

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-2013»**

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

**г. Иваново, 23-25 апреля 2013 г.**

## **МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ**

**ТОМ 5, ЧАСТЬ 1**

---

ИВАНОВО

ИГЭУ

2013

УДК 004.9 + 519.6 + 621.3.07

ББК 32.97

М 34

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** // Восьмая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2013»: Материалы конференции. В 7 т. Т. 5, Ч. 1 – Иваново: ФГБОУ ВПО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2013. – 346 с.

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; Клочкова Н.В. – председатель СМУС ИГЭУ.

**Координационная группа:** Смирнов Н.Н., Иванова О.Е., Можжухина В.В., Маршалов Е.Д., Ильченко А.Г., Шуина Е.А., Филатова Г.А.

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

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

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

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТЬЮ ЭНЕРГБЛОКА**

В настоящее время большое внимание уделяется качеству поддержания частоты и мощности в энергосистеме. Важным фактором является качество регулирования нагрузки при поддержании с высокой точностью остальных технологических параметров энергоблока, таких, например, как давление и температура острого пара перед турбиной.

В соответствии с требованиями нагрузка паросилового энергоблока должна поддерживаться с точностью до 1% номинального значения. В связи с этим требуются новые решения по построению многосвязных систем автоматического регулирования (МАСР) энергоблоков, в частности систем автоматического управления мощностью. [1]

В ходе выполнения исследований рассматривалась САУМ в виде двухсвязной АСР мощности энергоблока и давления пара, в том числе подчиненные локальные АСР технологических параметров энергоблока [2]. Выходными регулируемыми величинами являются активная мощность генератора ( $N$ ) и давление пара перед турбиной ( $P^*t$ ), а входными – обобщенное задание положения клапанов турбины ( $Ht$ ) и обобщенный регулирующий орган котла ( $\mu k$ ), воздействующий на подчиненные регуляторы питания, топлива, воздуха.

Объект регулирования давления и мощности при изменении нагрузки котла характеризуется большей инерцией, определяемой динамикой котла. Постоянные времени объекта по этим каналам достигают нескольких минут. Динамика объекта регулирования при возмущении клапанами турбины обладает существенно меньшей инерцией – постоянные времени начальных участков переходных характеристик, определяющих настройку регуляторов, составляют всего несколько секунд.

В работе рассмотрены две схемы регулирования САУМ-1 (первичное управление котлом) и САУМ-2 (первичное управление турбиной), где ОУ –

объект управления, МУТ – механизм управления турбиной, РТ – регулирующий клапан топлива,  $W_{трд}(p)$  – передаточная функция турбинного регулятора давления,  $W_{крм}(p)$  – передаточная функция котельного регулятора мощности,  $W_{крд}(p)$  – передаточная функция котельного регулятора давления,  $W_{трм}(p)$  – передаточная функция турбинного регулятора мощности.

После параметрической оптимизации систем регулирования, был проведен ряд экспериментальных исследований в среде имитационного моделирования, а также сравнение показателей качества поддержания мощности  $N$  и давления пара  $P^*_{т}$  в рассмотренных системах регулирования.[3–4]. Полученные результаты представлены на рис. 1.

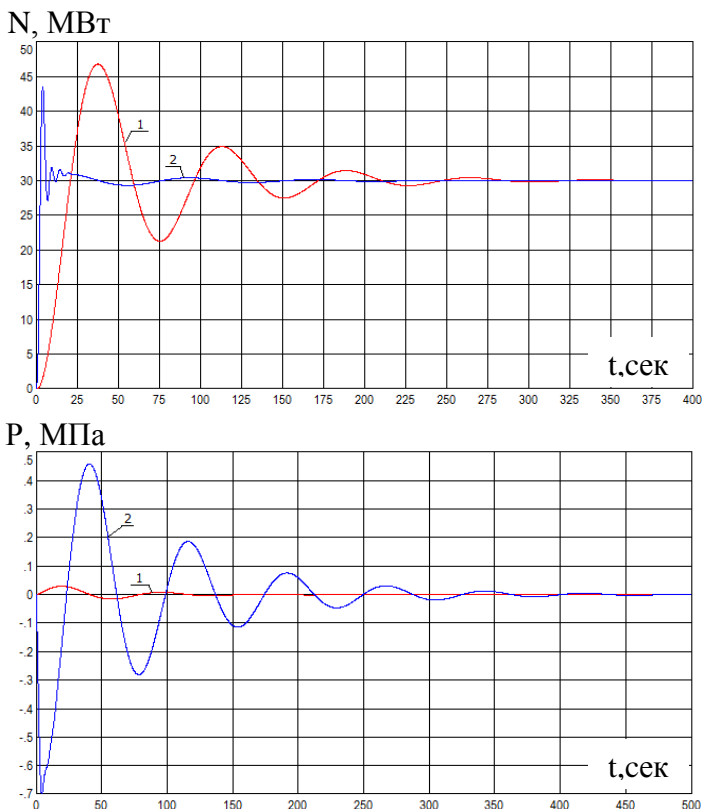


Рис 1. Переходные процессы при нанесении возмущения  $\Delta N=30$ МВт по каналу задания мощности: 1 – САУМ-1, 2 – САУМ-2.

После проведения расчетов, экспериментальных исследований и оценки результатов работы систем регулирования по показателям качества, можно сделать вывод, что если давление пара будет поддерживаться турбинным регулятором, а мощность энергоблока – котельным регулятором, то в САУМ-1 отклонения давления будут минимальными. В тоже время регулирование мощности будет происходить «в темпе котла».

В обратной схеме (САУМ-2), где регулятор давления воздействует на обобщенный орган котла, а регулятор мощности – на положение клапанов турбины, возникает противоположная ситуация: удастся быстро и точно поддерживать мощность энергоблока и существенно хуже – давление пара перед турбиной.

Поскольку давление острого пара перед турбиной является одним из важнейших параметров, то в дальнейшем планируется провести модернизацию САУМ-2 с помощью добавления в схему опережающего сигнала (Д – составляющей) по давлению пара перед турбиной Р'т в схему котельного регулятора давления.

#### Библиографический список

1. **Жигунов В.В.**, Шавочкин И.А., ЗАО «Интеравтоматика». Повышение эффективности управления мощностью энергоблоков с применением дифференцирования в котельном регуляторе давления пара перед турбиной // Теплоэнергетика. – 2011. – №10. – с. 60 – 69.
2. **Тверской Ю.С.** Локальные системы управления: учеб.-метод. Учеб.-метод. пособие/ ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2011. – 128с.
3. **Таламанов С.А.** Анализ и синтез автоматических систем регулирования: Учеб.-метод. пособие/ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина», – Иваново, 2010. – 44с.
4. **Таламанов С.А.**, Никонов А.Н. Практикум по теории автоматического регулирования. Ч 1. Анализ динамических систем: учеб.-метод.пособие/Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 2007. – 60с.

*Д.Ю. Богачёва, асп., А.В. Прохоров, студ.;  
рук. А.А. Козлов, д.т.н., профессор  
(МАИ, г. Москва)*

## **ПРОЦЕСС СБОРА И АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ЖРД МТ**

При испытаниях жидкостных ракетных двигателей всегда существует проблема трудоемкости и сложности контроля получаемой информации. Неотъемлемой частью этого процесса является проведение многочисленных огневых испытаний разрабатываемого ЖРД МТ на специализированном программно-аппаратном комплексе.

