представление о стандартах процесса, уметь оценить их применимость по отношению к данному проекту, оценить альтернативные процессы и при необходимости адаптировать процесс жизненного цикла к текущим потребностям. На выбор методов и инструментальных средств также может оказывать влияние выбор жизненного цикла.

С каждым годом веб-приложения приобретают все большую популярность из-за их универсальности, удобства использования и гибкости. Веб-системы имеют много преимуществ перед обычными настольными решениями, которые работают по технологии клиент-сервер.

С момента основания сети количество ее пользователей неуклонно, из года в год увеличивается, причем увеличивается большими шагами.

В качестве практической работы представлен сайт, для школы «ГУОИговский детский сад – базовая школа», написанный на языках HTML и PHP. На сайте посетитель может найти информацию о школе, об учителях, оставить сообщение в гостевой книге.

И. И. Коляскин, М. И. Жадан

(ГТУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИГРОВОЙ СИТУАЦИИ

Разработку и управление компьютерными играми позволяет реализовать Microsoft XNA. Пакет включает в себя обширный набор библиотек классов, специфичных для разработки игр. Игры XNA пишутся для среды времени выполнения, поэтому они могут запускаться на любой платформе, поддерживающей XNA Framework.

В целях изучения возможностей XNA Framework было создано игровое приложение, представляющее собой головоломку, в которой игрок должен найти среди звезд заданное созвездие. В игре имеется четыре «локации», или же уровня, каждый из которых имеет различную сложность – на легких уровнях плотность звезд ниже, чем на последующих. Каждый уровень содержит двенадцать созвездий, за исключением последнего, где созвездий всего шесть, но они самые сложные из всех, поскольку содержат много звезд и «связей» между ними. Форма и расположение созвездий близки к реальным. Игра содержит множество декоративных элементов, такие как туманности на фоне,

изменяющие форму, яркость и цвет, фоновые звезды, а также анимацию мерцания звезд.

Рассмотрим основы работы с XNA на основе описанного приложения. В папку Content добавляются игровые ресурсы: картинки фона, игровых объектов, таких как звезды, связи между ними, элементов интерфейса. В методе LoadContent добавленные ресурсы используются для создания игровых объектов. В методе Draw рисуется фоновое изображение, звезды, «связи» между ними, различные декоративные элементы и т. д. Обработка движения объектов, а также их реакция на действия пользователя происходит в методе Update. При каждом вызове Update проверяется состояние кнопки мыши, и в случае, если она нажата, «связь» от выделенной звезды тянется за указателем. Если указатель, тянущий «связь» от одной звезды, находится над другой, то при отпускании кнопки мыши она должна быть зафиксирована вторым концом на этой звезде. Так происходит выделение созвездия. Для описания движения и прорисовки каждого из объектов созданы собственные методы Update и Draw, которые вызываются из соответствующих методов класса Game1. Во время выполнения программы методы Update и Draw вызываются с достаточно высокой частотой, что обеспечивает мгновенную прорисовку изменений.

И. И. Коляскин

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

СОЗДАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ИГР С MICROSOFT XNA И XAMARIN

Microsoft XNA – набор инструментов с управляемой средой времени выполнения (.NET), созданный Microsoft, облегчающий разработку и управление компьютерными играми. Пакет включает в себя обширный набор библиотек классов, специфичных для разработки игр и поддерживающий максимальное повторное использование кода. Игры XNA пишутся для среды времени выполнения, поэтому они могут запускаться на любой платформе, поддерживающей XNA Framework, что делает подобный набор универсальным.

Наибольший интерес при создании игрового приложения, например, головоломки с поиском созвездия на небе, представляет класс Game1, где и разрабатывается приложение. В классе Game1 переопределены следующие методы родительского класса Game: LoadContent, Update и Draw.

В папку Content добавляются игровые ресурсы: картинки фона, игровых объектов, таких как звезды, связи между ними, а также звуки, шрифты и т.д. В методе LoadContent происходит загрузка добавленных ресурсов. В методе Draw рисуется фоновое изображение, звезды, «связи» между ними и прочие игровые объекты. При вызове метода Update проверяется кнопка мыши – если она нажата, «связь» от выделенной звезды будет тянуться за указателем. Если указатель, тянувший «связь», находится над другой звездой, то при отпускании кнопки она зафиксируется вторым концом на этой звезде. Так происходит выделение созвездия. Во время выполнения программы методы Update и Draw вызываются с достаточно высокой частотой, что создает иллюзию плавного изменения картинки.

XNA поддерживает лишь одну мобильную платформу – Windows Phone. Все большее распространение получают кроссплатформенные приложения, которые могут запускаться и на других не менее популярных платформах – Android и iOS. Перестроить игру на эти платформы можно с помощью технологии Xamarin. Xamarin позволяет компилировать программу на C# с минимальными изменениями под упомянутые выше платформы. Она имеет различные инструменты для работы с Android и iOS, содержащиеся в библиотеках Xamarin.iOS и Xamarin.Android.

В. Н. Копачев, Е. М. Березовская
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ FRAMEWORK**

Обеспечение качества выпускаемых программных средств – это одна из главных задач, которая стоит перед индустрией программных средств. В настоящий момент имеется достаточно много специальных инструментов обеспечения качества, которые в зависимости от назначения делятся на следующие:

- системы отслеживания дефектов и запросов на изменение;
- системы управления процессом разработки: системы трекинга задач и системы управления проектами;
- средства тестирования.

В ходе выполнения задачи был разработан дизайн интерфейса, структура серверной и клиентской части приложения, разработана база данных.

Разработка данного web-сайта базируется на таких технологиях как Spring, Hibernate, Angular. Для разработки графического интерфейса используется библиотека Bootstrap и Angular Framework, для реализации передачи данных между серверной частью приложения и базой данных используется Framework Hibernate. Для организации уровня доступа к данным и бизнес-логики используется Framework Spring.

Главной целью создания приложения являлось, обеспечение простой и максимально удобной в эксплуатации среды для контроля процесса разработки программного обеспечения.

