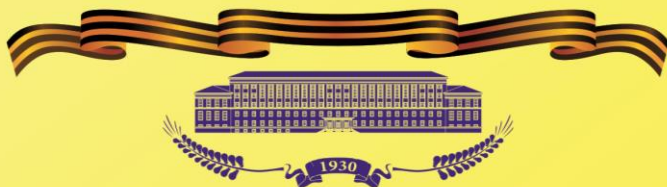


70-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ ПОСВЯЩАЕТСЯ



ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

# **ЭНЕРГИЯ-2015**

**ДЕСЯТАЯ  
МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ  
И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ**

**21-23 апреля 2015 г.  
г. Иваново**

**ТОМ 5**



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Ивановский государственный энергетический  
университет имени В.И. Ленина»

---

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

# **«ЭНЕРГИЯ-2015»**

ДЕСЯТАЯ  
МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ  
И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

**г. Иваново, 21-23 апреля 2015 года**

## **МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ**

**ТОМ 5**

---

ИВАНОВО

ИГЭУ

2015

УДК 004.9 + 519.6 + 621.3.07

ББК 32.97

М 34

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** // Десятая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2015»: Материалы конференции. В 7 т. Т. 5 – Иваново: ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», 2015. – 230 с.

ISBN 978-5-00062-071-7

ISBN 978-5-00062-072-4 (Т.5)

Доклады студентов, аспирантов и молодых учёных, помещенные в сборник материалов конференции, отражают основные направления научной деятельности в области математического моделирования и информационных технологий.

Сборник предназначен для студентов, аспирантов и преподавателей вузов, интересующихся вопросами математического моделирования и информационных технологий.

Тексты докладов представлены авторами в виде файлов, сверстаны и при необходимости сокращены. Авторская редакция сохранена, за исключением наиболее грубых ошибок оформления.

## **ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ**

**Председатель оргкомитета: ТЮТИКОВ В.В.**, проректор по научной работе.

**Зам. председателя:** Макаров А.В., начальник управления НИРС и ТМ.

**Члены научного комитета:** Плетников С.Б. – декан ТЭФ; Андрианов С.Г. – декан ИФФ; Сорокин А.Ф. – декан ЭЭФ; Егоров В.Н. – декан ЭМФ; Кокин В.М. – декан ИВТФ; Карякин А.М. – декан ФЭУ; Гофман А.В. – рук. МС РНК СИГРЭ; Попель О.С. – заведующий лабораторией ОИВТ РАН.

**Ответственный секретарь:** Ведерникова И.И. – отв. за НИРС ЭМФ.

**Секретарь:** Вольман М.А. – отв. за НИРС ИФФ.

**Координационная группа:** Маршалов Е.Д., Смирнов Н.Н., Иванова О.Е., Ильченко А.Г., Шадриков Т.Е.

## **Секция 26. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**

Председатель – д.т.н., профессор **Тверской Ю.С.**  
Секретарь – к.т.н., доцент **Маршалов Е.Д.**

*К.О. Егорова, студ.;  
рук. А.В. Голубев, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ ФУНКЦИЙ АСУТП**

Задача оптимизации работы электростанций всегда актуальна, однако при оптимизации нормальных режимов работы энергетического оборудования на первый план выдвигается задача обеспечения маневренного управления энергоблоками в режимах, требующих быстрого и глубокого изменения нагрузки, а также для обеспечения автоматизации пуска и аварийной разгрузки энергоблока [1]. Потенциал реализации задач в современных ПТК практически неограничен, что позволяет успешно реализовывать все типовые и часть сложных функций.

Однако реализация сложных функций на реальном оборудовании затруднительна и связана с многочисленными испытаниями. Использование полигонов АСУТП с имитационными моделями технологического оборудования, разработанных на основе тренажера и функционирующих в режиме реального времени, является одним из решений таких сложных и наукоемких задач [2].

На практике сложные функции АСУТП используют как фундамент типовые функции такие, как дистанционное управление, автоматическое регулирование и технологические защиты. Таким образом, на первом этапе для реализации таких функций полигон АСУТП должен быть максимально приближен к реальному блоку как по модели АСУТП, так и по составу реализованных функций. Поставленная задача рассматривается на примере тренажерного комплекса энергоблока 250 МВт ТЭЦ-25 ОАО «Мосэнерго» [3].

Следующим этапом является непосредственно реализация задачи функционально-группового управления (ФГУ). Система ФГУ строится по иерархическому принципу и включает: верхний уровень - координирующее устройство; уровень управления отдельными функциональными группами/подгруппами; нижний уровень управления исполнительными устройствами, автоматическими регуляторами и

программаторами. На основании данной иерархии, модели объекта и АСУТП и инструкций по эксплуатации реализованы отдельные ФГУ, такие как пошаговая программа пуска ПЭН, пуска-останова дымососа, дутьевого вентилятора, ДРГ. На рис. 1 отражена последовательность шагов программы пуска ПЭН на примере управления гидромуфтой, напорной задвижкой и регулятором давления ПЭН. Пунктирной линией отмечены переходы программы на определенный шаг.

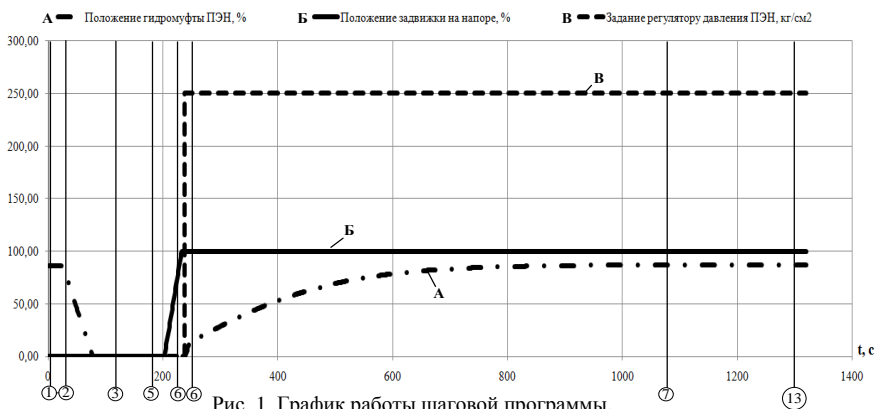


Рис. 1. График работы шаговой программы.

При автоматизации пусковых режимов наиболее сложными этапами являются алгоритмическая реализация программ ФГУ и выявление ошибок. Включение разработанного подхода к реализации сложных функций АСУТП в последовательность работ в общей технологии создания АСУТП [4] с использованием полигонов с имитационными моделями на основе тренажера позволит частично избежать рисков возникновения аварийных ситуаций на реальном оборудовании в процессе отладки алгоритмов.

#### Библиографический список

1. Голубев А.В. Особенности отладки и испытаний алгоритмов автоматического управления нестационарными режимами работы энергоблоков // Вестник ИГЭУ. – 2010. – № 4. – С. 69 – 71.
2. Тверской Ю.С., Голубев А.В., Никоноров А.Н. Полигон АСУТП электростанций) - эффективное средство подготовки специалистов и тестирования сложных систем управления // Теплоэнергетика.-2011.-№10.-С.70-75.
3. Рубашкин А.С., Рубашкин В.А. Развитие технологии моделирования динамических процессов на тепловых электростанциях // Теплоэнергетика. – 2004. – № 10. – С. 40-43.
4. Теория и технология систем управления. Многофункциональные АСУТП тепловых электростанций. В 3-х кн. Кн. 3. Моделирование / Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.С. Тверского; ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2013. – 208 с.

*И.В. Ревин, студ.;  
рук. И.К. Муравьев, ассистент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОНДЕНСАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ЭНЕРГОБЛОКА ПГУ-325**

Конденсационная установка сильно влияет на эффективность работы энергоблока ПГУ. Воздух в конденсаторе существенно ухудшает условия теплообмена между конденсирующимся паром и охлаждающей водой, что приводит к росту парового сопротивления конденсатора, снижению температуры пара в конденсаторе и, как следствие, к переохлаждению конденсата. При этом повышение давления в конденсаторе на 1 кПа снижает мощность паровой турбины примерно на 1 %, для турбины К-110-6,5 данная величина составит порядка 1,1 МВт [1,2,3].

В данной работе приводятся результаты разработки математической модели конденсационной установки энергоблока ПГУ-325 и исследования влияния работы эжекторных установок на характер теплообменного процесса в объеме конденсатора.

Структура математической модели конденсационной установки включает следующее технологическое оборудование: конденсатор 110-КП-10000-1 и два водоструйных эжектора ЭВ-13-450.

*Разработка математической модели конденсатора.*

Параметры пара в паровом пространстве конденсатора находятся путем решения системы уравнений сохранения энергии и массы [1,2]:

$$\begin{cases} \rho_n V_n \frac{du}{dt} = \sum_i G_i h_i - G_k h_n \\ V_n \frac{d\rho_n}{dt} = \sum_i G_i - G_k \end{cases} \quad (1)$$

где  $V_n$  – объем парового пространства конденсатора, м<sup>3</sup>;  $\rho_n$  – плотность пара, м<sup>3</sup>/кг;  $u_n, h_n$  – соответственно внутренняя энергия и теплосодержание пара, кДж/(кг·К);  $G_k$  – расход сконденсированного пара, кг/с.

*Разработка математической модели эжекторной установки.*

Математическая модель эжектора строится на основе уравнения распределения парциальных давлений пара и воздуха в объеме конденсатора (отношение газовых постоянных  $R_{\text{возд}}/R_{\text{п}}$  принято 0,622):

$$P_k = p_n + p_{\text{возд}} \quad (2)$$

Введя относительное массовое содержание воздуха ( $\epsilon$ ), рассчитанное как отношение расхода воздуха к расходу пара, имеем:

$$P_n = \frac{P_k}{1 + 0,622 \cdot \varepsilon}, \quad \varepsilon = D_{\text{возд}} / D_n, \quad (3)$$

Как следует из данной зависимости, с ростом содержания воздуха в паре парциальное давление пара уменьшается.

*Результаты вычислительного эксперимента.*

Реализована математическая модель конденсационной установки в универсальной среде имитационного моделирования VisSim.

1 этап. Запуск модели и вывод ее на заданный режим (на графиках участок кривых до момента подачи возмущения  $t = 0$  с., здесь задана температура наружного воздуха  $T_{\text{н.в.}} = +15$  °С, нагрузка КУ 100%).

2 этап. Исследование динамических характеристик КПТ при включении эжекторных установок. В проведенном вычислительном эксперименте принято, что скорость отсоса паровоздушной смеси эжектором изменяется экспоненциально с постоянной времени 3 сек.

Эжектор совершает работу по уменьшению доли воздуха в смеси со 100% до 70%, при этом увеличились расход конденсата, температура конденсата и охлаждающей воды на выходе (рис.1). Эффект от включения эжекторов – уменьшение содержания неконденсирующихся газов в пространстве конденсатора, и, значит, увеличение доли пара в смеси.

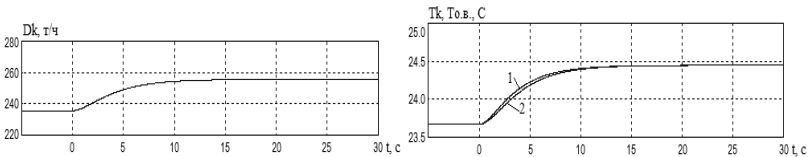


Рис.1. Изменение расхода конденсата, температур конденсата на выходе из конденсатора (1) и охлаждающей воды (2) при возмущении со стороны эжектора

Анализируя результаты вычислительных экспериментов, можно сделать вывод о том, что основные параметры среды в объеме конденсатора чувствительны к изменению режима работы водоструйных эжекторов.

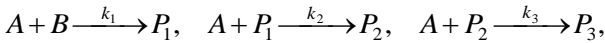
#### Библиографический список

1. **Бродов Ю.М.,** Савельев Р.З. Конденсационные установки паровых турбин. М.: Энергоатомиздат, 1994. – 288 с.
2. **Исаченко В.П.** Теплообмен при конденсации. М.: Энергия, 1977. – 240 с.
3. **РД 34.30.501.** Методические указания по эксплуатации конденсационных установок паровых турбин электростанций.

**В.Ю. Невиницын, к.т.н.;**  
**рук. А.Н. Лабутин, д.т.н., профессор**  
**(ИГХТУ, г. Иваново)**

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

В работе проведен системный анализ жидкофазного реактора емкостного типа непрерывного действия (рис. 1) как объекта автоматизации и управления. В аппарате реализуется трехстадийная последовательно-параллельная экзотермическая реакция оксиэтилирования бутилового спирта, протекающая по схеме



где  $A$  и  $B$  – исходные реагенты;  $P_1, P_2, P_3$  – продукты реакции;  $k_1, k_2, k_3$  – константы скоростей стадий. Целевым компонентом является вещество  $P_2$ . В общем случае при изменении спроса на продукты реакции целевым может быть и другой компонент или смесь ряда веществ.

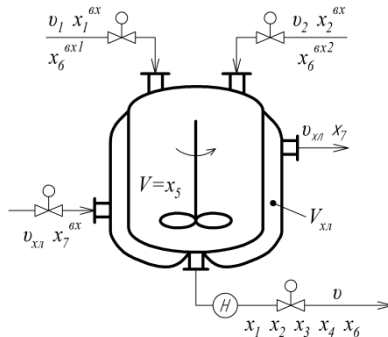


Рис. 1. Принципиальная схема химического реактора

$x_1^{ex}, x_2^{ex}$  – концентрации исходных реагентов;  $x_6^{ex1}, x_6^{ex2}$  – температуры исходных реагентов;  $v_1, v_2$  – расходы исходных реагентов;  $v_{xl}$  – расход хладагента на входе и выходе из аппарата;  $x_7^{ex}, x_7$  – температуры хладагента на входе и выходе из аппарата;  $v$  – расход смеси на выходе из аппарата;  $x_1, x_2, x_3, x_4$  – концентрации компонентов  $A, B, P_1, P_2$  в реакторе;  $x_6$  – температура реакционной смеси в аппарате;  $V = x_5$  – объем аппарата;  $V_{xl}$  – объем хладагента в рубашке реактора.

Целью функционирования реактора является получение целевого компонента заданной концентрации  $\bar{x}_4$ . Отсюда задача системы управления реактором заключается в стабилизации на заданном уровне значения концентрации целевого компонента  $x_4 = \bar{x}_4$  и температу-



ры  $x_6 = \bar{x}_6$  в условиях действия возмущений. Математическая модель реактора представляет собой систему нелинейных дифференциальных уравнений.

Для заданной производительности  $\bar{G} = \bar{x}_4 \cdot \bar{V}$  ( $\bar{x}_4$ ,  $\bar{V}$  – заданные значения концентрации и расхода) решена задача оптимизации реактора

$$\{\beta^*, \bar{\tau}^*, t^*\} = \arg \min_{\beta, \bar{\tau}, t} (\bar{G} - G(\beta, \bar{\tau}, t))^2$$

при ограничении в форме уравнений математической модели статики и

$$\varphi_1 = t \leq 140 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad \varphi_2 = \bar{V} - v_1 - v_1 / \beta = 0,$$

где  $t$  – температура,  $\beta = v_1/v_2$ ,  $\bar{\tau} = V/\bar{V}$ .

Исследованы статические и динамические свойства жидкофазного химического реактора, показана его нелинейность и многосвязность. Характер кривых разгона свидетельствует об асимптотической устойчивости объекта. На рис. 2 представлены примеры статических характеристик объекта по различным каналам.

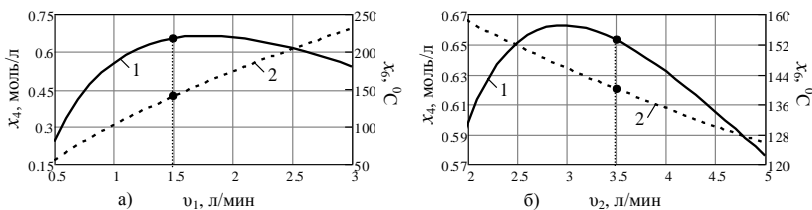


Рис. 2. Статические характеристики объекта по различным каналам  
(1 – концентрация целевого компонента, 2 – температура)  
а)  $v_1 \rightarrow x_4, v_1 \rightarrow x_6$ ; б)  $v_2 \rightarrow x_4, v_2 \rightarrow x_6$

Исследованы общесистемные свойства объекта – устойчивость свободного движения, управляемость и наблюдаемость [1]. На основании результатов исследования общесистемных свойств определены варианты топологической структуры системы управления жидкофазным химическим реактором непрерывного действия для различных вариантов наблюдения объекта, обеспечивающие управляемость в пространстве состояний или управляемость в пространстве выходных переменных и стабилизируемость системы.

#### Библиографический список

1. Рей У. Методы управления технологическими процессами. М.: Мир. 1983.

*В.А. Голубев, студ.;  
рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА АДАПТИВНОЙ НЕЙРО-НЕЧЕТКОЙ СЕТЬЮ ANFIS**

В настоящее время математический аппарат нейро-нечетких сетей приобрел довольно широкое применение. На его основе созданы алгоритмы прогнозирования, экспертные системы оценки, а так же интеллектуальные системы автоматического управления нелинейными динамическими объектами. Первой в классе нейро-нечетких алгоритмов появилась сеть ANFIS. Разработанная в начале 90-х годов профессором Янгом (J-S. Roger Jang) сеть является универсальным аппроксиматором и наиболее распространена на сегодняшний день.

В качестве объекта аппроксимации будет выступать тренд сигнала виброскорости опоры подшипника турбогенератора. Как известно из [1], существует как минимум три метода моделирования сигналов подобного типа. Будем исходить из того, что процесс нестационарный (данные были получены во время пуска турбины) и однородный. Таким образом, он может быть представлен в виде модели авторегрессии-скользящего среднего (АРСС) [2]:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + x(t) - \theta_1 x_{t-1} - \dots - \theta_q x_{t-q}, \quad (1)$$

где  $\phi_{1\dots p}$  – параметры авторегрессии;  $\theta_{1\dots q}$  – параметры скользящего среднего.

В общем случае, параметры  $\phi_{1\dots p}$  могут быть найдены решением уравнений Юла-Уокера, а  $\theta_{1\dots q}$  – методом Ньютона-Рафсона. Однако, используя аппарат нейро-нечетких сетей, можно автоматизировать и значительно облегчить процесс нахождения указанных параметров.

Для решения данной задачи подходит пятислойная адаптивная нейро-нечеткая сеть с выводом по правилу Сугено с тремя входами  $x_1, x_2, x_3$  [3]:

$$R^{(n)} : \text{Если } x_1 \text{ есть } X_1^{(n)}, \text{ а } x_2 \text{ есть } X_2^{(n)}, \text{ а } x_3 \text{ есть } X_3^{(n)} \text{ то:} \quad (2)$$

$$y_1 = c_0^{(n)} + c_1^{(n)} \cdot x_1 + c_2^{(n)} \cdot x_2 + c_3^{(n)} \cdot x_3$$

Согласно [2] на вход АРСС-модели должен поступать белый шум или случайный процесс, не коррелированный с моделируемым сигналом. В данном случае  $x_1$  – это сигнал по частоте вращения ротора турбины, а  $x_2$  и  $x_3$  – тот же сигнал, но с задержкой на 1 и 2 такта соответ-

ственно. Выход модели  $y(t)$  учитывается в обратном проходе при расчете производной ошибки прогноза модели  $dE$  от производной истинности правила  $d\beta$  [3]:

$$\frac{dE}{d\beta} = \left[ \sum_{m=1}^p \left( y^{(-m)} - y^{(m)} \right) \right] \cdot \left( c_0^{(j)} + c_1^{(j)} \cdot x_1^{(m)} + c_2^{(j)} \cdot x_2^{(m)} + c_3^{(j)} \cdot x_3^{(m)} \right) \quad (3)$$

В качестве функции принадлежности  $\mu(x)$  была выбрана колокольчатая функция, так как она зависит только от двух параметров:  $d_1$  и  $d_2$ . Реализация нейросети ANFIS представлена на рис. 1.

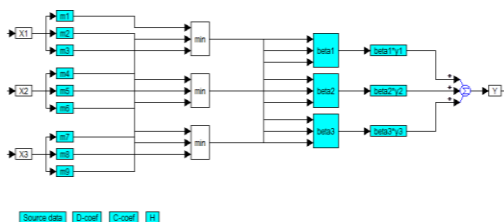


Рис. 1. Схема ANFIS-сети (реализация в системе VisSim)

Алгоритмы обучения при прямом проходе (С-coef и Н) а так же при обратном проходе (D-coef) заложены в составные блоки для удобства восприятия. На рис. 2 для сравнения продемонстрирован тренд экспериментальной выборки и его модель после обучения.

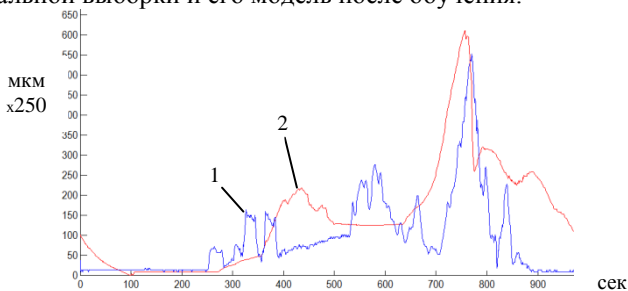


Рис. 2. Графики экспериментальной выборки (1) и модели (2)

### Библиографический список

1. **Yang, Y.** Machine vibration prediction using ANFIS and wavelet packet decomposition / Y. Yang, Q. Zhao // Int. J. Modelling, Identification and Control, Vol.15, No.3, pp.219-226.
2. **Бокс, Дж.** Анализ временных рядов прогноз и управление. В 2 т., Т. 1. / Дж. Бокс, Г. Дженкинс; под ред. В.Ф. Писаренко. – М.: Мир, 1974.
3. **Кондрашин, А.В.** Современные проблемы теории управления: электронное учебное пособие / А.В. Кондрашин. – Иван. гос. энерг. ун-т., 2013.

**Т.Ф. Махмудов, ассистент;  
рук. К.Р. Аллаев д.т.н., проф., акад. Междунар.  
акад. электротехн. наук  
(ТашГТУ, г. Ташкент)**

## **К СИНТЕЗУ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЛОЖЕНИЯ**

Технологией вложения систем названа универсальная совокупность методов и приемов решения большинства задач теории систем [1].

Технология вложения систем предполагает последовательное выполнение трех этапов [2].

На первом этапе формализуется общая структура исследуемой или синтезируемой системы.

На втором этапе формируется тождество вложения, которое устанавливает выборочную эквивалентность исследуемой системы и некоторой другой системы  $\omega(p)$ , обладающей известной или желаемой совокупностью свойств.

На третьем этапе осуществляется переход от тождества вложения к расчетным формулам.

Центральным этапом созданной технологии вложения систем является построение и использование так называемого тождества вложения, которое формально связывает проматрицу  $\Omega(p)$  исследуемой системы, две матрицы вложения  $\alpha(p)$  и  $\beta(p)$ , а также образ  $\omega(p)$  этой системы  $\beta(p)\Omega^{-1}(p)\alpha(p) = f(p)$  [2].

Важной составной частью постановки и решения задачи синтеза любой системы является формализованное представление целевого предназначения этой системы. В технологии вложения систем эту роль выполняет образ системы  $\omega(p)$ .

Другими словами, синтезируемая система должна обладать некоторыми заранее заданным размещением на комплексной плоскости всех или частично ее полюсов  $\{\lambda_i\}$  и/или нулей  $\{\gamma_k\}$ .

Итак, пусть требуется синтезировать статический регулятор  $u(p) = -Kx(p)$

с  $n$  входами и  $s$  выходами для системы

$$(pI_n - A)x(p) = Bu(p) + x_0, y(p) = Cx(p), \quad (1)$$

где  $x \in R^n$  – вектор состояния,  $u \in R^s$  – вектор независимого входа,  $y \in R^m$  вектор выхода,  $A, B, C$  – вещественные матрицы подходящих размеров.

С целью упрощения примем  $C=I_n$ . Этому случаю соответствует замена проматрицы регулирования  $\Omega_F(p) = \begin{bmatrix} pI_n - A & -B \\ 0 & I_s \end{bmatrix}$  на проматрицу

$\Omega(p) = \begin{bmatrix} pI_n - A & -B \\ K & I_s \end{bmatrix}$ . Теперь необходимо задаться матрицами вложения типа

$$\alpha(p) = \begin{bmatrix} 0_{\substack{\times \\ n+m}} & \bar{\alpha}_1(p) & \dots & \bar{\alpha}_s(p) \end{bmatrix}^T = [0 \ \bar{\alpha}(p)]^T;$$

$$\beta(p) = \begin{bmatrix} 0_{\substack{\times \\ n}} & \bar{\beta}_1(p) & \dots & \bar{\beta}_m(p) & 0_{\substack{\times \\ s}} & 0 \end{bmatrix}^T = [0 \ \bar{\beta}(p) \ 0].$$

Тогда использование технологии вложения дает набор тождеств

$$\det(pI_n - A) = a; \quad (2)$$

$$\det(pI_n - A + B\bar{\alpha}\bar{\beta}) - a = b; \quad (3)$$

$$\det(pI_n - A + BK) = d; \quad (4)$$

$$\det(pI_n - A + B(\bar{\alpha}\bar{\beta} + K)) - d = q; \quad (5)$$

где  $d, q$  – соответствующие знаменатель и числитель синтезируемой системы.

Таким образом выбором обратной связи  $K(p)$  по формуле (4) можно формировать желаемые полюсы замкнутой системы. По формуле (5) формируются желаемые нули замкнутой системы [3].

#### Библиографический список

1. **Мисриханов М.Ш.** Инвариантное управление многомерными системами. М.: Наука. 2007.
2. **Буков В.Н.** Вложение систем. Аналитический подход к анализу и синтезу матричных систем. Калуга.: Издательство Н.Ф. Бочкаревой. 2006.
3. **Аллаев К.Р., Мирзабаев А.М., Махмудов Т.Ф.** Применение технологии вложения систем для исследования малых колебаний в регулируемой электрической системе. // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. –2014. № 1-2. –С. 10–23.

*И.А. Колесов, студ.;*  
*рук. А.В. Голубев, к.т.н., доцент*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРА МОЩНОСТИ ЭНЕРГОБЛОКА ПГУ-450

Значения частоты и мощности являются ключевыми показателями работы энергосистемы и жестко регламентируются стандартами, поэтому к системам регулирования мощности энергоблоков уделяется особое внимание. Поскольку испытания на реальных объектах требуют больших затрат и могут привести к выходу из строя реального оборудования для проведения предварительных экспериментов целесообразно использовать модели технологического оборудования - тренажерные комплексы.

Тренажерный комплекс с всережимной имитационной моделью может являться хорошим инструментом для анализа и испытаний сложных, комплексных задач автоматизации[1, 2]. Исследования регулятора мощности проведем на базе тренажера энергоблока ПГУ-450 ТЭЦ-21 Мосэнерго, разработанного компанией ЗАО «Тренажеры для электростанций»[2].

Предлагается регулятор мощности блока, представляющий собой алгоритм формирования задание регуляторам мощности газовых турбин ГТ-1 и ГТ-2 по небалансу заданной мощности и мощностей ГТ-1, ГТ-2, паровой турбины. Подключение ГТ турбин к участию в поддержании заданной мощности блока осуществляется с помощью "селекторов", выходы которых формируют локальные задания регуляторам мощности ГТ. Регуляторы мощности ГТ воспринимают небаланс мощности и воздействуют на клапаны подачи газа (рис. 1).

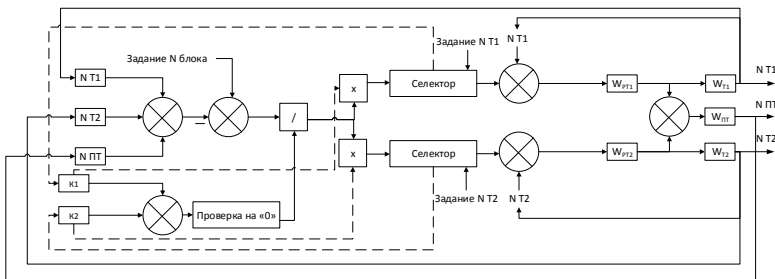


Рис. 1. Схема регулирования мощности блока.

Выполнив идентификацию объекта управления была собрана имитационная модель системы регулирования, проведены предварительные испытания (рис.2) в следующих режимах работы:

- I. Включение РМБ в автомат, с подключенной ГТ-1.
- II. Изменение задания РМБ (уменьшение на 50МВт).
- III. Подключение второй ГТ к регулированию мощности блока.
- IV. Изменение задания РМБ (увеличение на 80МВт).

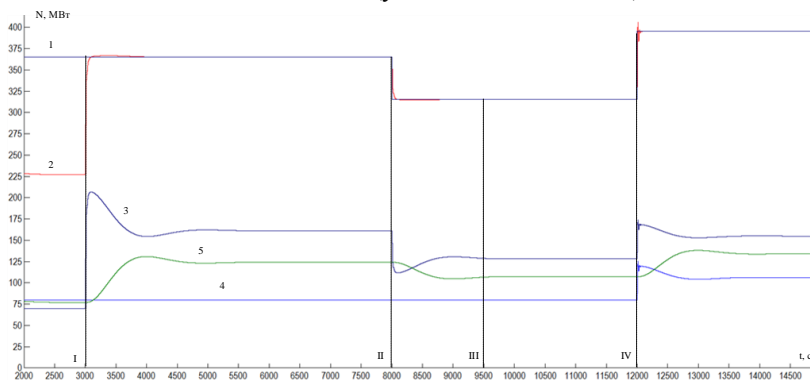


Рис. 2. Результат эксперимента

- 1 – заданная мощность от РМБ, 2 – суммарная мощность блока, 3 – мощность ГТ1,  
4 – мощность ГТ2, 5 – мощность ПТ.

В ходе экспериментов предложенная схема показала свою работоспособность - газовые турбины хорошо компенсируют инерционность паровой турбины, только в ходе IV испытания суммарная мощность имела видимое отклонение, которое однако было в допустимых пределах.

Исследования схемы проводились на упрощенной имитационной модели, в которой не учитывались режимы работы остальных регуляторов энергоблока. В дальнейшем планируется реализация схемы регулирования в тренажере и ее комплексные испытания в различных режимах.

#### Библиографический список

1. **Теория** и технология систем управления. Многофункциональные АСУТП тепловых электростанций. В 3-х кн. Кн. 3. Моделирование / Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.С. Тверского; ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2013. – 208 с.
2. **Голубев А.В.** Особенности отладки и испытаний алгоритмов автоматического управления нестационарными режимами работы энергоблоков // Вестник ИГЭУ. – 2010. – № 4. – С. 69 – 71.
3. **Рубашкин А.С., Рубашкин В.А.** Развитие технологии моделирования динамических процессов на тепловых электростанциях // Теплоэнергетика. 2004. № 10. С. 40-43.

*О.В. Мозговая, студ.;  
рук. И.А. Данилушкин, к.т.н., доцент  
(СамГТУ, г. Самара)*

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ В НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ**

Современные процессы обработки металла, предполагающие его предварительный нагрев, предъявляют ряд требований к характеру процесса нагрева, влияющего на качество изделия при его дальнейшей обработке, температура выбирается такой чтобы не произошёл перегрев либо перегрев. К показателям качества процесса нагрева можно отнести: перерегулирование; колебательность переходного процесса; длительность нагрева.

Зачастую применяется релейное управление, при котором нагревающий элемент либо включается, либо выключается. Это приводит к появлению автоколебаний около заданного значения в установившемся режиме (рис.1). Колебательность обусловлена инерционной природой процесса нагрева, поэтому реакция на переключение управления происходит с некоторым временным запаздыванием.

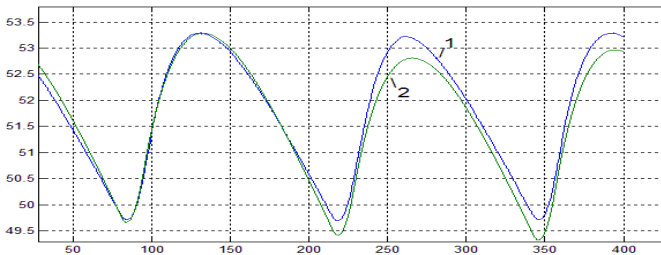


Рис. 1 График автоколебательного процесса с релейным регулятором:  
1 - сигнал объекта; 2 - сигнал идентифицированной модели

Для решения задачи оптимального управления нагревом в работе используется модальный регулятор. Подход позволяет осуществить синтез замкнутого контура управления в пространстве состояний с заранее заданными показателями качества.

Так как на выходе регулятора получается аналоговая величина, то для возможности управлять нагревом аналоговым регулятором применяется широтно-импульсная модуляция.

Для синтеза системы по экспериментальным данным (рис. 1) методом оперативной идентификации была найдена математическая модель



объекта. Она представляет собой два последовательно соединенных звена: апериодическое звено второго порядка и звено запаздывания.

Для дальнейшего преобразования модели к виду пространства состояний звено запаздывания было аппроксимировано тремя последовательно соединенными инерционными звеньями первого порядка с одинаковыми постоянными времени.

$$W_3(s) = e^{-\tau s} \approx \left( \frac{\tau}{n} s + 1 \right)^{-n}$$

В результате была получена передаточная функция объекта пятого порядка, которая с помощью средств пакета Matlab была преобразована к виду пространства состояний. Проверка на наблюдаемость и управляемость показала, что объект полностью управляем и полностью наблюдаем.

Синтез модального регулятора предусматривает наличие полной информации о векторе состояния. В рассматриваемом объекте управления вектор состояния не измеряется, поэтому был построен наблюдатель полного порядка - фильтр Калмана.

В качестве полинома с желаемыми характеристиками был выбран полином Ньютона пятого порядка. Он позволяет получить монотонный переходный процесс без перерегулирования, с возможностью варьировать значение времени переходного процесса.

В результате была найдена матрица значений регулятора, с помощью которой удалось получить замкнутую систему с желаемым расположением полюсов.

Моделирование подтвердило работоспособность данного подхода, на рис.2 представлен график переходного процесса, из которого видно, что система обеспечивает приемлемое качество управления, несмотря на нелинейность объекта и накладываемые ограничения на управление.

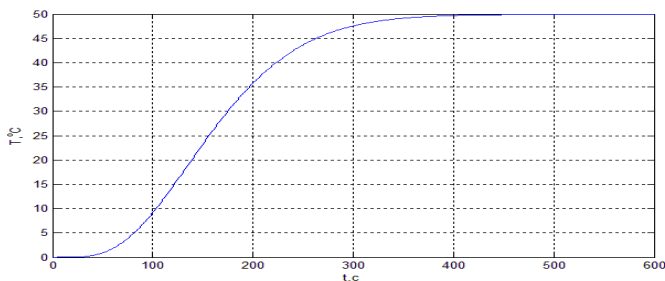


Рис. 2. Переходный процесс синтезированной системы

*Г. Касым, студ.;  
рук. Б.М.Саданова, Г.С. Мухашева  
(КарГТУ, г. Караганда)*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНОСТИ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ**

Современная угольная шахта как объект управления характеризуется следующими особенностями: высокой насыщенностью энергоемкими комплексами механизмов и средствами автоматики при наличии ручного труда; непрерывным перемещением и территориальной рассредоточенностью технологического оборудования; жесткой взаимосвязью основных процессов добычи, транспорта и подъема угля; влиянием на производственные процессы горно-геологических условий и других возмущающих факторов; значительной инерционностью технологических операций и процессов.

В соответствии с особенностями угольной шахты как объекта управления и с учетом главной ее задачи АИС выполняет функции: сбора, переработки, анализа и хранения информации за различные периоды времени. АИС содержит комплекс средств математического, технического, информационного обеспечения.

Система охватывает все подготовительные тупиковые выработки, выемочные участки, а также горные выработки, примыкающие к вентиляционным стволам и выполняет следующие функции:

- а) телеизмерение фактических значений концентрации метана и скорости (расхода) воздуха в контрольных точках;
- б) предоставление текущих показаний датчиков на экран монитора;
- в) выдача тревожных сообщений на пульт диспетчеру при обнаружении аварийной ситуации;
- г) формирование и хранение массивов информации для анализа;
- д) предоставление сменных, суточных таблиц и графиков изменения контролируемых параметров;
- ж) формирование журнала превышений.

Технические средства системы по месту расположения на объекте автоматизации разделяются на наземную (диспетчерскую) и подземную (объектную) части.

Информационный обмен между техническими средствами, указанными выше, осуществляется при помощи аппаратуры передачи информации, обеспечивающей также искробезопасное разделение цепей подземных источников информации от искроопасных цепей ПЭВМ и другой аппаратуры в диспетчерской на поверхности шахты.

При создании системы должны предусматриваться соответствующие меры обеспечения повышенной надежности ее функционирования – функциональная и аппаратная избыточность, автоматическая диагностика технических средств системы, автоматизация тестирования программных средств.

Для реализации функций, указанных выше, авторами предлагается следующий состав необходимой аппаратуры:

а) датчики концентрации метана и датчик контроля скорости (расхода) воздуха с унифицированным выходным сигналом (для передачи с помощью аппаратуры телемеханики на диспетчерский пункт);

б) аппаратура телемеханики, служащая для приема информации от датчиков метана и расхода воздуха и передачи ее на диспетчерский пункт;

в) средства обработки поступающей информации и предоставления ее оперативному персоналу в удобной для восприятия форме.

Для обработки информации представляется целесообразным использование ЭВМ типа IBM, возложив на нее функции автоматического документирования результатов опроса параметров контрольных пунктов и состояния аэрогазового режима шахты на основе информации, получаемой от датчиков, и нормативных параметров, вводимых в ЭВМ оператором.

Учитывая назревшую актуальность совершенствования системы контроля параметров аэрогазового режима угольных шахт, представляется целесообразным уже в настоящее время приступить к поэтапной практической реализации системы.

На первом этапе предлагается осуществлять централизованный контроль концентрации метана в контрольных точках, определяемых параллельно с выдачей информации на стойку СПИ-1 комплекса "Метан". На данном этапе осуществляется наладка взаимодействия между датчиками, аппаратурой АПИ и ПЭВМ. Для этого проводится сверка информации, получаемой от датчиков на стойке СПИ-1, на приемно-командном устройстве (УПК) аппаратуры телемеханики и на ПЭВМ. Отладка программного обеспечения, заключающаяся в настройке режима опроса датчиков, вывода оперативной и тревожной информации на монитор, достоверности отображаемых данных, создания архивов данных и режима печати.

*А.С. Воробьев, И.А. Алексеев, А.В. Добров, студ.;  
рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ВЕРСИИ АСУТП ЭНЕРГОБЛОКА 300 МВт

В 2001 году на кафедре систем управления ИГЭУ была введена в эксплуатацию лаборатория «Полигон АСУТП электростанций» – многофункциональный учебно-исследовательский комплекс для подготовки и повышения квалификации специалистов по новым информационным технологиям управления [1]. В 2012 году при активном содействии ОАО «НИИТеплоприбор» (г. Москва), ОАО «Барнаулский котельный завод» (г. Барнаул) и ООО «БЕТРО-Тех» (г. Бердск) лаборатория была существенно модернизирована.

Новые программные и аппаратные средства лаборатории позволили развернуть на базе программно-технического комплекса «Квинт СИ» [2] учебно-исследовательскую версию АСУТП энергоблока 300 МВт. Под учебно-исследовательской версией АСУТП понимается система, которая отличается от основного (промышленного) прототипа меньшим информационным масштабом (объемом моделируемого технологического оборудования и исполнительных устройств) и некоторыми ограничениями по режимам работы [3].

В состав учебно-исследовательской версии АСУТП вошли ПТК «Квинт СИ» (с контроллерами Ремиконт Р-380), стенд исполнительных устройств и комбинированная модель энергоблока 300 МВт (рис .1).

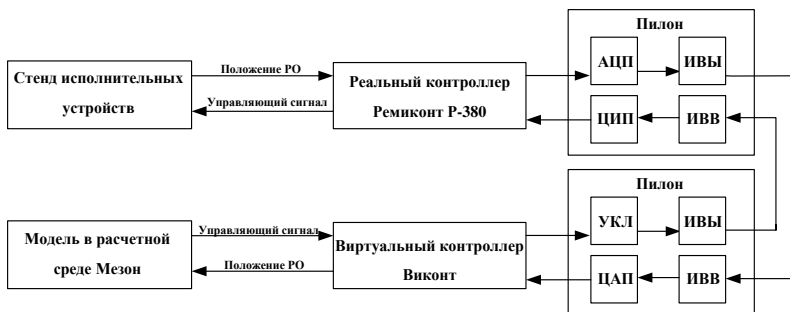


Рис. 1. Схема связи реальной и виртуальной составляющих математической модели

Особенностью учебно-исследовательской версии АСУТП энергоблока 300 МВт является то, что часть запорно-регулирующей арматуры не моделируется, а представлена реальными исполнительными устройствами. Это позволяет наглядно демонстрировать функцию дистанционного управления регулирующими клапанами и задвижками и приближает свойства каналов регулирования к реальным.

В соответствии с требованиями к информационному обеспечению АСУТП был разработан операторский интерфейс, обеспечивающий отображение информации о происходящих технологических процессах (рис. 2).

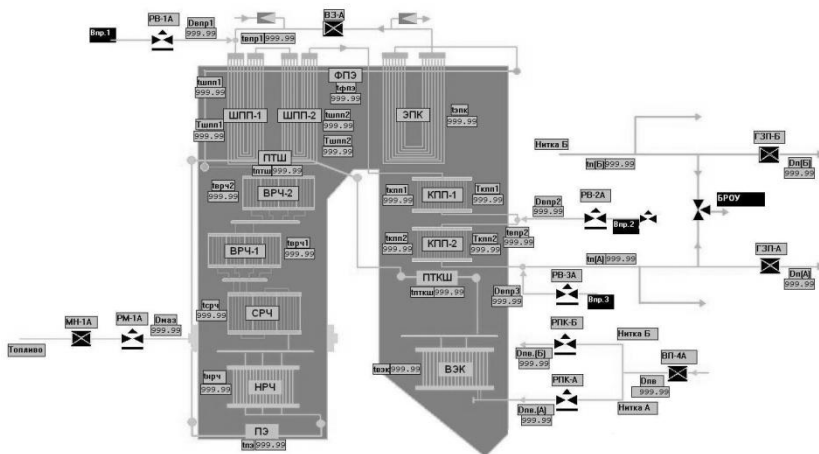


Рис. 2. Видеограмма «Обзорная»

В целом разработанная версия АСУТП энергоблока позволяет демонстрировать обучающимся функционирование всех основных функций автоматизированных систем управления теплоэнергетическими объектами.

#### Библиографический список

1. **Тверской, Ю.С.** «Полигон АСУТП электростанций» – эффективное средство подготовки специалистов и тестирования сложных систем управления / Ю.С. Тверской, А.В. Голубев, А.Н. Никонов // Теплоэнергетика. – 2011. – №10. – С. 70-75.
2. **Программно-технический комплекс «Квинт СИ».** Инструкция по эксплуатации. – М: Гос. научн. центр. РФ НИИТеплоприбор, 2006.
3. **Тверской, Ю.С.** Прикладное обеспечение полигонов АСУТП электростанций / Ю.С. Тверской, А.Н. Никонов, Д.А. Пронин // ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2012. – 174 с.

*Я.В. Лисова, И.А. Рябиков, студ.;  
рук. Е.Д. Маршалов, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Существует огромное множество технических средств для измерения температуры, отличающихся принципом действия, диапазоном измерений, условиями эксплуатации, конструкцией, возможностью дистанционной передачи показаний и т.п. Однако можно выделить и общие показатели, применимые к большинству датчиков температуры, такие как класс допуска (характеризующий точность измерений) и время термической реакции (характеризующее быстродействие датчика). Определение погрешности датчиков температуры, являющейся статической характеристикой – штатная процедура, регулярная для технологических объектов управления. К тому же вопросы поверки датчиков давно изучены и широко описаны в литературе и нормативной документации.

По-другому обстоят дела с определением динамических свойств датчиков температуры. В каталогах и паспортах для датчиков температуры приводят лишь время термической реакции, зачастую не указывая даже среду, для которой представлена данная величина. Очевидно, что на динамические свойства будут оказывать влияние, как минимум, характеристика среды и скорость обтекания датчика технологической средой. Динамические свойства датчиков оказывают влияние на параметры настройки автоматических регуляторов и, соответственно, на качество работы АСУТП в целом.

Целью представленной работы является разработка методики исследования динамических характеристик датчиков температуры.

Для создания температуры предлагается использовать сухоблочный калибратор температуры погружного типа ЭЛЕМЕР-КТ-650, позволяющий воспроизводить температуру в диапазоне от +50 до +650 °С [1]. Предел допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения температуры калибратора составляет  $\pm 0,08$  °С.

Для отображения и регистрации полученных значений температуры предлагается использовать многоканальный технологический регистратор РМТ-59, предназначенный для измерения, регистрации и контроля температуры и других неэлектрических величин, преобразованных в электрические сигналы силы и напряжения постоянного тока или активное сопротивление [2]. При подключении датчиков к измерительному прибору наиболее подходящей является трехпроводная

схема подключения, т.к. позволяет компенсировать влияние температуры окружающей среды. Предел допускаемой основной приведенной погрешности прибора составляет  $\pm 0,2\%$ . Периодичность записи данных при регистрации температуры составляет 1 секунду.

Вначале датчики температуры подключаются к входам АЦП регистратора РМТ-59 и размещаются на лабораторном столе. Затем РМТ-59 посредством экранного меню настраивается для работы с нужными первичными измерительными преобразователями. На экране регистратора отображаются текущие значения измеряемой температуры в виде чисел, графиков и гистограмм одновременно.

На калибраторе температуры КТ-650 задается требуемое значение температуры. Далее производится ожидание выхода КТ-650 на рабочий режим.

После этого датчик температуры помещается в калибратор температуры КТ-650 и фиксируется время начала переходного процесса. На экране РМТ-59 отображаются переходные процессы значения температуры в каждый момент времени.

Для каждого значения температуры проводится по 5–10 экспериментов. Просмотр и первоначальная обработка архивных данных, собранных многоканальным технологическим регистратором РМТ-59 выполняется в программе DataViewStudio. Для дальнейшей обработки значения экспортируются в Microsoft Office Excel. Для сопоставления и анализа динамических характеристик все переходные процессы, полученные при различных температурах, приводятся к диапазону 0–100%. Оценки переходных характеристик определяются путем применения методики совмещения кривых разгона по «нулевым линиям» в специализированном программном комплексе «Тренд». Построение интервальных оценок точности (границ доверительных интервалов) выполняется для заданной доверительной вероятности 0,95.

Предлагаемая методика применима для исследования динамических характеристик широкого круга датчиков температуры.

#### Библиографический список

1. **Калибратор** температуры эталонный КТ-650. Паспорт. М.: ООО НПП «Элемер», 2004. 19 с.
2. **Регистратор** многоканальный технологический РМТ-59. Руководство по эксплуатации. М.: ООО НПП «Элемер», 2009. 137 с.

**Я.В. Лисова, И.А. Рябиков, студ.;  
рук. Е.Д. Маршалов, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)**

## **ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ**

В настоящее время автоматизация применяется в подавляющем большинстве технологических процессов. При эксплуатации современных АСУТП важное значение имеют точность и качество выполненных измерений [1]. Значения величин должны постоянно обновляться и бесперебойно поступать на приборы для дальнейшей обработки. Самыми распространенными являются температурные измерения [2]. Наиболее распространенными в промышленности датчиками температуры являются термопреобразователи сопротивления.

В представленной работе использовались платиновые термопреобразователи сопротивления (ТС) с номинальной статической характеристикой 100П, обеспечивающие высокую точность измерений [3]. Основные характеристики датчиков представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные характеристики ТС

Наименование	Заводской номер	Длина монтажной части, мм	Диаметр монтажной части, мм	Диапазон измерений температуры, °С
ТС-1388/5	№10300	250	4	-50...+250
ТС-1388/5	№10295	250	6	-50...+350
ТС-1088/5	№6780	320	8	-50...+350
ТС-1088/2	№6783	500	10	-50...+350

Для создания температуры использован сухоблочный калибратор температуры погружного типа ЭЛЕМЕР-КТ-650, позволяющий воспроизводить температуру в диапазоне от +50 до +650 °С. Для отображения и регистрации полученных значений температуры был использован многоканальный технологический регистратор РМТ-59.

Целью работы является исследование датчиков температуры и определение их динамических характеристик.

Эксперименты проводились для следующих значений температуры: 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 °С; для каждого значения проводилось по 5 экспериментов. Таким образом, для датчиков температуры с диаметром монтажной части 10, 8 и 6 мм было снято по 35 переходных процессов, для датчиков температуры с диаметром монтажной части 4 мм – 25 переходных процессов. В общей сложности в ходе проведенных экспериментов было получено 130 переходных процессов для исследуемых термопреобразователей сопротивления.



Для сопоставления и анализа динамических характеристик все переходные процессы, полученные при различных температурах, приведены к диапазону 0-100%. Оценки переходных характеристик получены путем применения методики совмещения кривых разгона по «нулевым линиям» в специализированном программном комплексе «Тренд». Построение интервальных оценок точности (границ доверительных интервалов) выполнено для заданной доверительной вероятности 0,95.

В результате обработки переходных характеристик, полученных для исследуемых термопреобразователей сопротивления найдены оценки семейств переходных характеристик изменения температуры, приведенных к диапазону 0-100%, для различных термопреобразователей сопротивления. Полученные результаты представлены на рисунке 1. Как видно из графиков, при помещении датчиков в одинаковую технологическую среду с одинаковой скоростью обтекания датчика технологической средой большое влияние на динамические характеристики оказывает диаметр монтажной части. Данный факт обусловлен особенностями теплопроводности для различных толщин стенки датчика. Длина монтажной части не играет значительной роли, ввиду того, что чувствительный элемент датчика температуры находится на его рабочем конце, т.е. чувствительные элементы всех исследованных датчиков находились в одинаковом температурном поле.

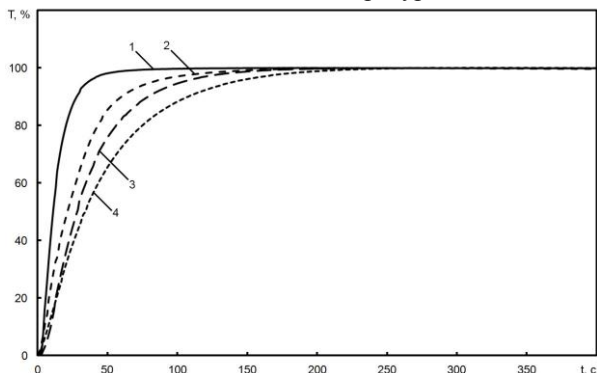


Рис. 1. Динамические характеристики датчиков температуры для диаметров монтажной части: 1 – 4 мм; 2 – 6 мм; 3 – 8 мм; 4 – 10 мм

#### Библиографический список

1. Сергеев А.Г., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: Юрайт, 2010. 820 с.
2. Иванова Г.М. Теплотехнические измерения и приборы. М.: Издательство МЭИ, 2005. 460 с.
3. Термометры сопротивления из платины и меди. Паспорт. М.: ООО НПП «Элемер», 2011. 4 с.

*Л.Ф. Ахметгалиев, А.Р. Гибадуллин, студ.;  
рук. Л.В. Ахметвалеева, к.и.н., доцент  
(КГЭУ, г. Казань)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПЛИС В ИЗМЕРИТЕЛЬНО– ТЕСТИРУЮЩЕМ КОМПЛЕКСЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ**

Для встраиваемых систем точность и безошибочность работы всех ее компонентов является важной задачей, так как нарушения в функционировании могут привести к нежелательным последствиям. В связи с этим, процесс разработки встраиваемых систем основной частью которых являются микропроцессоры(МП) и микроконтроллеры(МК), должен сопровождаться процедурой отладки, как аппаратных, так и программных средств, которая позволяет в значительной мере минимизировать количество ошибок в конечной системе [1].

На кафедре Промышленной электроники, КГЭУ разработан измерительно-тестирующий комплекс для отладки и диагностики МК устройств. Объектом исследования являются лабораторные стенды на основе МК фирмы Motorola. Комплекс может работать в режимах «Генератор слов», «Логический анализатор» и «Тестер», имеет 16 каналов логического анализатора, и 16 каналов генератора слов для подключения исследуемых устройств, с максимальной частотой работы 40МГц [2].

МП системы работают на высоких частотах, и для регистрации логических состояний, которые присутствуют на шинах тестируемого устройства, требуется обеспечить такое быстродействие отладочно–тестирующего комплекса, которое бы превышало максимально возможную частоту работы исследуемого устройства, хотя бы в 2 раза. В качестве основного узла, выполняющего запись всех измеряемых ответных реакций системы, нами выбрана быстродействующая программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) микросхема EPM570, которая работает в совокупности с быстродействующей памятью ОЗУ CY7C1021D – 10ZSXI, производства Cypress Semiconductor, имеющей время доступа к ячейке порядка 10 нс. Данная ПЛИС относится к семейству микросхем MAX II, которые выполняются на основе архитектуры CPLD по технологии 0,18 мкм с 6 слоями металлизации. Отличительными особенностями данного семейства являются: низкое энергопотребление в режиме ожидания (порядка 25 мкА), функция MultiVolt core, обеспечивающая питание ядра ПЛИС от источников с различными напряжениями (3,3 В, 2,5 В и 1,8 В); поддержка работы портов ввода-вывода при различных уровнях

логических сигналов (3,3 В, 2,5 В, 1,8 В и 1,5 В); программируемые скорость нарастания сигнала и подтягивающие резисторы; возможность использования любой линии ввода-вывода в качестве выхода с открытым коллектором; поддержка технологии программирования в системе (In-system programming (ISP)) и периферийного сканирования (boundary scan).

Процедуры отладки, тестирования и диагностики встраиваемых систем являются, несомненно, важными этапами на пути выхода конечного изделия, поэтому проектирование и разработка прибора который бы обеспечил требуемую функциональность, является актуальной задачей.

#### Библиографический список

1. **Бородин В.** Технологии и средства разработки встраиваемых систем на основе микроконтроллеров с архитектурой ARM // *Chip News*. 2009. №1.
2. **Васильев А. В., Карпов А. П.** Измерительно-тестирующий комплекс на основе лабораторного стенда для микроконтроллеров HC08: Тр. 18-ая Международ. конф. М.: МЭИ, 2012. Т.1. с. 231.
3. **Стещенко В. Б.** ПЛИС фирмы «ALTERA»: элементная база, система проектирования и языки описания аппаратуры. М.: Додэка-XXI, 2002.

*Е.В. Лобанова, асп.;*  
*рук. А.Н. Ильченко, д.э.н., профессор*  
*(ИГХТУ, г. Иваново)*

## **ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА РЕЗЕРВОВ ФИНАНСОВЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ РЕГИОНА**

Создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций осуществляется на всех уровнях управления (федеральный уровень, ведомственный уровень, территориальный уровень, местный уровень, объектовый уровень) и является одной из основных задач органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и руководителей организаций. Эти резервы создаются заблаговременно в целях экстренного привлечения необходимых средств в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

Объемы резервов финансовых ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций определяются ежегодно и принимаются законами о соответствующих бюджетах на очередной год.

В муниципальных образованиях субъектов Российской Федерации могут создаваться как целевые резервы финансовых ресурсов для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, так и общие резервные фонды, в этом случае в порядках об их использовании предусматривается выделение средств на финансирование мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Объемы резервов финансовых ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций определяются исходя из прогнозируемых на год видов, масштабов и характера чрезвычайных ситуаций, анализа прошедших за ряд лет чрезвычайных ситуаций, их повторяемости, предполагаемого объема работ по их ликвидации, максимально возможного использования имеющихся сил и средств для ликвидации чрезвычайных ситуаций; природных, экономических и иных особенностей территории; величины ассигнований, выделенных на создание соответствующего вида резервов (рис.1).