Задача выявления основных характеристик разрабатываемого ЖРД МТ является одной из основных при создании испытательного программно-аппаратного комплекса. Для решения поставленной задачи необходимо создание механизма измерения широкого класса параметров, характеризующих работу двигателя, функционирования различных управляющих и обслуживающих двигатель систем. Это приводит к необходимости измерения и контроля в процессе испытания ЖРД МТ большого количества физических величин. Фиксирование такого многочисленного числа параметров в незначительные отрезки времени, определяемые продолжительностью испытаний двигателей, возможны только путём автоматизации процесса их измерения, контроля и регистрации.

Решением этой задачи при испытаниях экспериментальных ЖРД МТ послужило использование модулей КОНТРОН и NI-SCXI-1000 и разработка программного обеспечения в среде программирования SCADA INTOUCH и LabView (рис. 1).

Был сделан выбор измерительных модулей и компонентов, разработаны общая архитектура системы, ее основных модулей и программного обеспечения. Разработанная система является модульной, что обеспечивает гибкое изменение параметров экспериментов при испытаниях различных типов ЖРД МТ.

Измерительная подсистема включает в себя:

- блоки измерения давления окислителя и горючего на входе в двигатель;
- измерения расхода горючего и окислителя;
- блоки измерения перепада давления на расходной шайбе окислителя, давление наддува горючего, давления в камере сгорания;
- блоки измерения температуры магистрали и измерения температуры стенки камеры сгорания.

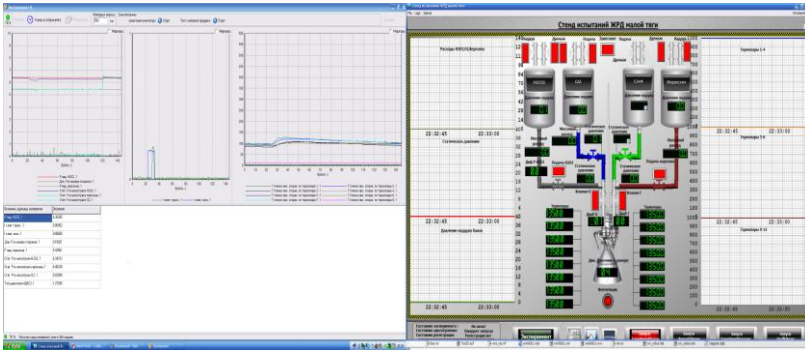


Рис. 1. Вид рабочих окон программы SCADA INTOUCH.

Программное обеспечение системы испытания ЖРД можно разделить на два уровня верхний и нижний. На верхнем уровне функционирует подсистема сбора, оперативного отображения информации и управления, а так же формируется база исходных данных. На нижнем уровне можно выделить две основные подсистемы:

- подсистема оперативной памяти и регистрации измерений, параметров, отсчетов и команд управления. Именно эта подсистема ведет полный архив работы системы.
- подсистема решения задач коммуникационного обмена – эта подсистема непосредственно решает задачу связи верхнего уровня с нижним (передача параметров и измерений, изменение значений параметров, запуск циклограмм и т.д.).

ПО используемое при регистрации и обработке параметров ЖРД МТ можно функционально разделить на шесть видов программ:

1. Прикладная программа «ПАРАМЕТРЫ».
2. Прикладная программа «ЗАМЕРЫ».
3. Прикладная программа «ДРАЙВЕРЫ».
4. Прикладная программа «СЕРВЕРЫ И КЛИЕНТЫ».
5. Прикладная программа «РЕГИСТРАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И ОТСЧЕТОВ».
6. Прикладная программа «ЦИКЛОГРАММЫ».

Измерительная подсистема позволяет получать следующие экспериментальные данные: профиль температуры стенки камеры сгорания и сопла ЖРД, величины давления в различных магистралях огневого стенда, величины тока и напряжения клапанов горючего и окислителя, тягу ЖРД. Подсистема управления и сбора данных, построенная на ар-

хитектуре VME и SCXI, позволяет построить информационную систему, которая может собирать полученные результаты измерений как медленно, так и быстро меняющихся параметров.

Механизм управления системы сбора данных представляет собой персональную ЭВМ со специальным разработанным программным обеспечением, осуществляющим управление стендом, отображение результатов измерения с помощью специального модуля визуального контроля, вывод и хранение полученной информации с помощью созданного в среде LabView (рис. 2) программного обеспечения. Программная среда LabView включает в себя весь необходимый набор инструментов для сбора данных, их анализа и представления полученных результатов.

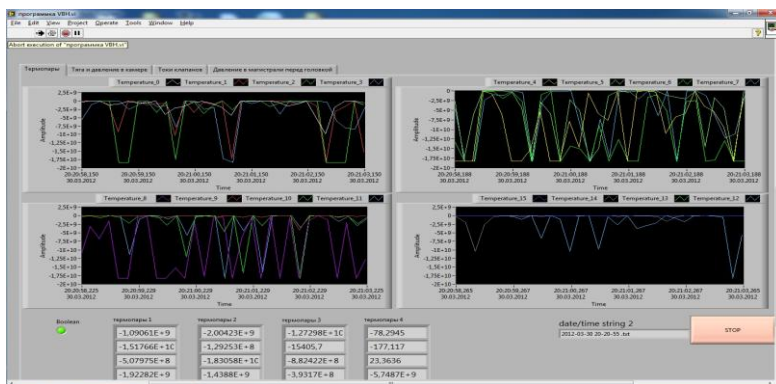


Рис. 2. Вид рабочих окон программы LabView.

Модуль обработки информации позволяет создавать отчеты о результатах проведенных экспериментов в требуемом для экспериментатора текстовом виде, с дальнейшей возможностью преобразования в таблицы или массивы данных.

Полностью собранный отчет с результатами всех параметров работы двигателя обрабатывается в программе: «Автоматическая обработка и анализ результатов огневого испытания жидкостного ракетного двигателя малой тяги» написанной в MathCAD 14.

Программа предназначена для автоматической обработки и анализа данных, полученных в процессе экспериментальной отработки жидкостного ракетного двигателя. Входными данными являются измеряемые в темпе эксперимента характеристики жидкостного ракетного двигате-



ля: расходы окислителя и горючего, давление в камере сгорания, тяга двигателя, температуры стенки камеры сгорания и др. Программа позволяет рассчитывать основные энергетические показатели работы двигателя и судить о степени совершенства рабочего процесса в нем, а также проводить экспресс-диагностику двигателя после каждого запуска. Программа может обрабатывать данные результатов эксперимента, полученные из систем сбора данных в формате txt-файла. Представление данных производится путем построения графиков изменения характеристик двигателя во времени. Особенностью программы является возможность обработки данных, полученных от измерительных систем с различной частотой опроса датчиков.

#### **Библиографический список**

1. Пухов В.А., Чучеров А.И. Стендовые огневые испытания ЖРД. – М.: Машиностроение, 1971.

*А.С. Колодкина, асп.;*  
*рук. О.Ю. Марьясин, к.т.н., доцент*  
*(ЯГТУ, г. Ярославль)*

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫМ РЕЖИМОМ ЗДАНИЯ**

В настоящее время проблемы экономии энергоресурсов выходят на первый план. В области теплоснабжения зданий постоянно происходят большие потери тепловой энергии. Основной причиной этого является низкая автоматизация существующих систем отопления и вентиляции зданий, не позволяющая производить погодозависимое, оптимальное управление теплоснабжением с учетом индивидуальной тепловой инерционности зданий.

Для целей управления тепловым режимом здания пригодны пока только статические или динамические модели с сосредоточенными параметрами. Использование математических моделей с распределенными параметрами, в настоящее время не оправдано из-за их высокой вычислительной сложности. Более перспективным подходом, является использование секционных математических моделей, включающих математические модели теплового режима отдельных частей здания, секций или помещений, складывающихся затем в полную математическую модель всего здания.