Подобные системы отслеживания дефектов и запросов на изменение предназначены для учета дефектов и запросов и их контроля на протяжении всего жизненного цикла разработки программного обеспечения.

Данное приложение позволяет выявлять и классифицировать неполадки, распределять задания и отслеживать работу команды.

Разработанный проект сайта удовлетворяет всем требованиям, поставленным на этапе постановки задачи. В качестве дальнейшего совершенствования сайта предусмотрена возможность разработки и внедрения различных модулей.

В. Н. Копачев

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ SPRING FRAMEWORK

В эпоху компьютерных технологий существуют множество компаний занимающихся разработкой программного обеспечения. Каждая из таких компаний имеет различные команды разработчиков, которые занимаются разработкой и тестированием разрабатываемого программного обеспечения. Для упрощения процесса разработки и сопровождения программного обеспечения необходимо автоматизировать эти процессы, что и послужило основной целью разработки данного веб-приложения, которое предназначено для трекинга разрабатываемого программного обеспечения на протяжении всего жизненного цикла разработки.

Веб-приложение представляет собой клиент-серверное приложение, в котором клиентом выступает браузер, а сервером – веб-сервер. Логика веб-приложения распределена между сервером и клиентом, хранение данных осуществляется, преимущественно, на сервере, обмен информацией происходит по сети.

Клиентская часть реализует пользовательский интерфейс, формирует запросы к серверу и обрабатывает ответы от него. Для разработки клиентской части приложения использовались такие технологии как: JS, Ajax, AngularJS, CSS и HTML.

Серверная часть получает запрос от клиента, выполняет необходимые операции, после этого формирует веб-страницу и отправляет её клиенту по сети с помощью протокола HTTP. Для разработки серверной части приложения использовались такие технологии как: Spring MVC, Java, Hibernate, Spring Security, JAXB, JSP, Maven, Log4J, JSON, Tomcat и Derby.

Возможности реализованного приложения могут быть расширены и усовершенствованы в перспективе до более высокого уровня, также возможна реализация взаимодействия данного приложения со сторонними сервисами, с целью дальнейшего повышения информативности, привлекательности и удобства приложения, в зависимости от потребностей разработчика.

Для работы с данным приложением нет необходимости устанавливать какое-либо программное обеспечение, так как работа может осуществляться в любом браузере.

А. С. Кулешов, М. И. Жадан

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

О СОЗДАНИИ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ ANDROID

В работе речь пойдёт о связи сервера с клиентским приложением. Для этих целей было создано приложение для телефонов под операционную систему Android. Приложение представляет собой программно-контейнер с контентом различного вида: обои для рабочего стола и телефонных контактов, рингтоны, игры и другое.

Со стороны сервера приложение имеет веб-сайт, на который пользователи могут загружать соответствующий контент в свои аккаунты.

Материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», Гомель, 21–23 марта 2016 г.

Обмен данными между клиентом и сервером основан на работе с json-файлами. В клиентском приложении за работу с json отвечает компонент AQuery.

При разработке серверной части была создана база данных, где хранились бы нужные нам данные о контенте и пользователях.

При разработке дизайна для клиентского приложения было решено остановиться на современном дизайне от компании Google – Material Design. Исходя из этого и графические компоненты, используемые в программе, необходимо использовать соответствующие.

Рассмотрена внутренняя структура приложения под Android. Если проводить аналогию с Windows, то приложение состоит из окон, называемых Activity. В конкретный момент времени обычно отображается одно Activity и занимает весь экран, а приложение переключается между ними. В качестве примера можно рассмотреть почтовое приложение. В нем одно Activity – список писем, другое – просмотр письма, третье – настройки ящика.

Содержимое Activity формируется из различных компонентов, называемых View. Самые распространенные View – это кнопка, поле ввода, чекбокс и т.д. Представление Activity перед пользователем осуществляется с помощью xml-файла, называемого layout. В нем определяем набор и расположение элементов View, которые хотим видеть на экране. При запуске приложения, Activity читает этот файл и отображает нам то, что настроили. В дальнейшем на этом layout-файле и размещаются все графические компоненты.

Разработанное приложение состоит из нескольких Activity, которые включают в себя такие компоненты как Fragments.

А. С. Кулешов

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ПРЕИМУЩЕСТВА GRALS ПРИ WEB-РАЗРАБОТКЕ

В основе Grails лежит преимущество соглашений перед настройками, а не использование соглашений вместо настроек. Платформа

Grails обеспечивает простую возможность переопределения значений по умолчанию, не требующую редактирования файлов XML. Хотя сама платформа Grails наполнена новыми, ультрасовременными идеями, основу ее составляют испытанные технологии: Spring и Hibernate. Эти технологии по сей день используются во многих проектах на Java, Приложения на платформе Grails содержат мало файлов с настройками. Большинство решений принимается платформой Grails на основе достаточно разумных значений по умолчанию.

В Grails достаточно одной строки: `grails createapp myapp`, чтобы собрать работающее приложение; затем запустить его командой `grails run-app` и наблюдать его работу в браузере. Шаблонный подход в Grails обеспечивает высокую производительность труда, благодаря которой можно сконцентрироваться на решении насущных проблем и не отвлекаться на написание программного кода. Платформа Grails обладает удивительной особенностью «скаффолдинг». На основе классов, описывающих модель базы данных, платформа может динамически генерировать набор представлений и контроллеров, позволяющих выполнять простейшие операции создания, чтения, изменения и удаления – без единой строчки программного кода.

Удобство веб-разработки с использованием Grails обеспечивает:

- преимущество соглашений перед настройками;
- гибкая разработка;
- надёжная основа;
- скаффолдинг и шаблоны;
- интеграция с Java;
- дружественное и постоянно расширяющееся сообщество.

В работе подробно описаны преимущества Grails, основные новшества, которые привнес Grails в веб-разработку, а также создан проект, наглядно демонстрирующий преимущества Grails над другими платформами. Веб-проект имеет интеграцию с внешними дополнительными модулями, связанными с перепаковкой файлов. Модули представлены клиентской и серверной частью, написаны на Java. Сайт поддерживает динамическую подгрузку.