Низкий уровень плано-прогнозной работы по созданию резервов для ликвидации чрезвычайных ситуаций может привести к ослаблению защиты населения от стихийных бедствий.

В связи с этим актуальной является задача разработки такой экономико-математической модели, которая позволит прогнозировать затраты на ликвидацию чрезвычайных ситуаций, и соответственно определить резерв финансовых ресурсов на ликвидацию и устранение последствий чрезвычайных ситуаций.

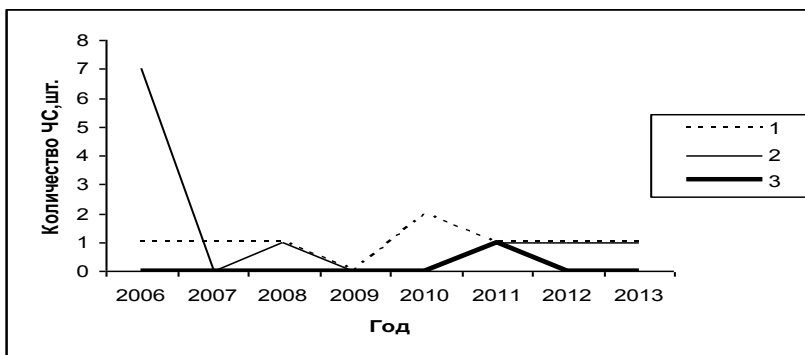


Рисунок 1. Динамика «масштабных» ЧС по Ивановской области  
 1- динамика природных ЧС; 2- динамика техногенных ЧС;  
 3- динамика биолого-социальных ЧС

Поскольку возникновение пожаров и стихийных бедствий носит вероятностный характер, применение современных математических методов способно решить задачу прогнозирования размеров возможных затрат на ликвидацию и устранение чрезвычайных ситуаций. В свою очередь, решение этой задачи позволит принимать решения по способам уменьшения рисков материальных убытков, а так же по определению оптимальных резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Для того, что бы определить резерв финансовых ресурсов на устранение чрезвычайных ситуаций необходимо построить такую экономико-математическую модель, которая основывалась бы на прогнозе возникновения чрезвычайных ситуаций, прогнозе погодных явлений, и прогнозе средних затрат на устранение и ликвидацию данных чрезвычайных ситуаций. Сущность такой экономико-математической модели заключается в том, что на основе данных за ряд лет, основываясь на наборах типовых погодных ситуаций, планируется определить оптимальные объемы резервов финансовых ресурсов.

#### **Библиографический список**

1. **Постановление** Правительства Российской Федерации от 26 октября 2000 г. № 810 «О порядке выделения средств из резервного фонда Правительства Российской Федерации по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и последствий стихийных бедствий»
2. **Постановление** Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»
3. **Материалы** в государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2012 году по Ивановской области

*Е.В. Лобанова, асп.;*  
*рук. А.Н. Ильченко, д.э.н., профессор*  
*(ИГХТУ, г. Иваново)*

## **СТОХАСТИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ФИНАНСИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЧС РЕГИОНА НА ЛИКВИДАЦИЮ РЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ (ЧС)**

Некоторые из принимаемых управленческих решений в сфере создания резервов на ликвидацию ЧС явно бессмысленно корректировать при изменении погодных условий. Это, так называемое, финансирование «текущих» затрат на устранение «незначительных» и «средних»

чрезвычайных ситуаций. Такие решения (стратегические) следует рассматривать как не изменяющиеся, по крайней мере, в течение одного сезонного цикла действия случайных погодных факторов. Другого типа решения (тактические) определяют объемы создания резервов финансовых ресурсов, осуществляемых как бы в рамках стратегических решений, но сообразно со складывающейся погодной ситуацией. Это решения определяющие объем финансовых ресурсов для ликвидации «масштабных» чрезвычайных ситуаций. Совокупность инертных структурных параметров стратегических решений должна быть рассчитана на «погружение» ее в разные погодные условия с частотой, определяемой вероятностью возможного исхода. Выбор же тактических решений может быть гибким и должен определяться применительно к складывающейся погодной ситуации.

Для реализации экономико-математической модели содержательно описанной в [3] источнике используется подход, впервые предложенный в работе [2].

1. Экономический эффект от создания оптимальных финансовых резервов - случайная величина  $\Phi$ , зависящая от погодных условий. Возможное число погодных ситуаций  $N$  конечно, и для них известна совокупность частот повторения  $p_1, p_2, \dots, p_n$  где  $0 \leq p_v \leq 1, \sum_{v=1}^N p_v = 1$ .

Каждой погодной ситуации  $v$  соответствует реализация случайной величины эффекта  $\Phi_v$ .

2. Экономический эффект в каждой погодной ситуации определяется стратегическими и тактическими управляющими решениями  $\Phi_v(X, Y_v)$  где  $X$  - вектор параметров описывающий стратегические решения,  $Y_v$  - тактические решения, в ситуации  $v$ . Стратегические решения выбираются из множества  $G(X \in G)$ . А тактические - из множества  $H_v(X)[Y_v \in H_v(X)]$ .

3. Оптимальное тактическое решение будем определять только относительно конкретной реализуемой ситуации  $v_o$  и конкретного стратегического решения  $X_o$ .

Определение 1. Тактическое решение  $Y_{v_o}$  называется оптимальным в ситуации  $v_o$  при стратегическом решении  $X_o$ , если:

$$a) Y_{v_o} \in H_{v_o}(X_o), \text{ б) } \Phi_{v_o}(X_o, Y_{v_o}) = \max \Phi(X_o, Y_{v_o}), \text{ где } Y_{v_o} \in H_{v_o}(x_o).$$

4. Оптимальное стратегическое решение будем определять относительно фиксированного набора из полной системы типовых погодных

ситуаций. Обозначим через  $\bar{N}$  и  $N'$  следующие наборы (множества) типовых погодных ситуаций  $\bar{N} = (v_1, v_2, \dots, v_N)$   $N' = (v_1, v_2, \dots, v_k)$  где  $k \leq N$ , то есть  $\bar{N}$  - полная совокупность типовых ситуаций, а  $N'$  какой-либо произвольный набор из  $k$  типовых ситуаций.

Определение 2. Стратегическое решение  $X_{N'}$  будем называть оптимальным относительно набора ситуаций  $N'$  если:

$$\sum_{v \in N'} \Phi_v(X_v, Y_v) p_v \geq \sum_{v \in N'} \Phi_v(X, \bar{Y}_v) p_v, \text{ где } X_{N'}^*, X \in G, Y_v^* \in H_v(X_{N'}^*), \bar{Y}_v^* \in H_v(X)$$

Определение 3. Стратегическое решение  $X^*$  будем называть  $M$ -оптимальным, если оно оптимально всей совокупности типовых погодных ситуаций. Таким образом,  $x^*$ - $M$ -оптимальное стратегическое решение, если имеет место

$$\sum_{v \in N'} \Phi_v(X_v^*, Y_v^*) p_v \leq \sum_{v \in N'} \Phi_v(X, \bar{Y}_v) p_v, \text{ где } X_{N'}^*, X \in G, Y_v^* \in H_v(X_{N'}^*), \bar{Y}_v^* \in H_v(X)$$

Можно построить функцию распределения оптимальных значений эффектов  $P_{X^*}(\Phi)$  и найти все вероятностные характеристики случайного эффекта  $\Phi$ , в том числе и математическое ожидание  $M_{X^*}(\Phi)$  и дисперсию  $D_{X^*}(\Phi)$ , характеризующую погодно-экономическую устойчивость.

#### Библиографический список

1. **Ильченко А.Н.** Моделирование внутрирегиональных экономических взаимоотношений в АПК. М.:МСХА, 1993.
2. **Кардаш В.А.** Экономика оптимального погодного риска в АПК. М.: АПИ, 1989.
3. **Лобанова Е.В.** Проблема определения объема резервов финансовых ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций региона, И.:ИГЭУ, 2015.

## **Секция 27. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ**

Председатель – к.т.н., доцент **Баллод Б.А.**

Секретарь – студент **Новожилова К.С.**

*Н.А. Разов, студ.;  
рук. Б.А. Баллод, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

### **ОРГАНИЗАЦИЯ МЕЖВУЗОВСКОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕБ-КОНФЕРЕНЦИИ**

В настоящее время набирает популярность такой вид конференции, как веб-конференция (онлайн-семинар, вебинар). Многие годы конференции проводились лишь при личной встрече всех участников мероприятия. Такой способ имел свои недостатки. Существенным недостатком являлось территориальная отдалённость участников друг от друга, поэтому не всегда была возможность лично присутствовать на мероприятии, не говоря уже о финансовых затратах на поездку.

Ивановский государственный энергетический университет не является в этом плане исключением. Ежегодно, уже на протяжении десяти лет, на базе ИГЭУ проводится международная научно-техническая конференция, в которой принимают участие студенты, аспиранты и молодые ученые из разных городов России. Зачастую, многие студенты и преподаватели не имеют возможности лично посетить мероприятие, поэтому целесообразна организация онлайн-семинара на базе нашего университета.

В результате анализа выбрано *MirapolisVirtualRoom* – простое и удобное в использовании решение для организации и проведения любых видов виртуальных встреч – видеоконференций, вебинаров, виртуальных классов – и совместной работы через Интернет или локальную сеть [1]. Данное программное средство обладает следующими отличительными свойствами от своих аналогов:

- MVR является веб-приложением, поэтому не требует установка приложения на компьютер. Достаточно лишь наличие браузера и электронной почты.
- Разграничение функций и возможностей каждого из участников конференции. Существует три вида пользователей: ведущий, спи-



кер и слушатель. Функции каждого вида пользователь определяют создателем вебинара.

- Для удобства организации конференции, приложение дает возможность осуществить приглашение участников через электронную почту.
- Существует возможность проведения опросов среди участников конференции.
- Возможность демонстрации рабочего стола в трансляции конференции.
- Возможность визуального представления презентаций, документов, видеоматериалов, аудиофайлов, изображений в процессе конференции.
- Статистическая характеристика конференции: количество пользователей, «поднятых рук» согласный и несогласных.
- Возможность работы с мобильных устройств Android и iOS

Принцип работы инструментальных средств показан на следующей схеме:

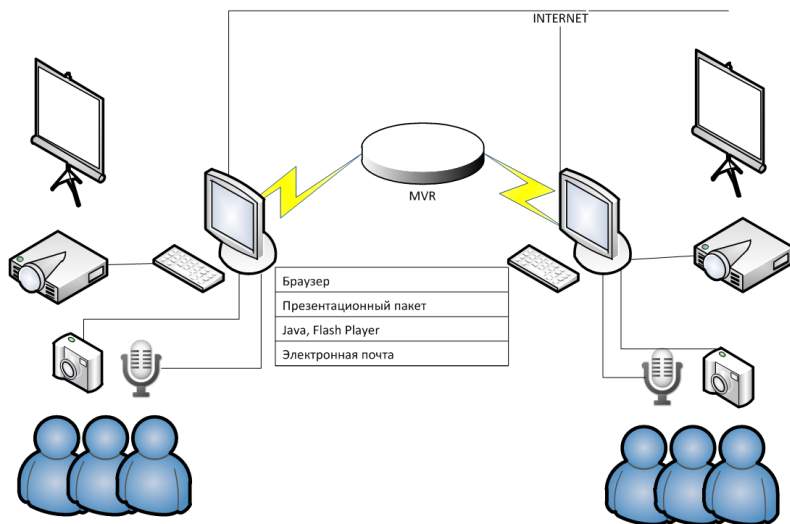


Рис. 1. Техническая схема

Развитие науки и техники позволяет использовать свое время более эффективно.

#### Библиографический список

1. **MirapolisVirtualRoom.**Руководство пользователя по работе в Виртуальной комнате / Мираполис/Девелопмент 2010.

**В.А. Шенягин, студ.;**  
**рук. Б.А. Баллод, к.т.н., доцент**  
**(ИГЭУ, г. Иваново)**

## **СИНХРОНИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ РАБОТОДАТЕЛЕЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРТФОЛИО СТУДЕНТА**

В настоящее время высокая конкурентоспособность выпускников, их востребованность и трудоустройство являются одной из основных целей вузов. Актуальность связанных с этим задач повышается с усилением конкуренции на фоне текущей экономической ситуации.

Одним из методов контроля конкурентоспособности является создание портфолио, в котором отражаются достижения студента.

В работе при разработке структуры и содержания портфолио использовался профессиональный стандарт. ФГОС ВПО формируются с использованием профессиональных стандартов, что позволяет адаптировать систему контроля и оценки студентов под требования профессионального стандарта непосредственно. Такое решение позволяет наглядно продемонстрировать профессиональный уровень студента в любой момент времени.

При адаптации были сопоставлены формулировки компетенций, изложенных в ФГОС ВПО по направлению «прикладная информатика в информационной сфере» [1] и требования профессионального стандарта «Специалист по информационным системам» [2].

Таблица 1 приводится в качестве краткого примера адаптации требований к знаниям и умениям сотрудника (перечень требований неполный).

**Таблица 1. Сопоставление требований профессионального стандарта и формирующего уровень удовлетворения этих требований компетенций и дисциплин**

Необходимые умения	Кодировать на языках программирования	ПК10
Необходимые знания	Основы современных систем управления базами данных	Дисциплина «базы данных» ПК11

### **Условные обозначения таблицы 1**

1.	ПК10	Профессиональная компетенция 10 – способен применять к решению прикладных задач базовые алгоритмы обработки информации, выполнять оценку сложности алгоритмов, программировать и тестировать программы
2.	ПК11	Профессиональная компетенция 11 - организационно-управленческая и производственно-технологическая деятельность: способен принимать участие в создании и управлении ИС на всех этапах жизненного цикла

При расчете уровня удовлетворения требования используется следующая формула:

$$Tr_i = \sum_{j=1}^n (k_{ij} \cdot \vartheta_j) \quad ,$$

где  $Tr_i$  –  $i$ -тое требование профессионального стандарта;

$k_{ij}$  – коэффициент  $j$ -того формирующего фактора  $i$ -того требования;

$\vartheta_j$  –  $j$ -тый формирующий фактор.

Те требования, которые не могут быть выражены с помощью компетенций, поддерживаются работами, которые выполнял студент. К таким работам относятся курсовые работы и проекты, дипломный проект, научно-исследовательские статьи, участие и награды на общественных и спортивных мероприятиях.

Вышеописанный метод реализован в виде модуля системы оценки состояния студентов с использованием web-технологий.

Главная страница портфолио содержит резюме студента.

Страница о научно-исследовательской работе содержит темы исследовательских работ и ссылки на их содержание.

Страница профессиональной сформированности содержит уровень удовлетворения требованиям профессионального стандарта, отчеты и характеристики с практик; отчеты или продукты проектных работ.

Страница о достижениях содержит отчеты о посещениях занятий в образовательных учреждениях; документы о дополнительных квалификациях; участие в олимпиадах и конкурсах; участие в научных конференциях, учебных семинарах и т.д.; награды.

Вся информация обновляется автоматически при добавлении её в систему. Студент не может напрямую участвовать в формировании портфолио, но он может указать, какую информацию он желает отобразить на общедоступной странице, а какую предпочитает скрыть.

Это позволяет представлять актуальную и полную информацию о студенте и его профессиональных и личностных качествах, используя лишь браузер и доступ в интернет.

#### Библиографический список

1. ФГОС ВПО 230700 [http://ispu.ru/files/230700.62\\_0.pdf](http://ispu.ru/files/230700.62_0.pdf)
2. Проф. стандарт «Специалист по инф. системам» <http://goo.gl/C76KMx>
3. Портфолио как средство формирования конкурентоспособности будущего специалиста в вузе, к.п.н. Шестакова Дари Викторовна <http://goo.gl/anjzZG>
4. Портфолио бакалавра <http://goo.gl/gRfIQQ>
5. Модель электронного портфолио Буханцева, Дудина. <http://goo.gl/SkV7wd>

*Н.А. Андреева, студ.;  
рук. С.В. Данилова, к.э.н., доцент  
(ИвГУ, г. Иваново)*

## **СОСТОЯНИЕ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ГОССЕКТОРА**

Любое современное предприятие, как государственное, так и коммерческое немислимо без использования информационных технологий. Для каждого предприятия, ведущего какую-либо финансовую деятельность, необходимо выполнять все операции как можно быстрее, и, с максимальной точностью, планировать и анализировать ресурсы, для того чтобы владеть как можно более актуальной информацией.

Бюджетная организация имеет большой объем документации сопровождающий процесс управления, счета, справки, отчеты и т.д. Государственные учреждения обеспечивают жизненно-важные процессы общества. К таким учреждениям относят: детские сады, школы, больницы, суды, прокуратуры и многое другое. Бюджетные учреждения образуют социально-культурную сферу. Такие учреждения очень значимы для государства. Именно поэтому Правительство обязано заниматься развитием, обеспечением и информатизацией бюджетных учреждений.

В РФ вводится ряд распоряжений направленных на информатизацию госсектора. Например, государственная программа «Информационное общество» 2011-2020г.г. Данная программа направлена повышение ИТ-сферы, и затрагивает каждого жителя страны, но также предполагает развитие информатизации в госучреждениях [1].

К сожалению, в настоящее время информатизация государственного сектора оставляет желать лучшего. В бюджетных учреждениях существуют ряд проблем, такие как, недостаточная техническая оснащенность, маленькое финансирование, отсутствие администрирование. Да, правительство вводит ряд программ направленных на повышения качества предоставляемых государственных услуг, за счет развития в бюджетных учреждениях информационных технологий. Но каждая ли государственная организация может себе позволить выполнить поставленные предписания в срок? Нет, три проблемы, описанные выше, являются сопроводительным клином любого госучреждения. На сегодняшний день предприятия госсектора оснащены компьютерами, пакетом «1С:Предприятие» и другими информационными системами направленными на решение конкретной задачи. Ярким примером госучреждений является МБУ «Централизованная бухгалтерия г. о. Кохма». Данная организация обеспечивает ведение бухгалтерского, бюджетного и налогового учета в учреждениях образования и культуры бюд-

жетной сферы городского округа Кохма на основе договоров, работая в следующих ИС: «1С:Предприятие», «Налогоплательщик», «Документы ПУ 5», «Портал СУФД», «СБИС». Каждая из этих систем заточена под конкретную задачу бухгалтерский баланс и формирование отчетов, налоговые отчетности, пенсионные отчисления, связь с казначейством и отправка отчетов в ФНС, ФСС, ПФР, Росстат.

Современное состояние госучреждений показывает, что не хватает межведомственного единого портала. При выгрузке отчетов из одной системы и загрузке в другую, могут возникать ошибки. Например, при выгрузке налоговой декларации о прибыли предприятия из ИС «Налогоплательщик» в систему электронного документооборота «СБИС» для сдачи в ФНС. Но отчет не отправляется, выдается ошибка протокола: «Несовпадение версий». Данная ошибка возникла из-за того, что СБИС обновил версии форматов, «Налогоплательщик» нет. К тому же при выгрузке отчетов их не обходимо проверять, а если учитывать, что это госсектор, и то количество документов, которые они обрабатывают, то времени тратиться очень много. Все это может привести к срыву сроков сдачи налоговой отчетности, следствие чего на предприятия будут наложены штрафы. Это только один пример из множества ошибок связанных с работой в разных ИС.

На основании вышеизложенного, следует вывод, что создание единого портала для работы госсектора позволит уменьшить число ошибок и как минимум сократить время на выполнение операций. Вообще состояние в госучреждениях напоминает лоскутное производство, все выполняется по операциям, не хватает целостной картины обработки данных. При создании единого информационного пространства время на обработку документации будет сокращено в разы. Не придется тратить время на перепроверку отчетов после выгрузки, количество ошибок сократиться, к тому же упроститься обмен документацией с другими ведомствами, ведь все государственные организации будут работать в едином информационном пространстве. Основой создания единого информационного пространства является разработка единого портала государственных услуг.

#### **Библиографический список**

1. <http://www.rg.ru/2010/11/16/infobshchestvo-site-dok.html>

*А.В. Романова, ст.преподаватель  
(ИвГУ, г. Иваново)*

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИТ В РОССИЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УПРАВЛЕНИИ**

Задаваясь вопросом о влиянии информатизации на государственное управление, стоит отметить, что сам подход к управлению концепция e-government не меняет.

Однако стоит постулировать и признать как данность естественность для современных граждан использования государственным сектором ИТ. Столь смелое заявление мы основываем на отчете Минкомсвязь России [1]. Так, к 2014 году были реализованы, по большей части, все ключевые планы министерства в отношении информатизации государственного сектора: 1) формирование необходимой инфраструктуры, то есть приобретение и введение в использование аппаратного и программного обеспечения, построение ЛВС; 2) совершенствование ранее созданных сервисов (Портал государственных услуг, интернет-ресурс «Российская общественная инициатива» и др.).

В целом, уровень использования ИТ в органах власти прогрессирует. Еще шесть лет назад президент компании «ОТР» Дмитрий Рыбаков заявил, что «Потребности государства – это минимум четверть ИТ-рынка России» [2]. В свете действующих нормативно-правовых актов, регулирующих информатизацию общества, влияние столь крупного инвестора на ИТ-рынке могло только возрасти. В чем это влияние выражается? Государство активно вмешиваться в выбор поддерживающих его функционирование средств. По мнению законодателей, использование технологий и программных продуктов зарубежных производителей, вроде Microsoft, Oracle и др., с точки зрения обеспечения экономической и информационной безопасности недопустимо. Любая жесткая законодательная инициатива в этой сфере может серьезно изменить стабильный состав и структуру российского сегмента ИТ-рынка.

Конечно, когда государство не поддерживает отечественных производителей ПО, то делать это населению еще сложнее. Отсюда вытекает понижение авторитета российских компаний по сравнению с зарубежными производителями и, как следствие, отставание в развитии ИТ России от других стран.

Стимулирование отечественных вендоров к вступлению в равносильную борьбу с западным конкурентами законодательно основано на двух положениях:

1. Совершенствование государственной поддержки.
2. Развитие конкуренции между операторами связи и поставщиками оборудования.

По поводу первого: анонсированный переход к пониженным ставкам страховых взносов в государственные внебюджетные фонды (14%) оказался не применим для большинства ИТ-компаний [3]. Для защиты отечественных производителей глава Минкомсвязь РФ Николай Никифоров предлагает отменить (!) льготу по НДС на лицензии на ПО [4]. Впрочем, по данным того же Минкомсвязь, ориентировочно с апреля 2015 года в России начнет действовать специальный реестр отечественно ПО. Государственный заказчик в целях поиска решения для автоматизации своей деятельности должен будет в первую очередь обратиться к этому реестру. Только если он не найдет в нем подходящего отечественного программного продукта, он сможет приобрести зарубежный продукт, причем с обязательным публичным обоснованием такого выбора.

По поводу второго: в защиту быстрого развития конкуренции сложно высказаться однозначно, поскольку конкретные меры стимулирования конкуренции еще не были сформулированы. Да, скачки курса валют в нынешней ситуации и «санкционные угрозы» ряда крупных зарубежных ИТ-фирм идут амбициозным игрокам российского рынка только на пользу. Но с другой стороны, РФ настолько долго эксплуатировала преимущество отставания, что отказаться от него будет нелегко. Какие отечественные компании сойдутся в конкурентной борьбе, если, например, администрация Ивановской области решит отказаться от использования программы лояльности от Microsoft? Вопрос остается открытым.

#### Библиографический список

1. **Отчет** о ходе реализации и об оценке эффективности государственной программы Российской Федерации «Информационное общество (2011-2020 годы)» в 2013 году [Электронный ресурс] // Минкомсвязь России – URL: <http://minsvyaz.ru/ru/documents/4143/> (дата обращения: 07.02.2015).

2. **Обзор** «ИКТ в органах госвласти России 2008» [Электронный ресурс] // Агентство CNews Analytics – URL: <http://www.cnews.ru/reviews/free/gov2008/int/otr/> (дата обращения: 07.02.2015).

3. **Бычков В.** Льготное налогообложение доступно 15% ИТ-компаний [Электронный ресурс] // Сообщество руководителей ИТ-компаний, ИТ-подразделений и сервисных центров «Смартсорсинг» – URL: [http://smartsourcing.ru/blogs/buhgaleriya\\_i\\_finansy/2605](http://smartsourcing.ru/blogs/buhgaleriya_i_finansy/2605) (дата обращения: 07.02.15).

4. **Белякова Т.** Никифоров: Россия должна вкладывать миллиарды в стратегическое ПО [Электронный ресурс] // Сетевое издание «РИА Новости» – URL: <http://ria.ru/interview/20141125/1035003384.html#ixzz3KAuiYLED> (дата обращения: 07.02.15).

*К. С. Новожилова, студ.;  
рук. Б. А. Баллод к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ДИАГНОСТИКИ И ПРОГНОЗОВ АВАРИЙ ТРУБОПРОВОДОВ**

Одной из основных целей управляющей компании является бесперебойное функционирование теплосетей, горячего и холодного водоснабжения.

Данная тематика актуальна, так как условия жизни граждан во многом зависят от бесперебойной работы системы, а она напрямую зависит от состояния тепловых сетей. Трубопроводы тепловых сетей со временем изнашиваются. Но, как показывает опыт эксплуатации, трубопроводы ремонтируют крайне неравномерно. Все это приводит к неэффективной работе предприятий, большим потерям ресурсов и как следствие снижению прибыли.

Для снижения аварийности были разработаны модели диагностики состояния трубопроводов и прогнозирования аварий, чтобы как можно правильнее спланировать проведение профилактических и ремонтных работ на теплосетях.

В задачи диагностики и прогнозирования аварий тепловых сетей входят:

- обследование и сбор эксплуатационных о тепловой сети;
- прогнозирование вероятности повреждаемости и оценка типа аварийности тепловых сетей;
- оптимальный выбор вида работ и сроков их проведения.

Для того чтобы правильно спланировать работу аварийно-диспетчерской службы (АДС) по обслуживанию объектов коммунальной инфраструктуры (КИ), необходим своевременный анализ результатов измерений показателей об объектах КИ. А это совершенно невозможно без комплексного видения ситуации, оценки состояния путем сбора и хранения данных в едином центре, построения и использования современных моделей диагностики и прогнозирования.

В управляющей компании в отделе АДС накоплено большое количество данных за прошлые промежутки времени о состоянии объектов КИ. Поэтому для получения наиболее эффективных результатов при поддержке планирования необходимо использовать ансамбль моделей прогнозирования [1], что даст более полную картину при составлении плана обслуживания объектов КИ.

Ансамбль моделей включает:



- дерево решений, модель предназначена для отнесения по множеству признаков объекта, к одному из классов работ требуемых провести на данном объекте; дерево строится на основании алгоритма CARD(Classification and Regression Tree) с использованием индекса Джини  $Gini(T)$ , который определяется по формуле

$$Gini(T) = 1 - \sum_{j=1}^n P_j^2,$$

где  $T$  – текущий узел;

$P_j$  – вероятность класса  $j$  узле  $T$ ;

$n$  – количество классов.

- регрессионную модель – модель, которая показывает влияние изменения параметров на вероятность аварийной остановки объекта, используем уравнение множественной регрессии

$$P = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n.$$

- нейронную сеть – модель, обеспечивающая диагностику аварийности объекта; структура модели представляет многослойный перцептрон обучением по методу обратного распространения ошибки; на входе используется 17 входных характеристик, в том числе и выход регрессионной модели, на выходе после обучения определяется 3 класса аварийности.

Были выбраны показатели, используемые в представленных моделях: год прокладки, тип прокладки, толщина труб, диаметр труб, тип трубопровода, тепловая изоляция, антикоррозионное покрытие, гидроизоляция, интенсивность коррозии, наличие течей, гидравлических ударов, пробок в системе, вид деформации трубопровода, длина трубопровода, группа по сроку службы, показатель аварийно-опасности, критерий допустимости дальнейшей эксплуатации.

В качестве экспериментальных данных для апробации представленных моделей были использованы показатели по тепловым сетям за предыдущие годы, благодаря которым были получены прогнозные значения проведения ремонтов на конкретных объектах.

Таким образом, наличие прогноза позволяет спланировать требуемый вид работ на объекте и в нужное время, создать грамотный план, что позволит обеспечить удовлетворенность клиентов обслуживаемых данной управляющей компанией, уменьшить риски потери клиентуры.

#### Библиографический список

1. Баллод Б.А. Интеллектуальный анализ данных. DATA MINING: учебное пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУВПО "Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина".—И.: Б.и., 2013.—200 с.

*Т.Ю. Метелева, студ.;  
рук. Н.Н. Елизарова к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОЦЕНКИ РИСКОВ НЕВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ В СРОК**

При выполнении работ в запланированные сроки актуальным является определение возможностей срыва установленных сроков. Разработана методика оценки риска невыполнения работ в срок на примере календарного плана строительной компании. Для ее реализации использована программа MS Project. Методика включает следующие этапы.

### **Анализ рисков**

От анализа опасностей, которые могут возникнуть при выполнении составленного плана, зависит, будет ли проект успешно завершен и не принесет ли он потерь. Анализ рисков включает определение *возможных рисков*  $\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ .

В силу того, что проекты чаще всего являются масштабными, проанализировать весь план проекта является трудно выполнимым. В этих случаях первым делом анализируют риски у работ, которые находятся на критическом пути или могут стать критическими. Для выявления таких работ используем оптимистическую и пессимистическую диаграммы Ганта, полученные в результате анализа методом PERT [1]. Риски определяются для трех аспектов проекта: «*Расписания*»  $R_{рас}$ , «*Ресурсов*»  $R_{рес}$  и «*Бюджета*»  $R_{бюд}$ .

При анализе *рисков расписания*  $R_{рас}$  главной задачей является уменьшить вероятность срыва сроков работ, которая может произойти, если длительности работ в плане не соответствует времени, которое потребуется на их выполнение. Для этого анализируя план работ, выявляют группы задач:

- «*Задачи с предварительными длительностями*» – задачи, в выполнении которых у сотрудников нет опыта определения их длительности. Такие задачи в программе MS Project можно выявить в плане проекта с помощью стандартного фильтра «*Задачи с оценкой длительности*».

- «*Слишком короткие задачи*» – возможно, что время на их выполнение определено сотрудником необъективно, так как он не взял в расчет мнение самого исполнителя. Для этого необходимо проанализировать задачи (кроме *вех*) длительность которых наименьшая (как правило 1-2 дня) и все задачи, у которых при анализе PERT ожидаемая длительность совпадала с оптимистической. Для этого в MS Project следует создать фильтр с необходимыми настройками. Длительность таких задач нужно дополнительно обсудить с будущими исполнителями.

- «Слишком длинные задачи и задачи с большим числом ресурсов». Как правило, без детализации таких работ очень сложно точно оценить трудозатраты и возможную загрузку ресурсов. Такие задачи можно определить с помощью фильтра в программе MS Project с указанной длительностью. Автоматически отобрать задачи с большим числом ресурсов в MS Project нельзя, поэтому требуется использовать дополнительное настраиваемое поле.

- «Задачи с внешними зависимостями» – это задачи, которые могут зависеть от внешней среды.

Цель анализа *ресурсных рисков*  $R_{рес}$  заключается в том, чтобы определить ресурсы и назначения, увеличивающие вероятность срыва проекта (например, при выполнении работ новым сотрудником).

*Бюджетные риски*  $R_{бюд}$  – риск увеличения бюджета проекта стоит рассматривать тогда, когда проект имеет ограниченные бюджетные рамки. Например, проект может выполняться на заказ, и заказчик может выделять на выполнение работ определенную сумму, которую нельзя превысить.

Для определенных рисков проводится их вероятностная оценка.

#### **Разработка стратегии смягчения рисков.**

После выявления проектных рисков, необходимо определить меры, смягчающие их влияние на проект. Это можно сделать разработав план их сдерживания или план реакции на них. *План сдерживания рисков* состоит из работ, которые включаются в план проекта и, будучи выполненными, существенно снижают вероятность осуществления риска. *План реакции на риски* определяется в плане проекта, но не оформляется в виде задач до осуществления риска. В план проекта может быть заложена определенная степень устойчивости к возникающим рискам – *формирование временного буфера*, для анализа которого следует использовать представлением «*Диаграмма Ганта*» и таблицей «*Календарный план*», в которой отображается информация о существующем временном запасе.

#### **Анализ распределения трудозатрат.**

Когда план проекта готов и в него заложен временной резерв, следует проанализировать распределение трудозатрат в проекте. Эта информация позволяет оценить, в какие периоды ожидается более интенсивная работа, а в какие нагрузка будет спадать.

#### **Библиографический список**

1. **Т.В. Гвоздева** Управление проектами информационных систем: планирование проекта: лабораторный практикум/ ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина». – Иваново, 2013. – 128 с.

*Кузьмичев И.А., студ.;  
рук. Н.Н. Елизарова, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ КАФЕДРЫ ИТ**

Основная цель деятельности вуза – предоставление образовательных услуг. Качество образования и, как следствие, получение конкурентно-способного на рынке труда специалиста, в первую очередь, зависит от качества работы преподавателя. Поэтому задача оценка качества работы преподавателя является актуальной. Цель такой оценки – выявить роль и место каждого преподавателя в составе кафедры; определить слабые стороны деятельности преподавателей для их устранения.

В рамках курсового проекта разрабатывается информационная система «Научно-педагогические кадры», одной из функций которой является расчет показателей работы преподавателей. Реализация системы осуществляется в 1С:Предприятие., в которой организовано хранение о научной, методической и др. видах деятельности преподавателей. Для расчета показателей потребовалось написать дополнительных модулей обработки при формировании выходных документов. Методика расчета показателей представлена на рисунке 1.

Рассчитывается рейтинг по каждому блоку вычисляется по формуле:

$$R_m = \sum_{i=1}^{n_m} r_i w_i ,$$

где  $r_i$  – показатель  $i$ -ой работы,  $w_i$  – ее вес,  $m$  – номер блока.

Вычисляется процент вклада по блокам каждого преподавателя включает отношение рейтинга преподавателя, к суммарному рейтингу (в процентах).

Данная методика внедряется на кафедре ИТ ИГЭУ, и используется для оценки деятельности преподавателей кафедры в научной и методической деятельности. Данная система позволит грамотно и по максимальному возможному числу параметров оценить вклад преподавателя в жизнь кафедры и привести это к формализованному виду, удобному для просмотра и дальнейшего анализа.

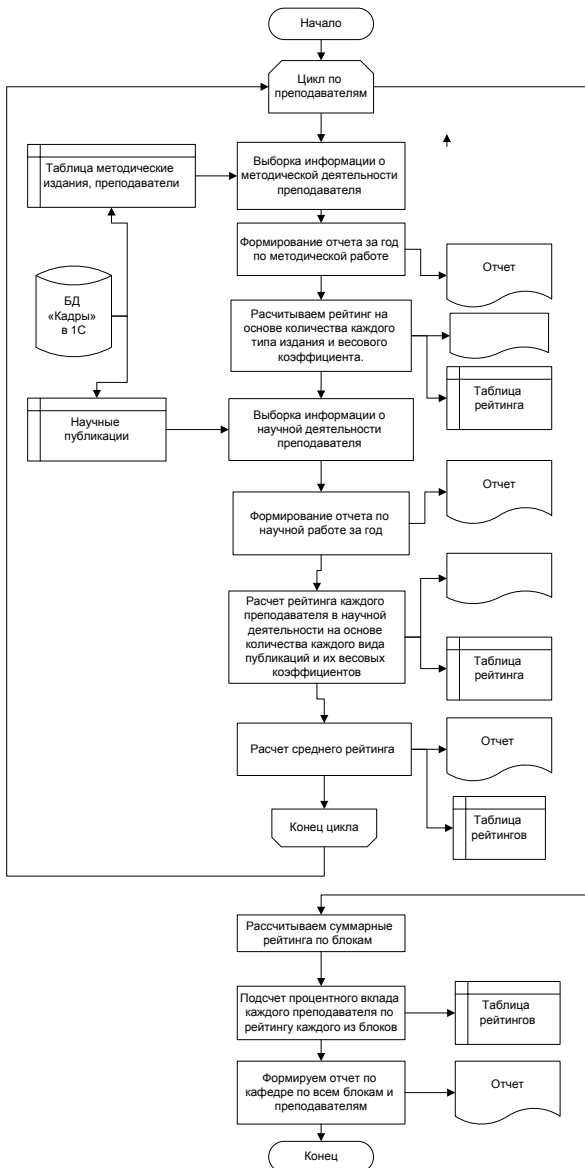


Рис. 1. Методика расчета показателей

*Е.В. Корепова, студ.;  
рук. Н.В. Рудаков, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ WIKI-СИСТЕМ КАК ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ**

Управление знаниями – важный процесс в функционировании каждой организации, позволяющий с помощью манипулирования информационными потоками осуществлять эффективное ведение экономической и производственной деятельности.

Одной из наиболее популярных и развивающихся подходов к управлению знаниями является wiki-технология, базирующаяся на онтологическом моделировании. Онтология представляет собой сеть, состоящая из концептов и связей между ними [1].

Данная система реализована в организации ООО «Роспартнер», одной из функций которой является техническое сопровождение порталов исполнительной власти г. Москвы «Москва. Наш город».

Пополнение базы знаний по порталам – функция разработчиков, которые добавляют информацию в wiki-систему, прикрепляя оформленную встроенным редактором статью к определенному разделу (реализован поиск через рубрикаторы). Также к создаваемой статье добавляются ключевые понятия, с помощью которых, соответственно, и осуществляется поиск.

Пользователи wiki-системы – операторы отдела технической поддержки производственного отдела ООО «Роспартнер». При поступлении заявки о проблеме от пользователей порталов, они реагируют на обращение, осуществляют поиск необходимой информации, используя базу знаний, и формируют ответ на обращение. Если информация по полученной проблеме не найдена, возникает взаимосвязь оператора с разработчиком, которая решает проблему актуальности и востребованности базы знаний [2].

На базе существующей системы проектируется программная надстройка, позволяющая оказывать услуги по консультации пользователей портала более эффективно. Система поиска по рубрикаторам будет заменена отвечающей потребностям сотрудников ООО «Роспартнер» системой поиска по ключевым словам и словосочетаниям. В надстройке реализованы следующие алгоритмы:

- Обработка строк, содержащих ключевые понятия;
- Поиск материалов по проблемам пользователей портала;
- Представление последних информационных запросов пользователей;
- Определение наличия новых проблем в работе порталов;

- Оценка использования и востребованности базы знаний предприятия;
- Оценка качества поиска знаний.

Надстройка спрограммирована на языке высокого уровня PHP с элементами Java Script, так как он хорошо совместим с wiki-технологией, что позволяет обеспечить разграниченный доступ пользователям системы через веб-сервер с любого рабочего места, имеющего выход в интернет. Возможности данных языков позволяют наиболее оптимально подойти к реализации алгоритмов разработанной системы информационного обеспечения, добиться качественной работы функций и удобного интерфейса [3].

Все разработанные алгоритмы имеют практическую ценность при дальнейшем использовании базы знаний сотрудниками организации. Они позволяют постоянно дополнять и обновлять материалы о проблемах портала и методах их решения, удовлетворять потребности пользователей портала в информации о решении возникающих у них проблем.

Также данная надстройка универсальна, она применима к разрабатываемым порталам для других заказчиков предприятия ООО «Рос-партнер».

#### Библиографический список

1. **Кудрявцев Д.В.** Системы управления знаниями и применение онтологий / Д.В. Кудрявцев / ГОУВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет». – Иваново, 2010 – 343 с.
2. **Внутренний** регламент для сотрудников службы технической поддержки Централизованных интернет-порталов. – Дубна: [электронный документ], дата обращения: 20.03.2014.
3. **Шестаков В.К.** Разработка и сопровождение информационных систем, базирующихся на онтологии и wiki-онтологии / В.К. Шестаков / ГОУВПО «Новосибирский государственный университет». – Новосибирск.

*Е.В. Ревякина, студ.;  
рук. В.Г. Гольдштейн, д.т.н., профессор  
(СамГТУ, г. Самара)*

## О ПРИМЕНЕНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Проблемы управления эксплуатацией и развитием систем электро-снабжения (СЭС) связаны с *решением задач прогнозирования* таких, как управление производственными активами, прогнозирование жизненных циклов (ЖЦ), анализ предпочтений при оценке сроков экс-

плуатации, модернизации, выводе из работы и замене, анализ технических ресурсов (текущих и остаточных) на основе диагностики и оценки технического состояния электрооборудования (ЭО) и др.

Основой для успешного *прогнозирования* служит информация, хранящаяся в информационных базах и банках данных (ИББД), – паспортные, ретроспективные и текущие данные об ЭО, его состоянии, отказах и аварийности. Объемы этих данных очень велики и у лиц, принимающих решения, не хватает возможностей и времени для репрезентативной технико-экономической оценки и разработки рекомендаций по управлению, тактическим и стратегическим действиям.

Это явилось основой интенсивного развития методов и средств обработки данных на основе интеллектуального анализа, среди которых наиболее известен комплексный подход, получивший название Data Mining (ДМ) [1]. Он постепенно вытесняет методологии и традиционные инструменты прикладной математической статистики. Они полезны главным образом для проверки заранее сформулированных гипотез и весьма приближенного анализа в оперативной и перспективной обработке данных (ОАОД), но не решают проблемы, связанные с коренными изменениями технологий записи и хранения данных.

В условиях, когда в СЭС теперь регистрируются все данные ее работы, очевидна несостоятельность *концепции усреднения по выборке* с анализом фиктивных величин (типа средней температуры работающего трансформатора, усредненной нагрузки и т.п.).

В технологии ДМ, как продуктивной переработки данных ИББД, используется концепция шаблонов – *фрагментов многоаспектных взаимоотношений*, в частности, в СЭС. Поиск шаблонов производится методами, не ограниченными априорными предположениями о структуре выборки и виде распределений значений анализируемых показателей.

Для этого в задачах ДМ чаще всего в решениях используются деревья – иерархические структуры, в узлах которых формулируются классифицирующие правила типа: «ЕСЛИ... , ТО ..., ИНАЧЕ ...». Иначе говоря, деревья событий – это графическое отражение последовательности возможных нарушений в электроснабжении, то есть оценки вероятности наступления неблагоприятных событий, причем дерево событий начинается с исходного события – инцидента.

Деревья решений в ДМ строятся с помощью алгоритмов CART, C4.5, NewId, ITrule, CHAID, CN2 и т.д. [1]. В них, начиная с корня дерева, реализуются разветвления по результату ответа и переход к следующему узлу с соответствующим новым вопросом. Примеры заданий на такой поиск в рамках ДМ приведены в табл. 1.



Таблица 1. Примеры применения методов ОАОД и ДМ	
ОАОД	ДМ
Каков средний показатель отказов высоковольтных выключателей.	Определение параметров ЖЦ выключателей.
Какова средняя величина успешных АПВ на ВЛ 110 кВ и выше.	Оценка повышения надежности СЭС с помощью АПВ.
Каков средний показатель отказов силовых распределительных трансформаторов в СЭС.	Коррекция ЖЦ силовых распределительных трансформаторов в СЭС после капитального ремонта.

Достоинства этого подхода – наглядность и простота, а недостатки – принципиальная невозможность оптимизации правил в данных, ограниченность принципа последовательного просмотра признаков без отделения частных сторон реальных закономерностей, что не всегда обеспечивает необходимую репрезентативность результатов.

В качестве примера такого анализа рассмотрим построение дерева событий в аварийном инциденте нарушения электроснабжения по элементам: Источник питания → ВЛ 110 кВ → ПС 110/35/10 кВ → ВЛ 10 кВ → ПС потребителя 10/0,4 кВ). Исходным событием при этом является *аварийное отключение* ВЛ 110 кВ с *неуспешным* АПВ. Пути развития этих событий по цепи причинно-следственных связей (отказ или срабатывание) звеньев позволяют оценить максимальную вероятность конечного события от каждого из инцидентов. При этом нельзя пропускать возможные инциденты по всем промежуточным узлам. В данном примере: – неуспешное АПВ на ВЛ 110 кВ; – АВР на шинах ПС 110 кВ; – АПВ шин ПС 110 кВ; –АПВ ВЛ 10 кВ; – АВР у потребителя.

При анализе рисков отказов процесс идет от известного последствия к возможным причинам с одним главным событием в корне дерева отказов и множеством возможных инцидентов в его кроне, что фактически является инверсией рассмотренного выше дерева событий.

#### Библиографический список

1. А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В.В. Степаненко и др. Технологии анализа данных. Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. СПб. : БХВ-Петербург, 2007. – 384 с.

*Н.В. Рудаков, асп.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ КОЛЛЕКТИВНОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Системы, отвечающие за коллективное принятие решений (КПР), необходимы в любой сфере деятельности. Каждый процесс отличается наличием заинтересованных лиц, распределяющих ресурсы предприятия. Согласованность их мнений и действий определяет рациональность расхода ресурсов. Для достижения этой согласованности необходим механизм взаимодействия, доступный всем работникам, испытывающих информационные потребности, прообраз систем научно-технической информации. Он необходим административным работникам, менеджерам, вспомогательным службам [1].

Создаваемая в рамках предприятия система КПР должна строиться по принципам, учитывающим условия формирования запасов неформализованных знаний (личного опыта) и знаний, закреплённых на информационных носителях. Обе группы знаний необходимы для управления производственными процессами – на их основе осуществляется оценка и реализация инноваций. Принципы формирования системы КПР тесно связаны с функциями, выполняемыми системой.

1. Взаимодействие должно быть структурировано и организовано. Подразумевается наличие структуры пространства обсуждаемых тем [2], связанной с организационной структурой предприятия и риском невыполнения целей коллектива. Обязательными в рамках данного принципа являются условия распределения прав доступа и возможности участия в дискуссии внешних экспертов.

2. Система КПР может быть представлена через модель «чёрный ящик», для которой ключевыми являются множества входной и выходной информации:

$$S: X_{\text{вх}} \rightarrow X_{\text{вых}}$$

Обеспечение доступа к этой информации является вторым принципом разработки системы. Для его реализации применяются алгоритмы автоматизированного поиска и формируются хранилища электронных ресурсов. Документы-решения, файлы, генерируемые участниками КПР должны добавляться в указанное хранилище для последующего применения.

3. Активность общения должна отслеживаться и оцениваться по определённым параметрам. Учёт коммуникативной активности, на-

правленности и тесноты общения позволят по итогам решения проблемы сформировать группу (ядро), привлекаемое к решению аналогичных задач от других внешних заказчиков [3]. В процессе формирования ядра важно учитывать семантическую составляющую общения, которая может быть определена путём извлечения массива сообщений и анализа присутствующих в нём слов или словосочетаний [4].

4. Правильность достигнутого решения проверяется заказчиком, осуществляющим материальное поощрение лиц, участвующих в решении проблемы. Заинтересованное лицо, обращаясь к системе КПП предприятия, стимулирует интеллектуальную деятельность, выделяя коллективу ресурсы. При этом заказчик избегает затрат на самостоятельный поиск решения. Система КПП следует принципу актуализации решений – в ней должны существовать: шаблоны, позволяющие в простой понятной форме изложить итог обсуждения, механизмы оповещения о готовности решений, средства для его пересылки.

В производственной сфере и сфере обучения подобные системы КПП в данный момент активно внедряются и развиваются. Однако социальные сети и форумы в данный момент используются для развлечения, организации мероприятий, хотя есть возможность применить их в производственной и научной деятельности [5]. Существующие социальные сети не соответствуют всем указанным принципам работы систем КПП, поэтому для производственного предприятия рекомендуется строить собственный программный продукт на существующей программно-технической базе.

#### Библиографический список

1. Елепов В.С., Чистяков В.М. Управление процессами использования информационных ресурсов / В.С. Елепов, В.М. Чистяков. – Новосибирск, Наука, Сибирское отделение, 1989.
2. Рудаков Н.В. Разработка инновационно-образовательного портала кафедры для организации учебного процесса / Н.В. Рудаков, Т.В. Гвоздева // Статья из сборника материалов по конференции «Энергия-2012», – ИГЭУ, – 2012.
3. Гвоздева Т.В. Проблемно-ориентированная технология обучения. Монография. – ИГЭУ, Иваново, 2012.
4. Рудаков Н.В. Понятийные модели знаний в информационных технологиях управления инновационным развитием / Н.В.Рудаков, А.А. Белов // Международный сборник научных статей «Вопросы информационных технологий» – г. Липецк, Гравис, 2014.
5. Рудаков Н.В. Применение социальных сетей в процессе обучения / Н.В.Рудаков // Статья из сборника материалов региональной научно-технической конференции «Энергия-2014», – ИГЭУ, 2014.

*В.С. Корнилова, студ.;  
рук. Т.В. Гвоздева к.э.н.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Учитывая высоко конкурентную среду функционирования предприятий, которая может выступать не только источником возможностей, но и потенциальных угроз, необходимо заниматься поисками путей развития производства, его обновления. Одним из путей развития современного предприятия можно считать рациональную организацию процессов решения проблем. Широкое распространение среди современных отечественных фирм получила проектная деятельность. Поскольку сама деятельность направлена на создание уникального продукта, а организация проекта представляет собой совокупность взаимосвязанных элементов, которая образует организационный потенциал предприятия, то следует также обращать внимание на отношения (коммуникации) между сотрудниками участвующими в решении проблем.

Проектная деятельность зависит от качества организации проекта, в том числе и информационных технологий, направленных как на автоматизированные решения ряда задач (с помощью профильных средств, средств организации проекта, документооборота, SRP, ERP и т.д.), на перераспределение и организацию доступа в систему, так и на организацию коммуникаций как групповых, так и адресных. Подходы к организации проектной деятельности в различных источниках показали, что при реализации проекта используется широкий ряд информационных технологий (системы документооборота, системы документирования, системы комплексного управления проектами, автоматизированные средства работы с проектами и т.д.)

Модель проекта может быть представлена, как совокупность зависимых подмоделей: организационно-функциональной (процессной) модели ( $M_1$ ) и организационно-технической модели ( $M_2$ ) проекта

$$\langle M_1, M_2 \rangle = M_3, \quad (1)$$

где  $M_1 \equiv S \overset{\sigma}{\leftrightarrow} F$  – организационно-функциональная модель проекта ( $M_1$ ) – это соответствие, определяемое и устанавливаемое в процессе распределения обязанностей между сотрудниками  $S$  за выполнение работ  $F$ ; а  $M_2 = F(M_1) = F \rightarrow \langle T, P, L \rangle$  – организационно-техническая модель проекта ( $M_2$ ) – это информационно-технологическая среда, включающая технические узлы ( $T$ ), периферийные устройства ( $P$ ), каналы коммуникации ( $L$ ), установленные на основе способности вы-

полнения определённых функций ( $F$ ), представленных в организационно-функциональной модели проекта.

Предложенная модель (1) заложена в основу информационной системы организации проектной деятельности, обеспечивающей поддержку ее построения:

1) Построение организационно-функциональной модели возможно с помощью типовых сред управления проектами, таких как: Primavera, MSPProject и др;

2) Задача построения и последующей организации ИТ-среды для проекта на основе модели, на сегодняшний день полностью не решается. Разрабатывается подсистема ИТ-организации проектной деятельности, включающая следующие задачи: хранение модели ИТ-среды предприятия; формирование организационно-технической модели проекта; хранение организационно-технической модели проекта; проведение анализа на возможность реализации модели в существующей ИТ-среде предприятия; формирование задания на совершенствование ИТ-среды проекта; построение усовершенствованной модели ИТ-среды предприятия.

Архитектура среды организации проекта может быть представлена, как показано на рисунке 1.

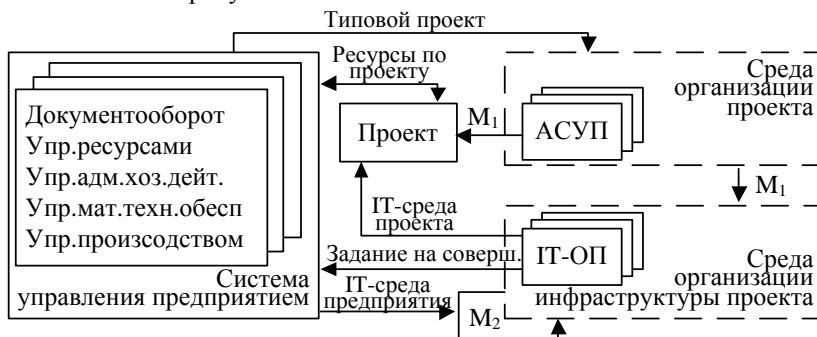


Рис. 1. Архитектура среды организации проекта

Верификация и валидация методов и средств, предлагаемых в работе, планируется на базе предприятия ОАО «Ивэлектроналадка».

Внедрение соответствующих систем (как типовых, так и предлагаемых) на предприятии позволит повысить эффективность как организации и выполнения, так и реализации проектной деятельности.

*Я.А. Червякова, студ.;  
рук. Т.В. Гвоздева, к.э.н.  
(ИГЭУ г. Иваново)*

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ НОРМАТИВНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

В современной нестабильной рыночной экономике любая организация пытается увеличить свою конкурентоспособность, наращивать клиентскую базу, устанавливать долгосрочные отношения. Конкурентоспособность в первую очередь определяется качеством продукции и степенью удовлетворения потребностей потребителей данной продукции. Исходя из потребностей, производитель выбирает необходимую ему технологию, ресурсы для производства. Таким образом, он имеет широкий спектр возможностей в выборе технологий и ресурсов. Возможности производителя отражены в нормативных документах, как на международном, так и национальном уровне. Исходя из этого, важной задачей является обеспечение предприятия не только материальными, техническими, сырьевыми ресурсами, но и актуальными, полными и непротиворечивыми нормативными требованиями (ресурсами), как источниками знаний, накопленных и апробированных за многие годы работы специалистов в различных областях. Нормативный документ можно рассматривать как основной источник требований потребителей, рынка.

Т.о., в процессе развития предприятия, осуществляемого через непрерывное решение проблем, НД играет огромную роль.

В системе нормативного обеспечения целесообразно выделить следующие подсистемы:

1. Подсистема централизованного хранения требований, правил, норм и требований, реализацию, которой рационально организовать с помощью файловой системы, включая объектно-ориентированную разметку документа—выделение требований в форме записей. Для организации поиска создается база метаданных, включающая классификационные признаки, основания поиск и результаты работы пользователей. Важной особенностью при построении хранилища является его проблемно-предметная ориентация. В централизованное хранилище могут быть представлены требования[1]:к процессам, услугам, т.е. действиям по производству продукции, обеспечению производства ресурсами, а также управления ими;к продуктам – результатам деятельности в материально-вещественной форме; к аспектам, т.е. направле-

ниям стандартизации выбранного объекта, характеризующее определенное свойство (или группу свойств) данного объекта.

Также четко идентифицируются требования рекомендательного и обязательного характера, соответствующие уровню организации.

2. В основу подсистемы поиска и представления НД пользователю закладывается поисковый механизм, позволяющий осуществить выборку требований (норм) пользователям в соответствии со следующими типами запросов:

а) решаемая задача, определяемая некоторой проблемной ситуацией. Пользователю представляется полный набор записей, отвечающих требованиям полноты, непротиворечивости и актуальности

<Тпр, Тп, Ту>

где Тпр – выборка требований к процессу, Тп – выборка требований к продукту или полуфабрикату, Ту – выборка требований к услуге;

б) объект стандартизации.