Автором предложена математическая модель теплового режима помещения, в основу которой положено уравнение теплового баланса здания. Так как базовым для работы системы отопления является холодный период года, уравнение теплового баланса для этого периода будет иметь вид

$$\sum_{i=1}^N [Q_{отi} + Q_{венти} + \sum_{j=1}^n Q_{радиj} + Q_{бытi} - \sum_{j=1}^n Q_{отrij} - \sum_{j=1}^n Q_{инфij}] = 0, \quad (1)$$

где  $N$  – число секций (помещений) здания,  $n$  – число ограждающих конструкций помещения,  $Q_{отi}$  – тепло, полученное от системы отопления  $i$ -ой секции,  $Q_{венти}$  – тепло, полученное от системы вентиляции  $i$ -ой секции,  $Q_{радиj}$  – тепло от проникающей в помещение солнечной радиации через  $j$ -ю ограждающую конструкцию для  $i$ -ой секции,  $Q_{бытi}$  – бытовые теплопоступления  $i$ -ой секции,  $Q_{отrij}$  – теплопотери через  $j$ -ю ограждающую конструкцию  $i$ -ой секции,  $Q_{инфij}$  – теплопотери на инфильтрацию воздуха через  $j$ -ю ограждающую конструкцию  $i$ -ой секции.

Динамика температурного режима одной секции здания (помещения), без учета термической массы ограждающих конструкций (стен, окон, пола, потолка) может быть описана как

$$c\rho_b V_i \frac{dT_{bi}}{dt} = Q_{отvi} - \sum_{j=1}^n (k_{оzij} F_{оzij} + cG_{инфij}) T_{bi} + \sum_{j=1}^n (k_{оzij} F_{оzij} + cG_{инфij}) T_{nij}, \quad (2)$$

где  $c$  – теплоемкость воздуха, Дж/кг $^{\circ}$ C,  $\rho_b$  – плотность воздуха, кг/м $^3$ ,  $V_i$  – объем  $i$ -ой секции,  $T_{bi}$  – температура внутри  $i$ -ой секции,  $^{\circ}$ C,  $k_{оzij}$  – коэффициент теплопередачи  $j$ -ой ограждающей конструкции, Вт/м $^2$  $^{\circ}$ C,  $F_{оzij}$  – площадь конструкций  $j$ -ой ограждающей конструкции, м $^2$ ,  $G_{инфij}$  – расход воздуха на инфильтрацию через  $j$ -ю стенку, кг/ч, связанный с разностью давления снаружи и внутри здания и действием ветра, м/с,  $T_{nij}$  – температура воздуха снаружи здания  $T_o$  или температура внутри соседнего помещения,  $^{\circ}$ C. При начальном условии  $T_{bi}(t_0) = T_{bi0}$ .

Модель динамики температурного режима одной секции здания (помещения) с учетом термических масс ограждающих конструкций может быть описана как

$$c_{о\bar{a}} \rho_{о\bar{a}} V_{о\bar{a}} \frac{dT_{о\bar{a}}}{dt} = \alpha_{оzij} F_{оzij} (T_{bi} - T_{оzij}) - k'_{оzij} F_{оzij} (T_{оzij} - T_{nij}), \quad i=1, \dots, N, \quad j=1, \dots, n \quad (3)$$

$$c\rho_b V_i \frac{dT_{bi}}{dt} = Q_{отvi} - \sum_{j=1}^n \alpha_{оzij} F_{оzij} (T_{bi} - T_{оzij}) - \sum_{j=1}^n cG_{инфij} (T_{bi} - T_{nij}), \quad i=1, \dots, N$$

где  $c_{ozi}$  – теплоемкость  $i$ -ой ограждающей конструкции, Дж/кг $^{\circ}$ С,  $\rho_{ozi}$  – плотность  $i$ -ой ограждающей конструкции, кг/м $^3$ ,  $V_{ozi}$  – объем  $i$ -ой ограждающей конструкции, м $^3$ ,  $T_{ozi}$  – температура внутренней стенки  $i$ -ой ограждающей конструкции,  $^{\circ}$ С,  $\alpha_{ozij}$  – коэффициент теплоотдачи с внутренней поверхности стены  $j$ -ой ограждающей конструкции, Вт/м $^2$ С,  $k'_{ozij}$  – коэффициент теплопередачи  $j$ -ой ограждающей конструкции от внутренней поверхности ограждающей конструкции к наружному воздуху, Вт/м $^2$ С.

При сравнении результатов расчета температурного режима по моделям (2) и (3) для одной секции (помещения) (рис. 1), получим, что модель динамики температурного режима с учетом термических масс ограждающих конструкций является более точной и адекватной реальным процессам. Недостатком такой модели является ее высокая размерность.

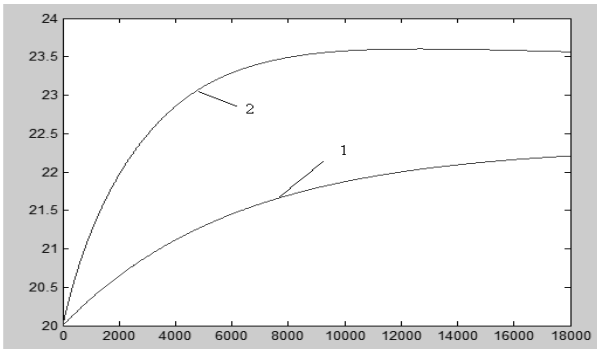


Рис. 1. Переходные процессы по моделям (1) и (2)

Описанные модели могут использоваться при проектировании и расчете систем управления тепловым режимом зданий, определения оптимальных настроек регуляторов, реализации алгоритмов оптимального управления тепловым режимом.

Блок-диаграмма Simulink системы автоматического регулирования теплового режима помещения с ПИД-регулятором показана на рис. 2.

В данной схеме регулирующей переменной является расход теплоносителя. В качестве регулятора используется ПИД-регулятор идеального типа с ограничением на интегральную составляющую (блок PID). Задание регулятора по температуре внутреннего воздуха равно 20  $^{\circ}$ С. Блок Valve моделирует регулирующий клапан, имеющий ограничения на величину и скорость изменения управляющего воздействия.

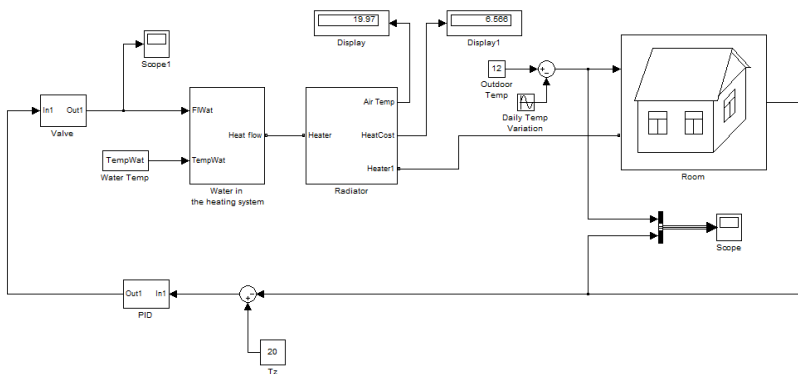


Рис. 2. Блок-диаграмма Simulink системы автоматического регулирования теплового режима помещения с ПИД-регулятором

Переходный процесс в замкнутой системе при подобранных вручную настройках регулятора  $K_p = 0.1$ ,  $T_i = 0.0001$ ,  $T_D = 0$ , показан на рис. 3.