И. С. Шевцов, Е. М. Березовская

(ГТУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ»

В современных рыночных условиях эффективная деятельность производственно-коммерческого предприятия возможна лишь при условии автоматизации всего спектра деятельности предприятия. Автоматизация позволяет снизить издержки, повысить эффективность работы, достичь возможностей, недоступных ранее при использовании бумажного документооборота. Польза от автоматизации деятельности ощущается в том случае, если автоматизируется вся деятельность предприятия, весь комплекс его производственно-технических и планово-экономических задач.

Среди всего комплекса задач автоматизации деятельности предприятия особо выделяется задача автоматизации складского учета, автоматизация работы отдела продаж, кадровой службы и бухгалтерии как связующего звена работы всех остальных отделов. Деятельность этих отделов является центральной и наиболее трудоемкой частью деятельности всего предприятия. Успешное решение этих задач является залогом успешного решения всего комплекса задач по автоматизации предприятия.

Этим обосновывается необходимость разработки системы автоматизированного учета предприятия на платформе 1С.

После анализа и исследования процесс функционирования предприятия формализуется и реализуется в виде автоматизированной информационной системы, которая реализует предметную область деятельности предприятия, принятый на предприятии стандарт и механизм документооборота, установившаяся система отчетности.

В итоге работы с системой 1С: Предприятие были созданы различные виды запросов, наиболее часто используемые на любом предприятии торговли, разработана комплексная информационная система автоматизированного учета деятельности производственно-коммерческого предприятия.

И. С. Шевцов

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

О МЕТОДАХ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЧЕРЕДЕЙ

В некоторых прикладных задачах не обойтись без использования такой структуры данных, как очередь. В общем случае, очередь – это линейный список, доступ к элементам которого происходит по принципу FIFO (First In and First Out – первым пришел и первым вышел). Одним из примеров очереди можно считать машину Тьюринга. Примерами прикладных задач, использующими очередь, являются моделирование процессов и использование очередей как вспомогательных структур в алгоритмах (поиск в графах). Активно используется очередь в операционных системах (диспетчеризация задач операционной системой, буферизация ввода и вывода).

Для очереди характерны две операции – занесение элемента в очередь (помещает элемент в конец очереди) и извлечение элемента из очереди (удаляет элемент из начала очереди). По архитектуре очереди можно разделить на линейные и кольцевые. По количеству позиций записи и считывания – на простые и приоритетные. В простой очереди для работы с данными доступны две позиции – начало (из этой позиции происходит извлечение) и конец (в эту позицию заносится входящий элемент) или "голова" и "хвост". Произвольный доступ к элементам, в отличие от массивов, формально не допускается. Операция извлечения формально является разрушающей. Это означает, что считанные данные становятся недоступными. Явного уничтожения данных не происходит, но к ним нет доступа, используя стандартные операции работы с очередью. Приоритетная очередь отличается от обычной тем, что имеет дополнительные позиции считывания, расположенные ближе к хвосту очереди, или дополнительные позиции записи, расположенные ближе к её голове. Чем ближе позиция считывания находится к хвосту очереди, тем выше приоритет этой позиции. Чем ближе позиция записи к голове очереди, тем выше приоритет.

Рассмотрены задачи, решение которых находится путем использования очереди. Техника решения каждой задачи обсуждается и демонстрируется при помощи использования программной системы Delphi. Один из способов решения таких задач состоит в том, чтобы

проверять возможные дальнейшие действия и выбирать самый эффективный из них. Это достигается посредством добавления их в очередь и последовательного считывания из нее. Для демонстрации такого способа были решены задачи о кусках бумаги и нахождения эффективного маршрута для движения робота. Данные задачи были схематически визуализированы для наглядного представления о проделанной работе. Разработанные программы могут заинтересовать участников олимпиадного движения.

А. В. Глубоков, М. И. Жадан
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «ИНТЕРНЕТ МАГАЗИН» НА JAVA PLATFORM ENTERPRISE EDITION

Стремительное развитие информационных технологий и внедрение их во все сферы жизни человека привело к кардинальному изменению мира. Сегодня информатизация коснулась всех сторон жизни и способствовала возникновению и развитию интернет торговли.

В нынешнее время многие люди пользуются интернетом в повседневной жизни. И если вы занимаетесь бизнесом, связанным с торговлей, можно использовать сеть для того, чтобы получить некоторые преимущества перед конкурентами, которые торгуют в реальном мире.

В процессе разработки было разработано веб-приложение «Интернет-магазин», которое располагает каталогом товаров в электронном виде и корзиной для покупок, которые можно совершать независимо от времени суток.

В каталоге представлены фотографии товара, полное его описание, а также стоимость. При помощи корзины можно совершать покупку выбранного товара, оплатив его и указав необходимые данные для доставки.

Проект был реализован на платформе Java2EE. Java Platform Enterprise Edition, сокращенно Java – набор спецификаций и соответствующей документации для языка Java, описывающей архитектуру серверной платформы для задач средних и крупных предприятий.

Спецификации детализированы настолько, чтобы обеспечить переносимость программ с одной реализации платформы на другую. Ос-

Современные сетевые и информационные технологии
Применение информационных технологий в экономике и управлении
новная цель спецификаций – обеспечить масштабируемость приложений и целостность данных во время работы системы. JEE во многом ориентирована на использование её через веб как в интернете, так и в локальных сетях.

JEE является промышленной технологией и в основном используется в высокопроизводительных проектах, в которых необходима надежность, масштабируемость, гибкость.

Интернет-магазин можно посетить в любое время, сделав это из любого места с доступом в сеть.

А. А. Зубов, М. И. Жадан

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЫ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C#

На заре зарождения индустрии компьютерных игр никто не мог сказать, что она станет столь большой. Сейчас в ней работают десятки тысяч специалистов различных направлений: программисты, дизайнеры, музыканты, режиссёры, писатели и т.д. Первые примитивные компьютерные игры были разработаны в 1950-х и 1960-х годах. В 1952 году появилась программа «ОХО», имитирующая игру «крестики-нолики». В 1969 году Ральф Баер, который позже стал известен как «Отец видеоигр», запросил патент на версию игровой консоли «Television Gaming and Training Apparatus». Вместе с Magnavox он работал над созданием первой консоли, названной Magnavox Odyssey в 1972 году.