Ко всем запросам применима система фильтрации: уровень, область стандартизации, назначение, статус принятия;

в) профиль и (или) решаемая задача-совокупность множество НР, предназначенных для решения задач, относящихся к этой области, а также решения совокупности задач предприятия в целом [2].

3. Подсистема формирования базы нормативных документов предназначена для сбора НД, как из внешних источников – глобального информационного пространства, так и из внутренней сети предприятия. Эта подсистема функционирует на основе подсистемы анализа, направленной на расчет и оценку следующих показателей: целостности (непротиворечивости одних требований к объекту и других к одному и тому же объекту); полноты (покрытие всех объектов предметной области или решаемой задачи нормативными требованиями); актуальности (новизна НБ). Профиль позволяет сформировать оптимальную модель объектов предприятия.

Представленная система реализуется с использованием веб-технологий на базе веб-сервера Apache, и СУБД MySQL и веб-языка php. Хранение метаданных обеспечивается MySQL, а файлов НД-операционная система с файловой разметкой. Данная система рассматривается как одна из подсистем портала кафедры ИТ.

#### Библиографический список

1. ГОСТ Р 1.0. Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения.
2. Гвоздева, Т.В. Стандартизация информационных технологий: учебное пособие/ Т.В. Гвоздева; ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2014.– 220 с.

*Д.А. Киселев, Д.А. Раджабов, студ.;*  
*рук. Т.В. Гвоздева, к.э.н.*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА ДЕЛОВОГО СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

В современном информационном обществе информация выступает, главным образом, как ценнейший ресурс в работе организации. Эффективность функционирования любой организации, в настоящее время, определяется рациональностью решения профессиональных проблем. Основным ресурсом в решении этих проблем можно рассматривать организационный потенциал предприятия, к которому можно отнести как сотрудников предприятия, так и всех участников социального экономического пространства. Наиболее эффективной формой решения проблем является свободная коммуникация всех заинтересованных в ее решении участников [1]. На сегодняшний день существует множество инструментов, позволяющих осуществлять свободные и открытые коммуникации: электронная почта, социальные сети, чаты, форумы и прочие (обеспечивающие реализацию отношений «многие ко многим» между участниками), наиболее активно используемым из которых в профессиональной среде является деловой форум. Форум – это специальная площадка, предназначенная для обмена сообщениями между посетителями, подразумевающая тематическое общение

$$F = \langle S, P, w_i \rangle, \quad (1)$$

где  $S$  – множество участников,  $P$  – множество сообщений,  $w_i$  – проблема или задача,  $w_i \in W_k$  ( $W_k$  – класс профессиональных проблем);  $P = \{p_i / \{q_i\}\}$ , где  $q_i$  – оценка сообщения, ее полезности,  $i$  и  $j$  – порядковые номера.

Применение методов синтаксического и семантического анализа общения участников форума дает возможность выявить организационный ресурс  $Rg$ , способный решать соответствующие профессиональные проблемы. В настоящее время не существует прикладных инструментов, которые способны давать оценку взаимодействию и решать проблемы оценки и анализа делового взаимодействия. В связи с этим разработана система, включающая следующие подсистемы

1) Подсистема «Выгрузки данных» предназначена для выгрузки данных из сервисов для организации делового общения (форум) и их переразметки с целью последующего анализа. В соответствии с решаемыми задачами предложен следующий способ переразметки:

\* $R\langle I \rangle ID\langle I \rangle \langle P \rangle ParentID\langle P \rangle \langle N \rangle S\langle N \rangle \langle M \rangle P\langle M \rangle$ ,



где  $*R$ ,  $\langle I \rangle$ ,  $\langle /I \rangle$ ,  $\langle P \rangle$ ,  $\langle /P \rangle$ ,  $\langle N \rangle$ ,  $\langle /N \rangle$ ,  $\langle M \rangle$ ,  $\langle /M \rangle$  – индикаторы для разметки (теги);  $S$  – отправитель сообщения (никнейм);  $P$  – сообщение, его текст ( $ID$  – номер сообщения,  $ParentID$  – материнское сообщение).

2) Подсистема «Анализа» предназначена для семантического и синтаксического анализа общения (сообщения). Применение этого модуля позволяет проанализировать активность и вовлеченность участников в профессиональный диалог на основе семантики их сообщений. Для решения поставленной задачи используется регулярно пополняемая библиотека  $M$  профессиональных понятий  $m_i$  (слова или словосочетания, определяющие проблемную область,  $M = \{m_i\}$ ).

В процессе работы алгоритма модуля осуществляется частотный анализ использования профессиональных слов в сообщениях участников и выявления на основе этого существующих связей между ними. Это позволяет идентифицировать участников, которые не осуществляют деловое общение в рамках поставленной проблемы и не рассматривать их в качестве потенциальных ресурсов для решения проблем некоторого класса. Второй задачей данного модуля является формирование образа организационного ресурса  $Rg$

$$Rg = \{(s_i, s_j)/P_k\}, \quad (2)$$

где  $P_k$  – множество профессиональных слов, не нулевое значение которых определяет наличие связи,  $i$  и  $j$  – индексы, устанавливающие направление связи

3) Подсистема «Визуализации» направлена на представление результатов анализа организационного ресурса  $Rg$  в матричной форме  $Rg \equiv S \& L$ , где  $S$  – столбцы и строки,  $L$  – ячейки матрицы. При решении вопросов визуализации применяется матричный метод компоновки и перемещения, что позволяет выделить значимый для решения проблемы информационный ресурс, который, в последующем, может быть привлечен к решению новых проблем соответствующего класса  $W_k$ .

Программная система работает с древовидными форумами (узловое общение по принципу «родитель-потомок») на базе системы управления контентом Drupal (каркас для веб-приложений, написанный на языке PHP и использующий в качестве хранилища данных реляционную БД), например, с такими форумами как: habrahabr, geektimes. Написана на языке программирования Delphi. Программная система будет полезна как для организаций, так и для частных лиц, которым нужна помощь специалистов, в том числе для учебного процесса.

#### Библиографический список

1. Гвоздева, Т.В. Информационная технология организационного развития предприятия: монография / Т.В. Гвоздева, А.А. Белов; ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2013. – 192 с.

*А.В. Маслова, Ю.А. Стрельцов, студ.;  
рук. С.М. Голяков, к.т.н., доцент  
(ИвГУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЙ БЫСТРОГО ПОИСКА ОТВЕТОВ В CMS «1С-BITRIX» ПО СОЗДАННОЙ БАЗЕ ЗНАНИЙ**

Цель проекта разработать средство быстрого, интуитивно-понятного поиска ответов и решения задач в «1С-BITRIX», по переработанной нами базе знаний, для пользователя ранее не работавшего в данной системе.

Функциональное назначение проекта состоит в том, чтобы максимально упростить работу с сайтом пользователю не обладающим достаточными знаниями в области администрирования Bitrix. Это могут быть заказчик сайта, менеджеры и другие пользователи, планирующие в дальнейшем самостоятельно вести работу.

В задачи НИР включается создание новой базы знаний, учитывающую терминологию, доступную любому пользователю, и визуально понятные подсказки. Кроме этого планируется разработка компонента, включающего в себя данную базу знаний.

Для решения поставленных задач предлагаемых нами – компонент будет включать наличие визуальных, пошагово выстроенных подсказок и в то же время в нем будет отсутствовать лишняя информация и сложная терминология.

Разработка приложения была мотивирована тем, что при работе с сайтом под управлением CMS «1С-BITRIX» у пользователей возникали затруднения и, как следствие, вопросы по решению той или иной проблемы.

Сайт, посвящённый CMS «1С-BITRIX» был полон инструкциями, показывающими как шаг за шагом выполнить ту или иную операцию в системе, так же там были и курсы, посвящённые обучению владения с данной системой управления контентом.

В первую очередь, нам пришлось изучать наиболее часто встречаемые вопросы при работе в CMS «1С-BITRIX». Это было не сложно так как, сайт, посвящённый системе на форуме по данной проблеме достаточно разнообразной информации.

Сформулировав основные критерии поиска, было принято решение собирать информацию. Однако, данный процесс осложнился тем, что не всегда подходила информация в таком виде, котором она встречалась в интернете.

Опираясь на знания и некоторый опыт, полученный при работе с CMS «1С-BITRIX» было решено представить все указания и действия более простым и доступным языком. Мотивировано это было тем, что предлагаемое нами решение поначалу ориентировано на пользователей, которые либо слабо владеют, либо вовсе не владеют необходимой терминологией, базовыми знаниями и навыками для полноценного администрирования сайта на CMS «1С-BITRIX».

В заключение следует отметить, что мы получим приложение быстрого и интуитивно-понятного поиска ответов и решения задач, за счет создания новой базы знаний, обладающей всеми вспомогательными средствами, которые позволят упростить работу в системе.

#### **Библиографический список**

1. <https://www.1c-bitrix.ru/products/cms/> (дата обращения: 01.03.2014)
2. <http://dev.1c-bitrix.ru> (дата обращения: 20.12.2014)

*Ю.М. Кухтинова, студ.;  
рук. А.В. Мурин, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОЦЕССА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАФЕДРЫ НА ОСНОВЕ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ**

На кафедре Информационных технологий ИГЭУ в рамках создания информационного портала кафедры спроектирована информационная система процесса материально-технического обеспечения (далее ИС МТО) всех направлений деятельности кафедры.

Под МТО кафедры понимается совокупность помещений (аудиторий, лабораторий, кабинетов с соответствующей мебелью), закрепленных за кафедрой, оборудования, компьютерной техники, программного обеспечения (ПО), а также комплекс мероприятий по обеспечению их работоспособности.

Целью создания ИС МТО является обеспечение заведующего лабораторией и заведующего кафедрой информацией о текущем состоянии материально-технического обеспечения кафедры, а так же оценка эффективности его использования в учебной и научной деятельности.

Основные функции, выполняемые ИС:

- формирование моделей требуемого и текущего состояний МТО для обеспечения полноценного функционирования кафедры;
- оценка соответствия текущего состояния МТО требуемому.
- учет и классификация программных средств (ПС) в соответствии с проблемами и дисциплинами, при изучении которых оно используется;
- учет и классификация оборудования и компьютерной техники, с закреплением их по аудиториям и сотрудникам;
- поддержка принятия решений о действиях с оборудованием (закупка, списание, перемещение, ремонт) и программными средствами (закупка, установка, переустановка);
- оценка степени использования имеющихся материально-технических средств кафедры.

Для выполнения сформулированных задач, разрабатываемая система включает в себя следующие подсистемы:

#### 1. Подсистема мониторинга МТО.

В данной подсистеме происходит учет всех данных о текущем состоянии МТО, которые используются для выполнения функции оценки текущего состояния МТО требуемому.

2. Подсистема оценки соответствия текущего состояния МТО требуемому.

Модели для оценки соответствия формируются на основании данных по мониторингу МТО, включая данные об аудиториях (сформированного образа аудитории), количестве студентов в группах и программном обеспечении, указанном в рабочих программах дисциплин.

#### 3. Подсистема подготовки решений.

В данной подсистеме происходит формирование предложений по действиям с оборудованием, а так же по модернизации имеющейся материально-технической базы.

#### 4. Подсистема оценки эффективности системы МТО.

Данная подсистема предназначена для оценки степени использования имеющихся материально-технических средств кафедры для дальнейшего расчета эффективности МТО.

Для реализации функции учета разработана классификация материально-технических средств, включающая: - помещения: назначение, площадь, количество рабочих мест, количеством автоматизированных рабочих мест (АРМ), оснащенность мультимедийным оборудованием, компьютерами, принтерами, серверами; - мебель: столы, стулья, доски и др.; - оборудование: компьютеры, внешние устройства, мультимедийное оборудование, коммуникационное оборудование и др.; - программное обеспечение: системное ПО (операционные системы,

сервисные программы, системы программирования, программы технического обслуживания), прикладное ПО (пакеты прикладных программ, программы пользователей).

Т.к. ИС МТО является частью Web-портала кафедры, то для реализации функций системы использовалась Web-технология, основанная на программной среде для разработки веб-приложений YiiFramework, языке программирования PHP. Так же была создана база данных МТО на основе СУБД MySQL.

Преимуществами использования Web-технологий по сравнению с традиционной являются: - отсутствие необходимости установки дополнительных ПС для работы; - доступ с любого компьютера, имеющего выход в интернет; - централизованное хранение данных, позволяющее пользователем следить за изменениями данных, производимыми другими сотрудниками.

В настоящее время завершается процесс внедрения ИС МТО кафедры, которая учитывает всю специфику учебного процесса и выполняет все требуемые функции.

*Д.А.Киселев, Д.А.Раджабов студ.;  
рук. А.В. Мурин к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ОСОБЕННОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ БАЗЫ КАФЕДРЫ**

Компьютерная лабораторная база кафедры информационных технологий ИГЭУ реализована на базе офисных, бюджетных компьютеров, что характерно для многих учебных заведений. При замене компьютеров необходимо производить переустановку на каждое рабочее место однотипного системного и прикладного программного обеспечения (ПО), требуемого для обеспечения учебного и научного процессов кафедры. Выполнение данных процедур установки ПО последовательно на каждом компьютере требует больших временных затрат, скрупулезной работы системного администратора, как правило сопровождается большим количеством ошибок. Это обуславливает нерациональность этого подхода. В связи с этим требуются использовать такие методы, которые позволили бы существенно упростить процедуру ввода в эксплуатацию компьютеров, обеспечив минимальные временные затраты и сводящие количество ошибок к минимуму.

В ходе модернизации лабораторной базы кафедры было закуплено 22 стационарных компьютера без предустановленного прикладного и системного ПО, которые необходимы для обеспечения учебного и научного процессов. Для реализации была выбрана технология, основанная на методе клонирования рабочих мест.

Метод клонирования рабочих мест предполагает предварительное создание «золотого» образа жесткого диска эталонного компьютера, при этом образ включает в себя установленное системное и прикладное ПО, и последующее копирование образа на остальные компьютеры лабораторной базы, с сохранением всех данных, разделов и главной загрузочной записи (MBR) посредством которой производится загрузка ОС. Для реализации данного метода требуется программное средство, обладающее следующим функционалом: создание резервных копий дисков, восстановление из резервной копии, загрузка в режиме Live (режим загрузки предусматривающий запуск программ или утилит со съемных носителей на компьютерах без установленной ОС). Из представленных на рынке для решения перечисленных задач программных средств была выбрана программа Acronis True Image Home, т. к. она имеет достаточный набор функций, русифицирована, обладает «дружественным» интерфейсом, у системного администратора кафедры имеется опыт работы с ней.

Отработана технология, основанная на методе клонирования рабочих мест, которая включает следующую последовательность шагов:

1) Формирование списка лицензионного системного и прикладного ПО, которое необходимо установить на компьютеры. на основе анализа научного и учебного процессов кафедры. Список ПО кафедры ИТ содержит более 20 программ.

2) Установка на выделенный эталонный компьютер необходимого системного и прикладного ПО для последующего снятия с него образа. В первую очередь устанавливается операционная система, затем необходимые драйверы оборудования, после чего пользовательское программное обеспечение.

3) Создание Live-CD с программным средством Acronis Disk Director.

4) Создание «золотого» образа жесткого диска эталонного компьютера путем полного архивирования данных (Backup), разделов и MBR с помощью программы Acronis True Image Home;

5) Восстановление образа из резервной копии на остальных рабочих местах с помощью программы Acronis True Image Home.

6) Активирование лицензионных ключей операционной системы и других лицензированных программ.

7) Присваивание индивидуального IP-адреса каждому компьютеру и включение его в домен локальной вычислительной сети кафедры.

8) Настройка рабочего стола и проверка результатов установки ПО.

В результате проделанной работы на кафедре было развернуто 22 идентичных рабочих места за короткий временной промежуток. Для полного ввода в эксплуатацию всех компьютеров потребовалось около 5 с половиной часов, в то время как традиционный метод потребовал бы порядка 4 часов для ввода в эксплуатацию одного рабочего места. Данная методика развертывания была успешно апробирована на кафедре ИТ ИГЭУ и может быть рекомендована к практической реализации.

*Р.Ш. Жафяров, студ.;*

*рук. А.Ю. Журавлев, к.э.н., доцент*

*(ИвГУ, г. Иваново)*

## **ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ, АВТОМАТИЗИРУЮЩЕЙ РАБОТУ УЧРЕЖДЕНИЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ «ЭЛЕКТРОННОЕ ОБЩЕСТВО»**

Внедрение различных систем, автоматизирующих работу государственных и муниципальных учреждений здравоохранения проводится, в рамках Единой информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ) в соответствии с программой «Электронное общество». Генеральным подрядчиком в рамках проекта является ОАО «Ростелеком», субподрядчиками выступили АО «БАРС Груп», ООО «БАРС.Технологии управления», ООО «Корпоративные информационные рутины (КИР)», «ЗАО «Корпорация «ПАРУС» и другие.

На федеральном уровне на основе организации совместной работы большого количества разработчиков созданы различные варианты решений, позволяющие интегрироваться со всем многообразием региональных систем.

Поскольку процесс здравоохранения в различных регионах во многом однотипен набор программных средств примерно одинаков во всех регионах. Единственное, в чем заключается отличие это - сами фирмы-разработчики данных систем. Практически в каждом регионе работают системы, которые предназначены для автоматизации следующих процессов: запись пациента в регистратуре; создание электронной медицинской карты (ЭМК) пациента; ведение истории заболеваний, обследований, госпитализаций, операций, проведенных паци-

енту; формирование реестров счетов и отправка их в территориальные фонды обязательного медицинского страхования (ТФОМС) и страховые медицинские организации (СМО). Здесь же предусматривается ведение реестров медицинских работников, застрахованного населения региона и нуждающихся в дополнительном лекарственном обеспечении. Кроме того, ведение реестров медицинских организаций региона и сборка различных видов отчетности с организаций, подотчетных министерству здравоохранения региона

В Костромской области в рамках проекта ЕГИСЗ было произведено внедрение программных продуктов разработки компаний «БАРС Групп», «КИР» и «Корпорация ПАРУС», при этом большая часть систем была предоставлена первой компанией. В рамках проекта были введены в промышленную эксплуатацию следующие системы: «Медицинская информационная система», «Электронная регистратура», «ТФОМС», «Паспорт ЛПУ», «Дополнительное лекарственное обеспечение», «Мониторинг здравоохранения». Также, все системы, предусматривающие интеграцию с федеральными сервисами, были интегрированы.

Системы, разработанные компанией «БАРС Групп» - облачные решения, работающие во всех современных браузерах, вследствие чего в ходе ввода систем в эксплуатацию не возникало вопросов установки ПО на рабочие места ответственных за работу в системах.

Процесс внедрения можно описать следующим алгоритмом:

1) с руководителями Департамента здравоохранения и медицинских организаций был согласован пакет документов, необходимый для ввода систем в опытную и промышленную эксплуатацию;

2) в медицинских организациях были назначены сотрудники, ответственных за ввод систем в эксплуатацию;

3) ответственными сотрудниками производилась проверка имеющейся в системах начальной информации и актуализация их совместно с ООО «БАРС.Технологии управления»;

4) проведение массовых и индивидуальных обучающих мероприятий для сотрудников, ответственных за работу в системе (обучение проводилось ООО «БАРС.Технологии управления»);

5) ввод систем в опытную эксплуатацию;

6) ввод систем в промышленную эксплуатацию;

Каждый этап, описанный в алгоритме, завершался подписанием необходимых документов, согласованных в п.1 алгоритма.

#### **Библиографический список**

1. Интеграция систем и работе ЕГИСЗ <http://egisz-docs.rosminzdrav.ru/> (дата обращения 15.12.2014)



*М.А. Кулешов, асп.;*  
*рук. И.Д. Ратманова, д.т.н., профессор*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **МНОГОМЕРНАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СВОДНОГО ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА РЕГИОНА**

Оценка состояния ТЭК региона выполняется посредством сводного топливно-энергетического баланса (ТЭБ). ТЭБ представляет собой форму, которая определяет количественное согласование потребностей в топливно-энергетических ресурсах и возможностей их удовлетворения.

Для представления ТЭБ разработана математическая модель в виде балансовых уравнений и таблицы [1]. Баланс определяет значения различных показателей относительно конкретных ресурсов для определённого года.

Настоящее исследование посвящено применению OLAP модели для консолидации показателей сводного ТЭБ региона.

Представим сводную аналитическую модель в виде:

$$C^{ТЭБ} = (A^{ТЭБ}, L^{ТЭБ}, D^{ТЭБ}, W^{ТЭБ})$$

$A^{ТЭБ}$  – множество измерений аналитической модели. В модели сводного ТЭБ присутствует 5 измерений:

$$A^{ТЭБ} = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$$

Измерение показатель ( $a_1$ ) определяет набор характеристик топливно-энергетического баланса, измерение ресурс ( $a_2$ ) определяет набор ресурсов, учёт которых ведётся в топливно-энергетическом балансе региона. Измерение год ( $a_3$ ) привязывает значения показателей к конкретному году наблюдений. Измерение источник ( $a_4$ ) даёт возможность определять источник данных, включая данные мониторинга организации ТЭК и данные федерального статистического наблюдения. Показатель регион ( $a_5$ ) определяет перечень муниципальных районов и городских округов, в которых производится мониторинг.

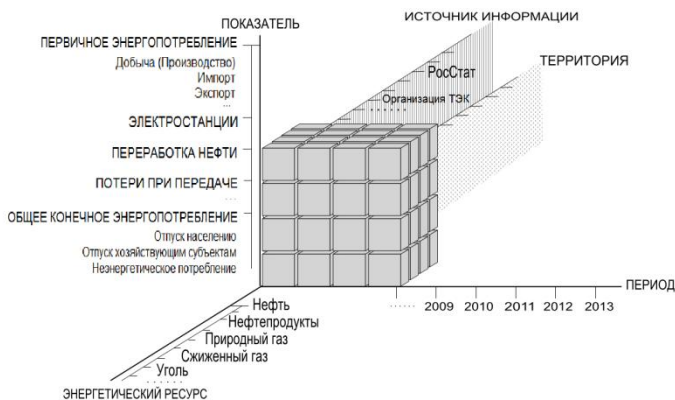


Рисунок 1 - Кубическое представление аналитической модели сводного ТЭБ

$L^{ТЭБ}$  – представляет собой множество уровней обобщения.

$D^{ТЭБ}$  – определяет множество соответствий правил извлечения значений показателей в ячейках гиперкуба группам однородных значений экземпляров уровней обобщения.

$W^{ТЭБ}$  – множество областей получения значений показателей многомерной информационной модели.

Применение данной модели заключается в выполнении аналитических запросов, путём выбора интересующих значений каждого из измерений. Результатом запроса будет значение ячейки гиперкуба. Для примера приведем запросы: «Получить объем нефти, потраченный на нефтеперерабатывающих заводах в 2014 году в заданном районе области на основе данных организаций ТЭК»; «Получить значения КПД ТЭК и Энергетической самостоятельности региона за 2012-2013 г.г.»

Созданная модель позволяет организовать ретроспективный анализ информации в целях поддержки принятия решений, направленных на повышение эффективности функционирования энергетической инфраструктуры.

#### Библиографический список

1. **Формирование** сводного топливно-энергетического баланса в рамках региональной информационно-аналитической /И.Д. Ратманова, М.А. Кулешов// Вестник ИГЭУ. – 2014. – №4. – С. 58-63.

*Р.С. Жолобов, М.А. Поликарпов, П.А. Королева, студ.;  
рук. Н.В. Рудаков, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА К АНАЛИЗУ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ**

Информационный ресурс в современном обществе является востребованным. Его использование экономит исчерпываемые ресурсы. Основной формой представления информации является текст на естественном языке. Его обработка и передача доступна любому человеку, обладающему потребностью в уменьшении неопределённости.

Фрагменты на естественном языке отличаются закономерности, использование которых улучшает работу поисковых системы, средство генерации и распространения знаний. Выделение и применение данных закономерностей становится возможным при анализе лингвистических конструкций – элементарной основы содержательного текста. Лингвистическая конструкция – это слово или краткое сочетание слов, достаточное для передачи информации.

Ключевыми задачами, связанными с лингвистическими конструкциями языка, являются:

- 1) Проблемно-ориентированный поиск информационных материалов;
- 2) Оценка информативности текста, расчёт его энтропии;
- 3) Выделение объектов предметной области для последующей формализации её описания.

Реализация первой задачи опирается на отмеченное С. Брэдфордом [1] разделение тематических материалов на профильное ядро, частично полезные источники информации и информационный «мусор». Программные средства, способными определить частоту употребления и форму имеющихся в тексте лингвистических конструкций, устанавливают принадлежность источника информации к профильному ядру. Общий объём обрабатываемых материалов определяется согласно выведенной закономерности:

$$\frac{N_3}{N_2} = \frac{N_2}{N_1} = \text{const},$$

где  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$  – количество источников информации в трёх категориях полезности.

Для проверки данной закономерности, а также иных законов информационного пространства создавались программные средства, в

том числе и на кафедре ИТ ИГЭУ. Мы начали разработку программного средства, дополняющего существующие наработки в этой области. Основной задачей программы является выделение в обрабатываемом массиве текста лингвистических конструкций, несущих основную смысловую нагрузку. Разрабатываемая программа направлена на решение выше обозначенных задач.

Оценка информативности текста осуществляется посредством расчёта энтропии по признакам объектов, выделяемых в тексте. Объектами в массиве лингвистических конструкций являются существительные, глаголы, прилагательные. В процессе анализа текста – определения типа лингвистических конструкций и подсчёта частоты их употребления – формируются качественные и количественные показатели, характеризующие текст. Пользователь имеет возможность с помощью программной системы выбрать из множества различных статей необходимые при достижении поставленной цели. Для максимального облегчения работы с программным средством, пользователю предоставлена возможность вводить текст самому или выбрать готовый. В процессе ввода текста, программная система синхронно распознает существительные, прилагательные и глаголы.

Выделение объектов предметной области по описаниям на естественном языке является промежуточным шагом для представления в виде схемы или иного формализованного вида. Подобное представление необходимо для упрощения процедур поиска, классификации, автоматизации аспектов деятельности в рамках предметной области.

На данный момент программное средство реализовано на языке программирования высокого уровня Delphi.

#### **Библиографический список**

1. Ландэ Д.В. Поиск знаний в Internet. Профессиональная работа: /пер. с англ./ Д.В.Ландэ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005.

*М.А. Николаев, студ.;*  
*рук. А.А. Белов, к.т.н., доцент*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **МЕТОД И СРЕДСТВА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОРТАЛА КАФЕДРЫ**

При проектировании портала, функционал был разделен на несколько независимых подсистем, что обеспечило модульность его построения. Часть подсистем имеет общий характер и может использо-

ваться как для процесса обучения на кафедре, так и для использования на производстве. Каждая подсистема может работать отдельно от других приложений портала, но, в таком случае, большую часть данных подсистемы приходится вводить вручную. В процессе проектирования возникла проблема взаимодействия этих подсистем, т.к. используемые данные для многих из них совпадают.

Общие цели организации взаимодействия приложений можно сформулировать следующим образом:

1. Уменьшить стоимость эксплуатации совокупности приложений предприятия;
2. Увеличить скорость выполнения типизированных задач или гарантировать сроки их выполнения;
3. Поднять качество выполнения задач за счет минимизации человеческого фактора, как основного источника ошибок.

В портал кафедры входят подсистемы: формирования проблемного пространства, актуализации знаний, хранилище знаний, методического обеспечения, управления кадровым ресурсом, материально-технического обеспечения, управления нормативным ресурсом, оценки состояния студента, формирования РПД. Для реализации функций подсистем используются такие платформы как: 1С, Django, Yii2.

Учитывая специфику подсистем было рассмотрено несколько способов взаимодействия, а именно: обмен файлами, асинхронный обмен сообщениями, удаленный вызов (CORBA, DCOM, RMI, SOAP), общая база данных [2]. Данные способы позволяют взаимодействовать приложениям как напрямую, используя определенный формат данных, так и с использованием временного хранилища. Было решено использовать для взаимодействия приложений общую базу данных, что позволило:

1. Обеспечить доступ к данным при отсутствии одной или нескольких подсистем
2. Обеспечить гибкость добавления новых подсистем
3. Обеспечить доступ к данным при отказе одной или нескольких подсистем
4. Классифицировать информацию по типу
5. Повысить скорость актуализации данных

В качестве СУБД была выбрана система MySQL. Для формирования структуры данных общей БД используется атрибутивная модель системы. Данная структура подразумевает деление данных из подсистем на ресурсы (R), продукты (P), проблемы (W), цели (Z), сырьевые ресурсы (Rp) и функции (F) (технологии решения проблемы), также добавляются служебные таблицы профилей пользователей, групп, истории изменений [1].

Поддержка разнообразия данных от подсистем реализуется за счет поля содержащего строку в текстовом формате обмена данными, как например: XML, JSON, YAML и другие, и наличия регламента на формат данных.

Данная структура взаимодействия приложений соответствует требованиям к порталу кафедры, обеспечивает высокую скорость взаимодействия между приложениями и обеспечивает повторное использование данных, что исключает вероятность ошибки со стороны человека. Поскольку использовался системный принцип формирования портала, он может использоваться при непрерывном образовательном процессе любой организации.

#### **Библиографический список**

1. Белов А.А. Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика/ ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». – Иваново, 2009. – 424 с.

2. Шаблоны интеграции корпоративных приложений. : Пер. с англ. – М. : ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 672 с. : ил. – Парал.тит.англ.

*М.А. Николаев, студ.;*  
*рук. А.А. Белов, к.т.н., доцент*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **СИСТЕМНЫЙ ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ ХРАНИЛИЩА ЗНАНИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

В последние годы проблеме организации хранилищ знаний уделяют все больше внимания при решении задач в деятельности предприятий. Причиной этому является переход экономики на постиндустриальный этап, в котором интеллектуальный капитал играет важную роль и составляет большую часть рыночной стоимости компании. Знания, накопленные в организации, используются для создания новых знаний, используемых при принятии решений, воплощаются в продуктах и услугах фирмы, осуществляющей инновационную деятельность. Основными владельцами знаний в организации являются ее сотрудники. Для развития интеллекта, а, следовательно, и знаний сотрудников, работодатель вкладывает деньги в их обучение. В связи с этим возрастают угрозы потери знаний, например, в связи с уходом кадров из организации. На случай если сотрудник покинет организацию создаются формы отчетности, которые позволяют частично формализовать знания ра-

ботника на носителе и тем самым сохранить их в организации. На данный момент существует множество подходов к организации хранения знаний сотрудников компании, один из них – создание хранилища знаний.

Основной целью хранилища знаний является закрепление, структурирование и развития знаний сотрудников. Так как для развития знаний требуется коммуникация, хранилище основывается на современных веб-технологиях и обеспечивает доступ к знаниям из любой точки при наличии сети Интернет. Закрепление знаний в хранилище происходит в процессе формализации знаний эксперта и переноса их на материальный носитель. В процессе формализации знания описываются метаданными, что позволяет осуществлять оперирование этими знаниями с помощью компьютерных средств.

Существует множество подходов к формированию структуры хранилища знаний, в данной работе описывается проблемно-ориентированный подход к построению систем. Это означает, что знания в системе хранятся в форме формализованных проблем, их решений, а структура данных хранилища знаний описывается с помощью атрибутивной модели системы [1], позволяющей раскрыть основной характер и последовательность инновационной деятельности.

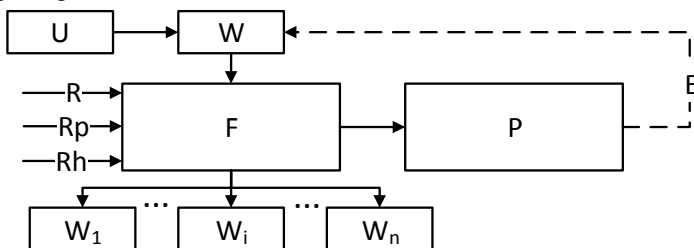


Рис. 1. Схема инновационной деятельности

На рисунке 1 представлена схема инновационной деятельности, основным результатом которой является новый продукт (P), в большей степени (E) удовлетворяющий потребности пользователей. Для производства (P) необходима новая технология (F) (функция, организация производства), включая использование новых ресурсов (R, Rp), среди которых особое место занимают трудовые (кадровые) ресурсы. Аналогичная схема может быть использована при создании инновационного образовательного продукта (специалиста, бакалавра, магистра, аспиранта).

Описание знаний в хранилище содержит описание проблемы (W), технологию решения проблемы, состоящую из описания метода реше-

ния проблемы (F), используемых ресурсов (R и Rp) и исполнителей, и описания результата решения проблемы (P), оцениваемого через эффект (E).

Данная структура хранилища позволяет производить классификацию и структурирование знаний, производить их анализ, отслеживать качество содержащихся знаний.

Использование хранилища знаний способствует сохранению знаний внутри организации, их накоплению и развитию, что отражается на продуктах и услугах компании. Применение хранилища знаний в учебном процессе позволяет актуализировать получаемые знания и умения студентов, тем самым увеличивая их востребованность на рынке труда.

#### Библиографический список

1. Белов А.А. Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика/ ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». – Иваново, 2009. – 424 с.

*С.В. Путилов, студ.;*  
*рук. А.А. Белов., к.т.н., доцент*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ INTELLECTPRO

Ориентируясь на инновационный путь развития, экономика требует кадров, способных осуществлять свою деятельность на основе глубоких актуальных знаний. Исходя из этого, для оценки знаний необходимо иметь методы и средства, позволяющие оперативно и мобильно осуществлять их контроль. К таким средствам можно отнести систему IntellectPro3, которая основана на методе иерархических понятийных структур[1]. Опыт эксплуатации данной системы, как в профессиональной так и в образовательной сфере показал очевидные достоинства этой системы, но в тоже время были выявлены некоторые недостатки, на что потребовалось дальнейшее совершенствование системы, в частности:

1. Создание этой системы на основе современных web – технологий

Это позволит сделать систему кроссплатформенной, общедоступной и простой в использовании, поскольку web - приложения не требуют установки на стороне клиента, расширить возможности предоставления средств контроля и анализа и обеспечить доступ в систему



любому человеку имеющему браузер и возможность выхода в интернет.

## 2. Расширение функциональных возможностей системы

- Увеличение вариативности представления заданий прохождения для контроля, что позволит предотвратить возможность совпадения заданий у двух разных тестируемых.

- Предоставление возможности введения в ИПС нейтрального (не существующего) понятия (nonexistent), не относящегося к данной предметной области и изменение формы представления ИПС.

Это позволит «ужесточить» процесс контроля знаний и предотвратить возможность «списывания у соседа». При этом термины, входящие в ИПС предоставляются отдельно, а не целым списком.

## 3. Совершенствование системы представления результатов контроля, исходя из конкретных потребностей различных участников образовательного процесса.

Данное совершенствование осуществляется путем использования современных библиотек web – визуализации, основанных на языке JavaScript, что позволяет осуществить адаптивный механизм предоставления результатов контроля.

## 4. Совершенствование интерфейсов работы программы

Изменение имеющихся форм ввода, вывода и обработки информации, имеющихся в системе, на интерфейсы, существующие в современных web-технологиях.

## 5. Интеграция системы в рамках информационного портала

Существующая система не вписывается в общую структуру информационного портала, разрабатываемого на кафедре, поэтому необходимо создание новой версии системы, удовлетворяющей требованиям к информационному portalу.

Предложенные выше совершенствования являются основой для разработки новой версии системы контроля знаний методом ИПС IntellectPro4, которая разработана на основе современных стандартов в области web –программирования.

### Библиографический список

1. Белов А.А. Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». – Иваново, 2009. – 423с.

*С.В. Путилов, студ.;  
рук. А.А. Белов., к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

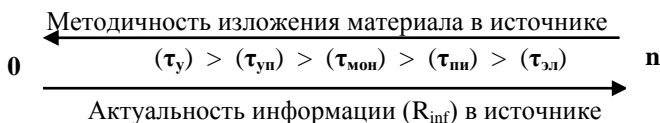
## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ПОНЯТИЙНОГО ОБРАЗА ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ (АСФИРПО)**

Когнитивной психологией установлено, что принцип мышления человека является понятийный. Поэтому понятиям соответствуют опеределенные термины, которые в поисковых системах рассматриваются как дескрипторы. На основе их создается поисковый образ запроса (ПОЗ) для поиска информации в информационных ресурсах различных уровней (мировые, отраслевые, локальные).

Данная система поиска, основанная на понятийном (терминологическом) подходе, получает все большее распространение, в частности в Internet и периодических изданиях. С помощью этого метода, использующего понятийный образ, осуществляется поиск необходимых знаний.

Для формирования двухуровневого понятийного образа предметной области создана АСФиРПО, в состав которой входит анализатор текста, позволяющий в автоматическом режиме, при обработке любого объема текста получить терминологическое множество. На основе, полученного множества при участии эксперта (редактирование полученных множеств), с использованием разработанных на основе законов инфометрии алгоритмов формируется множество ключевых слов (Мкс), являющееся ПОЗ и понятийное множество (Мп), используемое для создания иерархической понятийной структуры (ИПС), необходимой для контроля знаний по данной предметной области[1].

Созданные множества не являются статическими, они изменяются (актуализируются) со временем в зависимости от периодичности обновлений материалов по данной предметной области. Весь перечень информационных ресурсов (источников знаний) по предметной области делится на 5 классов: электронные издания (форумы), периодические издания, монографии, учебные пособия, учебники. Каждый класс источников обладает временным показателем ( $\tau_i$ ), отражающим степень актуальности и степень методичности изложения материала в источнике, представить которые можно следующим образом:



С использованием текстов электронных изданий и периодики, формируется эталонное (актуальное) на данный момент времени понятийное множество  $(M_{\Pi})_t^{\circ}$ . Затем в автоматизированном режиме АСФиРПО осуществляется актуализация устаревшего понятийного образа на основе разработанных алгоритмов. Период актуализации  $(M_{\Pi})_t^{\circ}$  зависит от периодичности обновления изданий по предметной области.

На основании периодических изданий, являющихся эталоном актуальности, невозможно вести непрерывный образовательный процесс, ввиду отсутствия методичности изложения материала доступным любому человеку языком. Поэтому необходимо обратиться в специализированные фонды, для поиска на основе ПОЗ учебников и учебных пособий, имеющих по рассматриваемой проблеме. Для формирования управляющего воздействия в непрерывный образовательный процесс в рамках рассматриваемой предметной области, необходимо из всего найденного перечня учебных пособий ( $n_y$ ), автоматически, на основе понятийного образа  $(M_{y[n]})$ , выбрать наиболее подходящее учебное пособие, в соответствии с минимальным количеством ( $m_{yn}$ ) расхождений относительно эталонного множества:

$$m_{yn} = \operatorname{argmin}[(M_{\Pi})_t^{\circ} \setminus (M_{y[n]})]$$

Если найденные учебные пособия не подходят ввиду минимального количества пересечений с эталонным множеством, то эксперт создает учебное пособие самостоятельно, опираясь на  $(M_{\Pi})_t^{\circ}$ .

Данный подход является универсальным, что дает возможность его использования на практике в любой организации, независимо от вида ее деятельности.

#### Библиографический список

1. Белов А.А. Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». – Иваново, 2009. – 423с.

*О.М. Гурфова, асп.;*  
*рук. И.Д. Ратманова, д.т.н., профессор*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ПОДХОД К МОНИТОРИНГУ И ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЕ ОБЛАСТИ**

Проблема энергосбережения – одна из главных в современной энергетике. В настоящее время согласно ФЗ-261 «Об энергосбережении...» определены программные мероприятия, направленные на повышение энергетической эффективности в различных сферах экономической деятельности [1].

В частности в бюджетной сфере области ежегодно снижаются регламентируемые объемы потребления энергетических ресурсов. На фоне роста тарифов энергосбережение становится насущно необходимым не только в государственном масштабе, но и для самых мелких потребителей.

Для принятия решений по повышению эффективности энергопотребления необходимо, прежде всего, провести его анализ. Специалисты ИВЦ ИГЭУ в рамках проекта по созданию информационно-аналитической системы ведения топливно-энергетических балансов (ИАС ТЭБ) осуществляют мониторинг и оценку показателей энергопотребления. В процессе анализа выполняется выявление проблемных зон с планированием соответствующих мероприятий по энергосбережению.

Доклад посвящен организации мониторинга и оценки энергопотребления в государственном и муниципальном секторе области. При этом выполняется оценка целевых показателей энергосбережения, включая удельные расходы тепловой и электрической энергии в расчете на один квадратный метр общей площади и удельные расходы холодной и горячей воды, а также природного газа в расчете на одного потребителя [2].

В целях типизации норм энергопотребления и выявления проблемных зон выполняется кластеризация потребителей. Под кластером подразумеваются группы достаточно близких по роду деятельности организаций, имеющих общую специфику энергопотребления. На основе ретроспективного анализа энергопотребления в бюджетной сфере ряда областей выявлены следующие кластеры: офисные учреждения, стационары, поликлиники, школы, дошкольные образовательные учреждения, учебные и общественные центры, учреждения культуры

(театры, концертные залы), социально-реабилитационные центры, учебные и социальные интернаты. Кластеры используются в целях выявления проблемных зон, а также возможных ошибок в представлении данных.

ИАС ТЭБ поддерживает комплексную аналитическую обработку накопленной информации по энергопотреблению в бюджетной сфере. Выполняется многомерный анализ с различными уровнями обобщения, включая область в целом или конкретное муниципальное образование, сектор потребления (государственный или муниципальный), орган государственного управления по коду ОКОГУ (Общероссийский классификатор органов государственной власти и управления) и т.д.

При накоплении данных в ретроспективе определяется средний норматив энергопотребления по каждому кластеру с использованием метода скользящего среднего. На его основе рассчитывается лимит энергопотребления с учетом нормативных значений экономии топливно-энергетических ресурсов.

Рассмотренная технология мониторинга и оценки энергопотребления в бюджетной сфере внедрена в ряде регионов ЦФО. В частности, в Ярославской области на протяжении нескольких лет выполняется лимитирование энергопотребления в государственном секторе [3]. При этом на основе кластеризации, начиная с 2010 г., три раза пересматривались и утверждались средние нормативы потребления по кластерам потребителей, используемые при расчете лимитов энергопотребления более 300 организаций, включая органы исполнительной власти, государственные учреждения и унитарные предприятия.

В докладе на конкретных примерах рассматривается технология информационной поддержки принятия решений по повышению энергоэффективности бюджетной сферы региона.

#### Библиографический список

1. **Федеральный** закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // «Собрание законодательства Российской Федерации».
2. **Приказ** Министерства энергетики РФ от 30 июня 2014 г. N 399 «Об утверждении методики расчета значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в том числе в сопоставимых условиях» // «Собрание законодательства Российской Федерации».
3. **Автоматизация** процесса нормирования и лимитирования энергопотребления в бюджетной сфере региона / И.Д. Ратманова, Е.Р. Травников// Вестник ИГЭУ. – 2012. – №6. – С. 64-69.

*А.А. Панков, А.А. Романова, студ.;  
рук. Ф.С. Жафярова, к.т.н., доцент  
(ИвГУ, г. Иваново)*

## **ВЫБОР НАИЛУЧШЕГО ВАРИАНТА ОРГАНИЗАЦИИ ПУБЛИЧНОЙ ОТЧЕТНОСТИ ТСЖ**

В настоящий момент, в период реформирования системы ЖКХ, администрации регионов очень внимательно следят за деятельностью организаций жилищно-коммунальной сферы. Оперативно реагируют на всю информацию, поступающую от жителей, как в индивидуальном порядке, так и коллективные письма. Существенным образом на это повлияло Постановление Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 731 «Об утверждении стандарта раскрытия информации организациями, осуществляющими деятельность в сфере управления многоквартирными домами». Оно обязало ТСЖ существенно расширить состав публичной отчетности.

После анализа проблематики управления хозяйственной деятельностью ТСЖ и с учетом проблем с финансированием инновационных технологий в рамках ТСЖ, в ведении которого находится управление одним многоквартирным домом, было принято решение об установке в облаке бесплатного корпоративного портала компании Битрикс. Качество разработки функционала определяется многолетним опытом компании разработчика. Все основные достижения Web-технологий задействованы в разработке данного ПО. На выборе решения сказались и то, что несколько кафедр нашего института уже успешно используют этот пакет в качестве собственного корпоративного портала для on-line общения студентов и преподавателей. Недостатком системы может являться лишь тот факт, что нельзя изменить структуру и стиль выбранного решения. Но всегда можно сослаться на то, что мы просто доверились профессионалам. По функциональности данного решения замечаний не возникло.

Внедрение проекта начали с регистрации портала на сайте bitrix24.ru. Ознакомившись с лицензионным соглашением, убедились, что по своему функционалу и степени доступности данный проект в полном объеме удовлетворяет насущным потребностям товарищества. Ограничение на доступ к portalу только 12 пользователей не явилось для нас критичным. Решено было предоставить учетную запись всем членам административно-хозяйственного аппарата ТСЖ (5 пользователей), одну учетную запись предоставили администратору и модератору portalа и одну учетную запись для входа на сайт всем членам ТСЖ. В резерве остались пять учетных записей пользователей, кото-

рые мы запланировали предоставить организаторам групп по направлениям, для ограничения доступа в эти группы. Таким образом, была создана первоначальная структура портала.

На следующем этапе было принято решение о размещении на общем диске информации об учредительных документах товарищества, технического паспорта, реквизитах ТСЖ, чтобы все члены ТСЖ легко могли ознакомиться с этими документами. В дальнейшем в этом разделе будет размещаться вся административно-хозяйственная документация товарищества.

Так как неотъемлемой частью корпоративного портала ТСЖ является размещение в общем доступе развернутой информации о поставщиках услуг, была подготовлена иллюстрированная таблица о всех технических службах, оказывающих услуги товариществу.

Для оперативного освещения событий товарищества были продемонстрированы возможности «Живой ленты», посредством которой администрация ТСЖ может оперативно оповестить всех участников о предстоящих мероприятиях, а также представить иллюстрированные отчеты о результатах. Здесь же каждый собственник ТСЖ может разместить свои замечания и предложения.

В заключении можно выделить два бесспорных источника экономической эффективности проекта. Во-первых, это абсолютно бесплатное владение современным инструментом обмена информацией. Во-вторых, реализация проекта позволит избежать финансовых санкций за отсутствие публичного и прозрачного предоставления финансовой и хозяйственной отчетности. Но максимальную экономическую эффективность от данного внедрения следует ждать от более массового и возможно более профессионального обсуждения предстоящих хозяйственных задач.

Условно-анонимный выход на портал позволит ряду жителей откровенно высказаться по наболевшим проблемам жизни ТСЖ, обратить внимание на негативные моменты. Что в итоге может положительно сказаться на результатах созидательной деятельности товарищества.

## **Секция 28. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Председатель – д.т.н., профессор **Косяков С.В.**  
Секретарь – старший преподаватель **Гадалов А.Б.**

*А.А. Бобро, студ.;*  
*рук. А.Б. Гадалов, ст. преподаватель*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

### **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ ВЕРСИИ «ДОСКИ ЗАДАЧ» ДЛЯ ГИБКОЙ МЕТОДОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ КАНБАН**

В области создания программного обеспечения существует множество споров о методологиях управления программными проектами. Одни специалисты настаивают на тяжеловесных методологиях, в то время как другие предпочитают гибкие («agile»). Гибкая методология - серия подходов к проектированию ПО, ориентированных на использование итеративной разработки [1]. Существует несколько методик, относящихся к классу гибких методологий разработки, в частности, известны такие как: экстремальное программирование, DSDM, Scrum и Kanban. Вместе с выбором методологии возникает проблема автоматизации ее применения. В качестве варианта решения для одной из методологий – Kanban – и была реализована электронная версия «доски задач», визуализирующая процесс работы.

Система представляет собой простое и удобное web-приложение с интуитивно-понятным управлением. В основе проекта доски с карточками - проекты с задачами. Все действия в этом приложении, как и саму канбан-доску, можно описать тремя фразами: to do (сделать), in progress (в процессе), done (выполнено).

В рабочем пространстве приложения располагаются проекты с задачами, находящиеся на различных стадиях выполнения (рис.1).

Работа в приложении проста: задачи переходят из левых колонок в правые, их можно легко переместить в нужный столбик в зависимости от статуса задачи. Каждое задание разработчик может просмотреть более подробно.

Администратор системы или менеджер проекта может установить ограничение количества задач на одной стадии проекта для оптимизации процесса. Также каждый программист может воспользоваться фильтром «Мои задачи» для поиска проектов, в которых он участвует, и назначенных ему заданий.



Использование приложения «Kanban System» позволяет отобразить управление жизненным циклом программного продукта. Применение системы имеет ряд преимуществ, основными из которых являются:

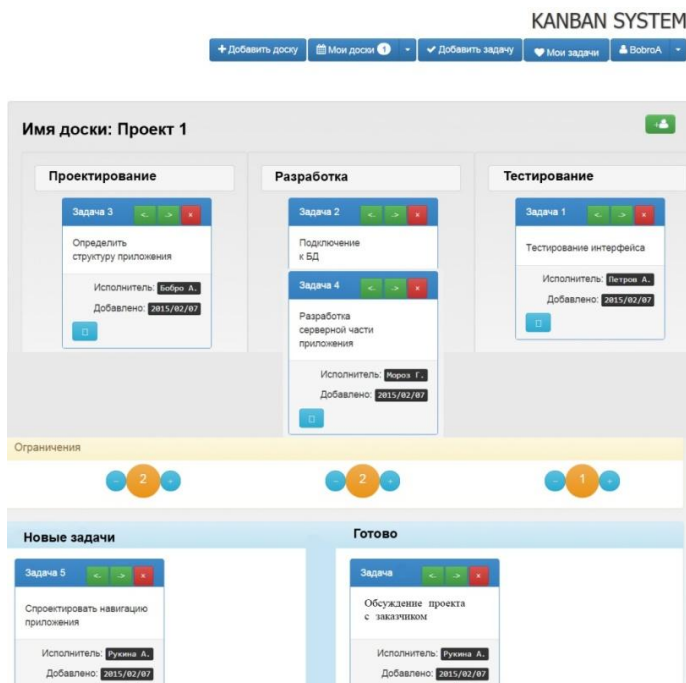


Рис. 1. Визуальное представление приложения «Kanban System»

- Удобная визуализация процесса разработки ПО,
- Помощь при планировании стадий проекта,
- Эффективная организация рабочего времени,

Среди возможных перспектив развития системы нужно выделить добавление новой функциональности. Например, аналитического модуля для визуализации результатов работы – графиков, диаграмм. Таким образом, можно будет отображать время ожидания начала выполнения, время нахождения задачи в цикле, общую продолжительность выполнения проекта, прогресс конкретного участника проекта и др.

#### Библиографический список

1. **Вольфсон Б.** Гибкие методологии разработки.
2. **Книберг Х.,** Скари М. Kanban и Scrum выжимаем максимум.

*О.М. Гурфова, асп.;*  
*рук. Л.Н. Булатов, к.т.н.*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ "ДОКУМЕНТЫ ОБ ОБРАЗОВАНИИ" ДЛЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

Перед каждым учреждением высшего профессионального образования стоит задача печати документов об образовании на бланках государственного образца. ИГЭУ располагает программным обеспечением, которое позволяет если не полностью, то хотя бы частично автоматизировать процесс печати документов о высшем профессиональном образовании. Однако при проектировании и поддержке такого ПО разработчик может столкнуться с определенными сложностями.

Прежде всего, ввиду разворачивающейся в настоящее время реформы образования, постоянно меняются и обновляются инструкции и государственные постановления, касающиеся документов, сопровождающих процесс печати документов об образовании. Организации вынуждены внедрять изменения максимально оперативно. Поэтому для программного обеспечения важна возможность гибкой адаптации к изменяющимся требованиям.

Кроме того, документы о высшем образовании печатаются на бланках государственного образца. Если в случае справок и прочих подобных документов размеры и расположение текста могут меняться произвольно, то при печати на государственных бланках необходимо с высокой точностью (иногда до 1-2 мм) вписывать данные в отведенные для этого места, иначе бланк будет испорчен.

Наконец, еще одна проблема, возникающая перед разработчиком – децентрализация и распределенное хранение данных, необходимых для документа о высшем образовании и сопутствующей отчетности. При формировании всего массива данных для печати необходимо получить информацию из учебных планов, личного дела студента, его зачетной книжки, экзаменационных и зачетных ведомостей и т.д.

Для решения поставленной задачи была выбрана платформа 1С 8 в силу ее распространенности, широкого функционала и удобства поддержки. Большинство информационных систем ВУЗа успешно реализовано на 1С, что помогает централизованно собирать данные для дипломов.

В ходе решения задачи выбора средства для печати документов об образовании были опробованы: вывод данных в виде табличного до-

кумента, выгрузка в Microsoft Word как OLE-объект, представление данных в виде html-разметки. В результате было принято решение об использовании языка преобразований xslt. Данные для каждого диплома выгружаются в структуру xml. Далее на эту структуру средствами 1С автоматически накладывается xslt-преобразование, превращающее ее в жестко отформатированный и размеченный документ Microsoft Word. Дальнейшая погрешность при печати зависит исключительно от особенностей подачи бумаги в принтер и составляет не более 0,5-1,5 мм. Таким образом, при любом изменении формата самого документа достаточно лишь изменить несколько строк в xslt-преобразовании (оно хранится в системе в виде константы), не затрагивая программный код.

Система собирает данные из нескольких источников.

1) АРМ декана. С него начинается любая работа с дипломами.

АРМы декана хранят учебные планы, в которые входят данные о трудоемкости образовательных программ (срок освоения, объем), перечень дисциплин, практик, курсовых и аттестационных работ, освоенных и выполненных студентом в процессе обучения, а так же данные об оценках.

2) Кафедра. Сотрудник кафедры является основным оператором системы печати. Он собирает и вводит необходимые данные, а также передает в Управление кадров номер и дату протокола, которые будут внесены в титул диплома при печати.

3) Отдел кадров. Здесь происходит регистрация дипломов – им присваиваются регистрационные номера. Здесь же хранятся бланки титулов и приложений.

4) Система «Контингент. Студенты». Отсюда в систему печати дипломов поступают необходимые персональные данные выпускников.

В системе возможен быстрый динамический обмен данными со всеми подсистемами ВУЗа, а в будущем планируется интеграция системы печати дипломов в подсистему Контингент (в настоящий момент связь системы с Контингентом является односторонней). Также уже ведутся работы по установке связи Системы с АРМ декана. Таким образом, в ближайшем будущем учебные планы будут вводиться и выверяться на уровне деканата, что в разы повысит точность Системы, понизит риск ошибок и снимет существенную часть «бумажной» работы с кафедр.

#### Библиографический список

1. Радченко М.Г. 1С:Предприятие 8.2. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы. М.: ООО «1С-Паблишинг», 2009.

*Е.А. Чернобровкин, студ.;  
рук. И.К. Будникова, к.т.н., доцент  
(КГЭУ, г. Казань)*

## **ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПО ВОЗДУШНЫМ ЛИНИЯМ С УЧЕТОМ ТЕПЛОВЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ**

В зависимости от свойств окружающей среды (например, температуры воздуха и скорости ветра) температура проводника при одной и той же передаваемой мощности оказывается различной, она может быть увеличена до большего или до меньшего предела [1].

Мощность, передаваемую по воздушной линии, можно увеличить до значения, при котором температура провода повышается до предельно допустимого значения. Необходимо ограничить её величинами, при которых механическая прочность проводов сохранится в допустимых пределах.

Математическая модель позволяет изучить характер изменения контролируемого показателя при изменении действующих на систему факторов, оценить степень их влияния на конкретные показатели и характеристики, определить оптимальные уровни факторов, для обозначения желаемых или требуемых значений показателей состояния системы [2].