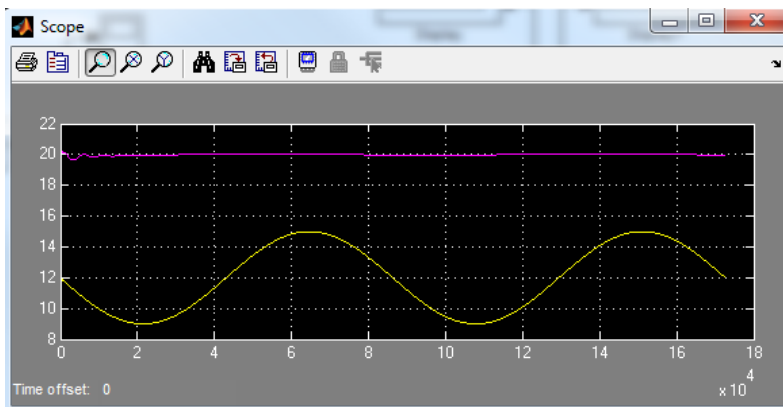


Рис. 3. Переходный процесс в замкнутой системе при подобранных вручную настройках регулятора

Для сравнения приведем результат моделирования изменения температуры внутреннего воздуха в помещении в течение сорока восьми часов (двух суток) при заданных расходе и разности температуры теплоносителя показан на рис. 4.

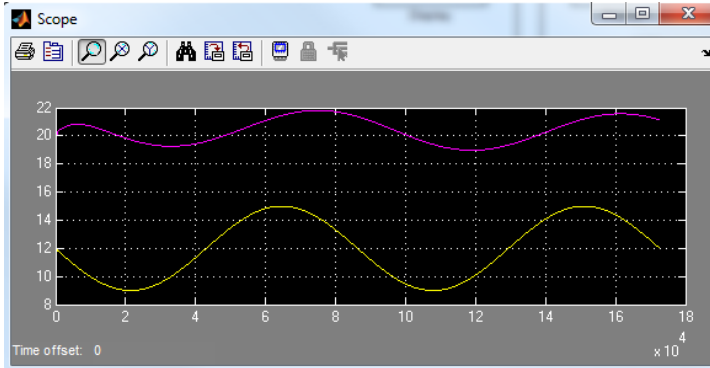


Рис. 4. Переходный процесс в замкнутой системе при заданных расходе и разности температуры теплоносителя

Сравнивая переходные процессы на рисунках 3 и 4 можно отметить, что ПИД-регулятор поддерживает температуру внутреннего воздуха на заданном значении, исключая колебания температуры. При этом обеспечивается экономия тепла, по сравнению с системой без регулятора, примерно 8 %.

*А.А. Михайлова, маг.;*  
*рук. О.Ю. Марьясин, к.т.н., доцент*  
*(ЯГТУ, г. Ярославль)*

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ**

В последнее время все актуальней становится тема использования альтернативных источников энергии, основным из которых является Солнце. Этот источник бесплатен и неисчерпаем, а методы преобразования солнечной энергии основаны на экологически чистых процессах. Для преобразования солнечного излучения в тепловую энергию традиционно используются солнечные коллекторы. Среди различных конструкций солнечных коллекторов наибольшее распространение получили жидкостные плоские солнечные коллекторы (СК).

В условиях умеренного климата солнечные коллекторы не могут играть роль основного источника энергии, и их использование носит

вспомогательный, сезонный и периодический характер. Поэтому их применение, в основном, ограничивается системами горячего водоснабжения (ГВС) зданий, коттеджей и спортивных сооружений. Известны схемы, в которых СК работают совместно с традиционными источниками тепла, при этом обеспечивая возможность эффективного регулирования потребления тепла от системы централизованного теплоснабжения или других источников тепла, вплоть до полного отключения от них, при переходе на использование энергии солнца.

Особенностью системы ГВС является необходимость поддержания температуры горячей воды на уровне  $60^{\circ}\text{C}$ , в соответствии с требованиями СНиП. Из-за изменения количества поступающей солнечной радиации, вызванного, например, переменной облачностью или действием ветра в течение дня, тепло вырабатываемое СК будет поступать в систему ГВС также неравномерно. В теплые летние дни при пиках солнечной активности СК способны вырабатывать такое количество тепла, которое превышает потребности системы ГВС здания. Поэтому для поддержания заданной температуры, будет сокращаться или расход греющей воды поступающей в теплообменник ГВС или ее температура путем разбавления греющей воды более холодной водой. В этом случае избыточное тепло, поступающее от СК, будет безвозвратно потеряно.

Автор предлагает математические модели систем теплоснабжения здания с солнечными коллекторами, позволяющие аккумулировать тепло в периоды избыточной солнечной активности.

Уравнение теплового баланса солнечного коллектора имеет вид [1]

$$Q_C = F_R (Q_S - Q_L), \quad (1)$$

где  $Q_C$  – полезная энергия коллектора, переданная рабочей жидкости, Вт,  $F_R$  – коэффициент отвода тепла из коллектора,  $Q_S$  – полезная энергия, полученная от солнечного излучения, Вт,  $Q_L$  – тепловые потери коллектора в окружающую среду путем излучения и конвекции, Вт.

Тепловые потери коллектора в окружающую среду путем излучения и конвекции равны

$$Q_L = A_c U_L (t_{ci}(t) - t_n(t)), \quad (2)$$

где  $A_c$  – площадь коллектора,  $\text{m}^2$ ,  $U_L$  – коэффициент потерь,  $t_n$  – температура помещения,  $^{\circ}\text{C}$ .

Динамика бойлера-накопителя использующего как тепловую, так и солнечную энергию для подогрева воды в систему горячего водоснабжения может быть представлена в виде

$$c_p \rho V \frac{dT(t)}{dt} = G_c c_{pc} (t_{co}(t) - t_{ci}(t)) + G_h c_p (t_{hi}(t) - t_o(t)) - G_w c_p (t_{wo}(t) - t_{wi}(t)) - A_b U_b (T(t) - t_n(t)),$$

где  $c_p$  – теплоемкость воды, Дж/кг $^{\circ}$ C,  $\rho$  – плотность воды, кг/м $^3$ ,  $V$  – объем бойлера, м $^3$ ,  $T(t)$  – температура воды внутри бойлера,  $^{\circ}$ C,  $G_h$  – расход греющей воды из системы отопления, кг/с,  $t_{ho}(t)$ ,  $t_{hi}(t)$  – температура греющей воды на выходе и входе бойлера,  $^{\circ}$ C,  $G_w$  – расход горячей воды в систему горячего водоснабжения, кг/с,  $t_{wo}(t)$ ,  $t_{wi}(t)$  – температура горячей воды на выходе и входе бойлера,  $^{\circ}$ C,  $A_b$  – площадь поверхности бойлера, м $^2$ ,  $U_b$  – коэффициент теплопередачи поверхности бойлера, Вт/м $^2$   $^{\circ}$ C.

Математическая модель бойлера, включающая функции управления может быть представлена как

$$c_p \rho V \frac{dT(t)}{dt} = f_1(F_R(Q_S - A_c U_L(T(t) - t_o(t)))) + f_2(G_h c_p (t_{hi}(t) - T(t))) - G_w c_p (T(t) - t_{wi}(t)) - A_b U_b (T(t) - t_n(t)), \quad (3)$$

где  $f_1(x)$  – функция, реализующая преобразование

$$f_1(x) = \begin{cases} x, & t_{co}(t) > T(t) \\ 0, & t_{co}(t) \leq T(t) \end{cases},$$

$f_2(x)$  – функция, реализующая функцию логически противоположную функции  $f_1(x)$ . Кроме того, расход греющей воды из системы отопления  $G_h$  изменяется под действием ПИД-регулятора для поддержания заданной температуры горячей воды  $T_c(t)$  на выходе из бойлера.