Однако раньше игры создавали без игровых движков, используя различные языки программирования. Сейчас для написания компьютерных игр используются специальные средства, называемые игровыми движками. Они обеспечивают основные технологии, упрощают разработку и часто дают игре возможность запускаться на нескольких платформах, таких как игровые консоли и настольные операционные системы.

В этой работе создание компьютерной игры реализуется с помощью среды разработки Microsoft Visual Studio на платформе .Net Framework с использованием языка программирования C# и технологии WinForms. .NET Framework – программная платформа, выпущенная компанией Microsoft в 2002 году. Основой платформы является общезыковая среда исполнения Common Language Runtime, которая

подходит для разных языков программирования. Эта технология поддерживает создание и выполнение нового поколения приложений и веб-служб XML. Среда разработки Visual Studio представляет собой полный набор средств разработки для создания веб-приложений ASP.NET, XML, настольных приложений и мобильных приложений. Visual Basic, Visual C# и Visual C++ используют единую интегрированную среду разработки, которая позволяет совместно использовать средства и упрощает создание решений на базе нескольких языков.

В ходе работы разработан алгоритм и реализована, описанная выше технология, по созданию компьютерной игры «Arkanoid».

Д. В. Бугай

(ГТУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В MACROMEDIA FLASH

MacromediaFlash – редактор векторной анимационной графики, созданный фирмой Macromedia, разработчиком этой технологии. Технология Flash позволяет формировать быстро загружаемые фильмы, рекламные ролики для размещения в Интернете, создавать большие интерактивные фильмы для локального просмотра и разрабатывать компьютерные игры. А с помощью редактора Swift3D можно сделать графику трехмерной. Как известно, Flash позволяет создавать достаточно сложные фильмы, которые могут содержать интерактивные элементы, анимацию, клипы и т.д.

Для создания фильма во Flash используются символы, фон, слои, кадры и сцена. Если во Flash-фильме содержатся элементы, имеющие сходные характеристики, то независимая разработка каждого такого элемента приводит к неоправданным материальным и временным затратам. Поэтому в подобных случаях целесообразно применять символы. Символы позволяют значительно ускорить процесс подготовки изображений. При работе со сложным изображением слои позволяют выборочно отобразить его составляющие и сосредоточиться на обработке той или иной детали. Если идет работа над большим и сложным проектом, целесообразно разбить его на несколько управляемых фрагментов (сцен), каждый из которых содержит определенную последовательность событий.

Проект реализован в виде карты Беларуси с отмеченными на ней городами, которым присвоены награды «Вымпел за мужество и стойкость в годы Великой Отечественной Войны» и может быть использован в качестве путеводаителя. Согласно архитектуре разрабатываемого проекта основная функциональность заключена в базе данных, наведение на вымпел курсора и получение информации о данном городе и что происходило на территории данного города в годы Великой Отечественной Войны.

Проект реализован с использованием Flash-технологий и программной функциональностью ActionScript, благодаря которым он оптимизирован для добавления как на цифровые носители, так и в интернет. Macromedia Flash – очень мощное, при этом простое в использовании, средство создания анимированных проектов на основе векторной графики с встроенной поддержкой интерактивности. Flash играет роль модного дополнения к дизайну Web-страницы.

И. А. Пинязьков, М. И. Жадан

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА КОММЕРЧЕСКОГО ВЕБ-СЕРВИСА ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ РАЗМЕЩЕНИЯ И ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

В связи с развитием информационных технологий большая часть процессов бизнеса и производства возлагается на Интернет. Сейчас трудно представить мир без интернета, буквально все, чем пользуется и что приобретает современный человек непосредственно связано с интернетом. Таким образом, у бизнеса каждый день возникает потребность в рекламировании своих товаров и услуг, расширении рынков сбыта, предоставлении информации и в прочих онлайн-услугах. Подобная проблема всегда была актуальной и будет ею оставаться. В виду сложившейся потребности появилась необходимость в разработке веб-приложения, которое помогло бы решить ряд перечисленных проблем.

Процесс разработки проекта включает в себя:

- разработка детального технического задания, разработка схем и прототипов;
- разработка дизайна и отрисовка всех деталей пользовательского интерфейса;

- программирование бизнес логики приложения, а так же, верстка страниц и ее соединение с программным кодом;
- тестирование приложения, проверка всех запланированных функций и задач согласно технического задания и схем;
- запуск проекта и дальнейшее его развитие.

В качестве основных программных средств были выбраны:

- *unix-подобная операционная система;
- Apache, Tomcat – в качестве веб-сервера;
- PostgreSQL – в качестве СУБД;
- Java – в качестве основного языка программирования;
- в реализации пользовательской части использовались средства: html, css, js.

В результате проведенной работы получен работающий, согласно описанным выше требованиям, веб-сервис, который позволяет решать задачи, изложенные в первом абзаце данных заметок.