Итогом исследования, проведенного в ходе создания математической модели по данной системе, является выработка рекомендаций по рациональному использованию воздушных линий при тех, или иных конкретных условиях (температура окружающей среды, загрязненность проводов, сопротивление материалов).

Автором был разработан алгоритм, который реализован в программе, моделирующей возможность эксплуатации линии на полную мощность в различных условиях. Были проведены компьютерные исследования ограничений мощности и тока для конкретных высоковольтных линий электропередачи.

### **Библиографический список**

1. Гулд **Ч.** Компьютерное моделирование в физике / Ч.Гулд, Я.Тобочник. – В 2 ч. Ч. 1. – М.: Мир, 1990. – 400 с.
2. Трусов **П.В.** Введение в математическое моделирование: учеб. пособие. – М.: Логос-М, 2007. – 150 с.

*С.А. Демидова, студ.;  
рук. А.Б. Гадалов, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА И ЕГО МОДИФИКАЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА**

В последнее время большой интерес вызывает научное направление «природные вычисления», в котором отражены математические методы, берущие в основу природные механизмы принятия решений, например, генетические алгоритмы, эволюционное программирование, нейросетевые вычисления, клеточные автоматы и ДНК-вычисления, алгоритмы роевого интеллекта [1]. Для изучения был взят муравьиный алгоритм, в основе которого лежит поведение муравьиных колоний [2].

Существует большое количество модификаций классического муравьиного алгоритма: муравьиная система, элитарная муравьиная система, система муравьиных колоний, ранговая муравьиная система, максиминная муравьиная система, Q-муравьиная система, быстрая муравьиная система, Antabu и др.

Для проведения экспериментов была взята задача коммивояжера, заключающаяся в нахождении кратчайшего гамильтонова цикла в графе. Веса ребер определялись как декартово расстояние между вершинами. Для первоначального анализа общее количество муравьев было принято равным 10. Исходный полносвязный граф состоял из 20 вершин.

Для муравьиного алгоритма был выделен ряд параметров, влияющих на эффективность его работы: параметр распада феромона  $\alpha$ , параметр перехода от узла к узлу  $\beta$ , параметр скорости испарения феромона  $\rho$ , вероятность эксплуатации перехода  $q_0$  (в нашем случае  $= 0,5$ ). Как видно из таблицы результатов (табл. 1) при небольших значениях  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\rho$  кратчайший путь был найден при большом количестве итераций, в ходе эксперимента постепенно увеличивая  $\alpha$  и  $\beta$  количество итераций заметно сокращается. Кратчайший путь коммивояжера для данного графа был найден за 10 итераций при  $\alpha = 2,5$ ,  $\beta=4,0$ ,  $\rho = 0,5$ .

Также, для сравнения, к этому же графу были применены другие модификации муравьиного алгоритма, при этом сохраняя найденные наиболее оптимальные параметры.

Результаты показали, что за 1000 итераций не было найдено оптимальное решение с длиной пути менее 3,35. Это означает, что параметры нужно настраивать отдельно для каждого алгоритма и в большинстве случаев для графа индивидуально, так как некоторые модификации работают эффективно только на больших графах.

Таблица 1. Результаты выполнения муравьиного алгоритма

Эксперимент	$\alpha$	$\beta$	$\rho$	На каком шаге найдено наилучшее решение	Длина кратчайшего пути
1	0,2	0,2	0	883	3,84
2	0,2	0,2	0,2	458	3,47
3	0,4	0,2	0,2	744	3,53
4	0,4	0,2	0,3	348	3,54
5	0,8	0,2	0,3	669	3,52
6	0,8	1,0	0,3	95	3,41
7	0,8	1,0	0,5	61	3,43
8	2,5	1,0	0,5	19	3,42
9	2,5	5,0	0,5	10	3,35
10	2,5	4,0	0,5	15	3,35

Данное исследование будет продолжено для выявления и классификации определенных видов графов и поиска оптимальных вариантов параметров и модификаций муравьиных алгоритмов для поиска кратчайших маршрутов.

#### Библиографический список

1. **Bonavear F., Dorigo M.** Swarm Intelligence: from Natural to Artificial Systems. Oxford university Press. 1999.
2. **M. Dorigo, L. M. Gambardella** Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem // IEEE Transactions on Evolutionary Computation Vol. 1, 1, pp. 53-66, 1997.

*Д.Д. Кайзер;  
рук. С.В. Косяков, д.т.н., профессор  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСА ДЛЯ АНАЛИЗА МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ТОРГОВЛИ В ГОРОДЕ ИВАНОВО

Для любого предприятия торговли выбор места расположения является одной из важнейших задач, которая во многом предопределяет успех его деятельности. От того, где будет располагаться торговая точка, зависит привлекательность магазина для потребителей, сроки возврата инвестиций и прибыль предприятия. Математические методы

решения таких задач рассматриваются в [1]. Примеры решения можно найти в [2,3]. Однако использование таких средств математического анализа для решения в конкретных условиях в настоящее время затруднено из-за сложности организации расчетов и сбора исходных данных. В городе Иваново имеется реализованная на базе ГИС бесплатная картографическая информационно-справочная система КИССА ([www.ivanovomap.ru](http://www.ivanovomap.ru)). Целью данной работы является разработка прототипа сервиса для этого веб-сайта, на котором можно определять наиболее выгодное местоположение торговой точки на карте города Иваново.

Определение оптимального варианта расположения магазина является многокритериальной задачей, на исход решения которой оказывают влияние множество факторов. В данной работе были использован подход, основанный на учете зон влияния (зон охвата). Для каждой точки потенциального размещения магазина можно определить такую зону в простейшем случае как круг, радиус которого зависит от типа магазина и составляет от 1 до 12 км.

Зная зону охвата магазина, можно определить количество конкурентов, сфера влияния которых попадает в эту зону, а также количество потенциальных покупателей. Таким образом, можно определить 2 критерия, по которым будет определяться наиболее предпочтительный вариант расположения: количество конкурентов и количество потенциальных клиентов:  $f_1(x)$  – количество конкурентов,  $f_2(x)$  – количество потенциальных клиентов.

На основе уже этих данных можно сформулировать поставленную задачу, как многокритериальную задачу:

$X$  – множество альтернатив;

$Y$  – множество исходов;

$f_i: Y \rightarrow R, i = 1, \dots, n$  – множество показателей качества (критериев, определенных на множестве исходов);

$\varphi: X \rightarrow Y$  – детерминированная функция, отображающая множество альтернатив во множество исходов.

С помощью суперпозиции

$$J_i(x) = f_i(\varphi(x)), i = 1, \dots, n$$

мы имеем возможность непосредственно оценивать качество самого решения (альтернативы)  $x \in X$  и работать с векторным отображением

$$J: X \rightarrow R^n, J = (J_1, \dots, J_n), J(X) = F \subset R^n.$$

В результате приходим к очень распространенной в приложениях многокритериальной модели принятия решений, или задаче многокритериальной оптимизации вида

$$J_i(x) \rightarrow \max_{x \in X}, i = 1, \dots, n.$$

Для ее решения был выбран интерактивный метод теории принятия решений: метод «смещенного идеала». Так как нельзя выделить один главный критерий, по которому будет проводиться оценка вариантов расположения торговой точки. По методу «смещенного идеала» невыгодные варианты постепенно исключаются, пока не останется самый предпочтительный.

Экспериментальный сайт реализован средствами ArcGIS с использованием карты и базы данных системы КИССА. Результаты проведенных экспериментов по выбору мест размещения с использованием разработанного сайта показывают, что реализованный метод дает адекватные результаты.

В дальнейшем планируется добавление большего числа критериев, по которым будет проводиться анализ вариантов расположения торговых объектов.

#### Библиографический список

1. **Методы** решения задачи размещения объектов обслуживания [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.mtas.ru/Library/uploads/1206870951.pdf>.
2. **ГИС** для розничной торговли [Электронный ресурс]: - Режим доступа: [http://esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=878&SECTION\\_ID=26](http://esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=878&SECTION_ID=26).
3. **Размещение** предприятий на географической территории с использованием дихотомического программирования [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.science-education.ru/103-6155>.

*Ж.С. Сайлауқызы, магистр, ст. преподаватель,  
И.Г. Лимарева, ст. преподаватель, В.И. Светцова, студ.  
(КарГТУ, Казахстан, г. Караганда)*

## РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

В течение последних десятилетий в рамках исследований по искусственному интеллекту сформировалось самостоятельное направление - экспертные системы (ЭС), или инженерия знаний. В задачу этого направления входят исследование и разработка программ (устройств), использующих знания и процедуры вывода для решения задач, являющихся трудными для людей-экспертов.

В рамках исследования искусственного интеллекта созданы многочисленные экспертные системы для разных областей знания, таких, например, как медицинская диагностика и обследование пациентов, геномные и молекулярные исследования, составление конфигурации вы-





Интерфейс для пользователя (рисунок 2) в режиме консультации имеет следующие функции: расшифровка данных во всех файлах базы знаний; выбор ответа на предлагаемые системой вопросы; изменение ответов на ранее заданные вопросы; вывод рекомендации и пояснений к рекомендациям; просмотр графических и текстовых файлов; просмотр инструкции по использованию экспертной системы в режиме консультации.

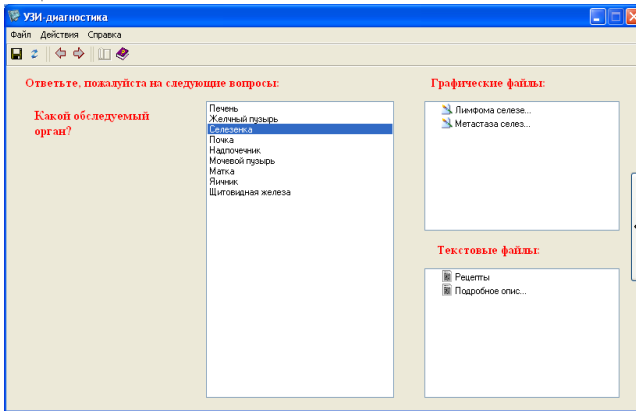


Рис. 2. Главное окно программы для клиента

Разработанная система предназначена для создания базы знаний, в которой будут храниться правила, формируемые экспертом (инженером по знаниям). На основе этой базы знаний производится консультация пользователей, которые не имеют достаточных знаний в определенной предметной области.

*М.Д. Кайзер, студ.;*  
*рук. С.В. Косяков, д.т.н., профессор*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА МЕСТ ПРОЖИВАНИЯ В ГОРОДЕ ИВАНОВЕ С УЧЕТОМ ЗАДАНЫХ КРИТЕРИЕВ**

Практически каждый человек в своей жизни сталкивался с проблемой выбора места жительства. В большинстве случаев анализ различных территориальных факторов, оказывающих влияние на выбор, вызывает трудности, даже если использовать карту города, размещенную в Интернете. Существующие разработки, например система 2ГИС для

поиска новостроек по определенным критериям в г. Москве [1], портал недвижимости Санкт-Петербурга, Москвы, их областей, Краснодарского края [2] помогают пользователям решать задачу выбора мест проживания. Однако они недоступны для жителей города Иваново. Целью данной работы является создание Интернет-приложения, названного геокалькулятор, и позволяющего решать данную задачу для территории города Иваново.

В результате ранее проведенных исследований была создана первая версия приложения в виде десктоп-программы с помощью программных продуктов ArcGIS 10.2 [3]. Карта г. Иваново взята из картографического проекта в сети Интернет OpenStreetMap. В системе реализована возможность формирования в режиме диалога запросов на выборку зданий по следующим критериям: численность жителей, количество этажей, расстояние до магистральных улиц, расстояние до водоемов, расстояние до парков. Пример запроса для выбора: найти жилое здание, численность которого не превышает 300 человек, находящееся на расстоянии 100 метров от проезжей части магистральных улиц и 400 метров от парка. В результате выполнения подобных запросов на карте отображается набор зданий, удовлетворяющих заданным условиям. В данной работе проведена разработка веб-приложения на основе имеющейся версии информационной системы, позволяющего получать необходимую информацию о зданиях в режиме онлайн.

Разработка веб-версии геокалькулятора для выбора мест проживания в городе Иваново велась с помощью технологии JavaScript и API-интерфейса ArcGIS API for JavaScript. Для реализации поисковых запросов был создан сервис геообработки. Сервисы геообработки — это способ предоставления мощных аналитических функций ArcGIS в Интернете. Сервисы содержат задачи геообработки, каждая задача использует простые данные из веб-приложений, обрабатывает их и возвращает значимые выходные данные в форме объектов, карт, отчетов и файлов. Задача геообработки — это инструмент геообработки, выполняющийся на сервере, его работа и выходные данные контролируются сервером [4]. При разработке веб-приложения для поиска зданий сервис геообработки создавался с помощью скриптов на языке Python. Сервер веб-ГИС — это наиболее важный компонент веб-ГИС. Его функциональность, возможность настройки под пользователя, масштабируемость и производительность имеют решающее значение для успешной работы приложения веб-ГИС [5]. В качестве сервера веб-приложения для выбора мест проживания в г. Иваново использовался ArcGIS Server.

Благодаря преобразованию информационной системы из настольного в веб-приложение, удалось достичь следующих результатов: с

помощью веб-ГИС пользователи по всему миру могут иметь доступ к информации со своих компьютеров или мобильных устройств; веб-приложением могут пользоваться десятки и сотни пользователей одновременно, тогда как с настольной ГИС в общем случае в определенный момент времени может работать только один человек; веб-версия сделала систему доступной для работы широкого круга пользователей, в том числе и людей, которые не являются профессионалами и не имеют опыта работы с ГИС, а так же избавила от необходимости установки дополнительного программного обеспечения.

Результаты работы планируется использовать при развитии картографической информационно-справочной системы города Иваново (КИССА).

#### Библиографический список

1. **Карта** Москвы: улицы, дома и организации города — 2ГИС [Офиц. сайт]. URL: <http://2gis.ru/moscow> (дата обращения: 07.12.2014).
2. **Портал** недвижимости Санкт-Петербурга, Москвы, их областей, Краснодарского края [Офиц. сайт]. URL: <http://www.restate.ru/map> (дата обращения: 07.12.2014).
3. **Статья** в сборнике тезисов (материалов) конференции: Кайзер М. Д., Кайзер Д. Д. Геокалькулятор для выбора мест проживания в городе Иваново // Тез. докл. (Материалы конференции). Девятая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Энергия-2014". Иваново: ФГБОУ ВПО "Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина", 2014. С. 201-203.
4. **Справочная** библиотека ArcGIS [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://resources.arcgis.com/ru/help/>
5. **Пиньде Фу** Веб-ГИС: Принципы и применение [Текст]/ Пиньде Фу, Цзюлинь Сунь.-Москва: Дата+, 2013. – 356 с.

*М.И. Крылов, студ.;*  
*рук. А.Б. Гадалов, ст. преподаватель*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАГРУЖЕННОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ГОРОДЕ ИВАНОВО

Геоинформатика и геоинформационные системы (ГИС) – одни из самых востребованных и быстроразвивающихся областей информационных технологий на сегодняшний день. Наиболее распространенными в России ГИС, охватывающими своими данными практически всю территорию страны, являются: Яндекс.Карты, GoogleMaps, 2gis, OpenStreetMap. С их помощью можно визуализировать свое местоположение, или местоположение любого другого объекта на карте. Также, в качестве одной из решаемых этими ГИС задач, является опреде-

ление и отображение на карте оптимального маршрута между двумя или несколькими точками на карте. При определении такого маршрута учитывается транспортный граф. Критерием оптимальности маршрута может выступать как его длина, так и время проезда, которое можно измерить, оценив загруженность участков этого пути.

Только две из рассмотренных ГИС позволяют оценить степень загруженности дорог – Яндекс.Карты и GoogleMaps. Также обе из них предоставляют прикладной программный интерфейс для использования в других информационных системах. Оценив инструментарий и приняв во внимание точность транспортного графа, было принято решение использовать для анализа загруженности дорог технологии Яндекс.Карт [1].

В процессе использования API Яндекс.Карт были выявлены следующие недостатки:

1. Технология позволяет получать данные о загруженности дороги, только построив по ней маршрут.

2. Технология позволяет строить мультимаршруты, однако, затруднительно применять к этим функциям алгоритмы построения, учитывающие приоритет пунктов и ограничения.

3. Технология позволяет посмотреть данные о состоянии дорог на любой день, однако, эти данные представлены в виде слоя на карте, вследствие чего получить конкретные числовые значения не представляется возможным.

Вследствие данных ограничений было принято решение о разработке системы, позволяющей получать статистические данные о загруженности дорог с помощью API Яндекс.Карт, обходя найденные недостатки. Для решения первой проблемы было реализовано однократное получение и запись всей статистической информации по интересующим маршрутам и дальнейшее к ней обращение. Вторую проблему было предложено решить реализацией собственной технологии построения маршрутов на основе API Яндекс.Карт, но с учетом реальной загруженности дорог. Третья проблема была решена получением конкретных значений параметров проезда сегментов маршрутов в определенное время определенного дня по определенному участку дороги из ранее сохраненной и обработанной информации.

При разработке системы построения прогнозов загруженности дорог использовалась технология ASP.NET MVC 4. При этом код клиентского приложения был написан на языке JavaScript с использованием фреймворка AngularJS [2] и API Яндекс.Карт. Входными данными приложения являются точки карты, между которыми API строит оптимальный маршрут (рис.1).

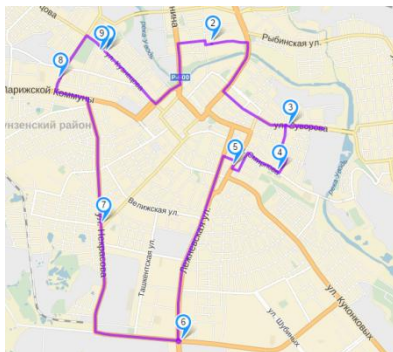


Рис. 1. Пример построения маршрута

Далее, построив маршрут, система отправляет данные о дорогах на сервер с помощью AngularJS для дальнейшей обработки и сохранения в Excel-файл.

Полученные с помощью разработанного приложения прогнозируемые данные предполагается использовать в анализе текущей ситуации на дорогах города Иваново, а также в алгоритмах поиска оптимальных маршрутов развозки грузов.

#### Библиографический список

1. **API** Яндекс.Карт [Электронный ресурс]. URL: <https://tech.yandex.ru/maps/doc> (дата обращения: 09.02.2015).
2. **Angular.js** [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.angularjs.org/api> (дата обращения: 09.02.2015).

*И.А.Халлыев, Э.Н.Гайнуллина, Д.Р.Фазуллина, студ.;*  
*рук. А.Н. Богданов, к.т.н., доцент*  
*(КГЭУ, г. Казань)*

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО ЦЕНТРОВКЕ РОТОРОВ ПАРОВЫХ ТУРБИН

Ремонт – комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий или их составных частей.

Ежегодно в республике проводится в среднем ремонт 15 паровых турбоагрегатов. Центровка роторов обязательный шаг в каждом ремонте паровых турбин. На процесс центровки уходит от 4 до 7 дней.

Центровка роторов паровой турбины состоит из отдельных центровок пар роторов: РВД-РСД, РСД-РНД, РНД-РГ, РГ-РВ.

Центровка турбины производится для определения правильного взаимного положения осей валов и плоскостей различных деталей относительно друг друга и по отношению к горизонту. Хорошая центровка турбины является непременным условием для нормальной ее работы.

В настоящее время ремонтным персоналом используются расчеты и формулы, позволяющие найти различные варианты необходимых толщин прокладок для центровки пар роторов. В большинстве случаев эти расчеты реализованы в среде Excel. Но нет единого комплекса, который мог бы использоваться в течении всего процесса центровки и обеспечить персонал всеми необходимыми расчетами. Использование программного комплекса позволит выполнить центровку за 2-3 дня. Это уменьшит время простоя парового турбоагрегата в период ремонтных работ и сократит финансовые затраты. Также программа позволит уменьшить количество действий при центровке.

Разрабатывается математическая модель центровки составных роторов турбоагрегатов ТЭС за счет перемещения вкладышей подшипников турбины. Математическая модель должна учитывать: технологические особенности различных паровых турбин, влияние перемещения каждого подшипника на центровку всей турбины, множество вариаций достижения требуемой центровки перемещением различных подшипников. На основе математической модели должен быть создан компьютерный программный комплекс «Центровка роторов». Комплекс позволит осуществлять расчет рекомендуемых толщин прокладок подшипников, симулировать влияние изменения толщин прокладок на центровку и подобрать наиболее оптимальный вариант в каждом конкретном случае, выводить на печать необходимую отчетную документацию. Использование программы сократит среднее время проведения ремонтных работ на 5%.

На основании математической модели можно будет:

- 1) рассчитывать минимально один вариант возможных толщин прокладок во всех подшипниках, позволяющий добиться необходимой центровки составного ротора;
- 2) анализировать влияние изменения толщин прокладок в каждом подшипнике на общую центровку составного ротора в целом (это позволит подобрать оптимальный вариант толщин с учетом случайных факторов);
- 3) получать значения толщин прокладок (перемещения вкладышей подшипников) для различных типов паровых турбин.

В настоящее время проведен анализ математических зависимостей, используемых при расчете толщин прокладок в подшипниках при центровке пар роторов составного ротора паровой турбины Т-100-130 ТМЗ. Проведен предварительный анализ реального процесса центровки. В результате определена технологическая последовательность выполнения работ по центровке составных роторов турбоагрегатов в период капитального ремонта. Разработана демо-версия программы, позволяющей рассчитать один вариант толщин прокладок отдельно при центровке каждой пары роторов паровой турбины Т-100-130 ТМЗ (меняя толщины в 2-х подшипниках одного ротора).

*М.В. Лапшин, Т.М. Конькова, студ.;*

*рук. А.Л. Алыкова, к.т.н.*

*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЕРВЕРНЫХ РЕШЕНИЙ В РАЗРАБОТКЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕТИ КОФЕЕН**

На сегодняшний день существует большое количество технологических решений для использования на стороне сервера, среди них ставшие уже классическими PHP, Java и Perl и более современные Ruby и Python. Эта ситуация порождает проблему выбора эффективно-го серверного решения для построения проектов.

При разработке web-приложения для крупной сети кофеен, которое включает в себя систему учета складских позиций, франчайзинг и рабочее место баристы, были сформулированы достаточно жесткие требования по отказоустойчивости и эффективности работы с базой данных. Кроме того приложение должно обеспечивать возможность легкого расширения функционала.

При выборе средств реализации кроме основных требований, предъявляемых к приложению, необходимо учитывать сам процесс написания кода, простое взаимодействие с различными базами данных, сложность установки и настройки серверов, дальнейшую поддержку приложения. В качестве кандидатов рассматривались следующие продукты: PHP, Node.JS, Platyus.JS.

Широко известный PHP очень хорош для создания небольших сайтов, порталов и интернет-магазинов. Обладает хорошей документацией. Может работать с большинством современных баз данных, решается это путем установки дополнительных модулей. Для него написаны



сотни фреймворков и систем управления контентом, не сложен в настройке и установке. Из недостатков стоит отметить скорость работы. При большом количестве одновременных подключений сервер перестает отвечать на запросы.

Node.JS появился относительно недавно и прославился своей асинхронной моделью программирования. Обладает хорошей документацией, поддерживает работу со многими реляционными базами данных и NoSQL базами данных, решается это так же с помощью установки дополнительных модулей. Обладает высокой нагрузоустойчивостью, подойдет для крупных решений. Более сложен в установке и администрировании.

Platypus.js весьма новое решение и подходит в основном только для крупных проектов и автоматизации сложных бизнес процессов, по умолчанию поддерживает работу с популярными реляционными базами данных: H2, DB2, PostgreSQL, MySQL, MSSQL, Oracle и др. Имеет собственную среду разработки Platypus Designer, в которой удобно проектировать архитектуру БД и создавать SQL запросы. Так же имеется удобный редактор форм, а конечный продукт может являться как кроссплатформенным Desktop приложением, так и web приложением. Из минусов плохая документация, сложность в настройке и установке, неизвестность данного продукта.

Для сравнения был разработан синтетический тест представленных продуктов. Для тестирования создано одностраничное приложение, которое взаимодействует с базой данных MySQL, посылая 2 запроса на добавление и удаление записи в базе данных. Было симулировано подключение 1000 пользователей, причем каждый пользователь производил 20 запросов к странице. Тестирование проводилось с помощью программы Apache JMeter. Результаты теста представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты тестирования

Серверное решение	Не обработано (запр.)	Пропускная способность запр./мин)
Node.JS v 0.12	718	5920
Platypus.JS 3.0	811	5712
PHP 5.5	937	4521

По окончании тестирования Node.JS и Platypus.JS имели заметное преимущество перед PHP. Но их собственные результаты не содержали больших отличий. Следовательно, необходимо было учесть и оценить прочие параметры кандидатов-лидеров. Критерии и результаты оценки приведены в таблице 2.

Таблица 2. Оценка параметров

Оценивается простота:	Node.JS v 0.12	Platypus.JS 3.0
Написания кода	-	+
Взаимодействия с различными базами данных	+	+
Установки и настройки серверов	-	-
Дальнейшей поддержки приложения	+	+
Среды для разработки	-	+
Автоматизации сложных бизнес процессов	-	+
Документации	+	-

Учитывая наглядные данные таблицы 2, выбор серверного решения заметно склоняется в сторону Platypus.JS, благодаря его дополнительным преимуществам.

Таким образом, рассмотрев кандидатов со всех возможных сторон, было принято решение о написании проекта на Platypus.JS, как наиболее удобной и выгодной платформы.

#### Библиографический список:

1. Простой нагрузочный тест с Apache JMeter. <http://habrahabr.ru/post/84190/>
2. Platypus.js 3.0. <http://platypus-platform.org/>

*М.А. Лобанов, студ.;*  
*рук. А.Л. Алыкова, к.т.н., доцент*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ТОПОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Одной из важных задач, которые приходится решать при проектировании сложных технических систем, является оценка надежности.

Для расчета показателей надежности существует несколько методов, один из которых – топологический [1]. Однако данный метод был усовершенствован для случаев, когда функционирование технической системы описывается многосвязным графом [2], предлагаемый алгоритм реализует его модифицированный вариант.

Финальные вероятности нахождения системы в каждом из состояний могут быть рассчитаны по следующей формуле [1]:

$$P^{(i)} = \frac{B_{mi}}{\sum_{i=1}^n B_{mi}} ,$$

где  $n$  – число узлов графа,  $B_{mi}$  – произведение интенсивностей переходов из всех крайних свободных узлов в узел, соответствующий  $i$ -му состоянию системы при перемещении в направлении стрелок.

Для графов типа «дерево»  $B_{mi}$  определяются однозначно для каждого узла, а в случае с многосвязным графом возможны варианты. Для выбора единственного пути из множества вариантов предложено правило, согласно которому следует отдавать предпочтение тому пути, в котором первое ребро по направлению имеет больший коэффициент [2].

Для упрощения реализации поиск осуществляется не от всех вершин к конечной, как в исходном правиле, а от конечной ко всем остальным, двигаясь против направления стрелок.

Для составления соответствующих правилу путей был разработан следующий алгоритм:

1. Добавляем в очередь вершину, до которой хотим найти путь от всех остальных вершин.
2. Берем первую вершину в очереди (обозначим ее  $V$ ).
3. Ищем первую вершину, от которой существует дуга в вершину  $V$  (обозначим ее  $G$ ).
4. Если вершина  $G$  еще не встречалась в пути в вершину  $V$  (цикл не образуется), и вес ребра  $(V,G) > \text{weight}[G]$ , то  $\text{weight}[G] = \text{вес ребра } (V,G)$  и  $P[G] = V$ .
5. Если мы пришли в эту вершину в первый раз, то добавляем вершину в очередь.
6. Повторяем пункты с 3-5 для всех смежных вершин.
7. Повторяем пункты 2-6, пока в очереди есть хотя бы одна вершина.

Здесь  $P[G]$  – номер вершины, из которой пришли в вершину  $G$ ;  $\text{weight}[G]$  – коэффициент ребра, по которому пришли в вершину.

С увеличением количества вершин произведение интенсивностей может возрастать до значений, превышающих разрядную сетку стандартных типов данных, что может привести к неверным результатам. Для решения данной проблемы была реализована длинная арифметика для дробных чисел.

Для удобства проектирования графов и последующих расчетов была разработана программная оболочка (рис.1), которая позволяет создавать и редактировать различные графы.

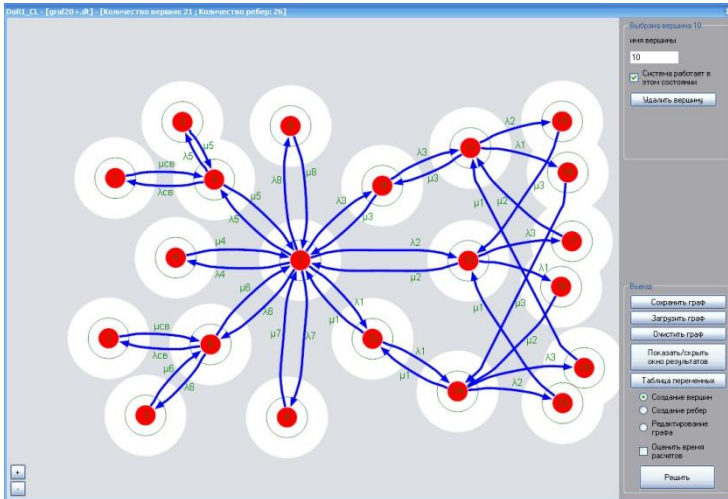


Рис.1. Скриншот программы

Также программа позволяет рассчитать показатели надежности двумя методами: методом Маркова и топологическим методом, оценить погрешность расчета и время, затраченное на выполнение расчетов.

#### Библиографический список

1. Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надежности. – 2-е изд., перераб. и доп./ – СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 704с.
2. Чекан Г.В. Развитие топологического метода для комплексного подхода к определению показателей надежности технических систем // Вестник ИГЭУ / Ивановский государственный энергетический университет. – Иваново.–2014.–Вып. 5. –С. 51-57.

*М.А. Миронов, студ.;*  
*рук. В.М. Кокин, к.т.н., доцент*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ IOS

Для тестирования приложений под iOS компания Apple предоставляет фреймворк UI Automation, входящий в состав среды XCode. К сожалению, данный фреймворк имеет ряд ограничений и недостатков, а именно:

- не позволяет ожидать появления и исчезновения элементов на экране, что важно при тестировании приложений, загружающих данные из Интернета;
- не позволяет управлять данными на устройстве или симуляторе, например, управлять данными о контактах;
- не позволяет эффективно обрабатывать разные типы устройств (так, для iPhone и для iPad в ряде случаев приходится писать разный программный код).

Поэтому возникла необходимость написать обёртку для данного фреймворка, которая расширяла бы его возможности.

Фреймворк состоит из четырёх основных компонентов: Simulator tool, Extensions library, Fixture server, Runner.

Simulator tool представляет собой набор скриптов, предназначенных для управления симулятором iOS. Он позволяет перед запуском тестов установить различные параметры, такие как язык операционной системы эмулятора, региональные параметры, приложения из файловой системы компьютера, на котором запущен симулятор, список контактов в памяти симулятора, файлы в файловой системе и другое. В этот набор скриптов, помимо прочего, входят функции, позволяющие управлять контактами.

Список контактов хранится в памяти эмулятора в базе данных AVContacts. В ней находятся несколько таблиц, из которых интерес, в первую очередь, представляют таблицы AVPerson (содержит базовую информацию о контакте, такую как имя, должность, заметки) и AVMultiValue (содержит расширенную информацию о контакте, такую как номер телефона, адрес электронной почты и прочее). Скрипт принимает на вход данные о контактах, генерирует запросы к базе данных и заполняет её необходимыми значениями. Таким образом, перед запуском тестов пользователь может заполнить контакты предопределёнными записями, что может быть полезно при разработке тестов.

Extensions library – это набор классов и методов, расширяющих стандартные возможности языка AppleScript, входящего в состав UI Automation. Основные расширяющие классы:

- Device – позволяет получить информацию об устройстве, на котором запущен тест;
- Keyboard – позволяет получить информацию о клавиатуре и настроить параметры ввода;
- Alert – позволяет управлять всплывающими окнами (alerts) в приложении;
- Toast – позволяет обрабатывать всплывающие уведомления.

Представленные в этом модуле классы расширяют возможности фреймворка за счет дополнительных методов. Были дописаны методы во многие из представленных в этом модуле классов. Так, в класс `Keyboard` была добавлена поддержка автоматической отмены автокоррекции (подразумевается, что тест вводит в поля ввода именно те данные, которые в нём указаны). В класс `Device` была добавлена возможность из теста установить текущие географические координаты устройства. Также добавлены другие, менее значимые возможности.

`Fixture server` это сервер, позволяющий записывать ответы от сервера, а затем воспроизводить их. Может быть полезным по трём причинам:

- во-первых, позволяет не зависеть от доступности сервера;
- во-вторых, уменьшает задержку на сетевое взаимодействие;
- в-третьих, позволяет не зависеть от состояния сервера при запусках тестов.

Сервер является прокси-сервером: приложение обращается к нему, а сервер транслирует запросы на реальный сервер приложения. К сожалению, на текущий момент поддерживаются лишь HTTP-запросы, так как расшифровка HTTPS-трафика требует подмены сертификата.

`Runner` запускает тесты и записывает результаты. Также читает и распознаёт тесты, являющиеся XML-файлами, и находит соответствия действий (actions) в них и методов классов фреймворка.

В результате разработанной обертки данный фреймворк, во-первых, позволяет более быстро писать тесты, так как многие типовые функции уже реализованы; во-вторых, позволяет тестировщику после того, как действия уже описаны программистом, комбинировать их для составления новых тестов (XML-файлов).

#### Библиографический список

1. **UI Automation Reference** – <https://developer.apple.com/library/ios/documentation/DeveloperTools/Reference/UIAutomationRef/UIAutomationRef.pdf>
2. **Спецификация языка Java** – <http://docs.oracle.com/javase/specs/>

*Р.Ф. Галиева, студ.;  
рук. И.К. Будникова, к.т.н., доцент  
(КГЭУ, г. Казань)*

## **ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ**

Электрическая сеть представляет собой комплекс устройств электроустановок, которые предназначены для передачи и распределения электрической энергии. Современные электрические сети по своей структуре, организации эксплуатации и принципам управления относятся к сложным техническим комплексам (системам) [1,2]. При принятии решений на управление такой системой важными являются оценки качества её функционирования и способности выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения.

Для большинства районов Республики Татарстан, в том числе для Муслумовского района, характерным является наличие электрических сетей (ЭС), в которых используются изношенное оборудование.

Целью данной исследовательской работы является моделирование надежности электрических сетей и определение количественных показателей их надежности в реальных условиях для принятия решений, направленных на повышение эффективности эксплуатации Муслумовских районных электрических сетей (МРЭС).

Для реализации поставленной цели в ходе исследовательской работы была разработана программа для ЭВМ, которая позволяет моделировать разные режимы функционирования ЭС и рассчитывать для них фактические значения количественных показателей надежности, такие как аварийные коэффициенты простоя, частота кратковременных отключений и т.д. Эти показатели необходимы для оценки ущерба в результате нарушений работы энергосистемы.

Объектом исследования являются подстанции Муслумовских электрических сетей, на которых была протестирована разработанная программа. В качестве исходных материалов были использованы схемы подстанций МРЭС, при обработке которых использовалась программа для создания электрических схем «sPlan».

### **Библиографический список**

1. **Половко А.М., Гуров С.В.** Основы теории надёжности. СПб.:БХВ-Петербург, 2008.
2. **Гук Ю.Г.** Теория надёжности в электроэнергетике. Л.:Энергоатомиздат. Ленинград. Отд-ние, 1990

*К.Ю. Поспелов, студ.;  
рук. А.Б. Гадалов, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## СОЗДАНИЕ СИМУЛЯТОРА РАБОТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ НА КАНАЛЬНОМ УРОВНЕ МОДЕЛИ OSI

Одной из важных проблем, возникающих как перед начинающими, так и уже достаточно опытными сетевыми инженерами и администраторами, является понимание принципов работы компьютерных сетей на нижних уровнях модели OSI. Только поняв правила и принципы взаимодействия сетевых устройств на канальном уровне можно правильно спроектировать схему сети и приобрести необходимое оборудование. Разработанное приложение (рис. 1) предназначено для моделирования работы сетей второго уровня модели OSI и основных ее узлов: коммутаторов и конечных устройств – компьютеров, серверов и т.п.

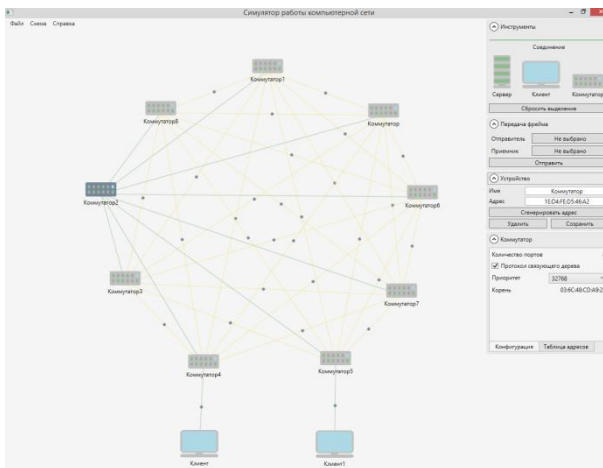


Рис. 1. Окно программы

Основным используемым в локальных вычислительных сетях устройством является коммутатор. Он, в отличие от сетевого концентратора, не ретранслирует входящий сигнал на все подключенные интерфейсы, а по возможности использует только порт, к которому подключено устройство-приемник кадр данных. Это реализовано с помощью таблицы коммутации.



При наличии избыточных связей между коммутаторами может возникнуть так называемый «широковещательный шторм»: ситуация, когда коммутаторы непрерывно дублируют один и тот же кадр данных, что в конце концов парализует работу всей сети. Для решения этой проблемы был создан протокол STP (spanning tree protocol, протокол связующего дерева) [1].

В программе моделируется процесс выбора корневого коммутатора, а также блокирования соединений, образующих циклы. Коммутаторы обмениваются друг с другом информацией посредством периодической отправки BPDU-пакетов (Bridge Packet Data Unit) [2]. Кроме того, используются BPDU-пакеты для уведомления об изменении топологии сети и подтверждения принятия сообщения об изменении соответственно.

Приложение использует средства Windows Presentation Foundation, что позволяет задействовать мощности видеокарты при выводе информации на экран [3]. Приложение позволяет строить произвольную схему сети из коммутаторов и конечных устройств, определять параметры коммутаторов, а также скорости каждого соединения, влияющие на выбор используемых и заблокированных соединений. Также поддерживается работа с файлами схем и ручная и автоматическая генерация MAC-адресов сетевых устройств.

Симулятор может быть использован для наглядного представления основ работы компьютерных сетей на канальном уровне и функционирования STP-протокола в частности. Возможно моделирование конкретных состояний компьютерной сети, например, широковещательного шторма. Разработанное приложения позволяет просматривать содержимое таблиц коммутации любого коммутатора в произвольный момент времени, показывать путь движения фрейма данных от одного конечного устройства к другому. В качестве дальнейшего развития предполагается реализация некоторых из популярных разновидностей STP-протокола [1] и проведение сравнительного анализа работы базового протокола STP и его версий для различных конфигураций компьютерных сетей.

#### Библиографический список

1. **STP** [Электронный ресурс]. URL: <http://xgu.ru/wiki/STP> (дата обращения: 04.02.2015).
2. **Understanding Spanning-Tree Protocol Topology Changes** [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/lan-switching/spanning-tree-protocol/12013-17.html> (дата обращения: 04.02.2015).
3. **MacDonald M.** Pro WPF 4.5 in C#. Windows Presentation Foundation in .NET 4.5 – 4th Edition. – Apress, 2012.

*Д.Е. Ромашов, студ.;  
рук. В.М. Кокин, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ШАХМАТНОГО РОБОТА**

Компьютерное зрение – это теория и технология создания машин, которые могут обнаруживать, следить и классифицировать объекты по их внешнему виду. Технология включает большой набор алгоритмов позволяющих обрабатывать неподвижные изображения, изображения в инфракрасном свете, видеозаписи и т.п.

Целью данной технологии является построение модели из визуального представления объекта, уменьшая огромный поток видеоданных до регионов, контуров и свойств объекта. С этим представлением данных гораздо легче манипулировать. В дальнейшем эти данные можно использовать для нахождения объектов и слежения за ними в таких задачах как распознавание лиц, оценка позиции объекта, анализ текстур или устранение частей изображения. В дальнейшем преобразованные входные данные можно использовать для получения так называемой дополненной реальности.

Для реализации проекта шахматного робота была использована библиотека Open CV. Роль доски выполняет кусок расчерченного в клетки оргстекла, на котором стоят фигуры. Под оргстеклом зафиксирована камера, которая снимает позицию фигур на стекле.

Open CV (Open Computer Vision) – это библиотека с открытым исходным кодом для обработки изображений и реализации компьютерного зрения. Реализована и оптимизирована на C/C++, что дает возможность использовать вместе с ней параллельный подход к программированию. Библиотека содержит алгоритмы для обработки, реконструкции и очистки изображений, распознавания образов, захвата видео, слежения за объектами, калибровки камер и др.

Open CV использует IplImage структуру для обработки и хранения изображений. По сути это объект CvMat, но с некоторыми дополнениями, внесёнными для того чтобы матрица интерпретировалась как изображение. Изначально эта структура была частью библиотеки обработки изображений(IPL) Intel.

После считывания изображения с камеры данные необходимо откалибровать. Это делается ввиду того, что линза в камере не тонкая и

поэтому вносит искажение в изображение. Данный вид искажения является радиальным. Он учитывается следующим образом:

$$v_{corrected} = v(1 + k_1 * r^2 + k_2 * r^4)$$

$$u_{corrected} = u(1 + k_1 * r^2 + k_2 * r^4)$$

Здесь  $r$  – расстояние от точки пересечения главной оптической осью матрицы до точки проекции;  $k_1, k_2$  – коэффициенты радиального искажения. Кроме радиального искажения существует еще и тангенциальное. Оно возникает из-за того, что плоскость матрицы не перпендикулярна главной оптической оси. Open CV определяет и коэффициенты тангенциального искажения.

Сам принцип калибровки прост – мы наблюдаем несколько изображений шахматной доски, распознаём её углы. И зная, как в действительности расположены углы шахматной доски, численно подбираем параметры камеры. Open CV имеет набор встроенных средств для поддержки такой модели калибровки.

Дальнейший этап – распознавание контуров фигур. В Open CV для распознавания образов используются признаки Хаара. Каскады из признаков обычно упоминаются как база для построения систем выделения сложных объектов, таких как лица, руки, или другие предметы. Сам по себе каскад Хаара – это набор примитивов, для которых считается их свёртка с изображением. Используются самые простые примитивы, состоящие из прямоугольников и имеющие всего два уровня, +1 и -1. При этом каждый прямоугольник используется несколько раз разного размера. Под свёрткой тут подразумевается

$$s = x - y,$$

где  $y$  — сумма элементов изображения в тёмной области, а  $x$  — сумма элементов изображения в светлой области. Свёртки примитивов Хаара позволяют вычислить контуры объектов и определить цвет низа шахматных фигур. По цвету определяется вид фигуры. После этого данные о расстановке фигур передаются в шахматный движок, отображающий расположение фигур на шахматной доске.

#### Библиографический список

1. **Danton Chin, Claus Höfele, Ben Kazez.** More iPhone Cool Projects, 2010, 452 pages.
2. **Adrian Kaehler, Gary Bradski.** Learning OpenCV. Computer Vision in C++ with the OpenCV Library, 2013, 575 pages

**Ж. Сайлауқызы, магистр техники и технологии,  
И.Г. Лимарева, ст. преподаватель  
(КарГТУ, Казахстан г. Караганда)**

## **БИОМЕТРИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НА ОСНОВЕ СТАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ В МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

Современную систему удостоверения личности невозможно представить без программного обеспечения обработки биометрической информации, позволяющего автоматически удостоверять личность по его физиологическим или поведенческим характеристикам. Учреждения здравоохранения во всем мире активизируют использование биометрических технологий. Роста интереса к достижениям биометрии понятен: любая больница, госпиталь, поликлиника должны работать с безукоризненной точностью и надежностью, и эти требования реализуют средства биометрической идентификации. Биометрическая идентификация пациентов оптимизирует процесс лечения и практически исключает вероятность возникновения ошибок; применение биометрических средств для доступа к медицинским системам служит надежной защите обрабатываемой информации (в т.ч. персональных данных пациентов) и освобождает персонал от непродуктивной и трудоемкой работы по постоянному вводу логинов и паролей.

Идентификация личности по отпечатку пальца является самой удачной биометрической технологией благодаря простоте использования, удобству и надежности. Вероятность ошибки при идентификации пользователя по отпечаткам пальцев намного меньше в сравнении с другими биометрическими методами.

Для получения изображения отпечатка пальцев был выбран метод сканирования, а для достижения наилучшего результата сравнения был выбран алгоритм сравнения отпечатков пальцев - сравнение по особым точкам. При реализации алгоритма сравнения отпечатков по особым точкам из отпечатка извлекаются детали, характеризующие уникальность данного отпечатка.

Координаты обнаруженных деталей и их углы ориентации записываются в вектор:  $W(p)=[(x_1, y_1, Q_1), (x_2, y_2, Q_2)...(x_p, y_p, Q_p)]$ , где  $p$  — число деталей. При регистрации пользователей этот вектор считается эталоном и записывается в базу данных. При распознавании вектор определяет текущий отпечаток.

В рамках данной работы для получения изображений отпечатков пальцев использовалось программное обеспечение BioLink

BSDK Explorer с оптическим сканером отпечатков пальцев BioLink U-Match.

Технический раздел и описание технологии. Платформа BioID предоставляет широкие возможности биометрических технологий в распоряжение компаний и предприятий, оптимизирующих бизнес-процессы и ориентированных на эффективное обслуживание своих заказчиков, клиентов, покупателей, посетителей.

Алгоритм действия BioID: 1. Внесение данных о пользователях: ФИО (при необходимости), цифровая фотография (могут применяться любые цифровые камеры и аппараты), биометрические идентификаторы, контактные сведения, любая другая дополнительная информация. Конкретный состав и объем данных о пользователях определяются в процессе эксплуатации платформы; 2. Регистрация очередного посещения пользователя. Осуществляется по результатам биометрической идентификации (сканирования отпечатка пальца). Сопровождается выводом информации на экран монитора: фотографии пользователя, его ФИО, других сведений, внесенных на первом этапе. Результаты регистрации автоматически заносятся также в отчеты; 3. Анализ отчетов и/или трансляция данных о регистрации посещения в другие информационные системы (например, оповещение лечащего врача о приходе пациента и т.п.).

Клиент-серверная архитектура. Компоненты BioID. В платформе BioID реализованы клиент-серверные технологии: эффективные, отказоустойчивые, масштабируемые. Сведения о пользователях хранятся в базе данных, количество пользователей не ограничено. Для управления базой данных применяется Microsoft SQL Server. Запросы к базе данных, поступающие от клиентских приложений, обрабатываются специализированным биометрическим сервером — BioLink Server.

#### Библиографический список

1. **Брюхомицкий Ю.А.**, М.Н. Казарин Тестирование биометрических систем контроля доступа Россия, г. Таганрог, ТРТУ.
2. **Брюхомицкий Ю.А.**, Казарин М.Н. «Исследование биометрических систем динамической аутентификации пользователей ПК по рукописному и клавиатурному почеркам» -Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. 38с.
3. **В. Соколов**, М. Попов. Оценка обеспечения эффективности функционирования биометрического контроля в СКУД Системы безопасности №5, 2006.
4. <http://www.biolink.ru/products/software/bioid/>

*Д.С. Сенин, студ.;  
рук. Л.Н. Булатов, к.т.н., ст. преподаватель  
ИГЭУ, г. Иваново*

## **РАЗРАБОТКА ЕДИНОЙ КОРПОРАТИВНОЙ БАЗЫ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ**

Учебный план — перечень учебных дисциплин с указанием объема их изучения, в том числе объема аудиторных занятий, с разбивкой по учебным периодам, с указанием видов аттестации и сроков её проведения. Очевидно, что данный документ является не только фундаментом организации учебной деятельности, но и одним из основных источников для анализа деятельности ВУЗа и его подразделений. Учебный план используется при формировании кафедральной нагрузки, которая, в свою очередь, является источником нагрузки на отдельных преподавателей. Таким образом, учебный план является базой основного производственного процесса ВУЗа. Основным препятствием для использования информации из учебных планов в качестве средства для поддержки принятия решений в ИГЭУ является отсутствие единой базы учебных планов.

В ИГЭУ существует несколько автоматизированных систем, с помощью которых решается задача управления учебной деятельностью («АРМ Декана», «Контингент»). Задача организации взаимодействия этих систем осложняется тем, что в их основе лежат разные платформы разработки («MS Access», «1с Предприятие 8»). Поэтому для развития единой корпоративной информационной системы актуальной является задача объединения их функций в рамках одной системы. Одним из шагов в этом направлении стало создание единой базы учебных планов. Ее разработка ведется на платформе «1с Предприятие» версии 8.2, в режиме совместимости с версией 8.1, на базе уже существующей программы «Контингент», которая разработана в ИГЭУ. Выбор платформы «1С Предприятие» обусловлен тем, что в ИГЭУ уже функционирует ряд автоматизированных систем, созданных на этой платформе. Эти системы активно взаимодействуют друг с другом, образуя единое информационное пространство.

Для создания базы учебных планов система «Контингент» была дополнена следующими объектами: справочник «Учебный план», с табличными частями «График учебного процесса» и «План учебного процесса»; справочники «Виды занятости» и «Работы и нормы». Некоторые необходимые компоненты уже присутствовали в конфигурации: справочники «Кафедры», «ООПВУЗ», «Профили», «Дисциплины», «Курс».

Источником информации для системы является программа для формирования учебных планов Gos Insp, разработанная в городе Шахты и используемая в ВУЗе. Данная программа позволяет экспортировать учебные планы в формате Microsoft excel/xml. Выгруженные планы можно загрузить базу с использованием разработанной обработки «Загрузка учебных планов».

В ходе загрузки учебных планов были выявлены ошибки, возникшие по нескольким причинам. Во-первых, в ИГЭУ используются различные версии программы Gos Insp, которые предоставляют различные возможности составления учебных планов. Во-вторых, некоторые учебные планы были заполнены не корректно. К ошибкам не корректного составления можно отнести отсутствие формы контроля для семестров, в которых дисциплина читается (при этом часы на контроль были выделены), а так же разный стиль заполнения одинаковых полей или блоков данных. Загрузчик позволяет не только создать и поддерживать актуальность корпоративной базы учебных планов, но и проверить корректность их составления, что является не маловажным достижением, ведь что учебный план – это фундамент учебной деятельности ВУЗа.

В перспективе, на основе загруженных учебных планов планируется развивать систему повышения эффективности организации учебного процесса ВУЗа и продолжить наращивать функционал корпоративной информационной системы. Более того, загруженные планы можно использовать для комплексной аналитической обработки данных как самостоятельно, так и в связке с данными, полученными из других систем («Контингент», «Нагрузка»). Для этого планируется активно использовать механизм «Система компоновки данных», встроенный в платформу «1С Предприятие 8» и предоставляющий широкие возможности многомерного анализа данных.

#### **Библиографический список**

1. **Радченко М. Г.** 1С:Предприятие 8.2. Практическое пособие разработчика. Приемы и типовые приемы. М.: ООО «1С-Публишинг», 2009.

*А.А. Сибрин, асп.;*  
*рук. С.В. Косяков, д.т.н., профессор*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПОДХОДОВ КЭШИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ПЛАТФОРМЕ ASP.NET**

Разработка крупных информационных систем всегда связана с большими нагрузками. Разработчики используют самые новые и самые быстрые технологии для ускорения загрузки данных.

Как известно, кэширование данных ускоряет загрузку всей системы. Например, возьмём сайт. Мы можем кэшировать статическую информацию из баз данных, кэшировать отдельные части страниц, можем кэшировать картинки, таблицы стилей и различные скрипты. Всё это известные способы «быстрого» кэширования. Они снижают нагрузку на сервер и на сервер базы данных.

При разработке сервисов и сайтов на платформе ASP.NET используются различные кэширование массивов данных. В данной работе будет исследована эффективность применения нескольких способов кэширования:

- Кэширование соединений с базой данных
- Кэширование контекстов пакета Entity Framework
- Кэширование части страницы, целой страницы.

Необходимо разработать модель классов, которая позволит быстро включать и отключать кэширование, что позволит протестировать эффективность его использования.

Работа нацелена на уменьшение скорости загрузки страниц, а также скорости загрузки объектов из базы данных.

Необходимо исследовать следующие показатели:

- Время загрузки страницы с кэшированием и без
- Время загрузки объектов из базы данных

Для исследования был разработан простой сайт на платформе Asp.NET, который позволяет работать с классификацией адресов России (КЛАДР). База данных содержит 2 таблицы: Address и AddressType (Рис. 1).



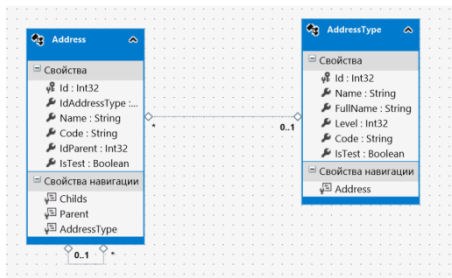


Рис. 1. Модель БД

Для нагрузочного тестирования была создана страница, которая содержит все значения из таблицы Address. Количество записей в таблице 32000.

Исследование показало следующие результаты (Таблица 1).

Таблица 1. Результаты тестирования

Без кэширования, с	Кэширование соединения, с	Кэширование контекста, с	Кэширование страницы, с	Кэширование соединения и контекста, с
32,2	29,7	12,3	1,7	9,9

Из результатов видно, что наибольшую эффективность показало кэширование страницы. При кэшировании страницы система не обращается к БД за данными, а отдаёт клиенту уже сформированную HTML страницу. Этот вид оптимизации не всегда применим, если данные часто меняются, что кэшировать страницу не имеет смысла. В этом случае следует использовать кэширование соединения и контекста Entity Framework. Таким образом, мы избавим нашу систему от лишних соединений с БД и уменьшим нагрузку на сервер.

#### Библиографический список

1. Интернет-ресурс <http://www.asp.net/>
2. Интернет-ресурс <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/data/ef.aspx>
3. «Энергия-2014»: материалы конференции, 2014. – 250 с

*М.М. Торцев, студ.;  
рук. В.М. Кокин, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА РАБОТУ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА С АНАЛИЗОМ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЛИЦА ЧЕЛОВЕКА**

В настоящее время всё более широкое распространение получают биометрические системы идентификации человека. Такие системы актуальны для больших и малых коммерческих предприятий.

Целью данной работы является проведение экспериментов по созданию системы контроля доступа на основе анализа изображения лица человека.

Задачи данного исследования состоят в следующем: 1) описать работу системы контроля доступа; 2) создать нейронную сеть с возможностью обучения; 3) оценить эффективность распознавания.

Как же работает система? Над дверью располагается фото- или видеокамера, которая фиксирует человека на входе. На фотоснимке находится область расположения лица, далее происходит распознавание этого лица

Рассматриваемый в статье подход состоит в использовании нейронной сети с учителем. Обучается сеть алгоритмом обратного распространения ошибки.

Нейронная сеть имеет три слоя: рецепторный, ассоциативный и эффекторный. На выходе эффекторного слоя формируются нейроны, присущие каждому классу, определяющему человека, включенного в базу данных.