Компьютерная модель системы теплоснабжения, включающая бойлер-накопитель, использующий как тепловую, так и солнечную энергию для подогрева воды, выполненная в системе Simulink показана на рис. 1.

Подсистема Collector реализует модель солнечного коллектора, включающую уравнения (1) и (2). На вход Н этой подсистемы поступает случайный сигнал, моделирующий солнечную активность.

Подсистема Boiler реализует уравнение (3). Stateflow блок Chart реализует функцию  $f_1(x)$ . Отключение от системы центрального отопления происходит в процессе регулирования при превышении температуры горячей воды на выходе из бойлера заданного значения  $T_c(t)$ .

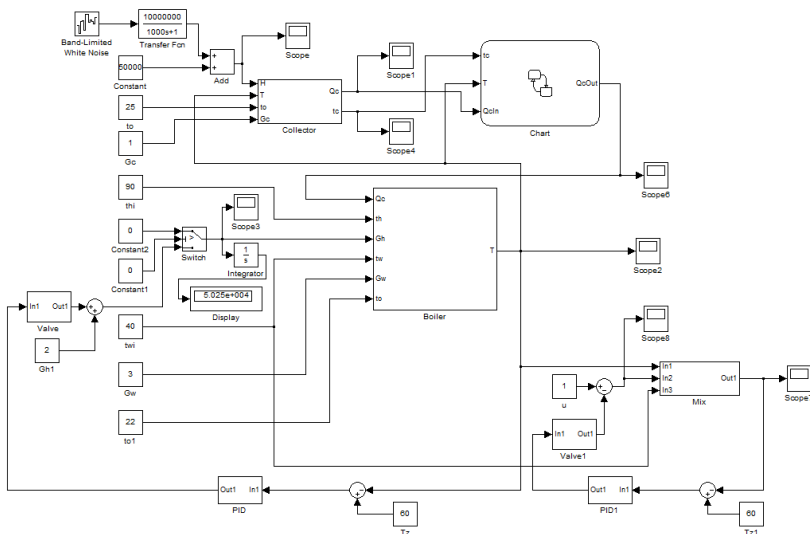


Рис. 1. Блок-диаграмма Simulink системы с солнечным коллектором

Так же была разработана модель системы теплоснабжения с солнечным коллектором, использующая пластинчатые теплообменники.

#### Библиографический список

1. Деффи Дж.А., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. – М.: Мир, 1977. – 174 с.

*И.А. Рябиков, И.С. Хохлов, студ.;*  
*рук. Е.Д. Маршалов, к.т.н., ст. преподаватель*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ

«Наука начинается с тех пор, как начинают измерять. Точная наука немислима без меры». Эта цитата русского ученого Дмитрия Ивановича Менделеева очень точно подчеркивает, что прогресс науки неотделим от прогресса измерений. В свою очередь наука изыскивает новые, более совершенные методы измерений. Без точных измерений не существовало бы современной техники.



Сейчас для современных исследований необходимы точные измерения во всем: в инженерных расчётах, лабораторных испытаниях, конструкторских схемах и проектах и т.д.

Большинство технологических процессов идет сейчас по пути автоматизации. Кроме того, управление многочисленными механизмами и агрегатами, а зачастую и машинами просто невысказимо без точных измерений всевозможных физических величин. Самыми распространенными являются температурные измерения [1].

Так как диапазон измерений и их условия могут сильно отличаться друг от друга, разработаны разные по точности и быстродействию типы датчиков (первичных преобразователей). Какого бы типа не был температурный датчик, общим для всех является принцип преобразования. А именно: измеряемая температура преобразуется в электрическую величину. Это обусловлено тем, что электрический сигнал просто передавать на большие расстояния (высокая скорость приёма-передачи), легко обрабатывать (высокая точность измерений) и, наконец, быстродействие [2].

При проектировании, эксплуатации и наладке современных АСУТП важное значение имеют точность и качество выполненных измерений. Показания приборов – источники информации в автоматизированной системе. Значения величин должны постоянно обновляться и бесперебойно поступать на приборы для дальнейшей обработки. От них зависит работа всей системы. Управление технологическим процессом невысказимо без точных и своевременных показаний приборов. На них строится вся дальнейшая работа системы и последующие шаги оператора.

Цель данного исследования заключается в создании методики изучения динамических характеристик датчиков температуры. Динамические характеристики, т.е. меняющиеся во времени, наиболее актуальны для специалистов в области систем управления. Дело в том, что для регулирования какого-либо процесса нужно знать условия его достижения. Чтобы изменять те или иные параметры в системе управления технологическим процессом, нужно знать по какому закону будет происходить изменение, начальное и конечное значения параметров, какова скорость процесса, от каких других параметров зависит изменение данного. Таким образом, нужно знать процесс в динамике.

Суть методики заключается в следующем. В процессе опытов в предварительно нагретую среду погружаются датчики температуры. Измеряются время, характер, скорость и направление изменений показаний приборов.

Воспроизведение нужной температуры производится при помощи калибратора температуры КТ-650. Он может воспроизводить температуру от +50 до +650 °С. КТ-650 применяют в качестве рабочего эталона (поверочной установки) при поверке и калибровке термопреобразователей сопротивления и преобразователей термоэлектрических с различными статическими характеристиками преобразования, а также термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом.

Для регистрации и графического воспроизведения полученных значений температуры использован регистратор многоканальный технологический РМТ-59. Он предназначен для измерения, регистрации и контроля температуры и других неэлектрических величин, преобразованных в электрические сигналы силы и напряжения постоянного тока или активное сопротивление. РМТ-59 является экраным регистратором, на цветном мониторе которого отображаются результаты измерений в виде чисел, таблиц, графиков, гистограмм, также результаты измерений записываются в архив.

Анализ архива данных выполняется на компьютере, на котором проводятся необходимые для сравнения алгоритмы и действия. В процессе обработки данных используются программы DataViewStudio, Microsoft Office Excel, VisSim. На основе полученных данных предлагаются выводы о влиянии определенных характеристик датчиков температуры на результат измерения.

#### Библиографический список

1. **Теплотехнические** измерения и приборы: Учебник для вузов / Г.М. Иванова, Н.Д. Кузнецов, В.С.Чистяков. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. – 460 с.
2. **Преображенский, В.П.** Теплотехнические измерения и приборы: [учебник для вузов] / В.П. Преображенский. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1978. – 704 с.

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

## РАЗРАБОТКА МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЕТОВ

Модульные системы расчета – проверенный способ представления задачи и последующего ее решения. Правильно спроектированный и визуально представленный алгоритм решения будет полезен в практических и учебных целях. Модульный подход построения вычислительных процессов является наиболее оптимальным для создания про-

граммных систем расчета, применяемых для систем автоматического регулирования, и уже реализован в других разработках кафедры систем управления [1]. Интеграция существующих программных продуктов, их доработка и разработка новых является актуальной задачей.

При разработке применяется метод декомпозиции - широко распространенный прием для решения обширного класса задач. Данный метод предполагает представление решаемой задачи в виде множества взаимосвязанных элементарных блоков, каждый из которых решает более простую подзадачу. Идея этого метода лежит в основе разрабатываемого продукта и реализуется в виде двух подсистем.

Первая предоставляет пользователю функционал администратора: позволяет проектировать поэтапную модель решения задачи в виде ориентированного графа, вершинами которого являются расчетные модули. Редактирование и настройка модели ведется в графическом режиме.