СОДЕРЖАНИЕ

АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В МАТЕМАТИКЕ

Дифференциальные уравнения, математический анализ и численные методы

<i>Алёшин Н. А., Карасёва Г. Л.</i> Задача оптимального управления специального вида с подвижным краевым условием.....	3
<i>Банюкевич Е. В.</i> Свойства вейвлет-преобразования на пространстве медленно растущих обобщенных функций	4
<i>Белокурский М. С.</i> Отражающая функция линейной неоднородной дифференциальной системы, эквивалентной соответствующей системе с нулевой матрицей.....	5
<i>Бережнов Д. Е., Сиротко С. И.</i> О частичной устойчивости задачи двухуровневого программирования.....	6
<i>Деращиц В. А., Кулагина М. В.</i> Линейная дискретная задача оптимального управления.....	7
<i>Казлоўская Н. Ю.</i> Аб адной ацэнцы канстанты Лебега інтэрпаліцыйнага рацыянальнага працэсу на адрэзу.....	9
<i>Кечко Е. П.</i> О локализации нулей аппроксимаций Эрмита-Паде экспоненциальных функций.....	10
<i>Алёшин Н. А., Карасёва Г. Л.</i> Решение задачи оптимального управления специального вида	11
<i>Ковалева И. С.</i> Оператор Маркова-Стилтьеса в пространствах $H^p(D)$ и $L^p(0,1)$	13
<i>Ковалевская Е. В.</i> Построение экстремальных произведений Бляшке	14
<i>Костецкий Г. И., Кузьменков Д. С.</i> Решение простой кусочно-линейной задачи на минимакс прямым методом.....	15
<i>Кузьменкова Е. Ю.</i> Определение индекса вращения характера $\chi \in X$ и вычисление $ind \chi^{-1}$ для случая групп	17
<i>Кузьмич А. В.</i> Выделение класса возмущенных гамильтоновых систем, имеющих не более одного предельного цикла.....	18
<i>Кулагина П. А., Ружицкая Е. А.</i> Осуществление заданных движений в одной динамической системе второго порядка	19
<i>Лобасенко Ю. А.</i> Формула обращения для восстановления функции по ее непрерывному вейвлет-преобразованию	20

<i>Максименко А. С., Михаленко Т. А.</i> Специальная задача оптимального управления с нефиксированным начальным состоянием.....	22
<i>Раздужева Е. С., Кулагина М. В.</i> Адаптивный метод решения задачи оптимального управления линейной дискретной системой.....	23
<i>Алёшин Н. А., Карасёва Г. Л.</i> Линейная задача ОУ с нефиксированным краевым условием в классе импульсных функций	25
<i>Решетникова Е. М., Кулагина М. В.</i> Методы оптимизации линейной дискретной системы управления	26
<i>Синиченко Д. Ю.</i> Исследование интегрально-разностного оператора ..	27
<i>Шамына А. А.</i> Моделирование генерации второй гармоники от боковой поверхности тонкого цилиндра при наклонном падении электромагнитной волны.....	29

***Теория вероятностей и математическая статистика,
теория массового обслуживания***

<i>Алейникова В. Г.</i> Об асимптотическом анализе открытой сети массового обслуживания с ограниченным количеством заявок.....	31
<i>Гривусевич Р. С., Логвинович Ю. А., Жогаль С.И.</i> Поиск кратчайшего пути в транспортной железнодорожной сети с аварийными участками	32
<i>Гуц Д. Ю.</i> Динамика цен рискованных активов методами технического анализа.....	34
<i>Епишкин Н. М.</i> Создание программной реализации методов регрессионного анализа.....	35
<i>Жиляк Н. А., Жилинская Д. Г., Андреюк И. С.</i> Теория вероятностей и математическая статистика, теория массового обслуживания.....	36
<i>Жук А. А., Булойчик В. М.</i> Нейронная сеть для задачи комбинаторной оптимизации при линейной системе ограничений	38
<i>Кожмякин А. С.</i> Создание программной реализации методов двухфакторного дисперсионного анализа.....	40
<i>Копать Д. Я.</i> Анализ некоторых марковских сетей массового обслуживания в стационарном и переходном режиме	41
<i>Петрукович А. В.</i> Асимптотический анализ замкнутой сети массового обслуживания с заявками, меняющими свой класс при переходе между системами	43
<i>Якимович Н. А.</i> Анализ и применение сетевых моделей для оптимизации торговой сети.....	44

Алгебра и геометрия

<i>Hydyrov D., Vasil'ev A. F.</i> On X-abnormal subgroups of finite groups	46
<i>Васильев В. А.</i> О группах с субмодулярными нормализаторами силовских подгрупп	47
<i>Быков С. Н., Бородич Р. В.</i> Об операторно-обобщённой подгруппе Фраттини.....	48
<i>Даудов Д. Д.</i> О инвариантах разрешимых групп с бициклическими кофакторами примарных подгрупп	50
<i>Жукова А. В.</i> Специфика решения тригонометрических уравнений с параметром.....	51
<i>Мурашко В. И.</i> Критерий w -сверхразрешимости конечной группы	53
<i>Неверович Д. В.</i> Аппаратное преобразование модулярного кода в позиционный	54
<i>Парфенков К. Л., Васильев А. Ф.</i> О конечных группах, имеющих три подгруппы с взаимно простыми индексами	56
<i>Русаков А. Д.</i> Неабелевость полиадических группоидов специального вида	57
<i>Синица Д. А.</i> О холловских S-перестановочно вложенных подгруппах	58
<i>Сохор И. Л.</i> Конечные π -разрешимые группы без широких подгрупп ...	59
<i>Чирик И. К.</i> Конечные группы, факторизуемые нормальными r -сверхразрешимыми подгруппами	61
<i>Юшкевич И. В., Юдов А. А.</i> Инвариантные пространства однопараметрических подгрупп ли группы ли вращений шестимерного евклидова пространства	62

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Математическое моделирование

<i>Баран Д. А.</i> Анализ и оптимизация стохастической модели УП «Проектный Институт Гродногипрозем».....	64
<i>Бокий М. Ю., Можаровский В. В.</i> Обзор методов создания программ по расчету трибологических систем из композиционных материалов	65