Для поиска области лица был использован алгоритм Виолы-Джонса. Данный метод является одним из лучших по соотношению показателей «эффективность распознавания»/«скорость работы». Также этот алгоритм обладает крайне низкой вероятностью ложного обнаружения лица [1].

По результатам экспериментов, было решено применить алгоритм сжатия фотографии лица до  $100 \times 100$  пикселей. Затем полученная фотография подвергается алгоритму преобразования изображения в черно-белое. На вход нейронной сети подаётся нормированная матрица пикселей фотографии лица

Для обучения нейронной сети было выбрано пятнадцать фотографий пяти человек размером  $100 \times 100$  пикселей снятых с разных ракур-

сов и с разной мимикой лица. (Оперативная память компьютера, на котором проводятся эксперименты, 2Гб, частота процессора 2,6 ГГц.)

Далее приведу в таблице результаты экспериментов:

Таблица 1. Результаты экспериментов

Количество итераций	Время обучения	Количество выходов в ассоциативном слое	Распознавание по фото, вошедшим в обучающую выборку	Распознавание по фото, не вошедшим в обучающую выборку
1000	36 минут	1000	6 из 10 распознал	Не распознал
10000	7 часов	1000	Все попытки удачные	Все попытки удачные
1000	47 минут	6000	7 из 10 распознал	Не распознал
10000	8 часов 49 минут	6000	10 из 10 распознал	Распознал
1000	2 часа	9500	3 из 10 распознал	Не распознал
10000	Более 9 часов	9500	5 из 10 распознал	Не распознал

По результатам исследования можно сделать вывод, что для каждой нейронной сети с разной обучающей выборкой будут оптимальными свои определённые параметры. В каждой системе контроля доступа нейронная сеть будет уникальной. А основными параметрами, отвечающими за исход распознавания нейронной сети, являются количество итераций обучения, размер матрицы фотографии лица и количество выходов в ассоциативном слое нейронной сети.

#### Библиографический список

1. **Рогозин О.В.**, Кладов С.А. Сравнительный анализ алгоритмов распознавания лиц в задаче визуальной идентификации. М., 2009
2. **Ясинский И.Ф.** О совершенствовании процесса обучения нейронной сети при помощи заранее обученных фрагментов //Вестник ИГЭУ. 2012. Вып.5
3. **Друки А.А.** Система поиска, выделения и распознавания лиц на изображениях. Томск, 2010
4. **Метод Виолы-Джонса (Viola-Jones)** как основа для распознавания лиц [Электронный ресурс]. URL: <http://habrahabr.ru/post/133826/>
5. **Брилюк Д.В.**, Старовойтов В.В. Распознавание человека по изображению лица нейросетевыми методами. – Минск, 2002. – 54 с. (Препринт / Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси; № 2)

*А.П. Федорова, студ.;  
рук. И.А. Левенец, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **МЕТОД ИНТЕГРАЦИИ ПРИЛОЖЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ШКОЛЫ**

Одной из наиболее важных задач, стоящих перед российской системой образования, является обеспечение доступности и качества образовательного процесса. Данная цель не может быть достигнута без широкого внедрения современных информационных технологий в образовании. Необходимо создавать автоматизированные системы управления школой. Такой системой можно считать «Электронную школу». Решение информационной системы «Электронная школа» реализовано в виде двух приложений – «Электронный классный журнал» и «Школьное расписание», которые имеют удобный и интуитивно понятный интерфейс. Сочетая ведение электронного журнала и дневника учащегося, система создает универсальное информационно-образовательное пространство, которое объединяет учебное заведение и учащихся, обеспечивает интерактивное взаимодействие с родителями.

Главной задачей является обеспечение взаимодействия между этими системами. Поэтому научно-исследовательская работа посвящена созданию средства интеграции приложений в единую информационную систему.

Появление концепции сервис-ориентированной архитектуры (service-oriented architecture, SOA) стало закономерным шагом на пути поиска решения одной из самых насущных и сложных проблем ИТ-индустрии - проблемы интеграции приложений. Сервис-ориентированная архитектура – модульный подход к разработке программного обеспечения, основанный на использовании распределенных, слабо связанных заменяемых компонентов, оснащенных стандартизированными интерфейсами для взаимодействия по стандартизированным протоколам [1]. К примеру, сервисы, написанные на C#, работающие на платформах .NET (в нашем случае информационная система «Электронный классный журнал»), и сервисы на Java, работающие на платформах Java EE («Школьное расписание»), могут быть с одинаковым успехом вызваны общим составным приложением.

Интерфейс программирования приложений (англ. application programming interface, API) – набор готовых классов, процедур, функций, структур и констант, предоставляемых приложением (библиотекой, сервисом) для использования во внешних программных продуктах.

REST – метод взаимодействия компонентов распределенного приложения в сети Интернет, при котором вызов удаленной процедуры представляет собой обычный HTTP-запрос, а необходимые данные передаются в качестве параметров запроса [2]. Для запросов к серверу и ответов от него будет использоваться JSON формат данных за его простоту и нативную поддержку в PHP и Android. В ходе разработки также было принято решение, что запросы можно будет отсылать как через GET, так и через POST запросы. Такое решение позволило проводить тестирование API через GET запросы в любом доступном браузере. Внешний вид запросов решено было сделать таким (используя REST подход):

```
http://[адрес сервера]:[порт]/[путь к папке  
api]/my_api.php?function=[название_метода]&[параметры] = [значение  
параметров]
```

Весь механизм выглядит следующим образом. Мы делаем запрос на сервер – к примеру

```
http://192.168.0.19:8888/timetable/my_api.php?function=getsubjects&  
term_id=1
```

На серверной стороне файл my\_api.php производит парсинг переданных параметров (term\_id). После чего выполняется запрос к базе данных – получить информацию по предметам класса с id, равным 1. В итоге возвращается вся требуемая информация в виде массива, который потом трансформируется в JSON:

```
{"sub-  
jects":[{"subject_id":"1","subject_name":"Математика","subject_color":"1  
","term_id":"1","teacher_id":"1"}, {"subject_id":"2","subject_name":"Русск  
ий язык","subject_color":"2","term_id":"1","teacher_id":"2"}]}
```

На основе этого можно разработать простое API для получения различной информации: предметов в классе, списка учителей, учебных занятий по предмету в классе и т.п. Данное средство позволило связать приложение под Android с веб-сервером, на котором расположена база данных. По такому же принципу интегрируется и информационная система «Электронный классный журнал».

Дополняя API, можно построить распределенное приложение «Электронная школа» с сервис-ориентированной архитектурой, компоненты которого взаимодействуют с веб-сервером.

#### Библиографический список

1. **Сервис-ориентированная** архитектура. Режим доступа: <http://www.finesoft.ru/soa>.
2. **Статья** Wiki «REST». Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/REST>.

*В.Д. Филимонова, студ.;  
рук. В.М. Кокин, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СЕГМЕНТАЦИИ БИНАРНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ**

Сегментация – процесс разделения цифрового изображения на сегменты с целью упрощения или изменения его представления. На практике она применяется для выделения объектов на спутниковых снимках, для обнаружения патологий на медицинских изображениях, для распознавания лиц и т.д.[1] Пусть мы распознаем буквы некоторого алфавита с помощью нейронной сети. И пусть мы имеем бинарное изображение, содержащее неизвестное количество букв. Задача – выделить эти буквы для последующего распознавания сетью.

Существует два известных метода: рекурсивный (метод исчерпывающего поиска) и итеративный (алгоритм последовательного сканирования). Недостатком обоих методов является медленная работа и большие затраты памяти [2]. Чтобы уменьшить количество черных пикселей, можно предварительно обработать изображение, выделив контуры. Но потребуются двойной обход пикселей, что тоже не эффективно. В случае если исходное изображение содержит 1920x1200 пикселей и более, некоторые методы и вовсе бесполезны. Поэтому задача сводится к тому, чтобы разбить два с лишним миллиона пикселей на связанные области за наименьшее время.

Предлагается алгоритм сегментации, который условно можно разбить на несколько процедур. Процедура «обхода» заключается в поиске самых «верхних» и самых «левых» черных пикселей. Найденные пиксели объединяются в связанные области и проверяются процедурой «проверки» на принадлежность сразу к нескольким областям. Процедура «поиска границ» ищет левую верхнюю и нижнюю правую точки в рамках одной области, что позволяет отказаться от хранения всех точек. После первого обхода, из сформированных областей выбирается самая ближняя к пикселю с координатами (0,0). Эту область считаем полноценным сегментом.

Пока при процедуре обхода находятся новые черные пиксели:

- 1) Совершаем «обход», но не по всей ширине и высоте, а строго под сегментом, выбранном на предыдущем шаге, и справа от него.
- 2) Выбираем область, ближайшую к верхнему левому углу.
- 3) Найденный сегмент проверяем на наличие общих точек или смежных границ с уже найденными сегментами.

В рамках проекта реализованы все 4 алгоритма. Результаты их работы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение алгоритмов

Размер изображения	Кол-во сегментов	Алгоритм	Время работы
220x182	8	Исчерпывающий поиск	3,078
		Последовательное сканирование	0,851
		Выделение контуров	1,504
		Предложенный метод	0,093
1344x1725	4	Исчерпывающий поиск	переполнение стека
		Последовательное сканирование	> 600
		Выделение контуров	54,261
		Предложенный метод	4,464

Как мы видим, время выполнения для известных методов существенно растет с ростом размерности, а рекурсивный метод не справляется с большим изображением из-за слишком глубокой рекурсии. Предложенный же алгоритм самый быстрый, помимо этого он легко реализуем; устойчив к шумам; одинаково эффективен, для больших и маленьких изображений; не требует много ресурсов. Недостатком можно считать объединение букв со смежными областями.

Поскольку точность выделения будет зависеть от количества образов и числа пикселей, которыми образ представлен, алгоритм будет хорош при выделении крупных образов, но не точен при распознавании текста, представленного мелкими буквами и знаками.

#### Библиографический список

1. **Википедия** – Сегментация (обработка изображений) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. **Вежневц А.** Выделение связанных областей в цветных и полутоновых изображениях [Электронный ресурс]/ Сетевой журнал. Компьютерная графика и мультимедиа. – Режим доступа: <http://cgm.computergraphics.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

*Е.А. Черкасов, студ.;*  
*рук. А.А. Кашинцев*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАБОТЫ С ПЕРИФЕРИЙНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ ИЗ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ**

Несколько лет назад в Интернете произошел технологический прорыв – появились веб-приложения. Об их достоинствах знает практически каждый пользователь, и они стали не заменимы в повседневной жизни. Конечно, веб-приложения не лишены недостатков. Для стабильной работы им необходим постоянный доступ в интернет, отсутствует доступ к периферийным устройствам. Большинство попыток решить этих проблемы сводит на нет преимущества веб-приложений. Однако, популярный браузер Google Chrome начал поддерживать новый тип веб-приложений – Chrome Apps. Данные приложения позволяют получать доступ к периферийными устройствами, подключенными через интерфейсы USB и Bluetooth, файловой системе, и прочим функциям, ранее не доступным для веб-приложений.

Сайт [os-chrome.ru](http://os-chrome.ru) сообщает: «Ключевыми особенностями приложений нового типа, которые Google называет пакетными, являются возможность использовать и хранить данные в автономном режиме, использование облачных ресурсов для получения доступа к документам и другому контенту с последующим его сохранением в облачных сервисах.» [1]

Таким образом, можно разрабатывать новые приложения, сохранив все преимущества веб и не ограничивая себя только возможностями браузера.

Мы попробовали и успешно реализовали новый подход на практике. Структура приложения Chrome App состоит из фонового скрипта, который осуществляет контроль за жизненным циклом приложения, скриптов которые исполняются непосредственно в контейнере приложения и имеющие доступ к возможностям Chrome App, подгружаемых из интернета скриптов, отображаемых в контейнере «webview». По сути, «webview» это расширенный iFrame. На сайте [developer.chrome.com](http://developer.chrome.com) говорится: «Different from the iframe, the webview runs in a separate process than your app; it doesn't have the same permissions as your app and all interactions between your app and embedded content will be asynchronous.»[2] Одним из наиболее необходимых методов является executeScript, позволяющий выполнить любой код внутри webview.



Основной проблемой работы с «webview», оказалась изолированность его среды исполнения от скриптов, взаимодействующих с аппаратной частью. Таким образом взаимодействие веб-приложения и периферийной части невозможна с помощью простого вызова скриптовых функций.

Для решения этой проблемы разработчики Chrome предлагают использовать событийную модель. К примеру, создадим слушатель события “myEvent” для контента, загруженного в контейнер:

```
window.addEventListener("myEvent", eventHandler(e), false);
```

Активировать данное событие из Chrome App можно будет таким образом: `webview.executeScript({code : 'window.dispatchEvent(new CustomEvent("myEvent", {message: "' + msg + '"})')});`

Для обратной связи элемент Chrome предлагает набор слушателей событий. Одним из наиболее удобных для нас оказался Event “consolemessage”, обрабатывающий на стороне Chrome App’a консольные сообщения, получаемые внутри <webview>. В связи с этим для своего приложения мы определили специальный префикс, по которому слушатель “consolemessage” понимает, что необходимо обработать полученную информацию. Выглядит это следующим образом. Веб-приложение отправляет сообщение в консоль: `Console.log("apimsg:" + eventData);`

EventData – представляет собой строку в формате JSON

Получаем сообщение таким образом:

```
var webview = document.getElementById('webview');
webview.addEventListener('consolemessage', function(e) {
    var aMsg;
    console.log(e.message);
    if (/apimsg/.test(e.message)) {
        aMsg = JSON.parse(e.message.substr(7));
    }
    webviewHandler(EventData); //передаем данные на обработку
});
```

Таким образом, получается, что уже сегодня веб-приложениям стали доступны все преимущества нативных приложений, при этом они не потеряли свои первоначальные плюсы. Можно сделать вывод, что в ближайшем будущем эпоха нативных приложений канет в лету и повсеместно будут использоваться веб-приложения.

#### Библиографический список

1. **Новые приложения** Chrome объединят ПК и облака. <http://os-chrome.ru/2013/09/09/novyie-prilozheniya-chrome-obedinyat-pk-i-oblaka/>
2. **Документация** по тегу <webview> <https://developer.chrome.com/apps/tags/webview>

**В.А. Чудова, студ.;  
рук. С.В. Косяков, д.т.н., профессор  
(ИГЭУ, г. Иваново)**

## ОПТИМИЗАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВЕДЕНИЯ ИСТОРИИ БОЛЕЗНИ

При разработке программного обеспечения необходимо уделять особое внимание дизайну интерфейса системы. От того, насколько пользовательский интерфейс будет функционален, понятен и удобен конечному пользователю, во многом зависит успешность решения поставленного при проектировании системы. На процесс проектирования пользовательского интерфейса наибольшее влияние оказывают субъективные представления проектировщика поэтому, большое значение имеет проблема оценки качества интерфейса.

Существует целый ряд подходов позволяющих оценить качество пользовательского интерфейса. Все методы можно разделить на две большие группы:

- методы основанные на формальных расчетах;
- методы непосредственного тестирования интерфейса группой пользователей [1].

В первой группе методов наиболее распространенными являются семейство методов GOMS, закон Фиттса и закон Хика [2]. Во второй группе методов основными видами опроса являются: анкетирование, интервьюирование, метод Дельфы, мозговой штурм, дискуссия.

Для информационной системы ведения истории болезни были разработаны два варианта интерфейса. Пример вариантов интерфейса одной из вкладок:

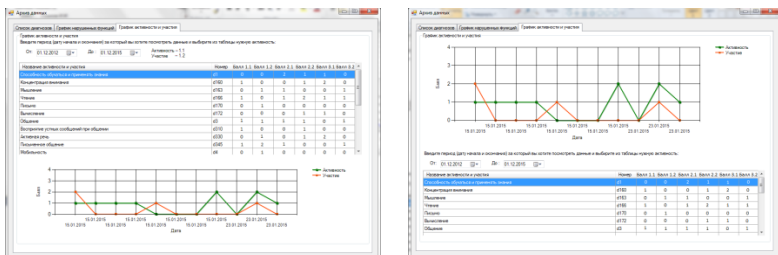


Рис. 1. Варианты интерфейса вкладки «График нарушенных функций»

Данные варианты были проанализированы двумя методами, наиболее подходящими для оценки системы: закон Фиттса и анкетирование.

Закон Фиттса. По закону время достижения цели прямо пропорционально дистанции до цели и обратно пропорционально размеру цели [2]. Закон является логарифмическим:

$$T = a + b \log_2\left(\frac{D}{W} + 1\right), \quad (1)$$

где T- время достижения цели (мс), D- дистанция от курсора до цели (мм), W- размер цели по направлению движения (мс), а и b- устанавливаются опытным путем по параметрам производительности человека (a=50, b=150).

На каждой вкладке интерфейса была выбрана цель и определена дистанция. В результате расчетов по закону (1) среднее время достижения цели в первом варианте 125мс, а во втором 275мс. Следовательно, используя интерфейс первого варианта пользователь затратит меньше времени на достижение цели на каждой из вкладок.

Анкетирование. Анкетирование проводилось среди будущих пользователей системы. В качестве результирующих значений (итога) было выбрано среднее арифметическое значение по каждому из пунктов. Результаты анкетирования приведены в данной таблице:

Таблица 1. Результаты анкетирования

Пункты анкеты	Пользователи					Итого
	№1	№2	№3	№4	№5	
1.Размер шрифта	12	11	12	11	10	11
2.Размер таблицы	40	60	60	70	60	58
3.Размер графика	60	40	40	30	40	42
4.Размер текстового поля	60	60	30	40	30	44
5.Количество значений нарушенных функций в таблице	4	3	5	7	5	5
6.Количество значений активности и участия в таблице	4	3	2	4	3	3
7.Максимальное количество значений отображенных на графике	18	16	14	10	14	14
8.Отображение на графике нескольких параметров из таблицы	нет	нет	нет	да	нет	нет

В результате оценки соответствия вариантов интерфейса результирующим значениям анкеты было определено, что первый вариант интерфейса более удобен для будущих пользователей.

В итоге был выбран первый вариант интерфейса системы, как наиболее функциональный, понятный и удобный для пользователей.

#### Библиографический список

1. Пономарев И.А. Методы оценки качества пользовательского интерфейса.-2013.
2. Раскин Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. Пер. с англ. - СПб: Символ-Плюс, 2004. - 272 с.

*Г.А. Мороз, студ.;  
рук. Е.Р. Пантелеев, д.т.н., профессор  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ПОСТРОЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО МАРШРУТА С УЧЕТОМ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА БАЗЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА**

Необходимо решить задачу планирования последовательности мероприятий, которые привязаны к конкретным географическим координатам (задачу гео-ориентированного планирования мероприятий), при этом необходимо учесть временные ресурсы которыми располагает пользователь и его предпочтения. В качестве примера таких задач можно назвать индивидуальное планирование маршрутов отдыха или рабочего дня для отдельных видов деятельности. Результат решения – граф маршрута и определенный на нем хронометраж перемещений. Это решение по определению должно быть реализовано в форме мобильного приложения.

Существующие алгоритмы ее решения не отвечают в полной мере данной постановке задачи.

Таким образом, разработка метода и алгоритма гео-ориентированного планирования мероприятий с учетом предпочтений пользователя является актуальной задачей.

- разработка информационной модели гео-ориентированного планирования;
- выбор алгоритма гео-ориентированного планирования.

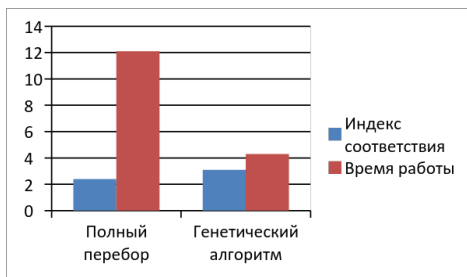
Список точек маршрута, которые отражают персональные предпочтения пользователя, формируется с использованием ключевых слов (далее тегов), введенных пользователем.

Предлагается механизм отображения этих тегов в фотографии и геолокационные данные (т.е. координаты) места, которое соответствует по крайней мере одному ключевому слову, с помощью Instagram API. Результат отображения представлен в виде упорядоченного по убыванию индекса соответствия (количества совпадений) тегов ресурса и тегов пользователя. Каждый объект индекса (ключевая точка) имеет в качестве опционального параметра географические координаты.

Кроме этого, пользователю предлагается указать точки маршрута, обязательные для посещения, и время обхода маршрута, которым он располагает. На основании этих данных можно построить маршрут, который удовлетворит потребности пользователя с учетом временных

ограничений. Релевантность построенного маршрута измеряется суммой индексов соответствия всех входящих в него точек и временем, которое будет затрачено на его преодоление.

В качестве вариантов [3] реализации алгоритма были исследованы алгоритм ограниченного перебора (метод ветвей и границ [2] для решения задачи коммивояжера [2]) и генетический алгоритм [1]. Их сравнительный анализ представлен на рис. 1.



Время работы алгоритмов для диаграммы, которая представлена ниже, было получено для общего случая решения задачи коммивояжера на 40 городах, каждому городу был сопоставлен индекс соответствия.

Рис. 1.

Окончательный выбор алгоритма был выполнен по сложному критерию, который представляет собой линейную свертку суммарного индекса соответствия итогового пути и времени работы алгоритма. Из полученных результатов видно, что генетический алгоритм работает быстрее и получает при этом лучшее решение, чем алгоритм ограниченного перебора.

В итоге, для решения поставленной проблемы была разработана информационная модель в виде индекса релевантности и выбран генетический алгоритм, который достаточно просто поддается оптимизационным изменениям. В дальнейшем предполагается реализация этого алгоритма в форме API.

#### Библиографический список

1. **Wikipedia**, Генетический алгоритм, режим доступа: [ru.wikipedia.org/wiki/Генетический\\_алгоритм](http://ru.wikipedia.org/wiki/Генетический_алгоритм)
2. **Wikipedia**, Алгоритмы поиска маршрута, режи доступа: [ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритмы\\_поиска\\_маршрута](http://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритмы_поиска_маршрута)
3. **Блох И.И.** Разработка мобильного приложения туриста на основе алгоритмов подбора маршрутов по параметрам – 2011 г. – выпускная работа.

*О.В. Парфенова, студ.;  
рук. В.М. Кокин, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ СЖАТИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ БЕЗ ПОТЕРЬ**

Развитие вычислительной техники и телекоммуникационных технологий привело к широкому распространению средств получения, обработки, передачи изображений по каналам связи. Изображения обычно требуют гораздо большего объема памяти, чем текст, следовательно, задача хранения и передачи графической информации в наиболее компактном виде является достаточно актуальной. Наибольший интерес представляет именно сжатие графической информации без потерь, так как потеря существенных деталей в результате кодирования при решении ряда задач, например, в сфере аэрографического картографирования и мониторинга, медицины, недопустима, так как делает их решение невозможным [2].

В ходе данной работы были реализованы следующие алгоритмы сжатия графической информации без потерь: **алгоритм RLE** (Run Length Encoding) - в нем изображение вытягивается в цепочку байт по строкам раstra, а само сжатие происходит за счет того, что в исходном изображении встречаются цепочки одинаковых байт [1]; **алгоритм LZW** (Лемпеля-Зива Велча) – сжатие в нем, в отличие от RLE, осуществляется за счет одинаковых цепочек байт [1]; **алгоритм Хаффмана** - сопоставляет байтам входного изображения, которые встречаются большее число раз, цепочку бит меньшей длины, и, напротив, встречающимся редко – цепочку большей длины [1]; **алгоритм JBIG** (Joint Bi-level Experts Group) – как и алгоритм Хаффмана использует для чаще появляющихся символов короткие цепочки, а для реже появляющихся – длинные, однако, в отличие от алгоритма Хаффмана, в алгоритме используются и последовательности символов [1].

В результате тщательного анализа и сравнения реализованных алгоритмов, который проводился по следующим критериям:

- Степень сжатия;
- Скорость компрессии и декомпрессии;
- Устойчивость к ошибкам;
- Учет специфики изображения,

были выявлены характерные особенности каждого алгоритма и границы его применимости (а именно: для каких изображений будет

получена максимальная степень компрессии). В качестве классификации изображений была принята следующая [2]:

1. Изображения с небольшим количеством цветов (4-16) и большими областями, заполненными одним цветом (деловая графика – гистограммы, графики и т.д.)

2. Изображения с плавными переходами цветов (графика презентаций, эскизные модели САПР и т.д.)

3. Фотореалистичные изображения (отсканированные фотографии).

Зачастую приведенные алгоритмы сжатия графической информации не дают необходимой степени компрессии в силу того, что они не учитывают структуру изображения и корреляцию между его областями. В данной работе было выяснено, для каких классов изображений реализованные алгоритмы будут давать наибольший коэффициент сжатия и работать наиболее эффективно. Результаты проведенных исследований сведены в следующую таблицу:

Таблица 1. **Ключевые показатели, полученные в результате работы**

Алгоритм	Степень сжатия (худшая, средняя, лучшая)	Скорость компрессии/скорость декомпрессии	Класс применимости
RLE	32, 2, 0.5	1	1
LZW	1000,4,0.7	1.2/3	2
Хаффмана	210, 5, 0.2	1/1.5	1
JBIG	2-30	1	3

Данные результаты могут быть использованы для оптимизации сжатия графической информации за счет выбора наиболее эффективного алгоритма в зависимости от вида изображения, причем определение класса изображения по заданной классификации не составляет никакого труда.

#### Библиографический список

1. **Ватолин Д.С.** Методы сжатия данных. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2013. — С. 384.
2. **Климов А.С.** Форматы графических файлов. — Спб.: ДиаСофт, 2011. — С. 273.
3. **Яншин В.В.** Анализ и обработка изображений (принципы и алгоритмы) — М.: НТ Пресс, 2012. — С. 468.

## Секция 29. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Председатель – д.ф.-м.н., профессор **Ясинский Ф.Н.**  
Секретарь – старший преподаватель **Чернышева Л.П.**

*П.А. Батырь, студ.;  
рук. А.С. Мочалов, ст. преподаватель  
(ИГЭУ г. Иваново)*

### АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СПИСКОВ ТОП500

Топ500 – проект по составлению рейтинга 500 самых мощных компьютерных систем мира, действующий с 1993 года. Суперкомпьютеры тестируются по единой методике: тест LINPACK, решающий большие системы линейных уравнений с плотно заполненной матрицей коэффициентов над полем действительных чисел методом Гаусса [1].

При всей популярности данной методики измерения вычислительной мощности, существуют и значительные сложности в ее применении. Основной проблемой является то, что тест LINPACK во многом не отражает реальную производительность компьютеров при решении широкого спектра практических задач [1].

Таблица 1. **Топ500, пятерка мощнейших суперкомпьютеров, редакция от 18.11.2014**

№	Название, место	Кол-во ядер	Архитектура, тип процессора	Производитель	Производительность по тесту LINPACK (Гфлоп/с)
1	Tianhe-2, Китай	3120000	<b>NUDT</b> Xeon E5-2692, Xeon Phi	NUDT	33862,7
2	Titan, США	560640	<b>Cray XK7</b> Opteron 6274, Tesla K20X	Cray	17590,0
3	Sequoia, США	1572864	<b>Blue Gene/Q</b> PowerPC A2	IBM	17173,2

В этом году первое место рейтинга Топ500 сохранил за собой китайский суперкомпьютер "Tianhe-2", состоящий из 16 тысяч узлов, каждый из которых включает в себя по 2 12-ядерных процессора Intel



Xeon E5-2692 и по 3 специализированных сопроцессора Intel Xeon Phi 31S1P (табл. 1).

Суммарная производительность систем Top500 на 2014 год составила 308,9 Пфлопс, против 250,1 Пфлопс годом ранее. Таким образом, годовой прирост составил 23,5%.

Кластерные системы продолжают преобладать в Top500, стабильно удерживаясь на уровне свыше 80% в течение последних 5 лет. Единственной альтернативой кластеров в списке является массово-параллельная архитектура с долей, сократившейся до 14,2%.

Помимо Top500, существуют альтернативные рейтинги производительности, к примеру, Top50 для суперкомпьютеров СНГ [8].

Лидером списка остается суперкомпьютер МГУ "Ломоносов" производства компании "Т-Платформы", с производительностью 901,9 терафлопс [3].

Суммарная производительность систем на тесте LINPACK с 2013 года возросла с 3393,9 терафлопс до 4677,2 терафлопс.

На 2014 год в Top50 СНГ 22 системы из 50 построены с использованием графических процессоров (рис. 4). Причем решения на базе связки Intel CPU + NVIDIA GPU – это единственная категория суперкомпьютеров, демонстрирующая стабильный рост [3].

Рост числа систем с графическими ускорителями также заметен и в Top500 [2], но согласно последней редакции этого списка, он достаточно ограничен и был равен только 12% от общего числа позиций рейтинга. Резкий рост гибридных систем был зафиксирован именно в 2010 - 2012 годах, и с того момента темпы роста значительно сократились.

#### Библиографический список

1. **Wikipedia**//Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/TOP500>
2. **Top500**//Официальный сайт TOP500 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.top500.org/>
3. **Supercomputers**//Онлайн журнал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.supercomputers.ru/>
4. **HPCWire**//Информационный портал о HPC [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hpcwire.com/2014/06/26/accelerators-hold/>
5. **NVIDIA UK**//Официальный сайт Nvidia UK [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nvidia.co.uk/object/tesla-k80-dual-gpu-accelerator-oct-14-2014-uk.html>
6. **NVIDIA News**//Новостной портал Nvidia [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://nvidianews.nvidia.com/News/NVIDIA-Tesla-GPU-Accelerators-Power-World-s-Most-Energy-Efficient-Supercomputer-9d5.aspx>
7. **HPCG-Benchmark**//Рейтинг HPCG, июнь 2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hpcg-benchmark.org/custom/index.html?lid=155&slid=274>
8. **ТОП 50 суперкомпьютеров СНГ**// Официальный сайт TOP50 суперкомпьютеров СНГ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.supercomputers.ru/>

*С.С. Бокарев, студ.;  
рук. Ф.Н. Ясинский, д.ф.-м.н., профессор  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СМЕШИВАНИЯ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

Численное моделирование течений жидкостей и газов позволяет решать целый ряд прикладных задач в энергетике, экологии, химии и т.д. Благодаря интенсивному росту производительности вычислительной техники процесс моделирования можно существенно ускорить. Поэтому целью данной работы является построение адекватной и оптимальной модели смешивания газовых потоков при поперечном взаимодействии в реальном времени за счет распараллеливания вычислений.

В данной работе рассмотрена следующая задача: имеется сосуд, через который распространяется жидкость. Сосуд имеет два приточных отверстия (одно слева по всей высоте сосуда, другое снизу) и одно вытяжное справа (по всей высоте сосуда). Начальные скорости движения газов в отверстиях заданы по параболическому профилю.

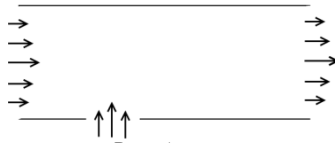


Рис. 1.

Будем решать данную задачу гидродинамики в системе «вихрь – функция тока», она является быстрой и устойчивой при вычислениях. Описывается данная система 3 дифференциальными уравнениями, которые выводятся из исходного уравнения Навье-Стокса.

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + u_x \frac{\partial \omega}{\partial x} + u_y \frac{\partial \omega}{\partial y} = \nu \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = -\omega \quad (2)$$

$$u_x = \frac{\partial \psi}{\partial y}; \quad u_y = -\frac{\partial \psi}{\partial x} \quad (3)$$

(1) – уравнение Гельмгольца, (2) – уравнение Пуассона, (3) – выражение составляющих скорости через функцию тока, где:  $\omega$  – вихрь,  $\psi$  – функция тока,  $u$  – скорость движения газов по осям  $x$  и  $y$ ,  $\nu$  – вязкость,  $t$  – время.

Уравнение Гельмгольца решаем методом противоточных производных, чтобы повысить устойчивость при вычислении слагаемых:

$$u_x \frac{\partial \omega}{\partial x}, u_y \frac{\partial \omega}{\partial y}.$$

Для уравнения Пуассона лучше всего подойдет методом верхней релаксации, который дает быструю сходимость при вычислениях. Для нахождения поля скоростей в разностном виде воспользуемся 4-х точечным шаблоном.

Начальные значения скоростей и функций тока внутри расчетной области равны 0. В качестве граничных используем условия I и II рода. В приточных отверстиях скорость постоянная и задается по параболе. В вытяжном отверстии скорость также задается по параболе, но уже исходя из того сколько газа вошло через приточные отверстия. На твердых границах скорость равна 0. Функция тока на границах постоянная и изменяется исходя из скоростей на границах. На нижний границе до приточного отверстия  $\psi=0$ , далее изменяется по формуле (3). На верхней границе  $\psi = \psi_{\max}$ . Граничные условия для вихря определяются исходя из значений функции тока на границе и внутри расчетной области (соседние с граничными точки).

Реализовав последовательный алгоритм, была получена следующая картина (шаг по времени  $\tau = 0,001$ , сделано 100 шагов).

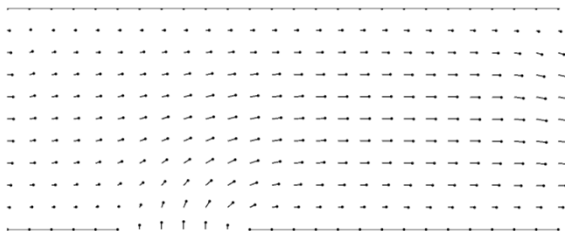


Рис. 2.

#### Библиографический список

1. Филатов Е. Ю., Ясинский Ф.Н. Математическое моделирование течений жидкостей и газов: Учеб. пособие / ГОУВПО «ИГЭУ им. В.И. Ленина». – Иваново, 2007. – 84 с.
2. Балаев Э.Ф. и др. Численные методы и параллельные вычисления для задач механики жидкости, газа и плазмы: учеб. пособие; ГОУВПО «ИГЭУ им. В.И. Ленина». – Иваново, 2003.

*А.А. Гудухина, студ.;  
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель  
(ИГЭУ г. Иваново)*

## ПОИСК БЕЗУСЛОВНОГО ЭКСТРЕМУМА ФУНКЦИИ МЕТОДОМ ТЯЖЕЛОГО ШАРИКА

Физические и математические задачи могут требовать поиска экстремума функции  $f(x)$  (где  $x$  принадлежит области допустимых значений  $D$ ), степень выпуклости которых заранее не известна. Подобные функции могут иметь произвольное число точек минимума, и поиск безусловного минимума становится непростой задачей. Один из методов решения подобных задач – метод тяжелого шарика.

$$m * \frac{dU_i}{dt} = -gradQ - b * \bar{U}_i = F_i$$

Рис.1 Закон движения шарика.

Он подходит для целевых функций, с «неглубокими» локальными минимумами. Идея использования метода тяжелого шарика основана на физической интерпретации процесса. Если достаточно тяжелый шарик катится по наклонной поверхности, он проскакивает небольшие впадины по инерции. Он остановится в самой «глубокой» впадине.

Имеем целевую функцию:

$$f(x_1, x_2) = \frac{x_1^2}{A_1} + \frac{x_2^2}{A_2} + \sum_k (A_k * \sin(\omega_1 * x_1) * \sin(\omega_2 * x_2))$$

Рис.2 Целевая функция.

Алгоритм нахождения безусловного минимума:

1. Задаются произвольные начальные координаты «шарика».
2. Скорость шарика задается равной нулю. Начинается новая итерация уточнения минимума функции. Количество итераций уточнения определяется пользователем в зависимости от размера области, на которой распределяются начальные координаты шариков. Если известна достаточно небольшая область, где точно находится глобальный минимум, то количество таких итераций может быть маленьким. Если же нет, то экспериментальным образом определяется необходимое количество итераций.
3. Вычисляется градиент в указанной точке разностным методом.

4. Вычисляется новый вектор скорости «шарика».
5. Вычисляется новый вектор координат «шарика».
6. Если значение целевой функции в новой точке меньше, чем в предыдущей, то выполняется переход к пункту 2, иначе – переход на следующую итерацию уточнения минимума.

Проблема данного метода заключается в том, что, попав в слишком глубокий локальный минимум, шарик может по инерции не выбраться из него. Чтобы компенсировать данный недостаток, «шарики» следует запускать несколько раз из разных координат.

Воспользуемся технологиями CUDA, чтобы распараллелить данный процесс и добиться максимальной скорости нахождения безусловного минимума целевой функции.

Параллельный алгоритм заключается в том, что каждая нить мультипроцессора будет рассчитывать минимум только для одного шарика, и все нити будут действовать параллельно на устройстве. После завершения расчетов на устройстве, на хосте из локальных минимумов выберется глобальный.

Увеличение области распределения начальных координат для параллельного варианта программы показало, что время нахождения минимума не зависит от размера рассматриваемой области. Однако шанс нахождения безусловного минимума стремительно падает.

На шансы нахождения глобального минимума так же влияют коэффициенты  $b$  (Рис. 1), а так же форма самой целевой функции. В рассмотренном примере (Рис. 2) она зависит от коэффициентов  $\omega_1$  и  $\omega_2$ . Для данной целевой функции экспериментально установлено, что наилучшие результаты получаются при коэффициенте  $b$  равном 0,1. При  $\omega_1$  и  $\omega_2$  равным единицам всегда получается результат, близкий к глобальному минимуму (с точностью до двенадцатого порядка). Однако с изменением этих коэффициентов шансы шарика выбраться из локальных минимумов падают.

В данной работе рассмотрена проблема многоэкстремальных функций. С подобными проблемами сталкиваются, например, в молекулярной физике. Метод тяжелого шарика можно удачно использовать, если известно приблизительное расположение глобального минимума. Очевидна выгода параллельной реализации данного метода.

*И.В. Зайцев, студ.; рук. Ф.Н. Ясинский, д.ф-м.н., профессор,  
Л.П. Чернышева, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## УСКОРЕНИЕ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ БЕТОННОЙ МАССЫ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОНАГРЕВА. ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В настоящее время при строительстве объектов из бетона возникают проблемы:

- 1) Средства и методы ускорения процесса сушки бетонной массы;
- 2) Получение качественного бетона после просушивания;
- 3) Сокращение денежных затрат на просушку бетонной массы;
- 4) Оптимальная организация занятости работников во время проведения работ.

Одним из наиболее эффективных и экономичных методов сушки бетона является электротермообработка, также называемая электронагревом, по сравнению с методами при использовании тепловых пушек или иных средств охлаждения.

Промоделируем процесс сушки бетонных блоков с помощью технологии параллельного программирования CUDA.

Начальные параметры и значения:

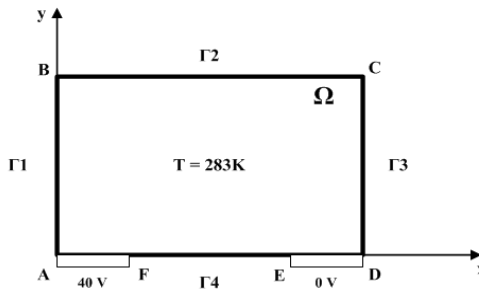


Рис. 1. Расчетная область

Напряжение подается на участки AF и ED (40V и 0V). Начальная температура внутри области  $\Omega$  (рис. 1) равна 283 К. Граничные условия для потенциала (мягкие) второго рода, а для температуры и влажности условия третьего рода.

Воспользуемся двумерным уравнением теплопроводности, которое описывает данный процесс:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a^2 \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{\gamma} \frac{\text{cms}}{\text{cms}} (j_x^2 + j_y^2); \quad (1)$$

Распределение поля потенциалов:

Если проводимость  $\rho = \text{const}$ , во всех узлах одинаковая:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0; \quad (2.1)$$

Если проводимость  $\rho$  разная в каждом узле:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial \rho}{\partial x} \cdot \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial \rho}{\partial y} \cdot \frac{\partial U}{\partial y}; \quad (2.2)$$

Значения токов по оси X и Y соответственно:

$$j_x = -\gamma \frac{\partial U}{\partial x}; \quad j_y = -\gamma \frac{\partial U}{\partial y}; \quad (3)$$

$$\gamma = A \cdot N \cdot e^{-\frac{b}{T}}; \quad (4)$$

Испарение жидкости:

$$\frac{\partial N}{\partial t} = D \left( \frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right) - M \cdot (T - 273)^\beta \cdot N; \quad (5)$$

Для решения данной задачи воспользуемся следующей последовательностью действий. Дифференциальные уравнения (1), (2.1) или (2.2), (3), (5) воспользуемся методом конечных разностей. На расчетную область набросим сетку, в каждом узле которой определим значения потенциалов  $U$  (метод Либмана). С помощью значений потенциалов определим составляющие токов в направлениях осей X и Y. Затем определим значения температуры в каждом узле расчетной области и влажность. Расчеты проводятся пока жидкость присутствует в бетоне.

Используя технологию параллельного программирования CUDA, разделим вычисления на две части: основные вычисления будем производить на графическом процессоре видеокарты (device), а подготовку, распределение и сбор рассчитываемых значений будем выполнять на центральном процессоре (host).

При использовании видеокарты получено ускорение вычислений по сравнению с вычислениями на host. Также проведены вычисления на различных графических платах с вычислением ускорения.

#### Библиографический список

1. Боресков А.В., Харламов А.А. - основы работы с технологией CUDA. – М.: ДМК Пресс, 2010.
2. Сандерс, Кэндрот - Технология CUDA в примерах. Введение в программирование графических процессоров. – М.: ДМК Пресс, 2011.
3. <http://parallel.ru/>
4. Э.Ф.Балаев, Н.В.Нуждин, В.В.Пекунов, С.Г.Сидоров, Л.П.Чернышева, И.Ф.Ясинский, Ф.Н.Ясинский. - Численные методы и параллельные вычисления для задач механики жидкости, газа и плазмы. - Иваново, 2003.

*И.А. Закурин, асп.;  
рук. С.Г. Сидоров, к.т.н., доцент, Ф.Н. Ясинский, д.ф.-м.н., профессор  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **О МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ В ЗАДАЧЕ КОЛМОГорова**

Переход ламинарного течения в турбулентное и развитие турбулентности является актуальной задачей современной гидродинамики, которая до сих пор полностью ещё не решена, несмотря на то, что существует множество исследований на эту тему[4], а также ряд исследований, связанных с моделированием затухания турбулентного течения и его перехода в ламинарное состояние[5][6]. В данной и предыдущих работах делается попытка исследовать этот переход, используя для моделирования систему вихрей. Ввиду большого объёма вычислений, в частности, при решении уравнения Пуассона[3], применяется распараллеливание и использование графических ускорителей на платформе Nvidia CUDA.

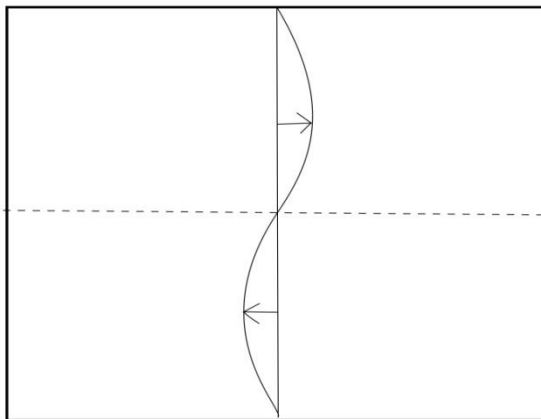


Рис. 1. Расчётная область

В предыдущих исследованиях [7][8] рассматривались вычисления с использованием математической модели, составленной из уравнения Навье-Стокса, уравнения неразрывности и уравнения плоского вихря в



в переменных Эйлера. По данной модели были составлены разностные схемы и проведены вычисления. В результате была обозначена проблема отделения вычислительной неустойчивости от физической, а также проблема чрезмерной устойчивости разностной схемы при использовании некоторых вычислительных приёмов, таких как использование противоточных производных при составлении разностных схем [7]. В рамках дальнейших исследований предпринимается попытка моделирования течения вязкой несжимаемой жидкости с использованием математической модели, основанной на уравнениях Навье-Стокса в переменных «функция тока — завихрённость». Расчётная область имеет вид прямоугольной полости, противоположные границы которой замкнуты. Вдоль горизонтальной оси в противоположных относительно средней линии направлениях действует некоторая возмущающая сила (Рис. 1).

При решении задачи с использованием платформы NVidia CUDA пространство и время делаются дискретными. Вводится численный шаг по времени  $\tau$  и шаг по пространству  $h$ , уравнение Пуассона для вычисления поля функции тока вычисляется при помощи «шахматного» метода.

#### Библиографический список

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.:Наука, 1970.
2. Ясинский Ф.Н., Закурин И.А. Реализация математической модели вычисления поля скоростей в замкнутом двумерном объёме на МВС // Материалы региональной научно-технической конференции студентов и аспирантов / ИГЭУ. – 2011. – Том 5. – С.49-54.
3. Балаев Э.Ф., Нуждин Н.В., Пекунов В.В., Сидоров С.Г., Чернышева Л.П., Ясинский И.Ф., Ясинский Ф.Н. Численные методы и параллельные вычисления для задач механики жидкости, газа и плазмы. Учебное пособие. – ИГЭУ, 2003.
4. Белоцерковский С.М., Гиневский А.С. Моделирование турбулентных струй и следов на основе метода дискретных вихрей. – М.:Физматлит, 1995.
5. Ugliano S. Coherent structures and turbulence in two-dimensional hydrodynamics. – University of Warwick, 2011.
6. Matthaeus W.H., Stribling W.T., Martinez D., Oughton S., Montgomery D. Decaying, two-dimensional, Navier-Stokes turbulence at very long times. // Physica D. – North-Holland, 1991, С.531-538.
7. Ясинский Ф.Н., Сидоров С.Г., Закурин И.А. Решение уравнений Навье-Стокса с помощью платформы Nvidia CUDA для течения вязкой несжимаемой жидкости в полости // Материалы региональной научно-технической конференции студентов и аспирантов / ИГЭУ. – 2013. – Том 5., Часть 1 – С.329-330.
8. Ясинский Ф.Н., Сидоров С.Г., Закурин И.А. Численное моделирование течения вязкой несжимаемой жидкости в подшипнике // Материалы региональной научно-технической конференции студентов и аспирантов / ИГЭУ. – 2014. – Том 5. – С.274-277.

*А.Ю. Катанаев, студ.;  
рук. С.Г. Сидоров, к.т.н, доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## РАСПОЗНАВАНИЕ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ

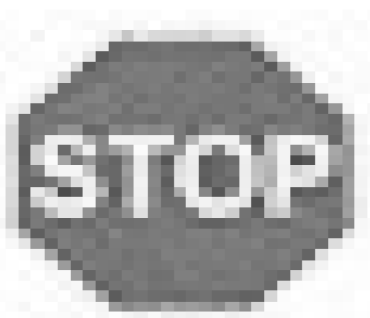
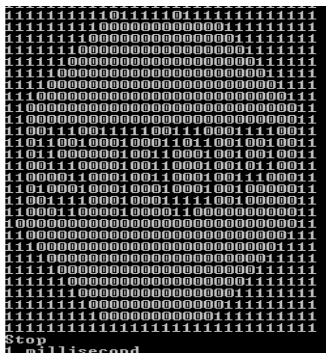
В данной статье рассмотрена проблема автоматизации дорожного движения, в частности, об одной её составляющей – поиск и распознавание дорожных знаков. На данной стадии проекта, разработанное программное обеспечение позволит автомобилисту получать сообщение обо всех знаках, которые он мог не заметить на дороге. Возможность коррекции действий водителя, во избежание ошибок.

Данная программа написана на языке C/C++ с использованием библиотеки OpenCV. Предназначена для поиска дорожных знаков и распознавании их. Принцип действия следующий:

На первом этапе работы с помощью функций библиотеки OpenCV были получены координаты возможных знаков на изображении – для выполнения этого шага требуется около 140 миллисекунд.



Следующий этап заключается в распознавании полученных объектов с помощью нейросети. Найденный объект сжимается до размеров 30x30, преобразуется в цветовую схему GRAY (оттенки серого), массив оттенков передается на вход нейросети.



Процент “угадывания знаков”  $\approx 94$ , но это зависит от угла наклона, загрязнения, дальности расположения, качество изображения. В ходе исследования применялась встроенная камера 1.3М, которая позволяла определять знаки на расстоянии до 20м, процессор 2.2 ГГц Intel Pentium Inside.

Время распознавания обученной сети в среднем около 3 миллисекунд. Среднее время обработки одного изображения 160 миллисекунд, в секунду программа, на данной стадии, обрабатывает 6-7 кадров.

В будущем, в ходе развития проекта, планируется повышение точности распознавания знака и времени для его поиска, для этого в дальнейшем планируется распараллелить некоторые процессы.

#### Библиографический список

1. С.Г. Сидоров, Л.П. Чернышева, Б.Л. Ершов, Ф.Н. Ясинский “Нейрокомпьютеры” методические указания 2002г.
2. <http://robocraft.ru> [Электронный ресурс]
3. <http://habrahabr.ru> [Электронный ресурс ]

*А.С. Назарова, студ.;  
рук. Ф.Н. Ясинский, д.ф.–м.н., профессор  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРУГИХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ЧАСТИЦАМИ

В настоящее время численное моделирование такого типа применяется при решении следующих задач: разрушение тел при ударе; движение газа при невысокой плотности; при рассмотрении различных процессов в космосе; при использовании авиационных и реактивных двигателей и др. Многие задачи аэромеханики можно решать, если представить, что мы работаем не со сплошной средой, а рассматриваем движение множества частиц.

В данной работе необходимо промоделировать движение тела, состоящего из частиц (рис. 1). Тело движется с постоянной скоростью. Частицы соединены между собой пружинами с жесткостью  $C$  (пружины на рисунке показаны прямыми линиями). Между частицами существуют упругие связи, длины этих связей в спокойном состоянии равны  $L$ . Все частицы пронумерованы. В определенный момент времени тело сталкивается с неподвижным препятствием. В данной задаче необходимо было промоделировать движение частиц после столкновения тела со стеной.

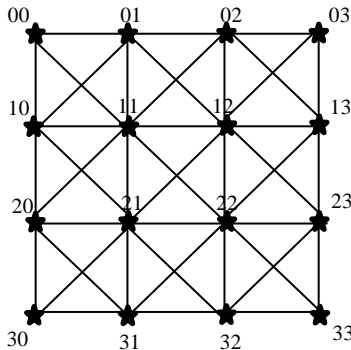


Рис. 1. Расположение частиц и связи между ними

В ходе решения задачи будем использовать следующие формулы:  
Уравнения скоростей для каждой частицы:

$$m \frac{du_{ij}^x}{dt} = \sum F_x; \quad m \frac{du_{ij}^y}{dt} = \sum F_y;$$

Координаты частиц:

$$\frac{dx}{dt} = U_x; \quad \frac{dy}{dt} = U_y;$$

Новые значения скоростей частиц вычисляются по формулам:

$$\frac{U_{x_{ij}}^{k+1} - U_{x_{ij}}^k}{\tau} = \frac{1}{m} \sum F_x; \quad \frac{U_{y_{ij}}^{k+1} - U_{y_{ij}}^k}{\tau} = \frac{1}{m} \sum F_y;$$

$$U_{x_{ij}}^{k+1} = \frac{\tau}{m} \sum F_x + U_{x_{ij}}^k; \quad U_{y_{ij}}^{k+1} = \frac{\tau}{m} \sum F_y + U_{y_{ij}}^k;$$

Новые значения координат частиц вычисляются по формулам:

$$\frac{x_{ij}^{k+1} - x_{ij}^k}{\tau} = U_{x_{ij}}; \quad \frac{y_{ij}^{k+1} - y_{ij}^k}{\tau} = U_{y_{ij}};$$

$$x_{ij}^{k+1} = x_{ij}^k + \tau U_{x_{ij}}; \quad y_{ij}^{k+1} = y_{ij}^k + \tau U_{y_{ij}};$$

Рассмотрим отдельно частицу  $i, j$ . Для неё силы, действующие со стороны соседних частиц, представлены на рис. 2.

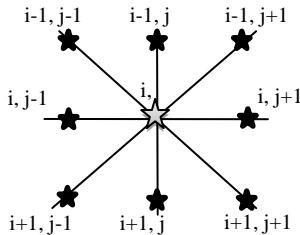


Рис. 2. Частица  $i, j$  и действующие на неё соседние частицы

В результате моделирования получены числовые результаты, представляющие собой координаты частиц в каждый момент времени и скорости этих частиц. Они получаются следующим образом: для  $i, j$  частицы рассчитываются составляющие сил взаимодействия с частицами, с которыми установлены связи. На их основании обновляются значения скорости и координаты. Подобный расчет производится для всех частиц, составляющих тело.

Рассмотрение системы из большого количества частиц является сложно реализуемой задачей без применения МВС. В данный момент программа моделируется на параллельной технике.

#### Библиографический список

1. Ясинский Ф.Н., Чернышева Л.П., Пекунов В.В. Математическое моделирование с помощью компьютерных сетей. Иваново: «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». 2000.
2. Балаев Э. Ф., Численные методы и параллельные вычисления для задач механики жидкости, газа и плазмы: учеб. пособие/Э. Ф. Балаев и др.; ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». Иваново, 2003.

*А.Е. Сафронов, студ.;  
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ПРОЕКТ «ОБЛАКО ИГЭУ»**

Планируется организовать общественное облако, доступ к которому будут иметь непосредственно только студенты, преподавательский и руководящий состав ИГЭУ. На прошлой конференции было решено использовать проект с открытым исходным кодом. Было решено интегрировать облачный сервис OwnCloud.

Данная система была выбрана исходя из простых для изучения языков, на которых она написана, а так же из-за удобного пользовательского интерфейса. OwnCloud имеет удобную панель администрирования, функцию Drag-and-drop и гибкую настройку доступа к папкам. Также, система позволяет редактировать текстовые файлы онлайн и имеет возможность установки дополнительных бесплатных модулей из opensource библиотеки. Для увеличения безопасности имеется опция принудительного подключения пользователей через протокол HTTPS.

«Облако» тестировалось на удалённом бесплатном хостинге [hostinger.ru](http://hostinger.ru), а так же на домашнем ПК с операционной системой Windows 7 с установленным пакетом XAMP.

На данном этапе интегрирования «облако ИГЭУ» будут проведены:

- Установка системы на серверную машину ИГЭУ.
- Заполнение базы данных пользователей.
- Создание подразделов хранилища под все группы кафедры ВВС, настройка доступа и настройка размера загруженных файлов, с учётом выделенного для каждой группы места.
- Работа над внешним видом и стилем системы. Если получится, то будет затронута структура «облака».

После проведения данных работ, облачный сервис уже будет иметь основную функциональность доступную для студентов и преподавателей, что облегчит процесс разработки программ.

*Д.С. Сенин., Г.Е. Веселов, студ.;  
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

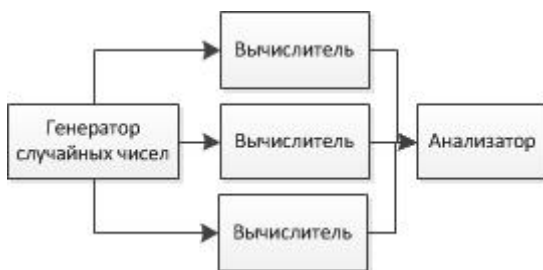
## **ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ ВАРИАНТ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ЗАДАЧИ ПРОХОЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ ЧЕРЕЗ СТЕНКУ**

Среди многообразия численных методов в математических расчетах, в последнее время, можно говорить о возрождении такого метода – как метод Монте-Карло. Связано это в первую очередь с тем, что применение метода Монте-Карло требует больших вычислительных мощностей, что до поры до времени было весьма проблематично. Методы Монте-Карло - это общее название группы методов для решения различных задач с помощью случайных последовательностей.