Вторая подсистема загружает построенную модель и предлагает пользователю поэтапно провести расчет, переходя от вершины к вершине. Предусматривается несколько вариантов исполнения программных модулей. В ходе расчета один тип модулей может потребовать входные данные необходимые для дальнейших вычислений. Другой тип блоков служит для представления информации в структурированном либо графическом виде. Третий тип имеет функции чтения и записи данных из внешних источников.

С точки зрения проектирования самого продукта, разработка ведется в MS Visual Studio 2010 с использованием технологии Windows Presentation Foundation. Модули хранятся в библиотеках динамической компоновки и подключаются к системе по мере необходимости. Каждый модуль – это объект, реализующий интерфейс IModule. Таким образом, их разработка может вестись независимо от системы. В ходе работы с программой в настройках следует указать путь к соответствующей библиотеке для использования модуля в проекте [2].

Несмотря на ориентированность системы на решение вычислительных задач, область применения данного продукта не ограничивается техническими сферами. Любая задача, имеющая декомпозируемую структуру, может быть решена данным программным обеспечением.

Имея возможность представить задачу как четкую последовательность действий, программное средство может быть использовано в учебных целях, где преподаватель проектирует саму модель решения задачи, а студенту предлагается последовательно выполнить по ней вычисления.

Благодаря поставляемой библиотеке базовых классов возможна реализация собственных модулей, решающих индивидуальные задачи.

#### Библиографический список

1. WinTemp
2. Visual Studio 2010

*А.Ю. Барашикова, А.В. Демичева, студ.;  
рук. Е.Д. Маршалов, к.т.н., ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО ВИДЕОРОЛИКА О СРЕДСТВАХ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ**

В настоящее время у студентов возникает достаточно много проблем при выполнении курсового проекта по дисциплине «Теоретические основы технологических измерений», так как методические пособия устарели, а специализированная литература сложна для понимания. Для решения данной проблемы предлагается разработать учебный видеоролик. Он помогает усвоить большее количество информации за тот же промежуток времени и делает процесс обучения более простым и наглядным.

В лаборатории «Технологических измерений и метрологического обеспечения», в ходе комплексной модернизации, установлены стенды, идентичные эксплуатируемым на электрических станциях, которые наглядно демонстрируют внешний вид и монтаж приборов. Поэтому актуальной задачей является разработка учебного видеоролика о средствах измерения температуры и давления.

В данной работе рассмотрены:

- описание первичных измерительных приборов и их основные характеристики;
- способы их установки и подключения [1];
- принцип работы;
- правила выбора измерительных приборов в зависимости от конкретных особенностей узла измерения (диаметра трубопровода, температуры и т.д.) [2].

Использование видеороликов для обучения обладает рядом существенных преимуществ.

Во-первых, через зрительное наблюдение человек получает до восьмидесяти процентов информации, следовательно, видеуроки дают ощутимо больший эффект, чем попытки научиться чему-либо по пособиям и книгам. Применение наглядности на занятиях позволяет эффективно усваивать информацию посредством ее визуального представления.

Во-вторых, обучающее видео считается одним из самых предпочтительных форматов из всех предлагаемых видов самостоятельного обучения [3, 4].

В-третьих, многие теоретические положения при умелом использовании наглядности становятся доступными и понятными для человека.

И наконец, они являются одним из эффективных вариантов обучения, в котором удачно соединены теория и практика.

Востребованность специалистов во многом определяется тем, что они постоянно обучаются и повышают свою квалификацию. Данный видеоролик можно просматривать в любой момент. А когда возникают сложности с пониманием материала, то есть возможность просто повторно запустить видео с любого момента. Кроме того, преподаватель на лекции может не тратить время на детальное объяснение курсового проекта. После просмотра достаточно лишь точно ответить на вопросы.

Видеоролик о средствах измерения температуры и давления дает информацию в объеме, необходимом для понимания, поэтому, в совокупности с техническими каталогами продукции, этого достаточно для составления спецификации.

Учебные видеоролики повысят уровень дистанционного обучения и сделают этот процесс разнообразным. Поэтому подобные проекты должны применяться в учебных целях, тем более сегодняшний уровень развития вычислительной техники и современные мультимедийные технологии позволяют создавать материал высокого качества.

#### Библиографический список

1. **Теплотехнические** измерения и приборы: Учебник для вузов / Г.М. Иванова, Н.Д. Кузнецов, В.С. Чистяков. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. – 460 с.
2. **Преображенский, В.П.** Теплотехнические измерения и приборы: [учебник для вузов] / В.П. Преображенский. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1978. – 704 с.
3. **Данилова Н.Н.** Физиология высшей нервной деятельности: учебник для студентов вузов / Н.Н. Данилова, А.Л. Крылова; отв. ред. Е. Баранчикова. - Ростов н/Д.: Феникс, 1999. - 480с.: ил. - (Серия "Учебники и учебные пособия").
4. **Восприятие** информации человеком. Человеческое восприятие [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – сор. 2010-2011. – Режим доступа: <http://mywebpro.ru/psihika/vospr-infor-chelov-chelov-vospr.html>

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

## РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ СТЕНДА ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

С самого начала своей жизни человек пытался облегчить свое существование на Земле и потому пошел по пути научной деятельности. Плоды этой деятельности превращались в конкретные изобретения, которые ставили человечество на новую ступень развития. Именно таким изобретением стал парус и водяное колесо – наверное, самый первые двигатели (устройства, преобразующее какой-либо вид энергии в механическую), изобретенные человечеством еще семь тысяч лет назад. Но время идет, и на смену парусу и водяному колесу в наше время пришли электродвигатель и двигатель внутреннего сгорания, изобретение которых явилось мощным толчком к дальнейшему техническому прогрессу.

Именно двигатель стал практической реализацией исполнительных устройств – элементов системы автоматического управления или регулирования, воздействующих на процесс в соответствии с получаемой командной информацией. В теории автоматического управления под исполнительным устройством понимают устройство, передающее воздействие с управляющего устройства на объект управления [1] (рис. 1).



Рис. 1. Типовая одноконтурная схема автоматического регулирования

В учебно-исследовательской лаборатории «Полигон АСУТП электростанций» кафедры систем управления функционирует стенд исполнительных устройств (рис. 2). В состав стенда входят следующие физические исполнительные устройства:

- регулирующая заслонка с однооборотным исполнительным механизмом;
- электродвигатели собственных нужд с автоматическим резервированием;

- запорная задвижка с встроенным электроприводом;
- соленоидный быстродействующий запорный клапан;
- регулирующий клапан с однооборотным исполнительным механизмом.



а)



б)

Рис. 2. Стенд исполнительных устройств:  
а – лицевая информационная панель; б – исполнительные устройства

Стенд выполняет важную роль в обучении и получении практического опыта студентами кафедры. Данный стенд способен наглядно иллюстрировать роль исполнительных устройств в системах управления сложными технологическими процессами. При этом существует возможность управления исполнительными устройствами с уровня операторских станций программно-технического комплекса «Квинт» [2].

Однако за более чем десятилетнюю эксплуатацию стенда исполнительных устройств появились некоторые проблемы:

- физический износ и выход из строя отдельных узлов;
- ряд элементов устарел в сравнении с теми, что используются на электростанциях.

В этих условиях назрела необходимость модернизации стенда, основными направлениями которой являются замена части оборудования на более современное и ремонт отдельных элементов существующего оборудования.