<i>Бокий М. Ю., Можаровский В. В.</i> Краткий алгоритм математической и компьютерной реализации решения задачи о контакте цилиндрического тела со слоистым покрытием	66
<i>Бондарева Ю. Д., Быховцев В. Е.</i> Численный анализ рациональной структуры РИТ-сваи	67
<i>Бутурля В. В.</i> Прогнозирование доходов предприятия от реализации продукции с помощью НМ-сетей	69
<i>Вересовая И. Е., Лубочкин А. В.</i> Стабилизация маятника с вращением оптимальными управлениями кусочно-линейно-негладких задач	70
<i>Гаврилик П. В.</i> Выбор генераторов псевдослучайных чисел для программы шифрования данных	71
<i>Геврасев А. В., Гусаков А. А., Быховцев В. Е.</i> Компьютерное моделирование влияния формы и размеров плитного коробчатого фундамента на его осадку в грунтовом основании	73
<i>Гладченко А. В., Можаровский В. В.</i> Краткий алгоритм математической и компьютерной реализации решения задачи о напряжённо-деформированном состоянии слоистых цилиндрических труб	74
<i>Голубева Е. А., Можаровский В. В.</i> Реализация расчета напряженно-деформированного состояния труб из композиционных материалов	75
<i>Гулида С. С.</i> Модель для анализа и управления ассортиментной политикой предприятия	76
<i>Добаиш В. В., Лубочкин А. В.</i> Применение оптимальных обратных связей линейно-негладких задач для осуществления заданных движений динамических систем	78
<i>Дробов А. В., Галушко В. Н.</i> Оценка влияния на рабочие характеристики асинхронного двигателя трехфазного инвертора и синхронного генератора	79
<i>Жердецкий Ю. В., Франков И. И.</i> Моделирование динамики реализации технологического процесса с элементами потенциальной опасности	81
<i>Журавлёва З. Ю.</i> Исследование напряжений возле края поперечной трещины, расположенной вблизи боковой грани упругой полуполосы	82
<i>Климанская Ю. В.</i> Разработка прикладной программы для анализа замкнутых сетей массового обслуживания	84
<i>Ковалева А. Е., Лубочкин А. В.</i> Применение оптимальных обратных связей минимальной интенсивности для решения задачи регулирования	85

<i>Козлей В. С.</i> Информационное обеспечение модели устойчивого развития брестского региона с учетом экологических требований....	86
<i>Кулагина М. В.</i> Сравнительный анализ критериев оптимальности для задач полубесконечного программирования.....	88
<i>Куц А. И., Шушкевич А. И.</i> Взаимодействие электромагнитного поля кругового тока с плоским биизотропным слоем.....	89
<i>Макаренко В. Г., Лубочкин А. В.</i> Стабилизация маятника управлениями минимальной интенсивности.....	90
<i>Медведева А. И., Быховец В. Е.</i> Компьютерное моделирование влияния геометрических размеров равновеликих по объему цилиндрических свай на их осадку в нелинейно-деформируемом грунтовом основании	91
<i>Мысов К. Д.</i> Задача о напряженном состоянии полуполосы под действием внешней нагрузки	92
<i>Науменко В. С.</i> Разработка приложения для моделирования равновесия в микроэкономике	93
<i>Овсейчик Е. В.</i> Анализ стохастической модели прогнозирования доходов автотранспортного предприятия	94
<i>Осипчук Т. В.</i> Элементы математического моделирования на уроках математики в пятом классе	95
<i>Плюсов Д. С.</i> Решение пространственной задачи Лэмба на основе одного специального представления уравнений движения ..	97
<i>Романова А. А., Цыркунов В. А., Бородич Т. А.</i> Математическое моделирование сварочных процессов: области применения.....	98
<i>Сивая К. О., Быховец В. Е.</i> Компьютерное моделирование влияния неоднородности структуры грунтового основания на конфигурацию и осадку одиночной сваи.....	99
<i>Слесаренко К. И., Жадан М. И.</i> Математическое моделирование параметров надежности и электропотребления.....	100
<i>Улевич П. Ю.</i> Экранирование звукового поля сферической оболочкой	101
<i>Улькина А. А., Быховец В. Е.</i> Компьютерное моделирование деформации грунтового основания большеразмерной круглой плиты	102
<i>Хацкова А. А., Лубочкин А. В.</i> Демпфирование маятника с вращением оптимальными управлениями кусочно-линейно-квадратичных задач	103
<i>Чабан А. В.</i> Применение НМ-сетей при прогнозировании доходов предприятия бытовой химии	104
<i>Шестовицкий А. А.</i> О прогнозировании доходов оздоровительного учреждения.....	105

Имитационное моделирование

<i>Tsimokhin I. V.</i> Application of convolutional neural networks for plankton classification	107
<i>Барашкова О. В., Быховцев В. Е.</i> Компьютерное моделирование осадки прямой забивной цилиндрической сваи в нелинейно-деформируемом грунтовом основании	108
<i>Бобренко А. В.</i> Применение динамического программирования в лесной промышленности	109
<i>Бужан М. А., Шереметьев С. В.</i> Один из подходов к оценке связности орграфов-четырёхполосников	110
<i>Гетиков Д. В., Зайцев Е. В.</i> О различных подходах к оценке вероятностных характеристик потоковых систем	113
<i>Дробов А. В., Галушко В. Н.</i> Анализ надежности сложной электрической системы с помощью имитационной модели.....	114
<i>Жуляк Н. А., Елисеев Я. М.</i> Смарт-браслет, который превратит руку пользователя в экран смартфона.....	116
<i>Зубов А. А., Жадан М. И.</i> Реализация физического движка на языке C#	117
<i>Кахнович В. Я.</i> Разработка бизнес-плана инвестиционного проекта .	119
<i>Мартинovich Д. А., Быховцев В. Е.</i> Компьютерное моделирование влияния уширений одиночной сваи на её осадку в нелинейно-деформируемом грунтовом основании	120
<i>Меньших Т. Ю.</i> Имитационное моделирование нормального двумерного случайного процесса для одномерных каналов связи	121
<i>Сивцова В. С., Быховцев В. Е.</i> Компьютерное моделирование осадки плитного коробчатого фундамента на нелинейно-деформированном грунтовом основании	122
<i>Шедько Д. Г.</i> Модернизация студентом технического устройства как способ овладения инженерным искусством.....	123
<i>Шиманчик З. А.</i> О моделировании формирования примитивных рефлексов в процессе эволюции на основе нейронной сети	125

СОВРЕМЕННЫЕ СЕТЕВЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Прикладные программно-аппаратные системы

<i>Алексеев Ю. И., Алексеев И. Г.</i> Программное средство для анализа вибрационных сигналов на платформе ANDROID	127
---	-----