Упрощенно схему алгоритма можно представить в виде:



Применение этого метода дает возможность по-новому взглянуть и на идею распараллеливания вычислений. Действительно, промежуточные расчеты в методе Монте-Карло могут осуществляться независимо на разных, отдельно взятых «вычислителях», а результаты уже обрабатываться на каком-то тоже отдельно взятом «анализаторе»:



Данный метод распараллеливания имеет один существенный недостаток, генератору случайных чисел необходимо последовательно генерировать числа для каждого вычислителя. Однако, постараемся привести пример задачи и её решения обходящий этот недостаток.

На сегодняшний день метод Монте-Карло используется для решения задач в различных областях физики, химии, математики, экономики, оптимизации, теории управления и др.

Рассмотрим его применение на примере задачи из молекулярной физики: есть стенка из некоторого материала, сквозь неё пропускают поток нейтронов, необходимо определить минимальную ширину стенки, при которой она не пропускает ни одного нейтрона сквозь себя. Ускорять вычисления будем при помощи технологии CUDA, используя представленную схему распараллеливания, когда каждая нить будет отвечать за моделирование движения отдельно взятого нейтрона. Стандартная библиотека CUDA предоставляет удобный механизм генерирования массивов случайных чисел, что позволяет обойти недостатки представленной схемы.

Использованы несколько методов решения: полный перебор, гиперболическая регрессия, метод усреднения. Последние два метода позволяют дополнительно ускорить поиск ширины стенки.

Расскажем поподробнее о методах поиска. Полный перебор представляет собой поиск ширины стенки последовательным сканированием всех вариантов с небольшим шагом. Гиперболическая регрессия позволяет аппроксимировать текущие данные эксперимента с помощью гиперболы. Метод усреднения направлен на выявление среднего уменьшения количества прошедших нейтронов при увеличении ширины стенки на некоторую фиксированную величину, с дальнейшим прогнозом о том, какова должна быть ширина стенки. Все методы всегда сходятся к одному и тому же решению, однако методы прогнозирования ускоряют этот процесс.

#### Библиографический список

1. **Соболь, И.М.** Метод Монте-Карло. Популярные лекции по математике выпуск №46/И.М. Соболь – Москва: Наука, 1968. – 66 с.
2. **Фёрстер, Э.** Методы корреляционного и регрессионного анализа. Руководство для экономистов / Э. Фёрстер, Б. Рёнц; пер. с нем. и предисловие В.М. Макарова – Москва: Финансы и статистика, 1983. – 303 с.
3. **CURAND LIBRARY.** Programming Guide[Электронный ресурс]. Системные требования: программа для просмотра PDF-документов.  
[http://docs.nvidia.com/cuda/pdf/CURAND\\_Library.pdf](http://docs.nvidia.com/cuda/pdf/CURAND_Library.pdf).



*В.С. Трунов, студ.;  
рук. С.Г. Сидоров, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Транспортные средства постоянно совершенствуются. Многие компании (Google, Volvo, Mercedes) уже много лет работают над разработкой беспилотных автомобилей. Главная причина для этого – повышение безопасности движения. Ежегодно на дорогах гибнет около 1,2 млн. человек, а 50 млн. получают травмы (0,71% населения Земли). Одно из решений связанных с уменьшением количества аварий связано с исключением человеческого фактора.

Целью данного исследования было реализовать программу, моделирующую интеллектуальное движение автомобиля. То есть автомобиль, в процессе движения к цели, должен определять наличие препятствий и принимать решения по маневрированию, для предотвращения столкновений.

Для определения наличия препятствий на автомобиле устанавливаются датчики двух типов. Их зоны срабатывания показаны на рис. 1.

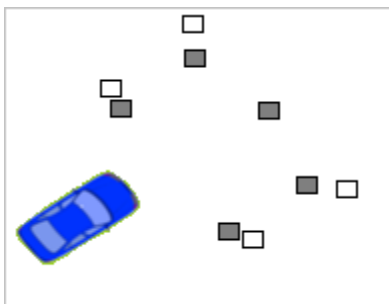


Рис 1. Зоны срабатывания датчиков препятствий

Датчики первого типа (черные), запрещают движение в первоначальном направлении, в случае, если в зоне из срабатывания находится препятствие. Для предотвращения столкновения автомобиль вынужден маневрировать, в зависимости от вариантов срабатывания датчиков. Датчики второго типа (белые), позволяют автомобилю двигаться в первоначальном направлении к цели, если они распознали препятствие. Это обеспечивает плавность траектории движения.

Пусть  $\vec{j}$  – вектор от машины до цели;  $\vec{i}$  – вектор, сонаправленный с направлением движения машинки;  $\alpha$  – угол между векторами. Тогда

$$\cos \alpha = \frac{\vec{i} * \vec{j}}{|\vec{i}| * |\vec{j}|}$$

Задача интеллектуального управления автомобилем состоит в определении направления его движения и сводится к двум подзадачам: уменьшению угла между этими векторами (для достижения цели), и определению угла отклонения (для объезда препятствий).

Воспользуемся формулой векторного произведения:

$$\begin{aligned} \vec{i} \times \vec{j} &= \begin{vmatrix} a & b & c \\ i_x & i_y & i_z \\ j_x & j_y & j_z \end{vmatrix} = \\ &= a(i_y j_z - j_y i_z) - b(i_x j_z - j_x i_z) + c(i_x j_y - j_x i_y) \end{aligned}$$

Здесь необходимо определить знак параметра  $c$ . Он поможет определить взаимное расположение двух векторов. В зависимости от полученного знака должно приниматься решение по выбору угла поворота для маневрирования. По достижении автомобилем цели, угол и параметр  $c$  будут равны 0. В этом случае автомобиль тормозит.

Все поставленные задачи первого этапа исследований выполнены. Моделирование интеллектуального движения автомобиля реализовано в виде компьютерной программы для ЭВМ. Применены методы объектно-ориентированного программирования (ООП). Разработаны классы автомобиля, датчиков и препятствий.

В дальнейшем планируется в класс автомобиля добавить реализацию интеллектуального управления на основе Правил дорожного движения, а также добавить классы поверхностей (дорога, тротуар, строения) и классы элементов управления (дорожных знаков, светофоров).

Реализация методов ООП на последующих этапах исследования позволит применить разработанные классы для моделирования городского движения с использованием многоагентного моделирования.

Такое моделирование поможет проанализировать загруженность улиц города, определить проблемные участки по образованию заторов, дать рекомендации по оптимизации режимов работы светофоров, выделению полос для движения в различных направлениях.

#### Библиографический список

1. С.Г. Горнаков Программирование игр под Windows. М.: ДМК. 2008.

*Д.А. Туманов, студ.;  
рук. Ф.Н. Ясинский, д.т.н., профессор, И.Ф. Ясинский, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ПОСТРОЕНИЕ ГИБРИДНОГО МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА БАЗЕ МЕТОДОВ А.Г. ИВАХНЕНКО И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Прогнозирование – есть суждение о возможном состоянии какого-либо объекта в будущем, а так же исследование перспектив развития какого-нибудь процесса.

### **Прогнозирование с помощью метода А. Г. Ивахненко.**

Одним из способов прогнозирования является «Метод группового учета аргументов» (МГУА).

Используя опорные функции строятся различные варианты моделей для некоторых или всех аргументов. Например строятся полиномы с одной переменной, полиномы со всевозможными парами переменных, полиномы со всевозможными тройками переменных, и т. д, полином со всеми переменными. Для каждой модели определяются ее коэффициенты методом регрессионного анализа.

Среди всех моделей выбираются от 2 до 10 наилучших. Качество моделей определяется коэффициентом детерминации, среднеквадратичным отклонением ошибки, или корреляцией исходных данных.

Если найдена достаточно "хорошая" модель или достигнута максимально допустимая сложность моделей, то алгоритм заканчивается.

Иначе, найденные модели используются как аргументы для опорных функций следующего этапа итерации. То есть уже найденные модели участвуют в формировании более сложных.

### **Прогнозирование с помощью нейронной сети.**

Искусственная нейронная сеть (ИНС) — математическая модель, а также ее программная или аппаратная реализация, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма.

ИНС представляют собой систему соединенных и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Такие процессоры обычно довольно просты. Каждый процессор подобной сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам. И, тем не менее, будучи соединенными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, такие локально простые процессоры вместе способны выполнять сложные задачи.

**Математическая модель программы.**

Для начала зададим функцию  $W$ , которую будем прогнозировать.

$$W_i = \alpha_i \sin(\omega_i t_i + \varphi_i),$$

$$\text{где } \alpha_i = \frac{1}{2 + i^2}, \quad \omega_i = \sum_{j=0}^i W_j, \quad t_i = \tau i, \quad \tau = 0,8,$$

$$\varphi_i = 2\pi \xi_i, \quad \xi \in (-1; 1)$$

Метод Ивахненко [1]

Остановимся на одной опорной функции вида:

$$y = a_1 + a_2 x_1 + a_3 x_2 + a_4 x_1 x_2$$

где  $x_{1..2}$  – известные значения в предыдущие моменты времени;

$y$  – предсказанное значение в будущий момент времени;

$a_{1..4}$  – некоторые коэффициенты,  $a_{1..4}$  в интервале  $(-1; 1)$ .

Оценку «удачности» модели будем проводить методом наименьших квадратов (МНК).

Нейронная сеть[2]

Состояние нейрона описывается суммой произведений весовых коэффициентов на состояние нейрона.

На выходе нейрона к состоянию нейрона применим сигмоидальную функцию активации:

$$y = \frac{1}{1 + e^{-cs}} \cdot 2 - 1$$

где  $c$  – коэффициент характеризующий сигмоидную функцию.

Для коррекции весов нейронной сети будем использовать метод обратного распространения ошибки. В данном случае величина необходимого изменения веса будет рассчитываться по формулам:

$$\Delta a_i = -h \cdot (g_i - W_i) \cdot S_i$$

где  $h$  – скорость обучения нейронов;

$g_i$  – значение полученное на выходе нейрона.

Гибридный метод

На основе уже описанных методов создадим гибрид, в котором с помощью весового коэффициента  $\delta$  отдадим небольшое предпочтение методу Ивахненко, поскольку при его использовании получаем значения наиболее приближенные к искомым.

**Библиографический список**

1. **Ивахненко А.Г.** Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами. К.: «Техника». 1975.
2. **Никологорская А.В.** Временные ряды. Их анализ и прогнозирование. Иваново, ИГЭУ. 2010.

*Н.В. Фролов, студ.;  
рук. С.Г. Сидоров, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРЦЕПТРОНА И НЕЙРОСЕТИ ЭЛМАНА

Искусственная нейронная сети – математическая модель многослойного перцептрона, строящаяся по принципу функционирования и структуры. сетей нервных клеток живых организмов (рис. 1).

Нейронные сети невозможно запрограммировать, они могут только обучаться, что является главным преимуществом и отличительной особенностью нейросетей от традиционных алгоритмов. Фактически идея обучения заключается в установлении коэффициентов связей между нейронами. В ходе обучения нейронные сети могут выявлять даже сложные зависимости между входными и выходными данными, а также выполнять обобщение, что позволяет в случае успешного обучения получить верный результат на основе данных, отсутствовавших в обучающей выборке, а также неполных или искаженных данных.

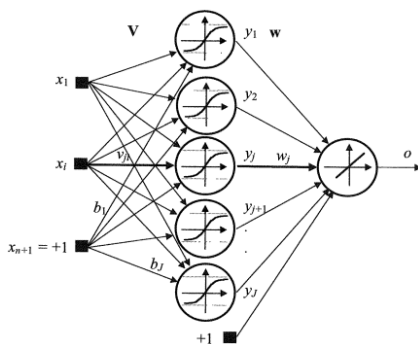


Рис. 1. Модель искусственной нейронной сети на основе многослойного перцептрона

### Базовые идеи нейронных сетей

- Каждый нейрон выполняет небольшой объем работ.
- Нейроны группируются в последовательность слоёв; входные сигналы поступают на первый слой и последовательно проходят через все слои до последнего, выходного слоя сети.

- Искусственная нейросеть может обучаться: она содержит внутренние адаптивные параметры нейронов и своей структуры, и, меняя их, может менять свое поведение.

- Нейронная сеть обучается решению задачи на некотором "учебнике" – наборе ситуаций, каждая из которых описывает значения входных сигналов нейросети и требуемый при них ответ. Также возможно и обучение без учителя – при этом происходит анализ описаний ситуаций и ищутся те или иные тенденции.

- Структура нейросети может быть адаптирована к задаче. В нейросеть могут быть включены дополнительные нейроны и даже слои нейронов, если нужная точность не достигнута и из нейросети могут быть исключены лишние нейроны и связи между ними, если исходная сеть была избыточна.

### Нейронная сеть Элмана

Нейронная сеть Элмана — один из видов рекуррентной сети (т.е. нейросети с обратными связями), которая получается из многослойного перцептрона добавлением обратных связей через контекстный уровень от выходов внутренних нейронов на их вход (рис. 2). Это позволяет учесть предысторию прогнозируемого процесса и накопить данные для создания верной стратегии управления. Эти сети могут применяться в системах управления подвижными объектами, так как их главной особенностью является запоминание последовательностей.

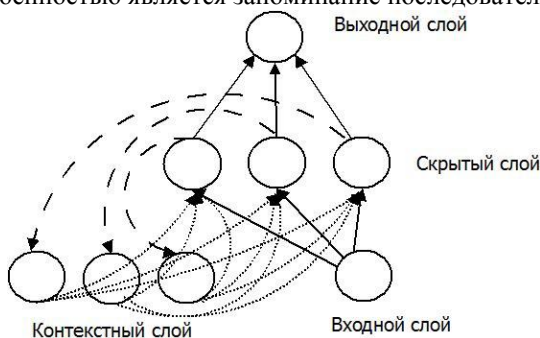


Рис. 2. Модель искусственной нейронной сети Элмана

### Библиографический список

1. Головкин В.А. Нейронные сети: обучение, организация и применение. ИПРЖР, 2002г.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. Вильямс, 2006г.
3. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. Горячая Линия – Телеком, 2001г.
4. Д.Рутковская. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. Горячая Линия – Телеком, 2007г.

*Н.В. Фролов, студ.;  
рук. С.Г. Сидоров, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗРЫВА В ПУСТОТЕ НА ОСНОВЕ МЕТОДА «ЧАСТИЦ В ЯЧЕЙКАХ»

Метод частиц в ячейках – метод численного решения некоторых видов дифференциальных уравнений в частных производных. Он был разработан в Лос-Аламорской лаборатории (Нью-Мексико, США) Ф.Х.Харлоу в середине 50-х годов. В большинстве случаев данный метод применяется для моделирования процессов газовой динамики и гидродинамики, а также при моделировании плазмы.

Рассмотрим метод на решении конкретной задачи. Пусть первоначально все частицы находятся на небольшом удалении друг от друга, и на них не действуют никакие силы, после чего начинается движения частиц, вызванное разностью давлений в соседних участках области.

Для моделирования искомой задачи, расчетная область покрывается сеткой Я[L][S] с шагом H. После чего для каждой частицы определяем, в какую ячейку она попала

$$L = \left[ x_i / H \right] + 1,$$

$$S = \left[ y_i / H \right] + 1,$$

где L и S – координаты ячейки по оси x и y соответственно, H – размер (шаг) сетки. Далее для каждой ячейки определяем суммарную массу попавших в нее частиц. В зависимости от массы и площади ячейки находим плотность частиц в данной ячейке.

$$\rho[L][S] = M[L][S] / H^2,$$

где  $\rho[L][S]$  – плотность в ячейке Я[L][S], M – суммарная масса всех частиц в этой ячейке. По закону Адиабаты находим давление в данной ячейке. Из-за разности давления в соседних ячейках все частицы приобретают ускорение

$$a_x = \frac{-(P[L+1][S] - P[L-1][S])}{\rho[L][S] \times 2 \times H},$$

$$a_y = \frac{-(P[L][S+1] - P[L][S-1])}{\rho[L][S] \times 2 \times H},$$

где  $a_x$  и  $a_y$  – составляющие ускорения по осям x и y соответственно, P[L][S] – давление в ячейке Я[L][S]. Под действием ускорения частицы приобретают скорости

$$\begin{aligned} U_x^{k+1} &= U_x^k + \tau \times a_x, \\ U_y^{k+1} &= U_y^k + \tau \times a_y, \end{aligned}$$

где  $U_x^k$  и  $U_y^k$  - составляющие скорости по осям  $x$  и  $y$  в  $k$ -тый момент времени,  $\tau$  - небольшой шаг по времени. Под действием скоростей изменяется координата частицы

$$\begin{aligned} x_i^{k+1} &= x_i^k + \tau \times U_x, \\ y_i^{k+1} &= y_i^k + \tau \times U_y, \end{aligned}$$

где  $x_i^k$  и  $y_i^k$  - координаты  $i$ -той частицы в  $k$ -тый момент времени. Затем делается шаг по времени и расчет начинается сначала.

На рис. 1 представлен один из этапов моделирования движения частиц по данному методу в некоторый момент времени.

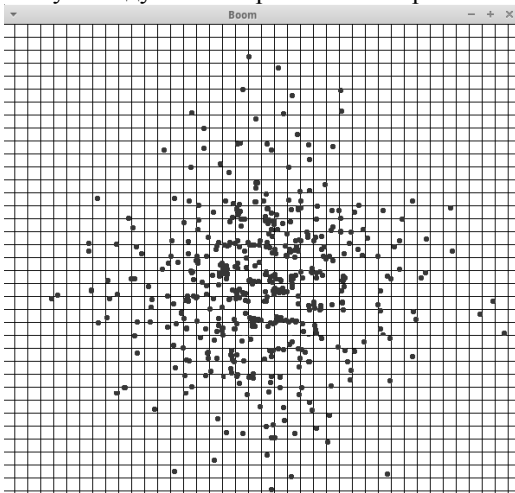


Рис. 1. Моделирование движения частиц в некоторый момент времени

### Библиографический список

1. Харлоу Ф. Х. Численный метод частиц в ячейках для задач гидродинамики. М.: Мир, 1967.
2. Григорьев Ю.Н. Численное моделирование методами частиц в ячейках. Новосибирск: СО РАН, 2004.
3. Бабенко К.И. Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов задач математической физики. Изд. Наука, 1979.



*С.Ф. Харитонов, студ.;  
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ГЕНЕРАЦИЯ СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ НА МВС

Если генерировать случайные числа на нескольких процессах, то получим один и тот же результат, так как все процессы генерируют одни и те же случайные числа.

Для решения проблемы можно воспользоваться параллельным алгоритмом на основе геометрического метода параллелизма: каждый процесс работает на своем участке, определяя принадлежность точек фигуре. При данном способе решения возникает другая проблема - несбалансированность нагрузки: некоторым процессам достаточно проверить одну границу, чтобы понять принадлежит точка фигуре или нет, а каким-то - несколько.

Будем генерировать одну большую случайную последовательность на некотором процессе и рассылать ее по частям остальным процессам.

Рассмотрим несколько алгоритмов генерации случайных чисел.

“Mother-of-All” random number generator был предложен Джорджем Марсальей. Алгоритм базируется на умножении с переносом. Период имеет порядок  $2^{250}$ ,  $x[i]$  принадлежат  $[0, 1)$ .

Генератор типа «Xorshift». В данном генераторе (рис. 1) рассматривается некоторая начальная последовательность, к которой применяются битовые сдвиги и сложение по модулю 2 (XOR).

$$x[i] = x[i] \text{ xor } (x[i] \text{ shl } a).$$

Рис. 1. Формула для алгоритма «Xorshift»

Итоговое случайное число может быть получено при помощи суммирования отдельных членов последовательности, либо применения к ним операции XOR.[2]

Данный генератор показывает наибольшую скорость генерации среди рассмотренных, так как в нем используются сдвиговые и логические операции, которые работают быстрее арифметических.

Виток Мерсенна (рис. 2) - это генератор псевдослучайных чисел, разработанный японскими учёными Макото Мацумото и Такудзи Нисимура. Он обеспечивает быструю генерацию высококачественных псевдослучайных чисел, так как изначально был разработан с учётом ошибок, найденных в других алгоритмах. Алгоритм является витковым регистром сдвига с обобщённой отдачей. «Виток» - это преобра-

зование, которое обеспечивает эквираспределение генерируемых чисел в 623 измерениях.

$$x_{n+k} = \sum_{i=0}^{k-1} a_i x_{n+i} \pmod{2}$$

Рис. 2. Виток Мерсенна

Алгоритм имеет период размером  $2^{19937}-1$ . Виток Мерсенна состоит из двух основных частей: рекурсивной и закалки. Рекурсивная часть реализуется регистром сдвига с линейной обратной связью, в котором все биты состояния определяются рекурсивно; биты выхода определяются также рекурсивно на основе битов состояния. Регистр сдвига состоит из 624 элементов, и в общей сложности 19937 клеток. Каждый элемент имеет длину 32 бита за исключением первого элемента, который имеет только 1 бит за счет отбрасывания бита. Процесс генерации начинается с применения битовой маски, отбрасывающей 31 бита (кроме наиболее значащих). Следующим шагом будет инициализация ( $x_0, x_1, \dots, x_{623}$ ) любыми беззнаковыми 32-разрядными целыми числами. Следующие шаги включают в себя объединение и переходные состояния.

Рассмотренные алгоритмы проходят тесты DIEHARD — это набор статистических тестов для измерения качества набора случайных чисел. Они были разработаны Джорджем Марсальей и рассматриваются как один из наиболее строгих существующих наборов тестов.

#### Библиографический список

1. Кнут Д. Э. Искусство программирования. Том 2. Получисленные алгоритмы. Вильямс. 2005.
2. George Marsaglia. "Random Number Generators.

*Н.И. Чуваков, студ.;  
рук. И.Ф. Ясинский, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ОБ ОПЫТЕ РЕАЛИЗАЦИИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФУНКЦИИ**

Задача состояла в том, чтобы спрогнозировать значения некоторой тестовой функции с помощью нейронной сети, и ускорить работу программы, реализовав ее в параллельном виде с помощью технологии CUDA.

Задача решалась методом обратного распространения ошибки. Данный метод подразумевает обучение нейронной сети на некоторой последовательности входных данных, в нашем случае – ранее сгенерированная тестовая функция (рис.1). Обучение представляет собой итерационный процесс, каждый этап которого состоит из прямого и обратного ходов.

Во время прямого хода сигнал распространяется по сети от входа к выходу, в результате чего происходит вычисление выхода сети. Выход сети вычисляется по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^n x_i w_i \quad (1)$$

где  $n$  – число входов нейрона;  $x_i$  – значение  $i$ -го входа нейрона;  $w_i$  – вес  $i$ -го синапса.

Обратный ход распространяет вычисляемый сигнал обратно по сети, здесь вычисляется погрешность, образованная при прямом проходе, и на ее основе происходит перенастройка весов нейронов. Такой метод перенастройки весов с учетом образовавшейся погрешности более известен как метод градиентного спуска – согласно ему, изменение весов производится в направлении антиградиента функции, и их вычисление происходит по следующей формуле:

$$\Delta w_{ij}^{(n)} = -h * \frac{\partial E}{\partial w_{ij}} \quad (2)$$

где  $h$  – длина шага, определяющего скорость движения в направлении, обратном градиенту,  $0 < h < 1$ ;  $w_{ij}$  – весовой коэффициент синаптической связи нейрона, соединяющей  $i$ -ый нейрон слоя  $(n-1)$  с  $j$ -ым нейроном слоя  $n$ ;  $E$  – целевая функция.

$$\frac{\partial E}{\partial w_{ij}} = \frac{\partial E}{\partial y_j} * \frac{\partial y_j}{\partial S_j} * \frac{\partial S_j}{\partial w_{ij}} \quad (3)$$

где  $y_j$  – значение выхода  $j$ -го нейрона;  $S_j$  – взвешенная сумма его входных сигналов, определяемая по формуле (1).

Так как множитель  $\frac{\partial y_j}{\partial S_j}$  является производной активационной

функции (которая применяется ко всем выходам нейронов при прямом проходе) по ее аргументу, следовательно, данная производная должна быть определена на всей оси абсцисс. Именно поэтому в алгоритме обратного распространения применяются такие гладкие функции, как гиперболический тангенс или сигмоидная функция.

Первым шагом будет объявление структуры нейрона – в нее войдут взвешенная сумма входов нейрона, выходное значение нейрона, погрешность, веса и приращения весов нейрона. Далее определим все необходимые коэффициенты – скорость обучения, шаг по времени, количество нейронов и количество входов в них. Исходная функция является периодической. Так как задачу решаем методом обратного распространения ошибки, то в процессе обучения функции прямого и обратного распространения сигнала будут выполняться поочередно. После обучения программа переходит в тестовый режим, в котором присутствует только прямое распространение сигнала. Тест производится при помощи данных, не участвовавших в обучении.

Нейронная сеть была реализована в параллельном виде, согласно технологиям CUDA и OpenMP. Интерфейс CUDA потребовал существенной модификации последовательного кода, в отличие от технологии OpenMP. Для нейронов были выделены одномерные массивы. Исходная функция была сгенерирована с помощью библиотеки `curand.lib`. Функции прямого и обратного хода были представлены по схеме «каждая нить – отдельный нейрон». Запуск ядер производился в цикле по всему процессу обучения.

Структура разработанной нейронной сети включает три слоя, скрытый слой содержит 300 нейронов, обучение составило шесть тысяч шагов. Подводя итог, можно сказать, что создание сложной нейросетевой системы без многопроцессорной техники затруднительно.

#### Библиографический список

1. Букатова И.Л. Эволюционное моделирование и его приложения. М.: Наука, 1979.
2. Головкин В.А. Нейронные сети: обучение, организация и применение, книга 4. М.: издательское предприятие журнала «Радиотехника», 2001.
3. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника. М.: Мир, 1992.

## Секция 30. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ МАТЕМАТИКИ

Председатель – д.э.н., профессор **Коровин Д.И.**  
Секретарь – ведущий математик **Кириллова Э.Р.**

*А.В. Подборнов, А.А. Корпачев, студ.;  
рук. Д.И. Коровин, д.э.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

### ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ КАССОВОГО ЗАЛА

В современном мире гарантией эффективной работы любого предприятия служит рациональное использование денежных средств и трудового фактора. В сфере торговли для расчета экономического эффекта работы кассового зала необходимо провести имитационное моделирование на основании предварительно установленных зависимостей.

Допустим, что клиенты в торговый зал прибывают с интервалом, исчисляемым в минутах. Приход клиентов в зал описывается пуассоновским потоком с интенсивностью  $\nu$ ,  $P$  - время между прибытиями клиентов:

$$P = 1/\nu * \log(1/RND),$$

где:  $\nu$  – интенсивность потока.

Математическое ожидание обслуживания клиентов в банке обозначим  $\mu$ . В разное время интенсивность прихода клиентов различна. Обслуживание клиентов у касс происходит по следующей формуле:

$$P = 1/\mu * \log(1/RND)$$

Если в зале есть свободные кассы, то клиент становится на обслуживание к ближайшей из них (т.е. к кассе с минимальным номером). Если все кассы заняты – клиент становится в очередь к той кассе, где очередь минимальна. Если очереди одинаковы, то клиент становится в самую первую. Также интенсивность прихода клиентов к кассам изменяется в зависимости от времени суток, и коэффициент полезности каждого кассира падает с течением времени.

Для решения поставленной задачи необходимо разработать алгоритм имитационного моделирования работы кассового зала для  $n$ -часового рабочего дня. А также определить время простоя касс и количество клиентов в очереди не обслуженных на момент закрытия зала.

Для визуализации текущего состояния кассового зала в программе используется графическое представление в виде касс и клиентов с продуктами.

Имитационное моделирование на ЭВМ процесса функционирования автоматизированной системы управления работой кассового зала позволяет получить численное решение поставленной задачи. Суть рассматриваемого приближенного метода решения состоит в проведении ряда случайных испытаний вероятностной модели исследуемой системы и получении совокупности реализаций случайных процессов изменения состояния.

В результате многократной реализации случайных процессов определяются оценки вероятности тех или иных событий и средние значения случайных величин. Имитационное моделирование связано с необходимостью воспроизведения случайных событий и величин, распределенных по произвольному закону. Существует несколько способов генерации случайных величин и формирования их распределений. Модель системы управления работой кассового зала включает в себя:

- Приход клиентов в зал;
- Время обслуживания клиентов у касс;
- Математическое ожидание.

По условию поставленной задачи приход клиентов в зал описывается интенсивностью  $\nu$ . Для лучшего понимания, необходимо знать основные определения:

Интенсивность потока – среднее число событий, которое появляется в единицу времени.

Поток – последовательность событий, которые наступают в случайные моменты времени.

Данная программа может быть использована на любом торговом предприятии, для подбора оптимального количества касс в кассовом зале.

Программа написана на языке C++, с использованием программной среды Borland C++ 3.1.

#### Библиографический список

1. **Егоров В. Н.**, Анализ надежности маркетинговых исследований
2. **Егоров В.Н., Д.И. Коровин**, Проблемы экономики, финансов и управления производством. Сборник научных трудов.

*А.А. Околотин, В.В. Сухов, студ.;  
рук. Д.И. Коровин, д.э.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ РАБОТ И ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ**

Очень часто при управлении бизнесом и различного рода производством возникает задача планирования и анализа взаимосвязанных процессов. Необходимо максимально оптимизировать всё производство и свести к минимуму возможные издержки. Многие процессы не зависят друг от друга напрямую и могут выполняться параллельно, но некоторые имеют непосредственную связь, то есть зависят от результатов предыдущих процессов. Всё это делает поставленную задачу достаточно сложной для человека, поэтому для упрощения применяется метод моделирования, в частности построения имитационных моделей. В качестве нее будем использовать граф, каждое ребро которого – это определённый процесс, а вершины – это этапы жизни этих процессов (начало/конец).

Также для получения наиболее точных результатов, необходимо учитывать, что в реальности различные процессы могут выходить за рамки намеченного плана. Для этого введем стохастические или вероятностные элементы, а именно припишем каждому ребру случайный вес. Для этого нам понадобится функция Бета распределения случайной величины.

$$f(x) = \frac{1}{B(\alpha, \beta)} * x^{\alpha-1} * (x-1)^{\beta-1}$$

$f(x)$  - функция плотности Бета распределения,  $\alpha, \beta > 0$  – произвольные параметры распределения,  $B(\alpha, \beta)$  – Бета-функция [2]

$$B(\alpha, \beta) = \int_0^1 x^{\alpha-1} * (x-1)^{\beta-1} * dx$$

Функциональные возможности программы:

1. Построение ориентированного взвешенного графа (его графического изображения). Удаление/добавление вершин ребер. Возможность давать имена вершинам. Также для каждого ребра задается интервал длины ребра, который может изменяться от  $a$  до  $b$ , и параметры распределения вероятности  $\alpha, \beta$ .

2. По заданным параметрам распределения вероятности случайно величины (длины ребра) можно получить её значение.

Нахождение критического пути в графе производится после получения для каждого ребра случайной длины.

3. Построение гистограммы частот для длины критического пути. Возможен выбор количества итераций. Каждая итерация подразумевает получение для каждого ребра нового случайного значения и повторное нахождение критического пути.

4. Расчет количества попаданий ребра в критический путь.

Важное условие работы программы – отсутствие циклов.

Применение программы:

Удобна при моделировании различных процессов: бизнес проекты, строительство, проектирование. Программа помогает управлять рисками, находить наиболее важные этапы проекта, правильно распределять рабочую силу (ресурсы). Позволяет планировать параллельные зависящие друг от друга работы. Нахождение наиболее вероятного времени завершения (построение для него гистограммы частот) проекта с учетом строгой последовательности выполнения некоторых работ.

#### Библиографический список

1. **Яблонский С.В.** Введение в дискретную математику: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Наука, 1986, 384 с.
2. **Егоров В.Н., Коровин Д.И.** Основы экономической надежности производственных систем: Монография: М.: Наука, 2006, 475с.

*Сян Сяо Ган, преп. (УхТУ, г. Ухань, КНР);  
рук. А.Н. Ильченко, д.э.н., проф. (ИГХТУ, г. Иваново)*

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ КАЧЕСТВОМ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ И СОСТОЯНИЕМ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ (НА ПРИМЕРЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ КИТАЯ)**

Саммит стран АТЭС, прошедший в Пекине в ноябре 2014 г., провозгласил курс на ускоренное развитие экономики стран Азиатско-Тихоокеанского региона, путем интеграции процессов реализации инфраструктурных проектов, как на национальном, так и на международном уровнях. Состояние и развитие инфраструктуры в странах догоняющего развития, как основа государственной экономической политики – ключ к ускоренному экономическому росту и повышению качества жизни населения. Реализация национальной инфраструктурной стратегии трансформируется в рейтинг приоритетов регионов



(территорий) для первоочередного вложения централизованных ресурсов в инфраструктурные проекты.

Критериальным индикатором для интегральной оценки состояния и развития социально-экономической инфраструктуры территорий может служить индекс ИРСЭИ [1], который сочетает в себе важнейшие преимущества: оценку качества жизни населения региона; оценку качества (привлекательности) бизнеса; информационную доступность: базой для расчета служат официальные данные, ежегодно публикуемые национальными службами статистики. Величина индекса ИРСЭИ варьирует от 0 до 1, причем большее значение соответствует более высокому уровню развития социально-экономической инфраструктуры региона (территории). Таким образом, индекс ИРСЭИ можно использовать для ранжирования территорий, выявления «передовых» и «отстающих», определения приоритетов для развертывания первоочередных инвестиционных проектов.

В работе [2] впервые выполнено ранжирование регионов России (ЦФО) по этому интегральному критерию, которое продемонстрировало широкие возможности для экономического анализа и обоснования федеральной инвестиционной инфраструктурной политики. Апробация методики расчета ИРСЭИ для условий Китая проводилась на примере трех крупнейших промышленных провинций: Хубэй, Хунань и Хэнань. В качестве информационной базы использовались данные Государственного Бюро статистики Китая за 2009-2013 гг. Результаты расчетов по методике [1] приведены в табл.1 (интегральный индикатор и два локальных).

Таблица 1. Результаты расчета индекса ИРСЭИ

Год	Провинция КНР	<i>Isoc</i>	<i>Iter</i>	<i>IDSEI</i>
2009	Hubei	0.15	0.74	0.54
2009	Hunan	0.08	0.66	0.46
2009	Henan	0.41	0.19	0.26
2010	Hubei	0.31	0.69	0.56
2010	Hunan	0.17	0.76	0.56
2010	Henan	0.56	0.20	0.32
2011	Hubei	0.47	0.70	0.62
2011	Hunan	0.50	0.81	0.70
2011	Henan	0.66	0.18	0.34
2012	Hubei	0.53	0.75	0.68
2012	Hunan	0.60	0.80	0.73
2012	Henan	0.76	0.26	0.43

Формальное сравнение показывает: ИРСЭИ варьирует от 0.26 в 2009 году до 0.73 в 2012, но для разных территорий. В целом, в центральных регионах Китая, как социальные и демографические, так и

индустриальные факторы развивались позитивно. Однако, если мы сделаем горизонтальное сравнение, то увидим, что социальные факторы в Хэнань развиваются лучше, чем в Хубэй и Хунань. При этом в Хэнань привлекательность бизнеса (бизнес-климат) хуже, чем в двух других. А в целом ИРСЭИ в Хэнань в 2012 году только 0.43, то есть хуже, чем в Хубэй (0.68) и в Хунань (0.73).

Таким образом, даже частные результаты модельного эксперимента, а именно – за 4 года на примере трех провинций – показали свою позитивную роль для государственного управления инвестициями в инфраструктуру. Поэтому необходимо продолжить эксперименты, как в пространственном, так и во временном отношении, чтобы дать обоснованные рекомендации для органов государственного управления инвестициями.

#### Библиографический список

1. **Ильченко А.Н.**, Ма Цзюнь. Интегральная оценка уровня развития социально-экономической инфраструктуры региона // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2012. - №4(32). – С. 37-42.
2. **Angelina N. Ilchenko.** Integrated Estimation of Territory Social and Economic Infrastructure: Experimental Modeling [J]. International Journal of Business, Humanities and Technology. 2014 (2): 88-97.

*А.А. Смирнова, студ.;*  
*рук. Б.С. Зиновьев, к.ф.-м.н., доцент*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

### НАХОЖДЕНИЕ ЯДРА БЕРГМАНА ДЛЯ КРУГА ПО НЕКОТОРОЙ МЕРЕ

Хорошо известно, что если в круге  $U(0, R) = \{z : |z| < R\} \subset \mathbb{C}^1$  задать меру

$$d\lambda = \frac{1}{2\pi i} d|\zeta|^2 \frac{d\zeta}{\zeta} = \frac{dS}{\pi},$$

где  $dS$  – мера площади, то для функций  $f(z)$ , голоморфных в замыкании круга  $U(0, R)$  и в интегральной формуле

$$f(z) = \frac{1}{2\pi i} \iint_{|\zeta| \leq R} f(\zeta) K(z\bar{\zeta}) d|\zeta|^2 \frac{d\zeta}{\zeta}. \quad (1)$$

ядро Бергмана  $K(z\bar{\zeta})$  имеет вид

$$K(z\bar{\zeta}) = \frac{R^2}{(R^2 - z\bar{\zeta})^2}. \quad (2)$$

В данной заметке зададим в круге следующую меру

$$d\lambda = \frac{1}{2\pi i} |\zeta|^{\frac{2(s-p+1)}{p}} d|\zeta|^2 \frac{d\zeta}{\zeta},$$

где  $p = 1, 2, \dots$ ,  $s = 0, 1, 2, \dots, p-1$ .

Найдем для этой меры ядро Бергмана как сумму ряда:

$$K(z\bar{\zeta}) = \sum_{\alpha=0}^{\infty} b_{\alpha} (z\bar{\zeta})^{\alpha},$$

$$b_{\alpha}^{-1} = \frac{1}{2\pi i} \iint_{|\zeta| \leq R} |\zeta|^{2\alpha} |\zeta|^{\frac{2(s-p+1)}{p}} d|\zeta|^2 \frac{d\zeta}{\zeta} = \frac{p(R^2)^{\frac{p\alpha+s+1}{p}}}{p\alpha+s+1};$$

$$K(z\bar{\zeta}) = \sum_{\alpha=0}^{\infty} \frac{p\alpha+s+1}{p(R^2)^{\frac{p\alpha+s+1}{p}}} (z\bar{\zeta})^{\alpha} = \frac{x(p-s-1)+s+1}{p(R^2)^{\frac{2(s+1)}{p}} (1-x)^2};$$

где  $x = \frac{z\bar{\zeta}}{R^2}$ .

Если  $s = 0$ , то

$$K(x) = \frac{x(p-1)+1}{pR^{\frac{2}{p}} (1-x)^2}.$$

### Библиографический список

1. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ, ч. 1 / Б.В. Шабат – Ф.М., Москва, 1976.
2. Зиновьев, Б.С. Избранные вопросы теории голоморфных функций одного комплексного переменного / Б.С. Зиновьев, Д.И. Коровин, Ю.И. Масляков – Иваново, ИГЭУ, 2013.
3. Зиновьев, Б.С. Элементы комплексного анализа, теория и практика / Б.С. Зиновьев – Иваново, ИГЭУ, 2014.

*А.Е. Шилков, студ.;  
рук. В.И. Варламов, к.ф.-м.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## НАХОЖДЕНИЕ ОБЛАСТИ АСИМПТОТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ НУЛЕВОГО РЕШЕНИЯ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ, ОПИСЫВАЮЩЕЙ ФЛАТТЕР КРЫЛА ПРИ ВЫСОКИХ СКОРОСТЯХ

Флаттер – сочетание самовозбуждающихся незатухающих изгибающих и крутящих автоколебаний элементов конструкции летательного аппарата – главным образом крыла самолета либо несущего винта вертолета. Как правило, флаттер проявляется при достижении некоторой критической скорости, зависящей от характеристик конструкции летательного аппарата, возникающий резонанс может привести к его разрушению.

Математической моделью флаттера крыла при высоких скоростях является система:

$$\begin{cases} x_1' = x_3 \\ x_2' = x_4 \\ x_3' = -Ux_3 - (1-p)x_1 + U^2x_2 - 4x_1^3 - 16x_1x_2^2 \\ x_4' = -Ux_4 - U^2x_1 - (16-4p)x_2 - 16x_1^2x_2 - 64x_2^3 \end{cases} \quad (1)$$

Составим матрицу Якоби:

$$J = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -(1-p) - 12x_1^2 & U^2 - 32x_1x_2 & -U & 0 \\ -U^2 - 32x_1x_2 & -(16-4p) - 12x_1^2 & 0 & -U \end{pmatrix}$$

Мы найдем область асимптотической устойчивости нулевого решения системы нашей в пространстве параметров  $U$  и  $p$ .

Составим матрицу Якоби в начале координат и найдем для нее характеристическое уравнение  $f(\lambda) = 0$

$$J(0) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -(1-p) & U^2 & -U & 0 \\ -U^2 & -(16-4p) & 0 & -U \end{pmatrix} \quad (3)$$

Введем обозначения:

$$A = p - 1, \quad B = U^2 = -C, \quad F = -U - \lambda, \quad D = 4p - 16$$

Получим

$$f(\lambda) = \begin{vmatrix} -\lambda & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -\lambda & 0 & 1 \\ A & B & -U - \lambda & 0 \\ C & D & 0 & -U - \lambda \end{vmatrix} = -\lambda \begin{vmatrix} -\lambda & 0 & 1 \\ B & F & 0 \\ D & 0 & F \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 & -\lambda & 1 \\ A & B & 0 \\ C & D & F \end{vmatrix}$$

$$= \lambda^2 F^2 + \lambda DF + \lambda AF + (AD - BC) = 0$$

$$\lambda^2(U + \lambda)^2 + \lambda F(A + D) - BC + AD = 0$$

$$(\lambda(\lambda + U))^2 - (\lambda(\lambda + U))(A + D) - BC + AD = 0$$

Расщепим характеристическое уравнение четвертой степени на два квадратных уравнения. Применим критерий Стодолы для каждого квадратного уравнения, линейная система второго порядка устойчива, если все коэффициенты характеристического полинома положительны:

$$\begin{cases} U > 0 \\ -S_1 > 0 \\ -S_2 > 0 \end{cases}$$

Решая эту систему, получим системы неравенств:

$$\begin{cases} A + D < 0 \\ (A - D)^2 + 4BC \geq 0 \\ BC < AD \end{cases} \quad \text{или}$$

$$\begin{cases} U > 0, p \leq 3.4 \\ p \leq 5 - 2U^4/3 \\ (p - 1)(4p - 16) + U^4 > 0 \end{cases}$$

В итоге получим область асимптотической устойчивости нулевого решения нашей системы в плоскости параметров  $U$  и  $p$ .

#### Библиографический список

1. Дж. М. Т. Томпсон «Неустойчивости и катастрофы в науке и технике». – Москва "Мир", 1985. - 252 с.
2. Авиация: Энциклопедия. — М.: Большая Российская Энциклопедия / ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского, 1994. - 766 с.
3. Военно-авиационный словарь. — М.: Воениздат, 1966. — 472 с.

*А.Л. Чиркин, В.С. Лутченко, Н.М. Молочкова, студ.;*  
*рук. Д.И. Коровин, д.э.н., доцент*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОГО СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Расписание может быть оценено с помощью двух критериев: корректности и удобства. Первый – принципиальная возможность проведения занятий по предлагаемому расписанию. Вторым критерием складывается из количества «окон» в занятиях, равномерности распределения нагрузки с течением недели и многих других метрик.

Расписание может быть признано корректным, если в нем нет коллизий, т.е. не оказывается, что одна и та же группа одновременно должна явиться в разные аудитории, чтобы слушать там разных лекторов и т.п. Вариантов коллизий может быть очень много.

В качестве основного принципа работы ИНС принят принцип последовательного добавления занятий в сетку уже существующего графика. На вход ИНС подается описание одного из занятий из учебного плана (тип занятия, дисциплина), на выходе ИНС после каждой такой операции получается вектор, содержащий предлагаемое время занятия в графике, а также аудиторию и преподавателя, который будет его вести.

Количество слоев в разрабатываемой ИНС принято равным трем.

Первый слой (входной) не изменяет значений параметров и включает по одному нейрону для каждой дисциплины и по одному для каждого типа занятия. Задача входного слоя просто подать все входные сигналы на вход каждого из нейронов второго слоя.

Второй (скрытый) слой содержит по одному нейрону для каждой аудитории, доступной для включения в расписание занятий, а также по несколько нейронов на каждого преподавателя. Выход этого слоя представляет собой вектор, в котором активным нейронам соответствуют аудитории, подходящие по своим характеристикам для проведения запрашиваемого занятия, а также преподаватели, которые могут вести занятия по данной дисциплине. При этом данный вектор еще не учитывает ни занятости аудиторий, уже распланированными занятиями, ни аналогичной занятости преподавателей. Для этого служит третий слой (выходной).

По умолчанию за решение принимается номер нейрона, имеющего максимальное значение на выходе. После этого проводится анализ загруженности группы в текущий день и, если нагрузка превышена, то

выбирается следующий нейрон по убыванию выходного значения. Далее произвольно выбираются аудитория и преподаватель из списка активных нейронов второго слоя с учетом занятости для выбранного временного промежутка. Если оказывается, что все подходящие аудитории или все подходящие преподаватели уже заняты в выбранный временной промежуток, выбирается следующий нейрон выходного слоя.

Так происходит, пока не будет выбрано время, аудитория и преподаватель, удовлетворяющие всем указанным выше требованиям. Именно эта тройка индексов и является локальным решением для входных данных. Чтобы проверить оптимальность расписания мы используем метод Парето, сравнивая расписание, составленное программой и расписание вуза. В качестве критерия берем наличие пропуска между парами.

Для проверки используем два вектора:

вектора  $A = (X_{A_1}, X_{A_2}, \dots, X_{A_n})$ ,  $B = (X_{B_1}, X_{B_2}, \dots, X_{B_n})$ , где  $X_{A_i}$  и  $X_{B_i}$  количество пропусков (окон) у  $i$ -ого преподавателя в расписании ( $A$  - действующее расписание в вузе,  $B$  - расписание составленное программой).

Получается несколько случаев:

1. Расписание  $A$  более оптимально, чем  $B$  если

$$(X_{A_1} < X_{B_1}) \wedge (X_{A_2} < X_{B_2}) \wedge \dots \wedge (X_{A_n} < X_{B_n}) = 1, \quad \text{где } \wedge \text{ -}$$

конъюнкция.

2. Расписание  $B$  более оптимально, чем  $A$  если

$$(X_{A_1} > X_{B_1}) \wedge (X_{A_2} > X_{B_2}) \wedge \dots \wedge (X_{A_n} > X_{B_n}) = 1$$

3. В остальных случаях оба расписания считаются оптимальными (они показывают, что нельзя уменьшить количество окон одному преподавателю, не увеличив их другому).

В результате работы программы мы получаем 3 случая, что означает что расписание оптимально.

#### Библиографический список

1. Рутковская, Д. Генетические алгоритмы // Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / .—С. 124-306.—М., 2007.
2. Анил К. Джейн, Жианчанг Мао, К.М. Монуудин. Введение в искусственные нейронные сети // Открытые системы. — 1997 г., №4.
3. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд : Пер. с англ. - М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. -1408 с.

*Н.С. Андреев, Ю.С. Сажина, студ.;  
рук. Д.И. Коровин, д.э.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ БИРЖЕВОГО СТАКАНА**

В современном мире все больше желающих обучиться обращению с ценными бумагами, торговать и покупать акции на рынке. Однако не каждый участник рынка представляет последствия принятия решений в ходе торговых сессий, следовательно возникает проблема - смоделировать торговую сессию, с наглядным предоставлением информации.

Существует множество инструментов для этого, одним из них является биржевой стакан.

Биржевой стакан – это инструмент для анализа ситуации на рынке. Наиболее удобен для краткосрочного анализа рыночной ситуации. Он показывает заявки, пока только выставленные на бирже недалеко от рыночной цены, и которые в скором времени могут исполниться и тем или иным образом повлиять на рынок.<sup>[1]</sup> Исследовательская работа моделирования биржевого стакана направлена на изучение закономерностей изменения цен игроков (покупателей и продавцов акций) при изменении справедливой цены и анализа изменения цен транзакций при обратном нормальному распределению цен.

Имитационномоделирование осуществляется исходя из изменений справедливой цены. Справедливая цена на акцию будет формироваться по обратному нормальному распределению по указанному программному среднему и стандартному отклонению.

Моделируем игроков двух видов.

- 1) Покупатель (bid)
- 2) Продавец (ask)

Поведение покупателей и продавцов будет зависеть от изменения справедливой цены на акцию. Будем использовать следующей алгоритм для покупателей: ЕСЛИ Справ. Цена больше Предыдущей цены продавца, ТОГДА прибавляем определенный (ранее заданный) процент от справедливой цены на предыдущем шаге, ИНАЧЕ оставляем цену на предыдущем шаге. Для продавца: ЕСЛИ Справ. Цена меньше Предыдущей цены продавца, ТОГДА отнимаем определенный (ранее заданный) процент от справедливой цены на предыдущем шаге, ИНАЧЕ оставляем цену на предыдущем шаге.

Транзакция происходит при равенстве цен. Каждая транзакция с ценой и количеством акций переносится в отдельную таблицу, которую мы сохраняем в отдельный файл. По данным, полученным в ходе торговой сессии, мы можем анализировать сложившуюся ситуацию.



В программе процесс представлен следующим образом:

Ввод справедливой цены. Ввод процентов для покупателей и продавцов и количество акций. Формирование цен для покупателей и продавцов. Далее на каждом шаге используем вышеизложенный алгоритм.

Ввод данных осуществляется на главной форме программы.

Во-первых, вводится справедливая цена, которая будет изменяться в ходе работы программы.

Добавление записи о покупке/продаже производится в зависимости от справедливой цены, которая вводится чуть ниже.

Вводим процент входной цены. Далее вводим процент повышения/понижения на шаге. Программа может работать в автоматическом режиме (старт), может в пошаговом (сделать шаг).

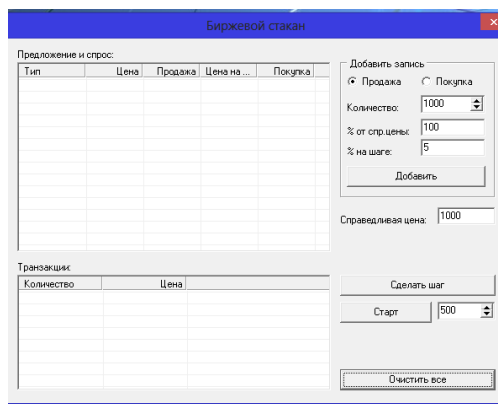


Рис. 1. Интерфейс программы

Результаты, которые мы получаем в модели биржевого стакана, мы можем использовать для дальнейшего анализа рынка/модели, для которой мы выполняем расчеты и моделирование. Данная программа является универсальным инструментом, так как не привязана к конкретной области.

#### Библиографический список

1. Галанов В. А. [Рынок ценных бумаг](#). — 2-е издание. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 16 с.

*А.С. Васютинская, Т.С. Куракина, студ.;  
рук. Д.И. Коровин, д.э.н.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ОЧЕРЕДЬ С ПРИОРИТЕТАМИ

Человечество давно борется с проблемами очередей: в некоторых организациях введена система предварительной (за несколько дней/недель) записи, где-то выдаются талоны по приходу. Так или иначе человечество пытается экономить свое время и как можно меньше тратить его на очереди. Дополнительные трудности возникают при появлении группы людей, обладающих приоритетом.

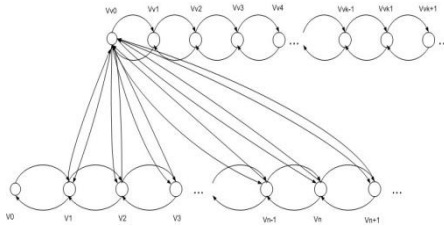


Рис. 1. Модель очереди

$(V_v)$  - Очередь из привилегированных клиентов.

$(V)$  – Очередь из обычных клиентов.

$V_0$  – состояние, когда нет никого в очереди и никто из клиентов не обслуживается.

$V_1$  – состояние обслуживания клиента.

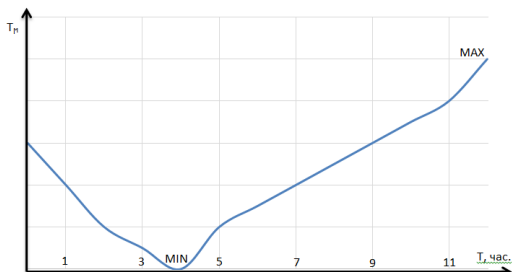
Рассматриваемая система массового обслуживания является: одно-канальной СМО с двумя уровнями ограниченного приоритета (обычный клиент и V.I.P. клиент);

СМО с ограниченным приоритетом (если началось обслуживание клиента, то при приходе клиента с приоритетом, процесс обслуживания не прерывается);

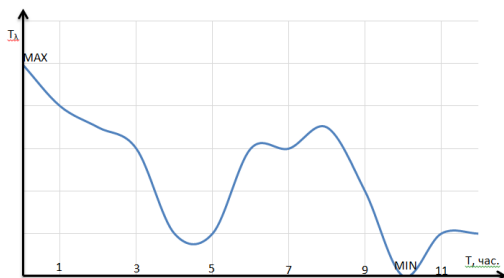
Система работает по принципу: First Came First Served (первый пришел – первый обслужен);

СМО с отказом, в случае, если время работы системы прекращено.

Как правило, общее время работы 12 часов (с 8:00 до 20:00).



В начале рабочего дня у человека средняя эффективность труда, спустя 3-4 часа (11 часов дня) наблюдается самая высокая производительность труда т.е. время обслуживания минимально, далее наблюдается снижение работоспособности. Худший показатель эффективности работы наблюдается в конце рабочего дня.



В 8 часов утра обычные клиенты, как правило, на работе, а те, у кого отпуск или посменный график работы приходят к 10-11 часам. Далее с 12 до 2 как правило наблюдается наплыв посетителей, так как это время обеденного перерыва. Далее интенсивность потока посетителей снова падает до окончания рабочего дня. К закрытию интервалы между приходами клиентов снова увеличиваются.

Установление приоритетов необходимо для более грамотного распределения ресурсов. Но если лиц, обладающих приоритетами будет слишком много, то до обслуживания простых клиентов очередь может и не дойти вовсе, что говорит о необходимости модификации системы (повышении пропускной способности).

#### Библиографический список

1. А. Кофман, Р. Крюон. Массовое обслуживание (теория и приложения).- М.: Мир, 1965

*Г.Б. Головушкин, А.В. Большаков, студ.;  
рук. Д.И. Коровин, д.э.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ АРХИТЕКТУРНОЙ СЦЕНЫ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ**

В последние годы реконструкции трехмерных архитектурных сцен уделяется все больше внимания. Потребность в создании точной 3D модели интерьера неоспорима. Но такая реконструкция часто является ручным или полуавтоматическим процессом и отнимает много времени.

Реконструкция внутренних интерьерных сцен уже рассматривалась ранее ([1], [2], [3]); в результате были достигнуты значительные результаты: рассмотрены преимущества использования *seg-дерева* для сегментации облака точек ([3]), предложено решение задачи автоматического выделения объектов в облаке точек [2], реконструкция внутреннего интерьера архитектурных сцен с помощью метода графовой обрезки ([1]).

Наша работа направлена на создание программы, обеспечивающей распознавание простейших примитивов и элементов тел в структуре постройки: плоскостей, параллелепипедов, цилиндрических тел, сферических поверхностей и т.д. Первый этап нашей работы был направлен на реконструкцию участков плоскостей в облаке точек.