На стенде планируется установить следующее современное оборудование:

- регулирующий клапан игольчатого типа 10с-5-2Э совместно с многооборотным электроприводом ЭП-Р-100-12-А2-Т6-В;
- запорный клапан 1с-15-5Э совместно с многооборотным электроприводом ЭП-3-300-25-Б1-0-А;
- прямоходный электропривод ЭПР-8/50;
- неполнооборотный электропривод ЭПНП-100.

Все электроприводы производства ООО «БЕТРО-Тех» (ОАО «БЭМЗ»), а запорно-регулирующая арматура производства ЗАО «Барнаульский котельный завод».

По окончании периода совместного тестирования будут проведены работы по организации подключения стенда исполнительных устройств к программно-техническому комплексу «Квинт» (контроллеры Ремиконт Р-210, Р-310, Р-380).

Завершающим этапом проекта планируется разработка и реализация методики диагностирования исполнительных устройств в составе стенда. Результаты работы будут использованы в учебном процессе кафедры систем управления.

#### Библиографический список

1. Михайлов В.С. Теория управления. / В.С. Михайлов // Киев: Выща шк., 1988. – 312 с.
2. Тверской Ю.С. Полигон АСУТП электростанций – эффективное средство подготовки специалистов и тестирования сложных систем управления. / Ю.С. Тверской, А.В. Голубев, А.Н. Никоноров // Теплоэнергетика. – 2011. – №10. – с. 70-75.



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

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ**

Рост объемов перерабатываемой информации и накопленный опыт использования электронно-вычислительной техники в различных областях промышленности привели к созданию нового подхода к обработке информации. Автоматизированные информационные системы позволили значительно повысить эффективность получения, обработки, представления и хранения информации контрольно-измерительных приборов, применяемых в технологических процессах [1].

Модули устройства связи с объектом (УСО) применяются в системах распределенного сбора и обработки информации, системах автоматического регулирования и управления технологическими процессами. Модули УСО позволяют преобразовать в цифровой сигнал первичные электрические сигналы от датчиков температуры, давления, влажности и любых других преобразователей, имеющих выходной сигнал в виде силы или напряжения постоянного тока. Выходной сигнал в формате протокола Modbus RTU позволяет применять модули УСО практически во всех современных АСУТП. Гибкость построения систем на основе модулей УСО позволяет создать конфигурацию для решения любой задачи преобразования сигналов и управления разнообразным оборудованием [2].

Поэтому задача разработки и изучения современных информационно-измерительных систем, позволяющих объединить датчики технологических параметров посредством устройств связи с объектом с рабочими станциями операторов-технологов является актуальной.

Для лаборатории метрологии кафедры систем управления создаётся учебный стенд измерения технологических параметров воздушных потоков. Для обеспечения его работы создаётся подсистема сбора информации учебного стенда. Основой системы служат модули УСО серии ЭЛЕМЕР-EL-4000. Для получения аналоговых сигналов используются блоки EL-4015 и EL-4019. Дискретные информационные сигналы обрабатывает модуль EL-4060 [2].

Полученная информация передаётся по протоколу Modbus RTU на персональный компьютер, где обрабатывается, с использованием системы

TRACE MODE, которая позволяет создать операторский интерфейс, реализовать алгоритмы управления в реальном времени и использовать встроенные средства архивирования и логического программирования [2].

Для реализации полного контура управления, то есть передачи команд на исполнительные механизмы, используются дискретные выходы (реле) модулей УСО серии EL-4060 и EL-4067 [2].

Полученная система измерения технологических параметров воздушных потоков позволяет охватить широкий спектр задач по автоматизации технологических процессов и может быть использована для лабораторных, практических и других работ по курсам «Метрология, стандартизация и сертификация», «Теоретические основы технологических измерений», «Регулирующие органы», «Теоретические основы технологических измерений», «Информационное обеспечение СУ», «Локальные системы управления», «Автоматизированные информационно-управляющие системы», «Технология создания АСУТП», а также для учебно-исследовательских работ студентов факультетов информатики и вычислительной техники, теплоэнергетического, инженерно-физического и других специальностей и направлений подготовки.

#### Библиографический список

1. **Голенищев Эдуард Павлович.** Информационное обеспечение систем управления / Э.П. Голенищев. И. В. Клименко. - Ростов-н/Д: Феникс, 2003. - 352 с.
2. **Датчики** давления, регуляторы температуры и другое оборудование компании Элемер. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.elemer.ru/>
3. **SCADA TRACE MODE.** SCADA системы для АСУ ТП. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.adastra.ru/>

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

## **ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ СТАНЦИЙ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА С ПТК «КВИНТ» ПО ТЕХНОЛОГИИ ОРС**

ПТК «Квинт» – программно-технический комплекс, применяемый для автоматизации энергетических объектов. ПТК "Квинт" разработан для автоматизации разнообразных отраслей промышленности, связанных с выработкой, преобразованием и передачей энергии, получением новых веществ, материалов и продуктов, созданием комфортных усло-

вий работы для людей и оборудования (автоматизирует тепловые и атомные электростанции, газотурбинные установки, химические и металлургические комбинаты, районные тепловые станции, полупроводниковые, цементные и стекольные производства, сельскохозяйственные хранилища, системы кондиционирования и т.д.) [1].

На текущий момент наиболее широко применяется Квинт-СИ (работает совместно с Квинт-5). При соединении Квинт-СИ и Квинт-5, Квинт-СИ является управляющим центром и связывается с Квинт-4/5, которые управляют определенными технологическими процессами.

ПТК "Квинт" используется на таких станциях, как Киришская, Рязанская, Конаковская, Костромская, Невинномысская и Шатурская ГРЭС и др.

В составе ПТК функционируют рабочие станции:

- операторская станция – представление текущей или ретроспективной информации;
- архивная – запись и сохранение технологической информации;
- станция анализа архивной информации – анализ информации, записанной в архив;
- расчетная станция – выполнение специализированных расчетов, которые нецелесообразно поручать контроллерам;
- станция единого времени – формирование метки астрономического времени, которые синхронизируют работу всех контроллеров и рабочих станций.

На эффективность АСУТП оказывает влияние алгоритмический уровень базового ПТК. Ввод в действие полного объема АСР в состав новой АСУТП сопровождается издержками, что критично для АСР базового уровня (регуляторы тепловой нагрузки, нагрева, топлива, воздуха, питательной воды и т.д.) и как следствие, приводит к снижению качества функционирования АСР.

Для решения задачи диагностики и повышения качества функционирования АСР размещается дополнительная станция контроля качества. Данная станция получает сигналы с цифровых и аналоговых датчиков, производит оценку прямых показателей качества, оценивает регулирующие органы и выявляет отклонения в регулировании, возникшие в следствие внешних факторов. Для диагностики станция получает модель объекта управления и определяет оптимальные параметры настройки (на основе частотных характеристик) [2].

Станция контроля качества интегрируется в состав ПТК "Квинт" и получает необходимую информацию из архивной станции. Возможно несколько подходов по обмену данными: файловый обмен, непосред-

ственное подключение к архивной станции, использование стандартных протоколов передачи данных.

Наиболее целесообразным в настоящее время видится использование протокола передачи данных OPC. OPC – протокол передачи данных в промышленных сетях, и связь устройств и контроллеров (разработан OPC Foundation) [3].

OPC-компоненты ПТК "Квинт" позволяют подключить к нему отдельные не входящие в ПТК технические средства, поддерживающие OPC-спецификацию. В состав ПТК входят как OPC-сервер, через который другие средства получают информацию, формируемую ПТК "Квинт", так и OPC-клиент, через который ПТК получает информацию, формируемую другими средствами.