<i>Барыкина А. Н.</i> Адаптивная верстка: назначение и возможности ...	128
<i>Белых Ю. Ю.</i> Моделирование многопоточных информационных систем с целью анализа и оптимизации их производительности..	130
<i>Близнец И. В., Богданова Д. А.</i> SSD накопители. Перспективы и тенденции	131
<i>Бойкачев Д. С., Шарамет А. В.</i> Интерполяция и интерполяционные фильтры	133
<i>Буданков П. А., Долинский М. С.</i> Развитие средств автоматической установки задач по программированию в системе дистанционного обучения DL.GSU.BY	134
<i>Гончарук А. Е., Акулич И. П.</i> Анализ проблем безопасности «облачных» вычислений	136
<i>Дементьев П. В.</i> Исследование методов и сравнительный анализ систем электронного документооборота	137
<i>Драб В. А.</i> Возможности 3D-моделирования при создании виртуальных экспонатов музея ГРГУ им. Я. Купалы	138
<i>Жиляк Н. А., Богатко Р. И., Куницкий Н. Д.</i> Методы обработки и анализа данных на АЭС (атомной электростанции)	140
<i>Жиляк Н. А., Богдан Ю. С., Каличенко А. А.</i> Создан язык программирования для «роящихся» роботов	141
<i>Жиляк Н. А., Глушко А. В.</i> Использование искусственного интеллекта для поиска решения по заданному алгоритму	143
<i>Жиляк Н. А., Горбачев Д. А.</i> Искусственный интеллект в современном мире. Тест Тьюринга	144
<i>Жиляк Н. А., Карпович П. И., Олексюк А. В.</i> Язык программирования Petooh	146
<i>Жиляк Н. А., Козловский Д. В., Легоцкий М. С.</i> Как квантовые компьютеры изменят мир	148
<i>Жиляк Н. А., Чуркин Н. А., Кирьянов С. Н.</i> Защита информации. Криптография	149
<i>Жиляк Н. А., Мисюченко Е. С., Козущик В. А.</i> Eyeriss – экономичный процессор для искусственного интеллекта	151
<i>Жиляк Н. А., Коляго Е. В., Шкода Т. М.</i> Клавиатура, напечатанная на бумаге	153
<i>Жиляк Н. А., Котик С. Д., Ивлиева А. А.</i> IT зависимости современного человека	154
<i>Жиляк Н. А., Лантев Н. А., Кремко И. Е.</i> Эзотерические языки программирования	156

<i>Жиляк Н. А., Мороз Р. Д., Мелентьев Н. И.</i> Быстродейственное операционных систем	157
<i>Жиляк Н. А., Нестерович В. А., Карнеева Д. Д.</i> SSD Intel Optane на памяти 3D XPoint.....	159
<i>Жиляк Н. А., Бузанов Д. С., Рыжковский А. А.</i> Компьютеры нового тысячелетия	160
<i>Жиляк Н. А., Хомченко И. Н.</i> Анализ посещаемости сайта с помощью принципа Парето	161
<i>Зайков А. Д., Михайлова Н. Г.</i> Криптосистемы на основе клеточных автоматов.....	163
<i>Калейников Е. А., Клименко А. В.</i> Версионность. Optimistic Offline Lock. Pessimistic Offline Lock	164
<i>Ковриго О. В., Овчинников Д. М.</i> Децимация сигнала.....	165
<i>Мельников Р. А., Осипенко Н. Б.</i> Создание Android-игры на базе игрового движка UNITY3D	167
<i>Михащук Д. А., Слука А. А.</i> Использование CMS WordPress при создании информационного портала.....	168
<i>Мороз Л. С., Гапоненко Е. Д., Тихон А. А.</i> Направления развития файловых систем	169
<i>Мысливец О. Р.</i> Особенности проведения криминалистического анализа файловых систем	171
<i>Шмаков Н. А.</i> Интеграция приложений на языке C++ с системами очередей сообщений	172

Информационные технологии в обучении

<i>Беломутов Г. В., Дроздов П. Ю., Куранцов А. С., Шинкоренко И. Д.</i> Разработка мобильного приложения «Улицы героев»	174
<i>Балычев С. В., Осипенко Н. Б.</i> Применение нечеткой логики в системе оценивания знаний учащихся	175
<i>Ведрова В. В., Тройко И. В.</i> Информирование и профориентация в сфере образования через социальные сети	176
<i>Веремеева В. А.</i> Разработка автоматизированного программного комплекса контроля выполнения лабораторных работ по курсу «математическая экономика».....	177
<i>Войтович Е. М.</i> Методика использования ментальных карт на уроках математики в восьмом классе.....	178
<i>Доронин А. К.</i> Применение облачного кластера для практического обучения методам защиты информации	180

<i>Жиляк Н. А., Запотьлок О. Н., Куликовский В. Д.</i> Информационные технологии в обучении	181
<i>Жиляк Н. А., Каргин Н. С., Кочерго А. В.</i> Современный JavaScript и его универсальность	183
<i>Жиляк Н. А., Колодко В. А.</i> Положительные и отрицательные стороны информационных технологий в обучении.....	184
<i>Жиляк Н. А., Кушнер В. А.</i> Почему так важно знать английский в IT-сфере	185
<i>Жиляк Н. А., Михеенко Н. П.</i> Виды компьютерных вирусов	187
<i>Жиляк Н. А., Рябченко Е. С.</i> Применение информационных технологий в процессе получения образования	188
<i>Жиляк Н. А., Шуксто Г. В., Гаврусев А. В.</i> Язык XML	189
<i>Карпук Е. А.</i> Развитие интереса учащихся к математике средствами логических задач с использованием презентаций	191
<i>Кирильчук Т. С.</i> Презентация MS PowerPoint как средство обучения математике	192
<i>Кононович А. С.</i> Информационные технологии в обучении математике... ..	193
<i>Королева Д. В.</i> Аналитическая геометрия на плоскости в СКМ MathCAD	194
<i>Косик О. Ф.</i> Обучение учащихся методам решения нестандартных задач с использованием презентаций.....	195
<i>Кулик В. В.</i> Методика использования презентаций на факультативных занятиях по математике.....	197
<i>Лазаревич В. С.</i> Информационный ресурс поддержки дистанционного образования ГРГУ им. Я. Купалы	198
<i>Лешко Е. А.</i> «QA Helpeг» – система управления жизненным циклом ошибок при разработке программного продукта	199
<i>Лосева М. М., Кузьменкова Е. Ю.</i> Разработка приложения для тестирования по английскому языку.....	200
<i>Лукьянов А. О.</i> Разработка автоматизированного программного комплекса создания тестов и их прохождения	201
<i>Матяс В. Э.</i> Моделирование эффективной структуры специальностей и набора студентов по специальностям факультета экономики и управления ГРГУ им. Я. Купалы.....	203
<i>Мороз Л. С., Карпач О. М.</i> Облачные технологии как технологии будущего	205
<i>Нагай А. А.</i> О разработке обучающего приложения на тему «Потоки в сетях»	207