На данном этапе, в первую очередь, производится кластеризация исходного облака точек: облако разбивается на множества небольших кластеров (сегментируется). Размер каждого кластера (его радиус) фиксирован и задается как параметр.

Затем для каждого кластера производится аппроксимация с помощью МНК ([4]). Полученные параметры плоскости для данного кластера сохраняются в памяти. Для каждого кластера вычисляется оценка точности  $P$  – среднеквадратичное расстояние точек до плоскости.

Следующий этап кластеризации облака – расширение кластеров. При этом итеративно производится поиск кластера с наименьшим параметром  $P$  (в случае равенства параметров для нескольких кластеров выбираем случайный кластер). Затем для найденного кластера производятся попытки добавления соседних кластеров, размер которых – количество точек в кластере, меньше размера обрабатываемого кластера. После этого аппроксимация плоскости производится заново, и если оценка  $P$  превышает заранее установленную величину  $P$ , добавленный кластер удаляется из данного кластера, а затем и из облака.

Если оценка кластера осталась меньше  $P$ , добавленный кластер остается, и его соседи (исключая уже обработанные) рассматриваются как кандидаты на присоединение к кластеру. Расширение кластера проводится до тех пор, пока все возможные кластеры-кандидаты на присоединение не будут рассмотрены.

По завершении этапа мы имеем кластеризованное облако точек, каждый кластер которого аппроксимирован плоскостью.

После кластеризации для каждого кластера производится построение выпуклой оболочки полигона по вычисленным параметрам плоскости (все точки проецируются на данную плоскость; затем по проекциям строится выпуклая оболочка – с помощью алгоритма Джарвиса). Затем производится соединение почти параллельных и близлежащих полигонов (угол между нормальными меньше заданного) в один полигон – для устранения зазоров, полученных на этапе кластеризации (этап соединения полигонов будет реализован в дальнейшем).

Таким образом, наша программа находит и распознает плоские полигоны в облаке точек. Дальнейшие направления работы:

- Использование пространственного дерева на этапе кластеризации (окто, kd или seg)
- Реализация соединения близлежащих полигонов.
- Тестирование на более сложных случаях (углы, коробки и т.д.)
- Проведение нагрузочного тестирования на основе реальных результатов лазерного сканирования.
- Разработка модулей аппроксимации других примитивов, их поиск и распознавание при кластеризации облака точек

#### Библиографический список

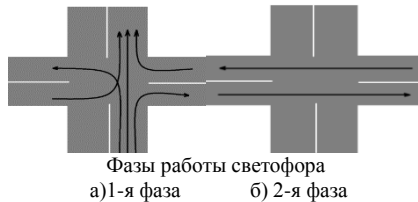
1. **Sven Oesau, Florent Lafarge, Pierre Alliez.** Indoor scene reconstruction using feature sensitive primitive extraction and graph-cut // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing (2014) 68-82.

2. **Велижев, А.Б., Шаповалов, Р.В., Потанов, Д., Третьяк, Л., Коцушин, А.** Автоматическая сегментация облаков точек на основе элементов поверхности. Москва, МГУ им. Ломоносова, 2014.

*С. Ефремов, С. Шуйкин, А. Симонов, студ.;  
рук. Д.И. Коровин, д.э.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ОПТИМИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОТОКОВ ЧЕРЕЗ ПЕРЕКРЕСТКИ СО СВЕТОФОРАМИ

В рамках мер, нацеленных на решение проблемы дорожных заторов предлагается организация «Зелёной волны», системы светофорного регулирования, обеспечивающая безопасное движение транспортных средств на городских магистралях. «Зеленая волна» рассчитывается на определённую среднюю скорость; между рядом светофоров устанавливается связь, обеспечивающая включение зелёных сигналов к моментам подхода компактных групп транспортных средств. Внедрение координированного регулирования по системе «Зеленая волна» создаёт ряд преимуществ по сравнению с индивидуальным регулированием на каждом перекрёстке: повышается скорость движения по магистрали, сокращаются остановки транспорта у перекрёстков, уменьшается число дорожно-транспортном происшествии и т.п. На всех перекрёстках магистрали, скоординированных по принципу «Зеленая волна», задаётся один и тот же цикл. В нашей работе мы рассмотрели такой тип движения:



Наша задача состояла в том, чтобы разработать алгоритм программы, позволяющей определить циклы работы светофоров. Алгоритм работы зеленой волны: Время, через которое включается зелёный сигнал светофора рассчитывается по формуле:

$$T_i = \frac{S_{l-i}}{V}$$

Время горения зелёного света рассчитаем так:

$$t_i = \frac{S * k_{i-1}}{V * n} + \frac{1}{2} * \frac{S}{V} * m + 3$$

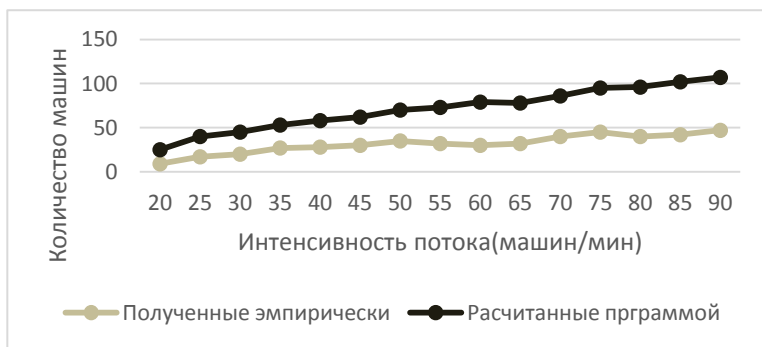
Проверка алгоритма: Для проверки алгоритма, была разработана программа, симулирующая работу светофоров на перекрестке по данному принципу. Мы рассматривали автомобильный поток как поток действующий по закону Пуассона.

Пуассоновским потоком называют ординарный поток заявок с отсутствием последствия, у которых количество заявок, поступающих в систему за промежуток времени распределено по закону Пуассона:

$$P(k,t) = \frac{(\lambda\tau)^k}{k!} e^{-\lambda\tau}$$

С помощью данной программы мы можем задавать некоторые свойства проезжей части (такие как: интенсивность потока, количество полос, средняя скорость потока и т.д.).

За основу эксперимента мы взяли улицу Лежневская. Мы измеряли интенсивности потоков, а также время циклов светофоров. По данным интенсивностей мы при помощи программы смоделировали движение на перекрестке по правилам вышеуказанного алгоритма. Данные которые мы получили можно увидеть на графике.



При равных интенсивностях количество машин, проехавших перекресток выше при циклах рассчитанных программой.

#### Библиографический список

1. М.М. Ахмадинуров «Оптимизация светофорного регулирования с помощью программы моделирования транспортных потоков». Вестник ЮУрГУ, № 22, 2010.
2. Федеральное дорожное агентство (Росавтодор) «Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах»:М.:

*И. Завьялов, Т. Зайцев студ.,  
рук. Д.И Коровин, д.э.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ОГРАНИЧЕННО-ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ ФУНКЦИИ. ДИАГРАММЫ МУРА**

Граф – это тройка  $(V, R, F)$  –  $V$  – множество вершин,  $R$ - множество ребер,  $F$ - множество правил, которые к каждому объекту из  $R$  ставят соответствие ровно 2 объекта из множества  $V$ . Если в значении функции инцидентности допускается перестановка вершин, то граф называется неориентированным. В противном случае граф называется ориентированным (Орграф). Дерево – это граф, в котором отсутствуют циклы. Детерминированная функция называется ограниченной, если вес дерева соответствующей функции задается конечным числом.

Диаграмма Мура – ориентированный граф, любая вершина которого сопоставляется любому не изоморфному поддереву, из любой вершины исходит  $N = k^2$  дуг, любой из которой приписывается номер от 0 до  $N - 1$  и значение функции на этом ребре. Вершина, которая соответствует корню дерева, является выделенной, ей присваивается номер 0.

Постановка задачи: Необходимо реализовать программу, которая предоставляет возможность пользователю самому задать диаграмму Мура и получить канонические уравнения, которые ей соответствуют.

Определение канонических уравнений. Рассмотрим диаграмму Мура ограничено-детерминированной функции  $f=f(X)$ . Предположим, что в момент времени  $(t - 1)$  мы находимся в вершине (в состоянии)  $Q(t-1)$ , в момент времени  $t$  мы производим переход в некоторое состояние с номером  $Q(t)$ , переход осуществляется по ребру  $x(t)$ , переходу по этому ребру приписывается значение  $z(t)$ . Формально нами определена некоторая система уравнений, определяющая ограничено – детерминированную функцию:  $z(t) = F(x(t), Q(t-1))$ .

Попадание в состояние  $Q(t)$  происходит благодаря тому, что мы знаем номер ребра и исходное состояние  $Q(t) = G(x(t), Q(t - 1))$  (см. рис. 1),  $Q(0) = 0$ .

Таким образом получим:

$$\left\{ \begin{array}{l} z(t) = F(x(t), Q(t-1)); \\ Q(t) = G(x(t), Q(t-1)); \\ Q(0) = 0. \end{array} \right.$$



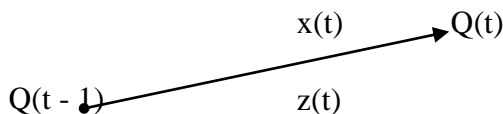


Рис. 1

Это - каноническая система уравнений, определяющих ограниченно-детерминированную функцию.

Применение: Данная программа может быть использована для построения конечного автомата. Также ее могут использовать преподаватели вузов в методических целях.

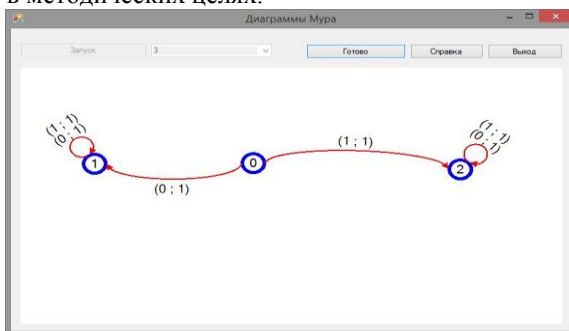


Рис. 2

Работа и описание программы: В функциональном окне расставляются состояния в порядке возрастания номера. После проставляются переходы из одного состояния в другое (см. рис. 2).

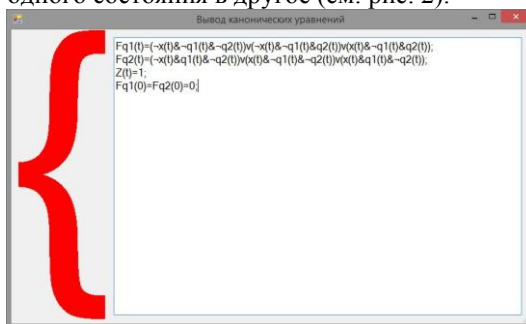


Рис. 3

При нажатии кнопки «Готово» в окне появляются канонические уравнения соответствующие данной диаграмме (см. рис. 3).

#### Библиографический список

1. С.В. Яблонский, Введение в дискретную математику// М.: ФИЗМАЛИТ. 2005.
2. Г.П. Гаврилов, Задачи и упражнения по дискретной математике// М.: Наука. 1979

*Н.В. Киселева, студ.;  
рук. Д.И. Коровин, д.э.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **БОРЬБА С КАССОВЫМ РАЗРЫВОМ**

Каждому предприятию необходим эффективный и надежный инструмент оперативного управления его денежными потоками, для этого разрабатывается платежный календарь, который позволяет решить следующие основные задачи:

- свести прогнозные варианты плана поступления и расходования денежных средств;
- в максимально возможной степени синхронизировать положительный и отрицательный денежные потоки;
- в максимальной степени синхронизировать положительный и отрицательный денежные потоки;
- включить управление денежными потоками в систему оперативного контроля финансовой деятельности предприятия.

В связи с этим на платформе «1С: Предприятие» разработан платежный календарь, который позволяет решать поставленные задачи, но недостатком его является слабая степень прогнозирования денежных потоков и невозможность борьбы с кассовым разрывом.

Для преодоления данной ситуации, предлагается делать искусственный сдвиг даты прихода платежа на один день. На основе имитационного моделирования создается математическая модель задержки времени платежей, рассчитывается вероятность возникновения кассового разрыва при выбранном в организации управлении моментов времени.

Берется определенный период  $T$  (измерение ведется в днях), например месяц. Определяется функция  $S(t)$  – сумма денег на расчетном счету к концу дня. Остаток средств изменяется случайным образом.  $r(i)$  – расходы в  $i$ -ый день, детерминированная величина,  $c_j$  – количество дней, на которое можно задержать выплату  $r_j$ .

Таким образом,  $c_j$  являются параметрами управления. Набор параметров управления определяет некоторую точку в множестве  $U \in R^k$ ,

где  $k$  – число управлений. Каждому управлению сопоставляется пара чисел  $(D_j, n_j)$ , где  $n_j$  – количество исходов испытаний без кассового разрыва,  $D_j$  – дисперсия величины  $S(T)$ . Самым эффективным считается то управление, при котором число исходов без кассового разрыва наибольшее, а дисперсия наименьшая. Дисперсия  $D$  характеризует надежность расчетов, чем меньше это число, тем выше надежность данной модели.

Данный метод позволяет определить наиболее эффективный способ ведения расходов предприятия. Модель позволяет уменьшить вероятность кассового разрыва при заданных параметрах управления и есть возможность оценить надежность полученного решения.

#### Библиографический список

1. **В.И. Малыхин.** Финансовая математика, 2е изд., перераб. и доп. – М.: 2003 – 237с.

*М.А. Лобанов, Т.И. Костромская, студ.;  
рук. Д. И. Коровин, д.э.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОДПИСЕЙ

В настоящее время распознавание образов, представленных в виде растровых изображений, является актуальной задачей и находит все большее применение в повседневной жизни.

Перед нами стояла задача определения подлинности подписи, представленной в виде изображения.

Для решения данной задачи мы использовали перцептрон.

Была реализована многослойная полносвязная сеть с одним скрытым слоем, которая обучается методом обратного распространения ошибки.

Обучение такой нейросети требует выполнения следующих операций:

- Выбрать очередную обучающую пару (образ и ожидаемый выход сети)
- Подать образ на вход сети
- Вычислить выход сети
- Получить ошибку сети вычислив разность между реальным выходом и ожидаемым выходом сети.
- Скорректировать веса сети согласно алгоритму обратного распространения ошибки, чтобы минимизировать ошибку
- Повторяем шаги с 1 по 5 для всего обучающего множества, пока ошибка не достигнет приемлемого уровня

При вычислении выхода сети (п.3), выход каждого нейрона вычисляется по формуле:

$$y_j^{k+1} = f\left(\sum_{i=0}^{N^k} w_{ij} \times y_i^k\right),$$

$$S(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$$

Алгоритм обратного распространения ошибки предполагает вычисление сигнала ошибки каждого нейрона в каждом слое, начиная с последнего, двигаясь последовательно к рецепторному слою.

Ошибка на выходном слое вычисляется так:

$$d = z - y,$$

А так вычисляется ошибка на внутренних слоях:

$$d_i^k = \sum_{j=0}^{N^{k+1}} w_{ij} \times d_j^{k+1},$$

После этого следует скорректировать веса с учетом предыдущего значения и ошибкой нейрона.

$$\Delta w_{ij}^k = \eta \times d_j^{k+1} \times S'(y_j^{k+1}) \times y_i^k,$$

где  $w_{ij}^k$  - вес связи между  $i$ -ым нейроном  $k$ -ого слоя и  $j$ -ым нейроном  $k+1$  слоя;

$\eta$  - коэффициент скорости обучения;

$S'$  - производная от функции активации.

Многослойный персептрон, использующий алгоритмы обратного распространения, имеет плавное и равномерное нарастание процента правильных ответов.

Скорость и качество обучения сети зависит от нескольких факторов: количества скрытых слоев, коэффициента скорости обучения, величины выборки, выбора активационной функции и специфики решаемой задачи. В нашем случае требовалась достаточно большая выборка из подлинных и подделанных подписей, для нахождения даже мельчайших различий.

В результате нашей работы, мы получили 80-85% распознаваемость подписей.

Для увеличения качества работы сети требуется увеличение обучающей выборки.

Данная программа может быть использована в деканатах и ректоратах университетов, для определения подлинности росписей преподавателей.

Также подобные программы широко используются для верификации подписей в банковской сфере и в электронной коммерции.

Программа написана на языке C#, с использованием программной среды Microsoft Visual Studio.

**Библиографический список**

1. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. 2-е изд. Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006.

*П.А. Королева, Р.Р. Шакирзянов, студ.;  
рук. Д.И. Коровин, д.э.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

**НАХОЖДЕНИЕ МИНИМАЛЬНОО РАЗМЕРНОГО  
ПРОСТРАНСТВА, ГДЕ СУЩЕСТВУЕТ  
РАЗДЕЛЯЮЩАЯ ГИПЕРПЛОСКОСТЬ**

Возможность формализации процесса оценки финансового состояния предприятия, необходимость учета обширного ряда показателей и факторов для получения итогового заключения определяют актуальность и целесообразность использования компьютерных технологий. В данном проекте мы создали программный продукт с целью нахождения минимального количества параметров, которые стоит учитывать при определении банкротства.

Перед нами стояла задача, заключающаяся в нахождении минимально размерного пространства (K-мерного), где существует гиперплоскость, разделяющая множество точек на 2 класса : банкротов и не банкротов.

Изначально нам даны предприятия с L количеством параметров относительного финансового состояния. Класс предприятия задается пользователем (бинарная величина 0 или 1). На основании этих данных можно построить L-мерное пространство (т.е. L параметров банкротства, каждый параметр соответствует одной грани пространства, 2 параметра- двухмерное пространство, 3 параметра- трёхмерное пространство и т.д.).

Для нахождения K-мерного пространства выполнили следующий алгоритм:

- Рассмотрели одномерное пространство.
- Сравнили первый параметр каждого из предприятий поочередно с Y.

Проверили условие с учетом значения Xoj.

- Нашли штрафы у всех предприятий , несоответствующих условию ,и просуммировали их .
- Поменяли коэффициент  $a_i$  с указанным пользователем шагом.
- Нашли коэффициент с минимальным штрафом. Если существует коэффициент со штрафом, равным нулю,- минимальное  $K$  найдено и равно единице, иначе необходимо зафиксировать коэффициент с наименьшим штрафом в уравнении гиперплоскости, затем увеличить размерность. Далее повторяется этот же алгоритм, только с перебором нового коэффициента.
- Если в последней  $L$ -размерной плоскости не существует коэффициента со штрафом 0, то и гиперплоскости ни в одном из  $L$ -мерных пространств при этом наборе данных нет.

Уравнение гиперплоскости имеет вид:

$$y = \sum_{i=1}^k a_i * x_i$$

В одномерном пространстве уравнение гиперплоскости выглядит так:  $y=a_i$ , в двумерном добавляем параметр  $x$ , в трехмерном добавим еще один параметр  $x$  и т.д. Каждому параметру соответствует  $a_i$ .

$a_i$  –коэффициенты, перебор которых осуществляется от 0 до максимального значения  $i$ -параметра.  $K$  такое минимальное количество параметров из  $N$  заданных пользователем, по которым можно разделить предприятия на две группы.

Штраф считали по формуле:

$$\text{Штраф} = a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + \dots + a_i * x_i + y ,$$

Где  $y$ - значение уравнения гиперплоскости.

Данный программный продукт может быть использован в экономической сфере, для определения и прогнозирования финансового состояния той или иной компании.

Программа написана на языке Delphi.

#### Библиографический список

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М., Численные методы, Бинوم. Лаборатория знаний, М., 2004, 636 с.

П.А. Букина, студ.;  
рук. В.И. Варламов, к. ф.- м. н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)

## ОЦЕНКИ РАДИУСОВ КОЛЬЦА, СОДЕРЖАЩЕГО ЦИКЛЫ АВТОНОМНОЙ ДВУМЕРНОЙ СИСТЕМЫ

Предложен аналитический метод оценки радиусов кольца, внутри которого находятся все циклы автономной системы. Метод позволяет оценить минимальную и максимальную амплитуды колебаний моста в задаче о колебаниях моста при вихревом (ветровом) резонансе. Суть метода продемонстрируем на следующем модельном примере:

$$\begin{cases} \dot{x} = -y + x(x^2 + y^2 - 1) \\ \dot{y} = x + y(x^2 + y^2 - 1) \end{cases} \quad (1)$$

Для системы (1) начало координат – единственная точка покоя (устойчивый фокус). Система имеет единственный неустойчивый предельный цикл  $x^2 + y^2 = 1$ . В [1] был предложен аналитический метод, который показал, что в круге  $x^2 + y^2 \leq 0,99$  циклов нет. Аналогично оценим радиус окрестности бесконечно удаленной точки, не содержащей циклов.

В системе (1) произведём замену:

$$x = u / (u^2 + v^2), y = v / (u^2 + v^2),$$

получим систему:

$$\begin{cases} \dot{u}(u^2 + v^2) = (u - v)(u^2 + v^2) - u \\ \dot{v}(u^2 + v^2) = (u + v)(u^2 + v^2) - v \end{cases} \quad (2)$$

Поделим первое уравнение системы (2) на второе, получим уравнение

$$\frac{du}{dv} = \frac{(u - v)(u^2 + v^2) - u}{(u + v)(u^2 + v^2) - v},$$

и из него автономную систему с новым временем  $\tau$

$$\begin{cases} \frac{du}{d\tau} = (u - v)(u^2 + v^2) - u, \\ \frac{dv}{d\tau} = (u + v)(u^2 + v^2) - v, \end{cases} \quad (3)$$

$$d\tau = dt / (u^2 + v^2)$$

Для оценки радиуса окрестности начала координат системы (3), не содержащей цикла, применим теорему 1 работы [1].

Для этой системы вектор-функция  $F = \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \end{pmatrix}$ , где  $f_1 = (u - v)(u^2 + v^2)$ ,  $f_2 = (u + v)(u^2 + v^2)$ ; матрица линейного приближения  $A = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ . Начало координат – дикритический устойчивый узел. Система первого приближения имеет вид:

$$\begin{cases} \dot{u} = -u \\ \dot{v} = -v \end{cases} \quad (4)$$

Матрица Коши системы (4)

$$\Phi(\tau, t) = \Phi(\tau)\Phi^{-1}(t) = e^{-(\tau-t)}. \quad |\Phi(\tau, t)| \leq e^{-(\tau-t)}.$$

Найдём мажоранту вектор – функции  $F$ .

$$|F| = \sqrt{f_1^2 + f_2^2} = \sqrt{2}\sqrt{(u^2 + v^2)^3}$$

Пусть  $\sqrt{u^2 + v^2} = r$ . Тогда  $|F(r)| = \sqrt{2}r^3$ ,  $0 \leq r < +\infty$ .

Радиуса круга  $r_*$ , в котором отсутствует цикл, удовлетворяет уравнению (см. [1, с.889])

$$\int_{r_*}^{+\infty} \frac{dr}{r^3} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

Получим:  $1/r_*^2 = \sqrt{2} \Rightarrow r_* = 1/\sqrt[4]{2}$ .  $\sqrt{u^2 + v^2} \leq r_*$ . Так как  $x^2 + y^2 = 1/(u^2 + v^2)$ , то  $\sqrt{x^2 + y^2} \geq \sqrt[4]{2}$ . Поэтому цикл лежит в кольце  $0,99 \leq \sqrt{x^2 + y^2} \leq \sqrt[4]{2}$ .

#### Библиографический список

1. Варламов В.И. Об оценке области экспоненциальной устойчивости одного класса нелинейных систем. //Дифференциальные уравнения. Минск.1988.Т.24, N 5, С.888-890.





При положительном ответе на вопрос, вероятность всех ответов, содержащий данный вопрос увеличивается. А вероятность ответов, не содержащих данный вопрос уменьшается. При отрицательном ответе наоборот: вероятность ответов, не содержащих данный вопрос повышается, а содержащих - уменьшается. Все положительные вопросы запоминаются в рамках одной игры, на случай добавления нового персонажа. Неточные ответы: скорее да и скорее нет влияют на то, насколько вероятность увеличится или уменьшится. При ответе не знаю, данный вопрос просто удаляется.

Ответ считается найденным, если разность между двумя, на данный момент самыми вероятными ответами, будет больше заранее заданной константы. Если пользователь загадал персонажа, которого нет в базе, то программа выдаст текущего наиболее вероятного (подходящего для данной базы) персонажа. А пользователь может скорректировать ответ программы.

Для добавления нового персонажа, пользователю предлагается ввести имя. Если его нет в базе (если есть, программа выдала неверный результат из-за небольшой базы), то он добавляется в базу ответов, а вектор его вопросов будет равен вектору положительных ответов в рамках данной игры.

Дальше пользователю предлагается ввести вопросов, который позволит отличить персонажа пользователя от персонажа, выданного программой. Этот вопрос запоминается в базе и заносится в вектор ответов для нового персонажа. Сам персонаж так же заносится в базу.

В результате была получена программа, способная, по ответам на представленные вопросы, угадывать загаданных пользователем персонажей, основным достоинством которой является обучаемость и рациональность.

#### Библиографический список

1. Герберт Шилдт , Самоучитель С++" БХВ-Петербург, 2003 г.687 стр.
2. С. Окулов, Программирование в алгоритмах, Бином, 2007г
3. Б. Страуструп , Язык программирования С++
4. Р. Лафоре , ООП в С++

*С. Идрисова, А. Войнов, студ.;  
рук. Д.И Коровин, д.э.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ОДНОЗНАЧНОСТЬ ДЕКОДИРОВАНИЯ. ТЕОРЕМА МАРКОВА ОБ ОДНОЗНАЧНОСТИ ДЕКОДИРОВАНИЯ**

Код – правило (алгоритм) сопоставления каждому конкретному сообщению строго определённой комбинации символов (знаков) (или сигналов).

Кодирование – это процесс формирования определенного представления информации. В более узком смысле под термином кодирования часто понимают переход от одной формы представления информации к другой, более удобной для хранения, передачи, обработки и защиты данных.

Коды появились еще в глубокой древности в виде криптограмм, ими пользовались для засекречивания сообщений от тех кому оно не было предназначено. Уже в V веке знаменитый греческий историк Геродот приводил примеры писем понятных лишь для одного адресата. Спартанцы имели специальный механический прибор при помощи которого важные сообщения можно было писать особым способом, обеспечивающим сохранение тайны, так же собственная секретная азбука была и у Юлия Цезаря. В средние века и эпоху возрождения над изобретением тайных шифров трудились многие выдающиеся математики: Франсуа Виет, Джероламо Карнадо, Джон Валлис.

Постановка задачи: Необходимо реализовать программу, которая осуществляет проверку схемы алфавитного кодирования на однозначность ее декодирования по теореме Маркова

Андрей Андреевич Марков (9 сентября 1903, Санкт-Петербург - 11 октября 1979, Москва) — советский математик, сын известного русского математика А. А. Маркова, основоположник советской школы конструктивной математики

Теорема Маркова: Код является однозначно декодируемым тогда и только тогда, когда в соответствующем ему Графе Маркова отсутствует цикл, проходящий через пустую вершину.

Для построения Графа Маркова нам необходимо: Определить все последовательности(строки) которые бы совпадали с началом какого-то кодового слова и одновременно с концом другого кодового слова и сами не являются кодовыми словами и потом к данному множеству мы добавляем пустую вершину  $\lambda$ . Соединяем вершины дугами (направленными рёбрами) по правилу: X и Y соединяются дугой, если после-

довательная запись кода вершины X, кода некоторой буквы (или нескольких букв) и кода вершины Y дает код ещё одной буквы.

Согласно теореме Маркова верны следующие утверждения:

- если есть сообщение, которое декодируется неоднозначно, то в графе есть цикл, проходящий через вершину  $\Lambda$ ;
- если в графе есть цикл, проходящий через вершину  $\Lambda$ , то можно построить сообщение, которое декодируется неоднозначно; для этого нужно, проходя по циклу, последовательно выписывать коды всех встречающихся вершин и дуг;

Применение: Возможность применение данной программы в более сложных продуктах основанных на кодировании какой-либо информации однозначным кодом. При нахождении оптимального кода можно использовать для сжатия информации, так же данная программа может быть использована преподавателями вузов в методических целях.

В графу Алфавит вводятся буквы и их коды, после того как код введен, мы строим граф всего одним нажатием на кнопку, и получаем граф и соответствующее сообщение. Перехода по вкладкам Граф|Матрица|Детали| мы сможем просмотреть необходимые детали которые были использованы для построения графа.

#### Библиографический список

1. С.В. Яблонский, Введение в дискретную математику// М. ФИЗМАТ, 2005
2. Аршинов М.Н., Садовский Л.Е., Коды и математика (рассказы о кодировании)// М.: Наука. 1979

*М.М. Торцев, студ.;  
рук. Д.И. Коровин, д.э.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПЛАТЁЖНОГО КАЛЕНДАРЯ

В наше время существуют и бурно развиваются различные предприятия и компании. Вся коммерческая деятельность таких предприятий, безусловно, должна иметь некоторый учёт. Очевидно, это необходимо для прозрачности и детальности оборота средств. Именно для этой цели, а также для прогнозирования средств на предприятии, был придуман платёжный календарь – инструмент оперативного управления финансами организации.

Целью работы является построение имитационной модели платёжного календаря и оценка адекватности её работы.

Для оценки адекватности модели могут быть использованы проверки двух видов.

Первая проверка утверждает, что модель верна "приблизительно". Убеждаются в том, что модель не даёт абсурдных результатов. При этом получаемые результаты должны иметь смысл.

Второй метод проверки состоит в проверке исходных данных. Исходные данные и положения не должны сильно изменять и упрощать алгоритм работы имитационной модели.

Платежный календарь в рамках предприятия ведется по отдельным видам хозяйственной деятельности, а также по различным типам центров ответственности (структурных единиц и подразделений).

Основная цель составления платежного календаря видится в достижении максимальной сбалансированности положительных и отрицательных денежных потоков в каждый момент планируемого интервала времени, а также в обеспечении платежеспособности предприятия.

Для того, чтобы наиболее эффективно спланировать распределение денежных платежей на предприятии, построю имитационную модель платёжного календаря.

Достоинства использования метода имитационного моделирования в том, что это значительно сэкономит время и деньги, а также в том, что предприятие сможет контролировать дебиторскую задолженность, прогнозируя оборот средств.

Алгоритм модели работает итеративно, то есть вначале я задам количество итераций – период функционирования календаря. Это может быть один час, один день или месяц, квартал, полугодие. Пусть одна итерация будет равна одному часу (это значение берётся условно).

В каждый момент времени модель генерирует вероятность прихода/расхода денежных средств на предприятии. Если вероятность более 0,7, то деньги пришли на предприятие, если же меньше 0,2, то не пришли.

Приход и расход средств задаются случайными величинами, которые генерируются бета - распределением:

$$t = \frac{1}{\lambda} * \frac{1}{1-F}, \quad F = 1 - e^{-\lambda t},$$

где F генерируется равномерным (rnd) распределением.

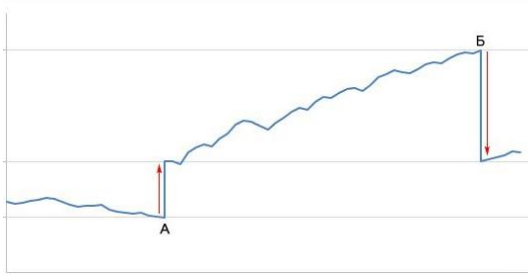


Рис. 1. Результат работы имитационной модели

Построив имитационную модель, я заметил, что полученные результаты можно считать правдоподобными. В точке А был запущен алгоритм. Далее за некоторое время наблюдался приход и расход средств, но в целом до точки Б предприятие увеличивало доход. В точке Б произошёл спад. Построенная модель позволяет «отлавливать» такие точки и не давать предприятию обанкротиться.

#### Библиографический список

1. **Егоров В.Н.**, Коровин Д.И. Основы экономической теории надежности производственных систем М., 2006
2. **Бахрамов Ю.М.**, Глухов В.В. Финансовый менеджмент — СПб.: Питер, 2011. — 2-е изд. Стандарт третьего поколения. — 496 с.: ил. — (Серия «Учебник для вузов»).
3. **Найденова Р.И.**, **Виноходова А.Ф.** Финансовый менеджмент. – М.: Кнорус, 2009. – 208 с
4. **Ендовицкий Д.А.** Новый взгляд на содержание финансового менеджмента // Бухгалтерский учет. – 2011. - № 10. – С. 121 – 122.

**В. Трунов, А. Стулов, А. Стахеев студ.;**  
**рук. Д.И. Коровин, д.э.н., доцент**  
**(ИГЭУ, г. Иваново)**

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ДЛЯ ВУЗА

Что является залогом эффективного обучения? Конечно же, есть много критериев. Одним из них является качество учебного процесса. А значит от того, насколько успешно составлено расписание, напрямую зависит успеваемость обучающихся.

Составление расписания является трудоемким процессом. Над его составлением трудится не один и даже не два человека, а гораздо больше. Но даже при таком количестве сотрудников для того, чтобы

получить какой-то результат, уходят недели. Все это затрачивает так много времени потому что, чтобы составить расписание, нужно много всего учесть. Есть ряд обязательных критериев, а также ряд критериев, которые сделают расписание более оптимальным как для обучающегося, так и для преподавателя.

Для автоматизации процесса мы поставили перед собой задачу: необходимо реализовать программу, которая по введенным данным (нагрузка, аудиторный фонд, пожелания и т.д.) будет автоматически составлять оптимальное расписание для вуза. Основой алгоритма данной задачи является метод многоагентного моделирования.

Введем следующие понятия:  $X = \{X_1, \dots, X_n\}$  множество занятий, которые должны быть проведены.  $D = \{D_1, \dots, D_n\}$  множество всех возможных дат для всех занятий.  $D_i = \{dt_1, \dots, dt_i\}$ , где  $|D_i| = d$  множество всех возможных дат для каждого занятия  $X_i$ .  $S$  – множество всех ограничений, состоит из следующих видов ограничений:  $C_h$  - жесткие ограничения,  $C_s$  – предпочтения. Для каждого жесткого ограничения  $C_i$  мы присваиваем вес  $c_{i\downarrow} \{C_{\downarrow} h\} = 1$ , а для каждого мягкого ограничения (предпочтения)  $C_j$  мы присваиваем вес  $w_{i,j}(0, 1)$ . Этот вес можно принять за уровень предпочтения пользователя проводить это занятия в дату  $dt_j$ .

Многоагентная модель состоит из множества взаимодействующих агентов. Используются 2 типа агентов – агент «Преподаватель» и агент «Группа». Для удобства будем называть оба типа «Пользователи». Два пользователя связаны друг с другом тогда и только тогда, когда им нужно посетить одно общее занятие. Цель каждого пользователя  $A_i$  – назначить дату для каждого занятия, которое необходимо посетить (согласно нагрузке или учебному плану), так чтобы с одной стороны удовлетворить всем жестким ограничениям, с другой – для всех занятий должна быть установлена дата с наивысшей локальной утилитой ( $LU$ ). Локальная утилиты есть сумма всех предпочтений пользователей-участников занятия.

Для проверки оптимальности расписания был использован метод Парето. Мы сравнивали расписание, составленной программой, с дей-

ствующим расписанием в вузе. Критерий - наличия пропуска между парами.

Были построены два вектора  $A = (X_{A_1}, X_{A_2}, \dots, X_{A_n})$ ,  $B = (X_{B_1}, X_{B_2}, \dots, X_{B_n})$ , где  $X_{A_i}$  и  $X_{B_i}$  количество пропусков (окон) у  $i$ -ого преподавателя в расписании ( $A$  - действующее расписание в вузе,  $B$  - расписание составленное программой).

Расписание  $A$  более оптимально, чем  $B$  если

$$(X_{A_1} < X_{B_1}) \wedge (X_{A_2} < X_{B_2}) \wedge \dots \wedge (X_{A_n} < X_{B_n}) = 1, \quad \text{где } \wedge \text{ -}$$

конъюнкция.

Расписание  $B$  более оптимально, чем  $A$  если

$$(X_{A_1} > X_{B_1}) \wedge (X_{A_2} > X_{B_2}) \wedge \dots \wedge (X_{A_n} > X_{B_n}) = 1$$

В остальных случаях оба расписания можно считать оптимальными, т. к. показывают, что нельзя уменьшить количество окон одному преподавателю, не увеличив их другому.

Наше сравнение дало последнюю ситуацию. Это значит, что действующее расписание в вузе и расписание составленное программой можно считать оптимальными. Данное исследование подтвердило эффективность программы.

#### Библиографический список

1. Петросян Л. А. Теория Игр. М.: Высшая школа. 1998.

*А.А. Шилкин, С.П. Шарыкин, студ.;  
рук. Коровин Д.И., д.э.н., профессор  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ГЕНЕРИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Задача моделирования случайных карт приобретает в последнее время все большее и большее значение. Уже сейчас существуют различные методы, позволяющие генерировать реалистичные ландшафты.

В представленной работе рассматривается применение метода, который носит название метода стохастического имитационного моделирования. Под случайным рельефом (случайным ландшафтом) будем понимать математическую модель поверхности участка Земли, которого на самом деле не существует, но он мог бы быть при стечении тех или иных геологических, исторических событий. Наиболее распро-



страненными его элементами являются реки, возвышенности, водоемы, равнинные участки, лесные участки.

Опишем и кратко поясним план генерирования случайного ландшафта. Карта, на которой выполняется построение, представляет собой сетку с заданной частотой, и наша задача – определить высоты, соответствующие каждой ее точке (узлу). Отметим сразу, что максимальные значения величин, задающих характер ландшафта (длины рек, площадь поверхности озер и их глубина) определяется исходя из размеров сетки. Горизонтали, которые представляют собой случайное блуждание точки на двумерной решетке, строятся случайным образом. С точки зрения случайных процессов, эта процедура описывается моделью Марковской цепи.

Состояниями описываемого нами процесса будут являться пары шагов:  $YU, YX, XX, XY$ , где каждый символ  $X$  задает смещение на одну единицу по оси абсцисс и каждый символ  $Y$  задает смещение на одну единицу по оси ординат - относительно первоначального расположения карты. Это описывается постоянной для всего процесса стохастической матрицей  $P = \{p_{ij}\}_{n \times n}$ , каждый элемент которой – доля случаев, в которых очередная часть русла реки переходит из состояния  $i$  в

состояние  $j$ . В нашем случае  $n = 4$  и

$$P = \begin{bmatrix} 2/3 & 1/3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/2 & 1/2 \\ 0 & 0 & 2/3 & 1/3 \\ 1/2 & 1/2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Еще одна характеристика случайного блуждания – вектор

$$V_4(t) = (V_1(t), V_2(t), V_3(t), V_4(t)),$$

то есть вектор случайных состояний, определяющий с какой вероятностью русло реки находится в момент времени  $t$  в том или ином состоянии.

Определим на нашей карте точку, откуда будем начинать построение реки и зададим начальное состояние. Это будет вектор с  $n$  компонентами, из которых один компонент 1, остальные 0. Обозначим его как  $V(0)$ . Единица размещена в позиции под номером, соответствующим состоянию. Далее в каждый момент времени  $n$  для определения перехода генерируем псевдослучайное число, равномерно распределенное на отрезке  $[0;1]$  –  $R_n$  и строим матрицу имитации перехода  $G(n) = \{g_{ij}\}_{n \times n}$  по правилу:

$$g_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{k=1}^{j-1} p_{ij} \leq R_n < \sum_{k=1}^j p_{ij} \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

Номер следующего состояния мы определим как номер позиции компонента, содержащего 1 в векторе  $V(n+1)=V(n)G(n+1)$ . Этот процесс будем повторять до тех пор, пока река не выйдет за границы карты; затем добавим по тому же алгоритму некоторые ответвления и расширим основное русло в одну из сторон.

Остальная часть карты разбивается горизонтальными и вертикальными отрезками на области, приблизительно равные по площади, которыми ограничены основания холмов. Вычисление высот каждого из узлов сетки в пределах области производится по вышеописанному плану, после чего полученное значение величины  $H$  изменяется на противоположное, так как имеет физический смысл высоты над уровнем моря. Данный алгоритм не выполняется лишь для единственной точки – проекции вершины холма. В этой точке высота  $H$  определяется по следующей формуле:  $H = e^P$ , где  $e$  – основание натурального логарифма,  $P$  – наименьшее расстояние до какого-либо из озер,  $c$  – константа.

Наконец, после реализации вышеуказанных алгоритмов производится визуализация матрицы высот точек сетки.

#### Библиографический список

1. **Викторов А.С.** Математическая морфология ландшафта. М.: Наука, 1998. С. 252.
2. **Мильков Ф.Н.** Физическая география. Учение о ландшафте и географическая зональность. Воронеж. 1986.

*М.С. Фадеева, студ.;  
рук. Е.В.Сметанин, к.ф.-м.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ЭКВИВАЛЕНТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ В ТЕНЗОРНОМ АНАЛИЗЕ СЕТЕЙ

Необходимость эквивалентирования электрических цепей часто возникает в случае расчета крупномасштабных цепей по частям. Пусть мы имеем цепь, имеющую  $n$  элементов и  $m$  узлов. В канонической системе координат уравнения этой цепи имеют вид  $e_\mu = Z_{\mu\nu} i^\nu$ , где  $\mu, \nu = \overline{1, n}$ . Здесь  $\{e_\mu\}$  – ЭДС элементов цепи,  $Z_{\mu\nu}$  – координаты тен-

зора сопротивлений  $Z$  цепи относительно канонической системы координат. Выберем некоторый остов  $T$  орграфа цепи и запишем усеченную по некоторому узлу матрицу инциденции этого орграфа в виде  $A = (T X)$ , где  $T$  - матрица инциденции выбранного остова, а  $X$  - матрица инциденции хорд этого остова. Упорядочим элементы цепи в соответствии с матрицей инциденции и запишем уравнения цепи в матричном виде

$$\begin{pmatrix} e_b \\ e_c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{bb} & Z_{bc} \\ Z_{cb} & Z_{cc} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_b \\ i_c \end{pmatrix}.$$

Здесь  $Z_{bb}$  - матрица сопротивлений элементов цепи, входящих в остов  $T$ , а  $Z_{cc}$  - матрица сопротивлений хорд этого остова.

Рассмотрим теперь некоторый остов  $T_p$  полного графа  $K_n$ , у которого в качестве вершин выбраны узлы цепи. Используя формулы тензорных преобразований  $i^v = C_{v'}^v i^{v'}$ ,  $e_{\mu'} = C_{\mu}^{\mu'} e_{\mu}$ ,

$Z_{\mu'\nu'} = C_{\mu}^{\mu'} C_{\nu}^{\nu'} Z_{\mu\nu}$ , где матрица преобразования  $C$  выбрана в наиболее простом виде

$$C = \begin{pmatrix} -X_T & I_{\rho} \\ I_{\mu} & 0 \end{pmatrix},$$

получим уравнения исследуемой цепи в новой системе координат

$$\begin{pmatrix} e'_c \\ e_b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_c \\ i_p \end{pmatrix}.$$

Здесь  $X_T = T^{-1}X$ ,  $I_{\rho}$  и  $I_{\mu}$  - единичные матрицы, размерность которых соответственно равна  $\rho$  - ранг графа цепи и  $\mu$  - цикломатическое число этого графа,

$$\begin{aligned} e'_c &= e_c - X_T^t e_b, \quad Z_{22} = Z_{bb}, \quad Z_{21} = Z_{bc} - Z_{bb} X_T, \\ Z_{12} &= Z_{cb} - X_T^t Z_{bb}, \quad Z_{11} = Z_{cc} + X_T^t Z_{bb} X_T - X_T^t Z_{bc} - Z_{cb} X_T. \end{aligned}$$

Простой вид матрицы преобразования  $C$  обязан выбору остова  $T_p$ , который представляет собой остов  $T$  с обращенными направлениями входящих в него дуг.

Найдем контурные токи из первого матричного уравнения

$$i_c = Y_{11}(e'_c - Z_{12}i_p),$$

где  $Y_{11} = Z_{11}^{-1}$  - матрица проводимостей контуров. Подстановка найденных контурных токов во второе матричное уравнение приводит к уравнению эквивалентной электрической цепи  $e_p = Z_p i_p$ , где  $e_p = e_b - Z_{21}Y_{11}e'_c$  - матрица ЭДС элементов эквивалентной цепи,  $Z_p = Z_{21} - Z_{21}Y_{11}Z_{12}$  - матрица сопротивлений эквивалентной цепи, по диагонали которой стоят собственные сопротивления элементов цепи, вне диагонали – взаимные сопротивления этих элементов. Заметим, что эквивалентной цепью является в нашем случае дерево, содержащее  $m$  вершин и  $\rho$  ветвей.

Переход к другой эквивалентной цепи (к другому множеству узловых пар) можно осуществить с помощью тензорных преобразований. Пусть мы имеем управляющее уравнение первой эквивалентной цепи  $e_{p1} = Z_{p1}i_{p1}$ , топология которой задается остовом  $T_{p1}$  полного графа  $K_n$ . Пусть новая эквивалентная цепь определяется новым множеством независимых узловых пар, описываемым остовом  $T_{p2}$ . Преобразования уравнения первой цепи к уравнению новой эквивалентной цепи  $e_{p2} = Z_{p2}i_{p2}$  имеют вид:

$i_{p1} = C i_{p2}$ ,  $e_{p2} = C_t e_{p1}$ ,  $Z_{p2} = C_t Z_{p1} C$ , где  $C = T_{p1}^{-1} T_{p2}$  - матрица преобразования.

#### Библиографический список

1. Сметанин, Е.В. Категорно-тензорный подход к моделированию систем / Е.В. Сметанин. Иваново, 1995. 264 с.

## Секция 31. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ГРАФИКА

Председатель – к.т.н., доцент **Егорычева Е.В.**

Секретарь – доцент **Бойков А.А.**

*А.А. Бойков, доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

### СПОСОБ И ЗАДАЧИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В данной статье исследуем способ геометрического моделирования при помощи изображений (графическое моделирование) с позиций современных задач геометрического моделирования и покажем его фундаментальную значимость для технического образования.

Геометрическая модель позволяет фиксировать и исследовать геометрические свойства объектов — форму, размеры, взаимное положение, размещение, движение в пространстве и т. п. Всякая модель неразрывно связана с языком, т. е. способом ее представления (рис. 1). Геометрические модели, таким образом, могут быть натурными (макеты), информационными (графические или аналитические) и компьютерными (данные в памяти компьютера).

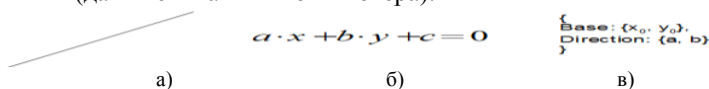


Рис. 1. Способы представления модели геометрического объекта:  
а — графический, б — аналитический, в — параметрический

Графическое представление из показанных наиболее однозначно: разные значения (а, b, с и др.) определяют один и тот же объект. Моделирование геометрических изображений в графическом способе осуществляется при помощи изображений (рис. 2). Графические модели используют одно, два или более изображений.

В основе графической модели лежит понятие вида. Поэтому задачи, решаемые при помощи графических моделей обладают, но и ограничиваются наглядностью: так, вид тела не отличается от вида содержащей его поверхности. Поэтому графическое моделирование остается линейным и поверхностным. Это не позволяет использовать графические модели для решения задач твердотельного моделирования — массинерционных и прочностных расчетов. При этом задачи определения линейных или плоских мер, размещения, взаимного положения и т. п.,

графические модели с успехом решают. При этом графический способ обладает определенной экономичностью в отношении пути решения. Так, если выделить операцию преобразования объекта-системы координат в качестве единицы измерения, то графический способ во многих случаях требует значительно меньше преобразований (рис. 3), и поведение модели более предсказуемо. Кроме того, использование определителей и каркасов в ряде задач позволяет получить решение быстрее и без лишних расчетов.

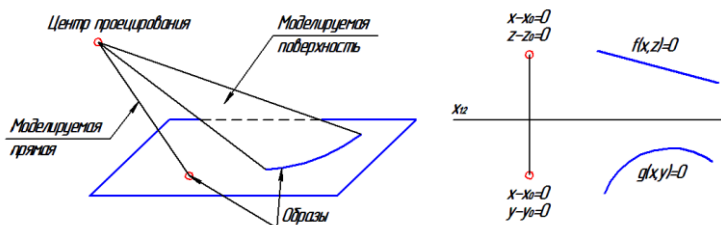


Рис. 2. Моделирование геометрических объектов при помощи образов

Все это показывает необходимость изучения методов геометрического моделирования на основе изображений для студентов технического вуза, причем, изучение их должно производиться вместе с другими способами геометрического моделирования — аналитическим и компьютерным. Кроме того, как было показано, включение наиболее эффективных элементов графического способа в инструментарий современных компьютерных систем геометрического моделирования целесообразно.

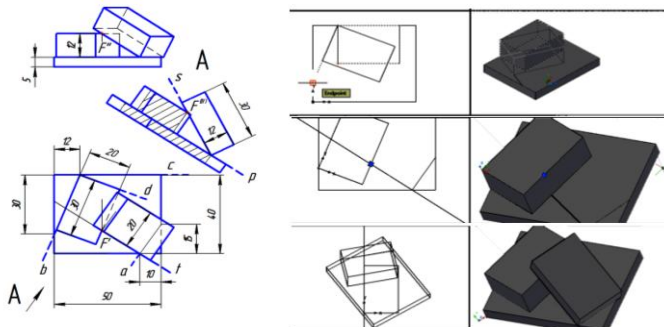


Рис. 3. Решение задачи размещения графически и в пакете AutoCAD

### Библиографический список

1. **Начертательная** геометрия: учебник под общ.ред. Н.Ф. Четверухина. – М.: Высшая школа, 1963. – 420 с.

Д.А. Вьюнов, студ.;  
 рук. Е.В. Егорычева, к.т.н., доцент  
 (ИГЭУ, г. Иваново)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДОМКРАТА МЕТОДОМ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ

В данной работе показано параметрическое моделирование в системе КОМПАС-3D конструкции домкрата при различной величине грузоподъемности. Винтовые домкраты используются для подъема конструкций на небольшую высоту. Основные составляющие конструкции: основание с внутренней резьбой, винта, рукоятки, башмак (рис.1). Основным элементом домкрата является передача винт-гайка (основание с внутренней резьбой).

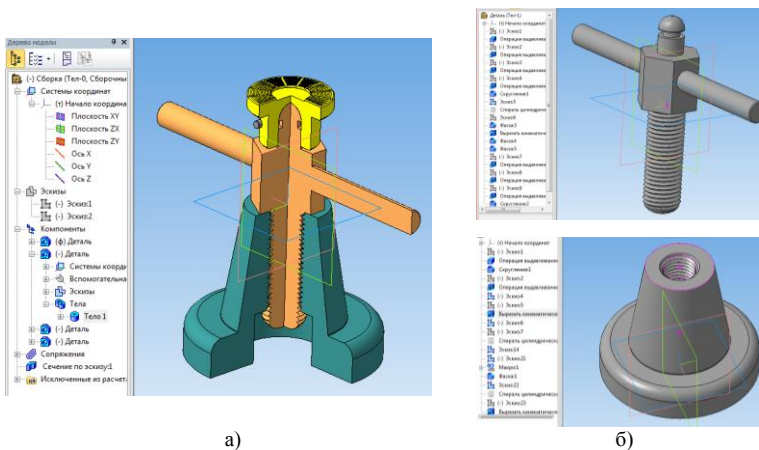


Рис.1. Винтовой домкрат : а – модель; б – винт и основание с внутренней резьбой

Данная передача служит для преобразования вращательного движения в поступательное. В силовых передачах винт-гайка часто применяется упорная резьба. Она обладает высокой прочностью витков и технологичностью. Винт и основание с внутренней резьбой должны составлять прочную и износостойкую пару. Опыт эксплуатации передач винт-гайка показывает, что основной причиной выхода их из строя является изнашивание резьбы. Следовательно, критерием проекторночного расчета является износостойкость.

Условие работоспособности по критерию износостойкости:

$$q = Q/A \leq [q],$$

где  $q$  – среднее давление на поверхность резьбы, Н/мм<sup>2</sup>;  $[q]$  – допускаемое давление, Н/мм<sup>2</sup>;  $Q$  – максимальное усилие на винт, Н;  $A$  – площадь контактирующих поверхностей, мм<sup>2</sup>.

Считая, что нагрузка распределена равномерно по виткам резьбы основания и пренебрегая углом подъема резьбы, площадь витков резьбы определяется средним диаметром резьбы, числом витков резьбы, справочными коэффициентами высоты рабочего профиля и высоты резьбовой части основания. Учитывая вышерассмотренные зависимости, определяется формула для проектировочного расчета винта:

$$d_2 = \sqrt{Q / (\pi \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot [q])},$$

где  $d_2$  – средний диаметр резьбы;  $\gamma_1, \gamma_2$  – справочные коэффициенты.

Затем, в соответствии с ГОСТ 9484-81 определяются параметры резьбы винта, обеспечивающие износостойкость данной винтовой пары: шаг, наружный и внутренний диаметры резьбы.

При трехмерном моделировании, размеры, определяющие эти параметры объекта и представляющие собой варьируемые параметры модели (именованные параметры) должны быть связаны с соответствующей переменной. Переменными величинами для параметризации модели винтового домкрата по критерию износостойкости резьбовой пары при различной грузоподъемности являются наружный и внутренний диаметры резьбы, шаг резьбы. Также, изменение данных величин влечет за собой корректировку размеров основания и рукоятки. Присвоение этим переменным различных числовых значений приводит к изменению размеров и геометрической формы моделируемого изделия.

Таким образом, механизм параметризации при работе с геометрическими моделями позволяет получать набор однотипных моделей конструкции на основе спроектированной модели, изменяя конкретные числовые значения переменных.

#### Библиографический список

1. **Кудрин А.И.** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования. Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. – 123 с.
2. **Егорычева Е.В.** Геометрическое моделирование в современных технологиях обучения курсу "Инженерная и компьютерная графика" / Е.В. Егорычева, С.А. Новожилова, Е.П. Милосердов // Новый университет. Серия "Технические науки": Журнал. – Йошкар-Ола: ООО "Коллеквиум". – 2013. – №7. – С.4 – 8.
3. **www.overcad.ru.**



*А.А. Лысенко курсант; рук. И.А. Легкова к.т.н., доцент;  
В.П. Зарубин к.т.н., доцент; С.А. Никитина к.т.н., доцент  
(ИПСА ГПС МЧС России, г. Иваново)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ УСТРОЙСТВА УЗЛОВ МЕХАНИЗМОВ**

При изучении дисциплин, таких как «Инженерная графика», «Детали машин», «Пожарная техника» и др., обучающиеся знакомятся с устройством различных деталей, узлов и механизмов, их работой, возможностью ремонта и обслуживания. Однако непосредственное знакомство со многими узлами не всегда возможно. Даже при наличии узла не всегда есть возможность рассмотреть его устройство и взаимодействие его частей между собой, а также форму той или иной детали, входящей в его состав.

Использование имеющихся плоских чертежей в качестве пояснения не всегда дает стопроцентное понимание материала обучающимися. При чтении плоских чертежей необходим определенный опыт.

Решить эту проблему можно с помощью 3D моделирования. Трехмерная графика – это раздел компьютерной графики, совокупность приемов и инструментов, предназначенных для изображения объемных объектов. Создание 3D модели значительно облегчает восприятие учебного материала, способствует прочной усвоения и повышает интерес обучающихся к изучаемому предмету [1]. Пространственную модель можно рассмотреть с любой стороны, поворачивая и вращая ее. Имеется возможность проверить взаимодействие отдельных ее частей между собой и посмотреть модель изнутри, проведя сечения [2].

Так, в рамках изучения специальной дисциплины «Пожарная техника» рассматривалось устройство и принцип действия пневматической системы пожарного автомобиля. Одним из важных узлов этой системы, требующих детального изучения, является предохранительный клапан. Для изучения этого узла в системе трехмерного моделирования Компас-3D нами была создана его трехмерная модель (рис.), которая позволяет не только оценить его внешнее устройство, но и увидеть строение клапана, для чего в модели был сделан разрез. Система Компас-3D располагает широкими возможностями создания трехмерных моделей самых сложных конструкций, как отдельных деталей, так и сборочных единиц.

Кроме этого, объемная модель и плоский чертеж ассоциированы между собой. Это означает, что любое изменение, внесенное в модель, будет отражено на всех видах и чертежах, делая их таким образом более наглядными и доступными.

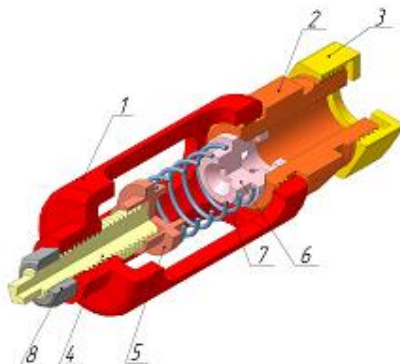


Рис. 1. Трехмерная модель предохранительного клапана:

1 – корпус, 2 – седло, 3 – гайка, 4 – винт, 5 – опора, 6 – клапан, 7 – пружина, 8 – гайка

Кроме визуализации изделия, трехмерное моделирование позволяет определить ряд физических характеристик, таких как площадь поверхности, объем, координаты центра тяжести и т.д. А при задании свойств материала программа автоматически вычисляет массу.

Используя основное преимущество трехмерных моделей, разработанный чертеж клапана можно поместить в систему инженерных расчетов для выполнения анализа: расчета напряжений и деформаций, тепловых расчетов и связанных с нагревом температурных деформаций и напряжений. Что поможет не только познакомиться с устройством и работой данного узла, но и проводить дальнейшие научные исследования в рамках специальных дисциплин.

#### Библиографический список

1. **Легкова, И.А.** Применение информационных технологий для развития пространственного мышления обучающихся / И.А. Легкова, С.А. Никитина, А.В. Топоров, А.А. Покровский. – Информационные технологии в обеспечении федеральных государственных образовательных стандартов: материалы междунар. научно-практич. конференции. – Елец, 2014.

2. **Легкова, И.А.** Использование информационных технологий при обучении инженерной графике / И.А. Легкова, А.А. Шляхов. – Надежность и долговечность машин и механизмов: материалы V всерос. научно-практич. конференции. – Иваново, 2014.

*А.О. Пискунов, курсант; рук. В.Е. Иванов, к.т.н.,  
С.А. Никитина, к.т.н., доцент, А.А. Покровский к.т.н.  
(ИПСА ГПС МЧС России, г. Иваново)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

В настоящее время трудно найти область деятельности человека, где не используется компьютерная графика. Компьютерная графика позволяет ускорять процессы создания новых изделий, а также моделировать и показывать быстрые процессы, например взрывы, горение и другие природные явления, а следовательно, она незаменима в процессах обучения, тренировки и предупреждения опасных ситуаций, связанных с жизнью и деятельностью человека.

Решение задач компьютерной графики требует глубоких знаний начертательной и аналитической геометрии, инженерной графики, математики, геометрического и цветового моделирования, аппаратного и программного обеспечения вычислительной техники, программирования графики, а также знания области деятельности человека, где она используется[1,2].

В современных условиях резко возрастает необходимость подготовки и осуществления мероприятий по предотвращению и ликвидации ЧС природного и техногенного характера, что в свою очередь предъявляет повышенные требования к профессиональной подготовке специалистов пожарной охраны.

При изучении вопросов, связанных с организацией пожарно-профилактической, инженерно-технической и аварийно-спасательных работ использование трехмерных моделей, является актуальной задачей. Минимизация последствий чрезвычайных ситуаций на различных объектах во многом основывается на возможности оперативного принятия адекватных решений в условиях скоротечного изменения окружающей обстановки. Принятие обоснованных решений именно на начальных стадиях развития и ликвидации аварийной ситуации в наибольшей степени может обеспечить эффективное использование имеющихся сил и средств для скорейшей ликвидации аварии и минимизации ее последствий.

На примере трехмерной виртуальной модели здания (Рис. 1), или сооружения, легко смоделировать различные аварийные ситуации, а также без затруднений представить планы и чертежи в необходимом

на данный момент виде (фасад, внутренний вид, карта, 3D-проекция и т.д.). Используя 3D-модель объекта можно оценить зону возможных разрушений, разработать меры предупреждения и план ликвидации чрезвычайной ситуации, применительно к конкретному объекту. 3D-моделирование зданий и сооружений в графических системах позволяет отразить особенности их строения и характеристики местности, провести их детальную проработку в масштабе 1:1, так же технология 3D-моделирования позволяет создать единую информационную модель определенного участка города [3]. Используя готовый виртуальный макет можно проводить анализ, моделирование, прогнозирование аварийных и чрезвычайных ситуаций и проводить отработку действий по их устранению.

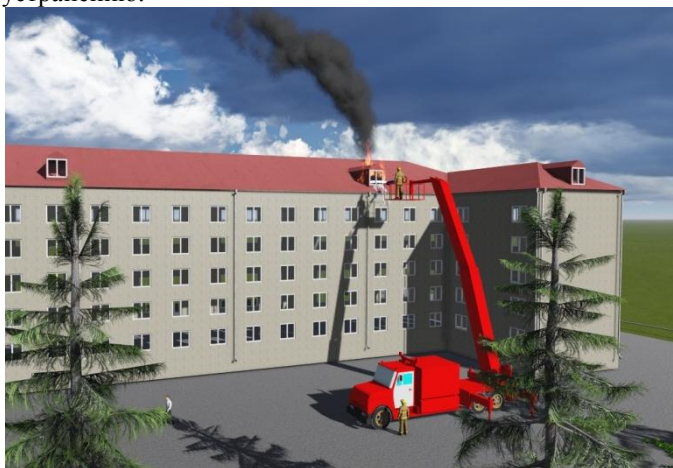


Рис. 1. Моделирование ликвидации пожара в пятиэтажном здании.

Таким образом, использование динамических легко управляемых трехмерных моделей площадок объектов, при ликвидации последствий аварии является весьма эффективным инструментом для оперативного информирования, управления и координации действий руководителей и специалистов служб и подразделений при ликвидации последствий аварии.

#### Библиографический список.

1. **AutoCAD 2010.** Официальное руководство. Autodesk, Inc., 2009.
2. **Компьютерное проектирование в архитектуре.** Archicad 11 – М.: ДМК Пресс, 2007. – 800 с.
3. **Орлов А.** AutoCAD 2010. – СПб.: Питер, 2010 – 731 с.

*С.А. Демьянов, студ.;  
рук. М.Ю. Волкова, к.т.н., доцент; А.А. Бойков, доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТЫХ И ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КУБИЧЕСКИХ СПЛАЙНОВ**

Как известно *Сплайн* (от англ. *spline*, от [*flat*] *spline* – гибкое декало, гибка плазовая рейка – полоса металла, используемая для черчения кривых линий) – функция, область определения которой разбита на конечное число отрезков, на каждом из которых сплайн совпадает с некоторым алгебраическим многочленом. В современном понимании сплайны – это решения многоточечных краевых задач сеточными методами.

Сплайны имеют многочисленные применения как в математической теории, так и в разнообразных вычислительных приложениях. В частности, сплайны двух переменных интенсивно используются для задания поверхностей в различных системах компьютерного моделирования.

Модель сплайна была использована для получения сплайнового представления винтовой линии. Алгоритм интерполяции (расчета приращений координат при заданном приращении пути) был тесно связан с вычислением длины сплайна. Чтобы найти координаты точки сплайна, в которую надо переместиться за такт интерполяции, требовалось вычислить, какая точка отстоит от текущей по длине сплайна на заданный путь перемещения за такт. В случае параметрического представления эта задача сводилась к поиску приращения параметра, соответствующего требуемому приращению пути.

При исследовании математического описания сплайна выявлено, что сплайн-функцией степени " $k$ " с точками соединения  $0x < 1x < \dots < nx$  будет функция  $y(x)$ , которая на отрезке  $[0x, nx]$  имеет непрерывные производные до  $k-1$  включительно и на каждом из отрезков  $[i-1 x, ix]$  равна многочлену степени " $k$ ". В общем случае математический сплайн – это кусочный полином степени " $k$ " с непрерывной производной степени  $k-1$ . в точках соединения сегментов. Кубический сплайн имеет в точках соединения непрерывность второго порядка.

Кусочные сплайны из многочленов невысокого порядка очень удобны для интерполяции кривых, так как они не требуют больших вычислительных затрат и не вызывают численных отклонений, что свойственно многочленам высокого порядка. В рамках исследований рассмотрена серия кубических сегментов, каждый из которых проходит через две точки. Такой сплайн допускает точки перегиба и изгиб в пространстве.

Кроме того выявлено, что при создании сплайнов имеются недостатки:

– наличие вертикальных касательных делает невозможной аппроксимацию этой формы (но этот недостаток можно устранить, выбрав соответствующим образом систему координат);

– зависимость между коэффициентами полинома и формой кривой не является очевидной, а просматривается только после соответствующих преобразований;

– одному значению параметра может соответствовать несколько значений зависимых переменных.

Уравнение одного параметрического сегмента сплайна имеет вид:

$$P(t) = \sum_{i=1}^4 B_i t^{i-1}, t_1 \geq t \leq t_2$$

где  $t_1$  и  $t_2$  – значения параметров в начале и конце сегмента;

$P(t)$  – вектор к любой точке сегмента;

$$P(t) = [x(t) \ y(t) \ z(t)]$$

$$x = R_x \cos t$$

$$y = R_y \sin t$$

$$z = a t$$

– это векторно-значная функция, где три составляющие

– декартовы координаты вектора (но можно использовать и другие системы координат).

Было проведено построение и визуализация участка винтовой линии. Полученный результат сравнивался со сплайновой группой аппроксимаций (параметрическим сплайном) точек, принадлежащих винтовой линии. Сравнение показало, что аппроксимация параметрическими сплайнами винтовой линии даёт удовлетворительные результаты и может быть использована для практических целей, то есть для представления сложных винтовых поверхностей.

#### Библиографический список

1. Роджерс, Д., Адамс, Дж. Математические основы машинной графики: Пер. с англ. – М.: Мир, 2001. – 604 с., ил.
2. Аминов Ю.А. Дифференциальная геометрия и топология кривых. – М.: Наука, 1987. 159 с.

**Т.И. Костромская, А.С. Кочешкова студ.;**  
**рук. А.А. Бойков, доцент**  
**(ИГЭУ, г. Иваново)**

## ГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РАБОТЫ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

Клеточные автоматы [1] находят широкое применение в задачах моделирования работы компьютерных процессоров, в задачах преобразования информации (в том числе в криптографии), для моделирования физических (гидро- и газодинамических течений, горения некоторых материалов), биологических и социальных процессов и др.

Нами была рассмотрена задача графической интерпретации работы двумерных клеточных автоматов (состояние автомата описывается матрицей). В основе работы автомата лежит набор правил итерационного изменения состояний ячеек автомата на основе анализа состояния окрестностей этих ячеек. Выбрана окрестность Мура, где соседями считаются клетки, соприкасающиеся либо сторонами, либо углами с исходной. Окрестность фон Неймана может быть получена из нее добавлением правил. Работа автомата завершается при повторении его состояния, что свидетельствует об обнаружении цикла.

Результатом работы двумерного автомата является трехмерная последовательность расположенных друг под другом слоев ячеек. Поскольку для анализа результатов работы используется экран компьютера (плоское изображение), было необходимо создать графическое средство представления. Были выбраны следующие способы сокращения размерности [2]: проецирование (ортогональная и аксонометрическая проекции трехмерной модели) и сечение (рис. 1).



Рис. 1. Графическое представление работы клеточного автомата

Программа работает с predetermined наборами правил [3]:

1. Игра «Жизнь». Если клетка имеет двух «живых» соседей, она остаётся в прежнем состоянии; если клетка имеет трех «живых» соседей — переходит в «живое» состояние; в остальных случаях — клетка «умирает».
2. Электроника. Клетка, имеющая 2-3 живых соседа по диагонали + 2 по вертикали/горизонтали, либо 0-1 живых соседа по диагонали + 2-3 по вертикали/горизонтали, выживает. Клетка, имеющая 1-2 живых соседа по диагонали и 1-2 по вертикали/горизонтали, рождается.
3. Завитушка. Клетка выживает, имея 1-3 живых соседа по горизонтали + 1-3 по вертикали и рождается, имея 2 по горизонтали + 2 по вертикали.

Предусмотрена возможность создания собственных наборов правил в текстовом файле.

Размер матрицы  $5 \times 5$  выбран как наибольший для хранения данных о состоянии автомата:  $2^{5 \times 5} = 2^{25}$  бит. Это означает, что для автомата определены  $2^{25}$  исходных состояний и, соответственно, переходов из них. В отличие от одномерных автоматов, для которых можно легко сформировать и проанализировать полную карту переходов, исследование свойств такого автомата возможно только статистическими методами.

Кроме визуализации программа определяет статистические характеристики автомата: численность популяции, рождаемость и смертность, устойчивость, изменяемость и др.

#### Библиографический список

1. **Википедия** [Электронный ресурс]: информация о клеточных автоматах; URL: [ru.wikipedia.org/](http://ru.wikipedia.org/) (дата обращения: 27.05.2014).
2. **Начертательная геометрия**: учебник под общ.ред. Н.Ф. Четверухина. – М.: Высшая школа, 1963. – 420 с.
3. **Астафьев, Г.Б.** Клеточные автоматы: учебно-методическое пособие/ Г.Б.Астафьев. – Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 2003 – 24 с. [Электронный ресурс]: информация, изображения; URL: [nonlin.sgu.ru/data/papers/Train/CellAutomat.pdf](http://nonlin.sgu.ru/data/papers/Train/CellAutomat.pdf) (дата обращения: 27.05.2014).



*К.В. Курганов, А.А. Околотин, В.В. Сухов, студ.;  
рук. Е.П. Милосердов, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАСЧЕТ И МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРИРУЮЩИХ СИСТЕМ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

Альтернативные и возобновляемые источники энергии, такие как энергия ветра и солнечного света, гидро- и геотермальная энергия, во всем мире привлекают все больше внимания. Растущий интерес к ним вызван экологическими соображениями, с одной стороны, и ограниченностью традиционных земных ресурсов — с другой. Освещенность (усредненная мощность солнечного излучения, измеренная в верхней атмосфере Земли перпендикулярно солнечным лучам): 1366 Вт на квадратный метр (или 1361, в соответствии с НАСА). «Стандартное солнце» (пиковая мощность излучения, которая достигает поверхности Земли на уровне моря в районе экватора в безоблачный полдень): 1000 Вт/м<sup>2</sup>, или 1 кВт/м<sup>2</sup>.

Принципы работы СЭС башенного типа[1] основаны на получения водяного пара с использованием солнечной радиации. В центре станции стоит башня высотой от 18 до 24 метров (в зависимости от мощности и некоторых других параметров высота может быть больше либо меньше), на вершине которой находится резервуар с водой. Этот резервуар покрашен в чёрный цвет для поглощения теплового излучения. Также в этой башне находится насосная группа, доставляющая пар на турбогенератор, который находится вне башни. По кругу от башни на некотором расстоянии располагаются гелиостаты (рис. 1).



Рис. 1. Солнечная электростанция башенного типа

Гелиостат — это зеркало площадью в несколько квадратных метров, закреплённое на опоре и подключённое к общей системе позиционирования.

Зеркала могут иметь прямоугольную форму или выполняться в виде параболоидов с разными фокусными расстояниями, равными расстояниям от зеркала до резервуара башни. В любом случае, в зависимости от положения солнца, для эффективной работы солнечной электростанции необходимо предусмотреть, что зеркало будет менять свою ориентацию в пространстве. Основная и самая трудная задача — это позиционирование всех зеркал станции так, чтобы в любой момент времени все отраженные лучи от них попали на резервуар.

Чтобы определить наилучшую ориентацию произвольного прямоугольного гелиостата предлагается следующий алгоритм.

Нахождение вектора падающего луча: по известным азимуту и углу к горизонту солнца [2] находятся компоненты вектора падающего луча.

Нахождение отраженного луча: по известным координатам зеркала определяется вектор направления зеркала (соединяющий точку расположения зеркала с зоной освещения башни), по вектору направления зеркала и вектору падающего луча находятся компоненты вектора отраженного луча.

Нахождение нормали зеркала (углу поворота зеркала) по известным отраженному и падающему лучу.

Нахождение отраженной (полезной) площади для параболических гелиостатов разработана программа расчета эффективности отражения при несовпадении направления оси с направлением отраженного луча.

По этому алгоритму разработана программа позиционирования гелиостатов в зависимости от времени суток и времени года. Программа рассчитывает оптимальное положение каждого гелиостата а также суммарную мощность солнечной электростанции.

#### Библиографический список

1. **Безруких П. П.** и др. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России. - СПб.: Наука, 2002. 19-54.
2. **Пивоварова З. И.,** Стадник В. В. Климатические характеристики солнечной радиации как источника энергии на территории СССР. Научно-справочное пособие. Л.: Гидрометеиздат, 1988, 292 стр.

*М.Ю. Левин, студ.;  
рук. М.Ю. Волкова, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново);*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КРИВЫХ, ПРИМЕНЯЮЩИХСЯ В СИСТЕМАХ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Качественное изменение процессов проектирования сложной техники, повсеместный переход от традиционных средств обработки графической информации к безбумажным технологиям открывает новые возможности по использованию систем автоматизированного проектирования. Использование кривой через заданное множество точек во многих случаях геометрического моделирования очень удобно при создании формы, основа которой получена с помощью экспериментов или математических расчетов. Это, например, составные части машин и механизмов, структурные детали.

Два из наиболее общих типов сплайнов – кривые Безье и В - сплайны (би-сплайны). Типичным примером сплайнов являются также неоднородные рациональные NURBS-кривые. В рамках проводимых исследований было выявлено:

- с помощью NURBS-кривых проще имитировать поверхности природных объектов или объектов, поверхности которых имеют сложным образом искривленные профили;

- NURBS-модели обеспечивают лучшее качество визуализации закругленных краев объектов благодаря разбиению на грани, выполняемому с использованием аналитических выражений;

- кривая NURBS хорошо аппроксимирует дугу окружности;

- модель кривой Безье возможно использовать для представления параболы алгебраической кривой второго порядка. Как известно, парабола имеет широкое применение в технике, но не включена в качестве инструмента в системы геометрического моделирования (CAD)

- Кривая Безье задается многоугольником;

- Кривая Безье (рис.1) строится по нескольким опорным точкам. Степень кривой равна числу точек минус один, соответственно, можно получить для двух точек – линейную кривую (прямая), для трёх точек квадратическую кривую (парабола), для четырёх – кубическую кривую;

Было выявлено, что благодаря последнему свойству в компьютерной графике можно оптимизировать проверку пересечений двух кривых. Если их выпуклые оболочки не пересекаются, то и кривые тоже не пересекутся.

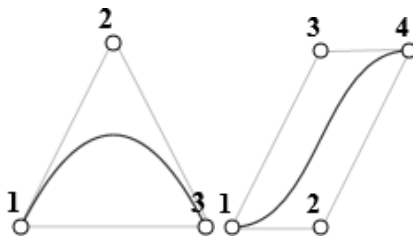


Рис. 1 Пример построения кривой Безье

– Кривую можно менять, двигая точки. При этом кривая меняется интуитивно понятным образом.

– Кривые Безье заведомо не дают точной аппроксимации, так как не проходят через все заданные точки. Кривая всегда находится внутри выпуклой оболочки, образованной опорными точками.

– Кривые Безье сглаживает заведомо неровные контуры, в том числе с учетом аэродинамических характеристик, что важно для автомобилестроения. Кривые Безье очень просты в использовании, и могут описывать многие сложные формы.

Для построения сложных по форме линий отдельные кривые Безье могут быть последовательно соединены друг с другом в сплайн Безье. Для того, чтобы обеспечить гладкость линии в месте соединения двух кривых, три смежные опорные точки обеих кривых должны лежать на одной прямой.

В рамках проведенных исследований по методике Безье были аппроксимированы контуры для нескольких примеров выпуклых оболочек, содержащих четыре точки. Были построены сглаживающие кривые Безье. Порядок кривой равен "3", то есть для этой кривой определены 2 производные:

1 производная – наклон кривой;

2 производная – кривизна.

Использование возможностей различных кривых в редакторах векторной графики, безусловно расширяет границы геометрического моделирования. Исследование закономерностей построения кривой Безье дает возможность её использования для описания реальных физических процессов.

#### Библиографический список

1. Роджерс, Д., Адамс, Дж. Математические основы машинной графики: Пер. с англ. – М.: Мир, 2001. – 604 с., ил.
2. Аминов Ю.А. Дифференциальная геометрия и топология кривых. – М.: Наука, 1987. 159 с.

*Н.Л. Сизов, Е.Л. Сироткин, студ.,  
рук. Е.П. Милосердов, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ПРОГРАММА РАСЧЕТА КОНФИГУРАЦИИ СПУТНИКОВЫХ ГРУППИРОВОК, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ НАВИГАЦИЮ ОБЪЕКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ**

В соответствии с принципами спутниковой навигации для определения положения объекта на поверхности Земли необходимо, чтобы из точки расположения объекта можно было определить направления не менее чем на три спутника с известными геоцентрическими координатами. Таким образом, если сформировать спутниковую группировку, позволяющую обеспечить непрерывность наблюдения за любой точкой поверхности планеты, то достаточно трех а лучше четырех автономных спутниковых группировок, в общем случае расположенных на разных высотах, чтобы уверенно решать задачи аэрокосмической фотосъемки, непрерывного наблюдения объектов, поддержки связи и навигации объектов. Условия полной видимости поверхности для мгновенных положений заданного количества спутников получены на основе модели перспективно-азимутального проецирования и приведены в [2]. Эта модель основана на представлении орбиты спутника и его текущего положения в виде четырехкомпонентных гиперкомплексных чисел – кватернионов [1].

Реализация этой модели позволяет свести расчеты взаимного положения спутников и зон покрытия к операциям алгебры кватернионов, что уменьшает трудоемкость расчетов и позволяет наглядно представить параметры орбит спутниковой группировки и зоны покрытия. Для решения данной задачи используется упрощенная модель. Она подразумевает следующие допущения:

- планета является идеальным шаром фиксированного радиуса  $R$ ;
- группировка состоит из  $N$  спутников;
- орбиты являются идеальными окружностями с центром, совпадающим с центром планеты;
- граница области покрытия представляет собой окружность лежащую на сфере таким образом, что любую точку сферы, находящуюся внутри этой окружности, можно соединить с точкой положения спутника отрезком, не пересекающим сферу.

В ходе решения данной проблемы был создан программа расчета конфигураций, состоящая из двух основных частей.

Первая часть представляет собой реализацию основного алгоритма. На вход программе поступают основные константы (число спутников  $N$ , радиус планеты  $R$ , высота орбит  $H$ , ...), а результатом работы являются оптимальные вектора начальных положений спутников и вектора-нормали к их орбитам.

Для того чтобы визуально убедиться в оптимальности полученных значений, была создана вторая часть комплекса, представляющая собой графическую оболочку, принимающую на вход значения, полученные в результате работы первой части. Программа имеет удобный интерфейс и все необходимые элементы управления.



Рис. 1. Работа графической оболочки

Расчеты позволили установить, что минимально возможной группировкой, зоны покрытия которой перекрывают в любой момент времени поверхность Земли является группировка из пяти спутников с высотой орбит порядка 12 000 км.

Таким образом, рассчитав три, а лучше 4 независимые спутниковые группировки, расположенные на высотах 12000 – 20000 тысяч км можно получить минимально необходимую конфигурацию спутниковых группировок для решения задач непрерывного наблюдения поверхности Земли, определения положения объектов и связи между объектами.

#### Библиографический список

1. **Применение** кватернионов в задачах ориентации твердого тела. В. Н. Бранец, И.П. Шмыглевский. Главная редакция физико-математической литературы, Изд-во «Наука», М., 1973, 320 стр.
2. **Милосердов Е. П.** Некоторые свойства совокупностей перспективно- азимутальных изображений поверхности сферы. Тез. Докл. Междунар. научн.-техн. конф. “10 Бенардосовские чтения”. Иваново, 2001, т. 2 - с. 56.

*А.А. Сидоров, к.п.н.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРА**

Дизайнер, работая над интерьером, разрабатывает различные варианты решения внутреннего пространства, учитывая его функциональные особенности и возможности данного помещения и пожелания заказчика, подбирает цветовую гамму и фактуру, которая будет наиболее выигрышно представлять интерьер.

В настоящей статье рассматривается подготовка графической составляющей проекта общественного помещения. В проекте интерьера обязательно должны присутствовать две основных составляющих: эскизный проект (документы, по которым обсуждаются и принимаются предлагаемые дизайнером идеи) и рабочий проект (комплект документов, по которым строительная бригада воплощает принятое и согласованное на стадии эскизного проекта решение). Началом работы являлся подробный и качественный обмер помещения. Известно, что для вычерчивания плана помещения необходимо знать его габариты расположение элементов (окон, дверей, проемов, ниш). Для этого мной было измерено помещение и выполнен обмерочный чертеж (рис. 1). Обмерочные чертежи являются важным элементом при подготовке исходных данных для проектирования интерьеров. На них отражается вся необходимая информация о проектируемом помещении: ширина, длина, высота, конфигурация помещения, количество и размеры окон и дверей, расположение окон по высоте, высота проемов и ниш, вентиляционные отверстия, инженерные коммуникации. При составлении обмерочного плана важно определить конструктивные особенности квартиры: несущие стены, материалы несущих и ненесущих стен. Обмерочный чертеж выполняется от руки, соблюдением пропорций. На данном этапе основная задача – получить полную информацию о помещении.

На основе данных из обмерочного чертежа был выполнен план существующего помещения (рис. 2). План представляет собой мысленное рассечение здания горизонтальной плоскостью на уровне оконных и дверных проемов, при этом положение секущей плоскости не обозначается.

На мой взгляд, наиболее удобными для выполнения планов помещений при проектировании интерьеров являются графические программные пакеты ArchiCAD и AutoCAD. Названные программные па-

кеты содержат обширные библиотеки данных, необходимых при разработке планов помещений.

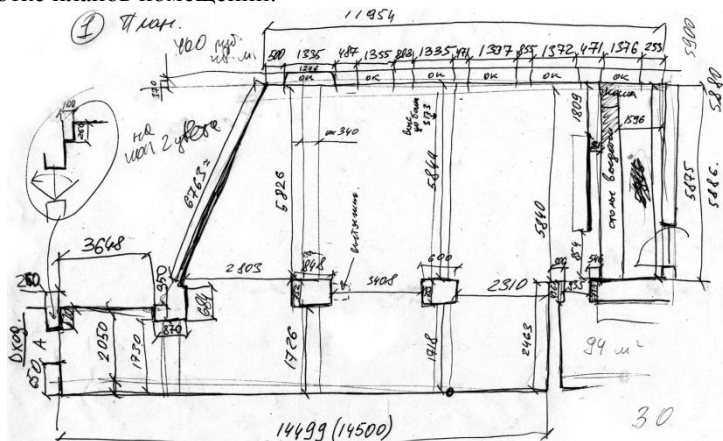


Рис. 1. Обмерочный чертеж общественного помещения

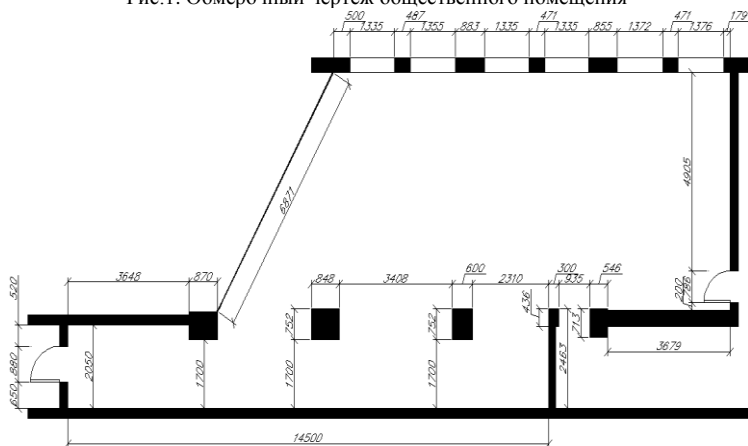


Рис. 2. План помещения, выполненный в программе AutoCAD

### Библиографический список

1. Киркпатрик, Б.Л., Киркпатрик Дж. М. AutoCAD 2006 для планирования и дизайна интерьеров [Текст] / Б.Л. Киркпатрик, Дж.М. Киркпатрик // Пер. с англ. – М. : КУДИЦ-ПРЕСС, 2006. – 560 с.
2. Максименко, Л.А. Оформление графической части технического плана помещения [Текст] / Л.А. Максименко // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. – 2013. -№3.
3. Митина, Н. Дизайн интерьера [Текст] / Н. Митина. – М. : Альпина Паблишер, 2013. – 302 с.



*Н.В. Мутовина, к.т.н., ст. преподаватель,  
Е.Л. Мурых, ст. преподаватель  
(КарГТУ, Республика Казахстан, г. Караганда)*

## **РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕКИ ЭЛЕМЕНТОВ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНА ДЛЯ ГУ «СЛУЖБА ПОЖАРОТУШЕНИЯ И АВАРИЙНО- СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ»**

В среднем в состав оперативного плана пожаротушения входит до 30 – 40 различных условных графических обозначения элементов (пожарных машин и оборудования). На создание и размещение такого количества элементов вручную требуется длительное время. Точность проектирования таких чертежей зависит от многих субъективных факторов. Самое плохое, что такие чертежи практически невозможно редактировать.

Разработанный программный комплекс, библиотека элементов оперативного плана для КОМПАС-График, представляет собой прикладную библиотеку, которая предназначена для автоматизации построения чертежа оперативных планов в пожарных частях.

Прикладная библиотека выполняет автоматически те действия для построения элемента оперативных планов (ОП), которые пользователю в ее отсутствие пришлось бы производить в КОМПАС – ГРАФИК в интерактивном (ручном) режиме.

Прикладная библиотека позволяет строить элементы (пожарные машины и оборудование), упрощая конструктору выбор из существующего набора. Прикладная библиотека предлагает совершить выбор категории и элемент ОП, после чего выводит фантом элемента, затем предлагает пользователю указать местоположение и ориентацию элемента на чертеже.

Библиотека состоит из двух категорий элемента ОП: пожарные машины и пожарное оборудование. Пожарные машины делятся на: автомобили пожарные (рисунок 1), мотопомпы и прицепы (рисунок 2), лестницы и подъемники, другие машины.

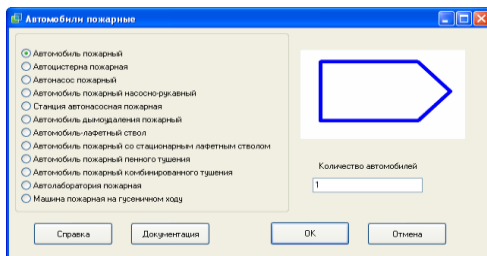


Рис. 1. «Автомобили пожарные»

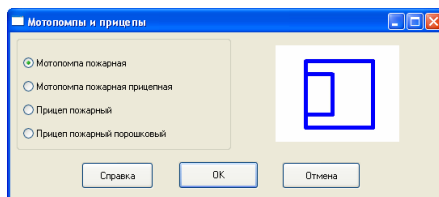


Рис. 2. «Мотопомпы и прицепы»

Пожарное оборудование делится на: рукава пожарные (рисунок 3), стволы пожарные (рисунок 4), другое оборудование.

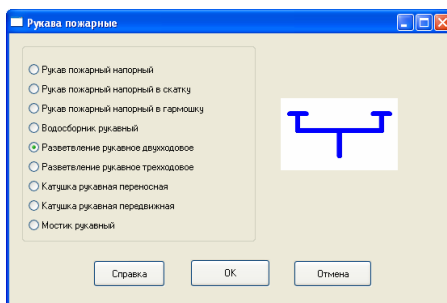


Рис. 3. «Рукава пожарные»

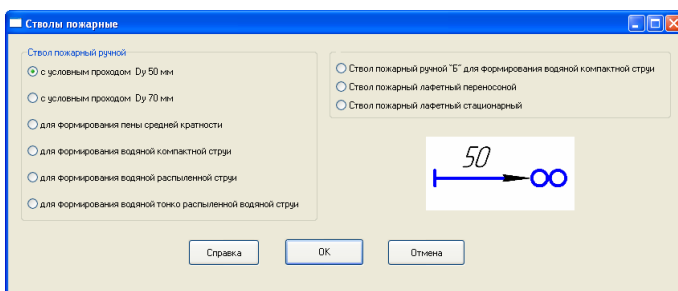


Рис. 4. «Стволы пожарные»

Выбор элемента из категорий стандартного набора значительно упрощает создание чертежа и практически исключает ошибки пользователя. После завершения вычерчивания чертежа или элемента, пользователь может проставить необходимые размеры, масштабировать чертеж или вывести его на печать, используя стандартные команды системы КОМПАС 3D.

Данная система предназначена для эксплуатации в аналитических отделах пожарных частей РК.

**П.В. Михасик, студ.; (ИвГПУ, г. Иваново)  
рук. М.Ю. Волкова, к.т.н., доцент;  
(ИГЭУ, г. Иваново)**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЛОВЫХ ПРИБОРОВ XIX ВЕКА**

Известно, что Столовые приборы стали произведением искусства очень давно. «Столовое серебро» было символом аристократизма и отличало простолодинов от знати не только по наличию предметов роскоши, но и по умению пользоваться столовыми приборами и соблюдать этикет.

Поэтому предметом анализа стало рассмотрение процессов реставрации и консервации изделий из мельхиора на примере столовых приборов XIX века предположительно из мельхиора. Изделия выполнены в стиле модерн с растительными орнаментами. Эти столовые приборы использовались в обиходе русской купеческой семьи.

Материал изделия предполагается как посеребренная латунь, либо, с наибольшей вероятностью, сплав серебра и меди, называемый мельхиором. На столовых приборах гравировка, соответствующая стилю модерн.

Предполагаемый изготовитель – Кольчуг-Мицар, Торговый дом, ЗАО – Российское производственное предприятие, расположенное в г. Кольчугино. Известно также как Кольчугинский посудный завод.

Для визуального представления исследуемых столовых приборов была произведена фотофиксация с различных точек обзора с единым дневным освещением, дополненным искусственным источником света – лампой.

В ходе осмотра установлено, что изделие не имеет клейма или штемпеля, не имеет указания пробы, следовательно, не предоставляет из себя ценность, кроме как семейного наследия.

Поверхность посуды достаточно гладкая без трещин, раковин или неровностей.

Изделия выполнены в стиле модерн с растительными орнаментами. Вилка и ложка абсолютно идентичны, не считая зубьев на вилке.

Металл имеет неоднородный цвет, покрыт темными пятнами, видны следы шлифовки изделия.

Согласно Своду реставрационных правил были произведены обмеры габаритных размеров и размеров орнамента в стандартных единицах измерения – миллиметрах (рис. 1).

Составлена карта дефектов – перечень повреждений объекта культурного наследия в виде фотофиксации, таблицы, чертежей.



*И.О. Чуркин, студ.; (ИвГПУ, г. Иваново);  
рук. М.Ю. Волкова, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ИКОН**

Использование методов геометрического параметрирования является неотъемлемой частью научной документации и составления этапов как консервативной так и реставрационной работы.

В рамках проводимого исследования рассматривалась, предположительно, старообрядческая деревянная икона Божией матери XIX века. Анализ проводился на основании "Свода реставрационных правил", визуального обследования, всесторонней поэтапной фотофиксации, обмеров. На этапе предварительного исследования объекта определялся состав реставрационных и консервационных работ.

Как известно, одной из важных задач, стоящих перед реставратором, является проведение работ по фотофиксации изделия с целью обеспечения сохранности и повышения доступности культурного наследия. Фотография при этом является важным контрольным документом, позволяющим судить о качестве проводимой реставрации. Фотофиксирование проводится до реставрационного процесса, во время его, а так же после. Для фиксации этапов реставрационного вмешательства использовалось приложение в кадре масштабной линейки.

Одновременно с фотофиксацией проводился визуальный осмотр иконы, обмеры, составление карт дефектов. Было зафиксировано: икона имеет высоту 440 мм, ширину 248 мм, и толщину 22 мм. В верхней части на тыльной стороне присутствует два гвоздя, к которым привязана веревка, играющая роль крепления на стену. Кроме того в ходе осмотра установлено: икона предположительно написана темперой по левкасу.

В результате визуального осмотра найдено большое количество дефектов, образовавшихся из-за небрежного использования иконы. Нарушение условий хранения стало причиной образования дефектов, устранения большинства которых невозможно.

Все дефекты, найденные на иконе относятся к 4 группе (аварийное и предаварийное состояние).

Обмеры иконы позволили выявить следующие дефекты:

Отслоение красочного слоя – 27324,254 мм<sup>2</sup>, что составляет 25,45% от всей площади передней части (107360 мм<sup>2</sup>).

Площадь сколов – 247,6 мм<sup>2</sup>.

Площадь отверстий, проделанных древоточцами – 208,14 мм<sup>2</sup>, их количество – 172.

На основании проведенных обмеров выполнены обмерные чертежи объекта и чертежи дефектов с обозначением привязок и площадей повреждений требующих консервативного и реставрационного подхода.

На основании выполненного параметрирования дефектов определена и составлена последовательность проводимых работ.

В первую очередь древесину необходимо очистить от пылевых загрязнений и обработать водным раствором этилового спирта 60-80%-ной концентрации.

Затем на лицевую сторону иконы по всей длине трещины необходимо нанести профилактическую заклею. Трещину проклеивают, используя клей ПВА (33%-ной концентрации) или рыбий клей (12-15%-ной концентрации).

Затем пороки доски (выпавший сучок, выщерблины) заполняют, используя в качестве наполнителя пеньку или древесную муку. Эти процедуры нужно проводить в несколько приёмов - с просушкой каждого слоя в течение 24 часов.

После окончательной просушки уровень заполненной трещины выравнивают с общим уровнем основы, используя воско-канифольную мастику.

После окончания консервационных работ на лицевой стороне иконы, когда укреплен красочный слой, грунт и паволока, с оборота и торцов удаляют загрязнения (требуется учесть сохранность надписей) с помощью марлевого тампона, смоченного в водном растворе спирта (60-80%-ной концентрации).

Затем всю поверхность доски с оборота и торцы покрывают ровным слоем воска, растворенного в пинене или бензине. Излишки воска снимают пиненом или бензином, работая марлевым тампоном. Завошенную поверхность полируют суконкой.

Тонировки на местах утрат авторского красочного слоя произведения древнерусской темперной живописи имеют своей целью выявить первоначальное живописное решение памятника культуры путём ослабления цветовой активности обнаженного авторского и реставрационного грунта – старого, сохраненного при раскрытии и нового, нанесенного при последней реставрации.

#### **Библиографический список**

1. СРП-2007. Свод реставрационных правил. «Рекомендации по проведению научно-исследовательских, изыскательских, проектных и производственных работ, направленных на сохранение объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации», Москва 2007.

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Секция 26. Системы управления и автоматизация*

Егорова К.О.; рук. Голубев А.В. Исследование особенностей реализации сложных функций АСУТП .....	3
Ревин И.В.; рук. Муравьев И.К. Разработка динамической модели конденсационной установки энергоблока ПГУ-325.....	5
Невиницын В.Ю.; рук. Лабутин А.Н. Системный анализ химического реактора как объекта управления.....	7
Голубев В.А.; рук. Никоноров А.Н. Идентификация динамического объекта адаптивной нейро-нечеткой сетью ANFIS .....	9
Махмудов Т.Ф.; рук. Аллаев К.Р. К синтезу систем управления на основе технологии вложения.....	11
Колесов И.А.; рук. Голубев А.В. Исследование регулятора мощности энергоблока ПГУ-450 .....	13
Мозговая О.В.; рук. Данилушкин И.А. Разработка системы автоматической стабилизации температуры в нагревательной печи .....	15
Касым Г.; рук. Саданова Б.М., Мухашева Г.С. Автоматизация контроля параметров безопасности угольной шахты.....	17
Воробьев А.С., Алексеев И.А., Добров А.В.; рук. Никоноров А.Н. Разработка учебно-исследовательской версии АСУТП энергоблока 300 МВт .....	19
Лисова Я.В., Рябиков И.А.; рук. Маршалов Е.Д. Методика исследования динамических характеристик датчиков температуры .....	21
Лисова Я.В., Рябиков И.А.; рук. Маршалов Е.Д. Динамические характеристики датчиков температуры.....	23
Ахметгалиев Л.Ф., Гибадуллин А.Р.; рук. Ахметвалеева Л.В. Применение ПЛИС в измерительно-тестирующем комплексе для диагностики встраиваемых систем.....	25
Лобанова Е.В.; рук. Ильченко А.Н. Проблема определения объема резервов финансовых материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций региона .....	26
Лобанова Е.В.; рук. Ильченко А.Н. Стохастическая оптимизационная модель финансирования деятельности МЧС региона на ликвидацию чрезвычайных ситуаций (ЧС).....	28

*Секция 27. Информационные технологии в управлении*

Разов Н.А.; рук. Баллод Б.А. Организация межвузовской студенческой веб-конференции.....	31
Шенягин В.А.; рук. Баллод Б.А. Синхронизация требований работодателей и результатов обучения при формировании портфолио студента .....	33
Андреева Н.А.; рук. Данилова С.В. Состояние информатизации госсектора.....	35
Романова А.В. Актуальные проблемы использования ИТ в российском государственном управлении .....	37
Новожилова К.С.; рук. Баллод Б.А. Разработка моделей диагностики и прогнозов аварий трубопроводов.....	39
Метелева Т.Ю.; рук. Елизарова Н.Н. Методика расчета вероятностной оценки рисков невыполнения работ в срок.....	41
Кузьмичев И.А.; рук. Елизарова Н.Н. Разработка средств оценки деятельности преподавателей кафедры ИТ .....	43
Корепова Е.В.; рук. Рудаков Н.В. Использование WIK-систем как инструментов управления знаниями.....	45
Ревякина Е.В.; рук. Гольдштейн В.Г. О применении интеллектуального анализа в задачах электроэнергетики .....	46
Рудаков Н.В. Основные принципы разработки системы коллективного принятия решений производственного предприятия .....	49
Корнилова В.С.; рук. Гвоздева Т.В. Методы и средства организации проектной деятельности .....	51
Червяков Я.А.; рук. Гвоздева Т.В. ИТ управления нормативными ресурсами предприятия.....	53
Киселев Д.А., Раджабов Д.А.; рук. Гвоздева Т.В. Информационная технология управления нормативными ресурсами предприятия.....	55
Маслова А.В., Стрельцов Ю.А.; рук. Голяков С.М. Разработка приложений быстрого поиска ответов в CMS «1С-BITRIX» по созданной базе знаний .....	57
Кухтинова Ю.; рук. Мурин А.В. Реализация информационной системы процесса материально-технического обеспечения кафедры на основе Web-технологий .....	58
Киселев Д.А., Раджабов Д.А.; рук. Мурин А.В. Особенности модернизации компьютерной лабораторной базы кафедры .....	60



Жафяров Р.Ш.; рук. Журавлев А.Ю. Особенности внедрения системы, автоматизирующей работу учреждений здравоохранения в рамках программы «Электронное общество» .....	62
Кулешов М.А.; рук. Ратманова И.Д. Многомерная аналитическая модель сводного топливно-энергетического баланса региона .....	64
Жолобов Р.С., Поликарпов М.А., Королева П.А.; рук. Рудаков Н.В. Разработка объектно-ориентированного подхода к анализу лингвистических конструкций .....	66
Николаев М.Н.; рук. Белов А.А. Метод и средства взаимодействия приложений информационного портала кафедры .....	67
Николаев М.Н.; рук. Белов А.А. Системный принцип построения хранилища знаний в образовательной деятельности .....	69
Путилов С.В.; рук. Белов А.А. Совершенствование системы контроля знаний «INTELLECT- PRO» .....	71
Путилов С.В.; рук. Белов А.А. Разработка автоматизированной системы формирования и развития понятийного образа предметной области (АСФИРПО).....	73
Гурфова О.М.; рук. Ратманова И.Д. Подход к мониторингу и оценке эффективности энергопотребления в бюджетной сфере области ...	75
Панков А.А., Романова А.А.; рук. Жафярова Ф.С. Выбор наилучшего варианта организации публичной отчетности ТСЖ .....	77

### *Секция 28. Разработка программного обеспечения*

Бобро А.А.; рук. Гадалов А.Б. Разработка электронной версии «Доски задач» для гибкой методологии разработки Канбан .....	79
Гурфова О.М.; рук. Булатов Л.Н. Разработка информационной системы «Документы об образовании» для высших учебных заведений .....	81
Чернобровкин Е.А.; рук. Будникова И.К. Передача электроэнергии по воздушным линиям с учетом тепловых ограничений .....	83
Демидова С.А.; рук. Гадалов А.Б. Исследование работы муравьиного алгоритма и его модификаций на примере задачи коммивояжера .....	84
Кайзер Д.Д.; рук. Косяков С.В. Разработка Интернет-ресурса для анализа мест размещения объектов торговли в городе Иваново .....	85
Сайлауқызы Ж.С., Лимарева И.Г., Светцова В.И. Разработка экспортной системы .....	87

Кайзер М.Д.; рук. Косяков С.В. Разработка Веб-приложения для выбора мест проживания в городе Иваново с учетом заданных критериев .....	89
Крылов М.И.; рук. Гадалов А.Б. Прогнозирование состояния загруженности автомобильных дорог с использованием API Яндекс.карт .....	91
Халлыев И.А., Гайнуллина Э.Н., Фазуллина Д.Р.; рук. Богданов А.Н. Разработка программного комплекса по центровке роторов паровых турбин .....	93
Лапшин М.В., Конькова Т.М.; рук. Алыкова А.Л. Выбор серверного решения .....	95
Лобанов М.А.; рук. Алыкова А.Л. Особенности реализации модифицированного топологического метода для определения показателей надежности технических систем .....	97
Мионов М.А.; рук. Кокин В.М. Разработка платформы для тестирования приложений под управлением iOS .....	99
Галиева Р.Ф. ; рук. Будникова И.К. Оценка надёжности работы электрической сети .....	102
Поспелов К.Ю.; рук. Гадалов А.Б. Создание симулятора работы компьютерной сети на канальном уровне модели OSI .....	103
Ромашов Д.Е.; рук. Кокин В.М. Исследование технологии компьютерного зрения на примере шахматного робота .....	105
Сайлауқызы Ж.; рук. Лимарева И.Г. Биометрическая технология на основе статических методов идентификации в медицинских учреждениях .....	107
Сенин Д.С.; рук. Булатов Л.Н. Разработка единой корпоративной базы учебных планов .....	109
Сибрин А.А.; рук. Косяков С.В. Исследование эффективности использования различных подходов кэширования при разработке клиент-серверных приложений на платформе ASP.NET .....	111
Торцев М.М.; рук. Кокин В.М. Система контроля доступа на основе анализа изображения лица человека .....	113
Федорова А.П.; рук. Левенец И.А. API как средство интеграции приложений .....	115
Филимонова В.Д.; рук. Кокин В.М. Алгоритм сегментации бинарного изображения .....	117

Черкасов Е.А.; рук. Кашинцев А.А. Работа с периферийными устройствами из Web-приложений .....	119
Чудова В.А.; рук. Косяков С.В. Оптимизация интерфейса информационной системы ведения истории болезни .....	121
Мороз Г.А.; рук. Пантелеев Е.Р. Построение нелинейного маршрута с учетом персональных предпочтений пользователя на базе генетического алгоритма .....	123
Парфенова О.В.; рук. Кокин В.М. Анализ эффективности алгоритмов сжатия графической информации без потерь .....	125

*Секция 29. Численные методы и параллельные вычисления*

Батырь П.А.; рук. Мочалов А.С. Анализ развития высокопроизводительных вычислительных систем на основе списков ТОП500...	127
Бокарев С.С.; рук. Ясинский Ф.Н. Параллельное моделирование смешивания газовых потоков при поперечном взаимодействии .....	129
Гудухина А.А.; рук. Чернышева Л.П. Поиск безусловного экстремума функции методом тяжелого шарика .....	131
Зайцев И.В.; рук. Ясинский Ф.Н., Чернышева Л.П. Ускорение затвердевания бетонной массы с помощью электронагрева. Параллельное моделирование.....	133
Закурин И.А.; рук. Ясинский Ф.Н. О моделировании течения вязкой несжимаемой жидкости в задаче Колмогорова .....	135
Катанаев А.Ю.; рук. Сидоров С.Г. Распознавание дорожных знаков .....	137
Назарова А.С.; рук. Ясинский Ф.Н. Численное моделирование упругих связей между частицами .....	139
Сафронов А.Е.; рук. Чернышева Л.П. Проект «Облако ИГЭУ» .....	141
Сенин Д.С., Веселов Г.Е.; рук. Чернышева Л.П. Параллельный вариант метода Монте–Карло для задачи прохождения частиц через стенку.....	142
Трунов В.С.; рук. Сидоров С.Г. Моделирование интеллектуального движения автомобиля .....	144
Туманов Д.А.; рук. Ясинский Ф.Н., Ясинский И.Ф. Построение гибридного метода прогнозирования на базе методов А.Г. Ивахненко и нейронных сетей .....	146

---

Фролов Н.В.; рук. Сидоров С.Г. Построение модели нейронной сети на основе многослойного перцептрона и нейросети Элмана.....	148
Фролов Н.В.; рук. Сидоров С.Г. Моделирование процесса взрыва в пустоте на основе метода «Частиц в ячейках».....	150
Харитонов С.Ф.; рук. Чернышева Л.П. Генерация случайных чисел на МВС.....	152
Чуваков Н.И.; рук. Ясинский И.Ф. Об опыте реализации нейронной сети для прогнозирования функции .....	154

*Секция 30. Прикладные задачи математики*

Подборнов А.В., Корпачев А.А.; рук. Коровин Д.И. Имитационное моделирование работы кассового зала .....	156
Околотин А.А., Сухов В.В.; рук. Коровин Д.И. Моделирование и анализ различных работ и процессов на основе сетевых графиков ...	158
Сян Сяо Ган; рук. Ильченко А.Н. Выявление зависимости между качеством жизни населения и состоянием социально-экономической инфраструктуры (на примере промышленных регионов Китая).....	159
Смирнова А.А.; рук. Зиновьев Б.С. Нахождение ядра Бергмана для круга по некоторой мере .....	161
Шилков А.Е.; рук. Варламов В.И. Нахождение области асимптотической устойчивости нулевого решения автономной системы, описывающей флаттер крыла при высоких скоростях.....	163
Чиркин А.Л., Лутченко В.С., Молочкова Н.М.; рук. Коровин Д.И. Разработка автоматического составления расписания занятий с применением искусственных нейронных сетей.....	165
Андреев Н.С., Сажина Ю.С.; рук. Коровин Д.И. Моделирование биржевого стакана .....	167
Васютинская А.С., Куракина Т.С.; рук. Коровин Д.И. Очередь с приоритетами .....	169
Головушкин Г.Б., Большаков А.В.; рук. Коровин Д.И. Реконструкция поверхности архитектурной сцены на основе результатов лазерного сканирования .....	171
Ефремов С., Шуйкин С., Симонов А.; рук. Коровин Д.И. Оптимизация движения автомобильных потоков через перекрестки со светофорами .....	173

Завьялов И., Зайцев Т.; рук. Коровин Д.И. Ограниченно-детерминированные функции. Диаграммы Мура.....	175
Киселева Н.В.; рук. Коровин Д.И. Борьба с кассовым разрывом.....	177
Лобанов М.А., Костромская Т.И.; рук. Коровин Д.И. Применение нейронных сетей для распознавания подписей .....	178
Королева П.А., Шакирзянов Р.Р.; рук. Коровин Д.И. Нахождение минимальной размерного пространства, где существует разделяющая гиперплоскость .....	180
Букина П.А.; рук. Варламов В.И. Оценки радиусов кольца, содержащего циклы автономной двумерной системы.....	182
Щапов Р.В., Хлебунов А.Д.; рук. Коровин Д.И. Разработка игры «Бар-Кохба» .....	184
Идрисова С., Войнов А.; рук. Коровин Д.И. Однозначность декодирования. Теорема Маркова об однозначности декодирования .....	186
Торцев М.М.; рук. Коровин Д.И. Имитационная модель платёжного календаря .....	187
Трунов В., Стулов А., Стахеев А.; рук. Коровин Д.И. Система автоматического составления расписания для вуза .....	189
Шилкин А.А., Шарыкин С.П.; рук. Коровин Д.И. Генерирование случайных ландшафтов.....	191
Фадеева М.С.; рук. Сметанин Е.В. Эквивалентирование электрических цепей в тензорном анализе сетей.....	193

### *Секция 31. Геометрическое моделирование и графика*

Бойков А.А. Способ и задачи геометрического моделирования на основе изображений .....	196
Вьюнов Д.А.; рук. Егорычева Е.В. Моделирование конструкции домкрата методом параметризации .....	198
Лысенко А.А.; рук. Легкова И.А., Зарубин В.П., Никитина С.А. Использование 3D моделей для изучения устройства узлов механизмов.....	200
Пискунов А.О.; рук. Иванов В.Е., Никитина С.А., Покровский А.А. Использование трехмерного моделирования при решении задач пожарной безопасности .....	202
Демьянов С.А.; рук. Волкова М.Ю., Бойков А.А. Исследование простых и параметрических кубических сплайнов .....	204

Костромская Т.И., Кочешкова А.С.; рук. Бойков А.А. Графическая интерпретация работы клеточных автоматов .....	206
Курганов К.В., Околотин А.А., Сухов В.В.; рук. Милосердов Е.П. Расчет и моделирование концентрирующих систем солнечных электростанций .....	208
Левин М.Ю.; рук. Волкова М.Ю. Исследование кривых, применяющихся в системах геометрического моделирования.....	210
Сигов Н.Л., Сироткин Е.Л.; рук. Милосердов Е.П. Программа расчета конфигурации спутниковых группировок, обеспечивающих навигацию объектов на поверхности земли.....	212
Сидоров А.А. Разработка графической части проекта в дизайне интерьера .....	214
Мутовина Н.В., Мурых Е.Л. Разработка библиотеки элементов оперативного плана для ГУ «Служба пожаротушения и аварийно-спасательных работ» .....	216
Михасик П.В.; рук. Волкова М.Ю. Исследование столовых приборов XIX века.....	218
Чуркин И.О.; рук. Волкова М.Ю. Использование методов геометрического параметрирования при исследовании икон.....	220

# **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Десятая международная научно-техническая конференция  
студентов, аспирантов и молодых учёных  
**«ЭНЕРГИЯ-2015»**

## **МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ**

*Печатается в авторской редакции*

Составитель – к.т.н., доцент Маршалов Е.Д.

Подписано в печать 31.03.2015. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub> .

Печать плоская. Усл. печ. л. 13,37. Уч.-изд. л. 13,8

Тираж 60 экз. Заказ № 34

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический  
университет имени В.И. Ленина».

Отпечатано в УИУНЛ ИГЭУ

153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34.