<i>Неудобнов Д. А., Карасёва Г. Л.</i> Реализация сценариев обучающей программы.....	208
<i>Овсяник Н. В., Бондарева В. В.</i> Разработка АРМА «Складской учет»..	209
<i>Пискунова А. Д.</i> Редактирование таблицы результатов на сайте DL.GSU.BY.....	210
<i>Прищеп Д. В., Соболев И. А.</i> Разработка мобильного приложения «Расписание» под ОС Android для студентов.....	212
<i>Семенцова Е. В., Короткевич В. А.</i> Автоматизация подготовки и проведения контрольных работ для тестирования студентов по языку SQL...	213
<i>Сомов И. И., Бондарева В. В.</i> Разработка мобильного сервиса для студентов.....	214
<i>Тафеенко Е. А.</i> Образование на диване	215
<i>Эдер А. А.</i> Разработка приложения для обучения английскому языку с использованием сложных элементов интерфейса платформы METRO	217
<i>Юнах Е. В., Короткевич Л. И.</i> Система тестирования студентов по учебным курсам.....	218

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

<i>Аль-Абси Р. А., Можаровский В. В.</i> Обзор математических моделей и компьютерной реализации описания реологических и вязкоупругих свойств композиционного материала и конструкций из композитов.....	220
<i>Воскресенский В. В., Трохова Т. А.</i> Автоматизация параметрического синтеза оборудования для нефтедобычи	221
<i>Гончарук Р. В.</i> Возможности мониторинга в лабораторном физпрактикуме.....	222
<i>Горшенин Н. О., Рябошапка Б. В.</i> Практическая реализация сенсорного блока квадрокоптера на основе нечетко-логического алгоритма в среде LabView	223
<i>Господ А. В., Чайкин Д. А.</i> Тестирование алгоритмов автоматического управления роботом-манипулятором	225
<i>Илюшин И. Э., Кожевников М. М.</i> Разработка алгоритма синтеза траектории сварочного робота-манипулятора.....	226
<i>Марущак А. С., Добатовкина А. А.</i> Разработка средств защиты водных объектов от нефтяных загрязнений с использованием 3-х мерного моделирования	228

<i>Никитин С. А.</i> Компьютерное моделирование генератора Аркадьева-Маркса.....	229
<i>Сиз Г. А., Трохова Т. А.</i> Автоматизация проектирования и расчета потребности компоновки низа бурительных колонн при бурении нефтяных скважин.....	230
<i>Ткачук Н. А.</i> Методы и средства обработки рекурсивных запросов в реляционных и нереляционных базах данных.....	231
<i>Трус Ю. П., Залесский М. М.</i> О разработке информационного ресурса для проведения лазерной экспрессной экспертизы.....	232
<i>Марущак А. С., Челелов С. А.</i> Программы для расчета выбросов загрязняющих веществ от очистных сооружений.....	234

СОВРЕМЕННЫЕ СЕТЕВЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Применение информационных технологий в экономике и управлении

<i>Андрусенко Ю. В.</i> Представление структур данных в языках программирования.....	236
<i>Драпеза А. А.</i> Создание торговой площадки «планета скидок»....	237
<i>Андрусенко Ю. В., Жадан М. И.</i> Использование базы данных MYSQL в JAVA.....	238
<i>Бугай Д. В.</i> Создание web-приложения для образовательного процесса..	239
<i>Коляскин И. И., Жадан М. И.</i> Технические аспекты игровой ситуации..	241
<i>Коляскин И. И.</i> Создание мобильных игр с MICROSOFT XNA и XAMARIN.....	242
<i>Копачев В. Н., Березовская Е. М.</i> Проектирование web-приложения с использованием FRAMEWORK.....	243
<i>Копачев В. Н.</i> Разработка Web-приложения на основе SPRING FRAMEWORK.....	244
<i>Кулешов А. С., Жадан М. И.</i> О создании клиент-серверного приложения для платформы ANDROID.....	245
<i>Кулешов А. С.</i> Преимущества GRALS при Web-разработке.....	246
<i>Шевцов И. С., Березовская Е. М.</i> Реализация комплексной информационной системы на базе «1С: Предприятие».....	248
<i>Шевцов И. С.</i> О методах решения задач с использованием очередей..	249
<i>Глубоков А. В., Жадан М. И.</i> Разработка Web-приложения «интернет магазин» на JAVA PLATFORM ENTERPRISE EDITION.....	250
<i>Зубов А. А., Жадан М. И.</i> Технология разработки компьютерной игры на языке программирования C#.....	251

<i>Бугай Д. В.</i> Использование гис-технологий в MACROMEDIA FLASH	252
<i>Пинязьков И. А., Жадан М. И.</i> Разработка коммерческого веб-сервиса по автоматизации процессов размещения и предоставления информации	253

Научное издание

**Новые математические методы
и компьютерные технологии
в проектировании, производстве
и научных исследованиях**

Материалы XIX Республиканской научной конференции
студентов и аспирантов
(Гомель, 21–23 марта 2016 года)

В двух частях

Часть 1

Ответственный за выпуск *Е. М. Березовская*

Подписано в печать 12.10.2016. Формат 60 x 84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 15,58. Уч.-изд. л. 17,03.
Тираж 125 экз. Заказ 587.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013.
Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013.
Ул. Советская, 104, 246019, г. Гомель.