С помощью стандарта OPC (OLE for Process Control) можно организовать обмен данными между различными программами и устройствами. Стандарт обмена данными OPC основан на схеме Клиент-Сервер. Это позволяет подключить множество клиентов к одному серверу и наоборот. Соединение с OPC-серверами происходит либо локально в пределах одного компьютера, либо через сеть, что расширяет возможности в построении топологии сбора данных при помощи OPC-серверов.

Стандарт OPC поддерживает следующие спецификации:

- OPC Data Access (OPC DA) – обеспечивает доступ к данным в режиме реального времени.
- OPC Alarm & Events (OPC AE) – обеспечивает OPC-клиента информацией о событиях и тревогах.
- OPC Historical Data Access (OPC HDA)– обеспечивает доступ к архивам, хранящимся в базах данных.
- OPC Batch – отправляет рецепты дозирования в технологический процесс и отслеживает их выполнение.
- OPC Data eXchange (DX) —обмен данными между OPC-серверами через сеть Ethernet, создание шлюзов для обмена данными между устройствами и программами разных производителей.
- OPC Security —организация прав доступа клиентов к данным системы управления через OPC-сервер.
- OPC XML-Data Access (XML-DA) — предоставляет гибкий, управляемый правилами формат обмена данными через SOAP и HTTP.
- OPC Unified Architecture (UA) — последняя по времени выпуска спецификация, которая основана не на технологии Microsoft COM, что предоставляет кросс-платформенную совместимость.

Для работы OPC-клиента необходимо установить на компьютер OPC-сервер (локальный или сетевой). При установлении связи OPC-клиента с OPC-сервером, технология COM предоставляет механизм сканирования доступных OPC-серверов на указанном компьютере, что позволяет быстро установить соединение с OPC-сервером. Далее клиент запрашивает структуру данных и связывает ее со своей, после этого привязывает переменные сервера со своим.

Разрабатываемый OPC-клиент имеет возможность подключаться к OPC-серверам и запрашивать необходимые для станции контроля качества данные. Тем самым увеличивается интеграция станции с современными ПТК, поддерживающими технологию OPC, упрощается процесс связи и передачи информации.

#### **Библиографический список**

1. **Программно-технический** комплекс КВИНТ СИ - новый этап автоматизации тепловых электростанций / Кузнецов С.И., Тюрин Ю.А., Вировец М.А., Игнатенков В.П., Певзнер В.В., Уланов А.Г. // Теплоэнергетика. – 2007. – № 10. С. 8-14.
2. **Диагностирование** характеристик регулирующей арматуры в системах управления энергоблоков / Тверской Ю.С., Агафонова Н.А., Маршалов Е.Д., Бушмакин С.А., Соловьев М.Ю., Харитонов И.Е., Наумов Ю.В. // Теплоэнергетика. – 2012. – №2. – с.51-57.
3. **Официальный** сайт организации OPC Foundation [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.opcfoundation.org/>.

*Ю.С. Колосова, маг.;  
рук. А.В. Голубев, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГТУ**

Задача экономичного использования топлива в современных условиях развития энергетики связана с широким применением газотурбинных технологий. Парогазовые установки с КПД 50-55% уже составляют значительную часть современной энергетики. Разработка и производство газотурбинных двигателей и парогазовых установок стало одной из основных отраслей промышленности в наиболее развитых индустриальных странах мира.

Задача оптимизации режимов работы газотурбинной установки (ГТУ) является актуальной научно-технической задачей. Решение задачи возможно проведением экспериментальных исследований. Испы-

тания непосредственно на действующем оборудовании весьма сложны, трудоемки, дорогостоящи и экономически невыгодны и связаны с нарушением нормального режима эксплуатации объекта. Оптимальным решением задачи видится проведение предварительных исследований на динамической модели ГТУ, функционирующей в режиме реального времени в составе полигонной версии АСУТП [1].

Для определения оптимальных режимов работы ГТУ, была разработана модель, состоящая из модели компрессора, модели камеры сгорания, модели газовой турбины [2]. Прототипом модели является газовая турбина ГТЭ-110 производства НПО «Сатурн» Подсистема управления ГТУ, воздействующая на подсистему модели, включает в себя основные регуляторы мощности ГТУ и температуры газов за турбиной. Проведены предварительные испытания по оптимизации режимов на экспериментальной установке – полигонной АСУТП.

Регулирование нагрузки газовой турбины в диапазоне 100-60% осуществляется изменением расходов воздуха через компрессор с помощью входного направляющего аппарата (ВНА) и топлива регулирующим топливным клапаном (РКТ) при примерно постоянной температуре выхлопных газов. В диапазоне нагрузок 0-60% мощность ГТУ изменяется только за счет изменения расхода топлива при полностью прикрытом ВНА. Температура выхлопных газов при этом прямо зависит от мощности и расхода топлива.

Проведены эксперименты при различных режимах работы ГТУ. Для каждого из режимов при выходе на значение температуры газов  $520^{\circ}\text{C}$  за турбиной найдены значения КПД (рис.1). Работа газовой турбины возможна и при других значениях температуры. При этом, нижний предел температуры соответствует технологическому ограничению работы паровой турбины и составляет  $440^{\circ}\text{C}$ , дополнительно снижается КПД котла утилизатора. Верхний предел соответствует технологическому ограничению работы котла утилизатора и составляет  $570^{\circ}\text{C}$  [3].

Поддержание ВНА на постоянном значении не обеспечивает эффективную работу газотурбинной установки. При небольших колебаниях температуры наружного воздуха это может быть оправдано, однако целесообразно разработать дополнительную систему регулирования с поддержанием постоянной температуры газов за турбиной (рис.2).

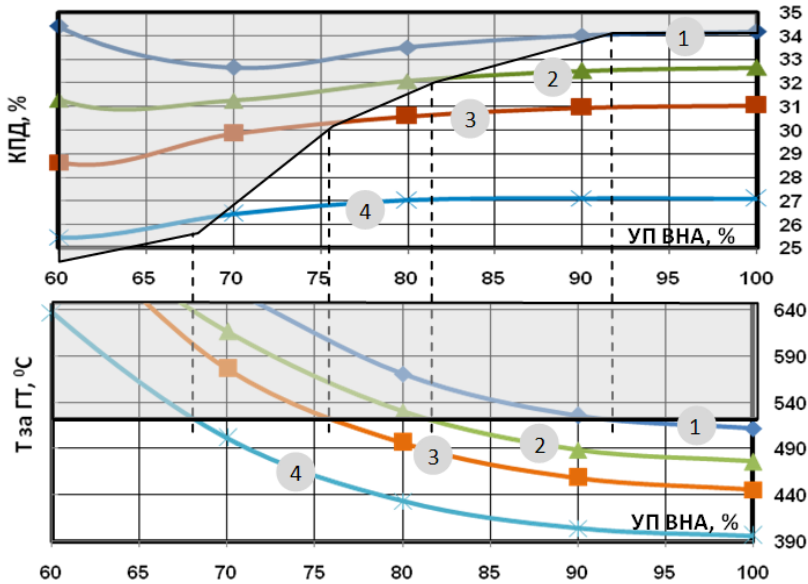


Рис.1. Зависимость КПД и температуры газов за турбиной от положения ВНА: 1 – 110МВт, 2- 95 МВт, 3- 82,5 МВт, 4 – 60 МВт

Характеристики газовой турбины связывают ее «выходные» параметры: мощность, температуру газов за турбиной, с определяющими регулирующими воздействиями: расходом топлива  $G_T$  и углом поворота ВНА  $\alpha$ , и температурой наружного воздуха  $T_H$ .

Проведено исследование схемы регулирования ГТУ, в которой расходом топлива поддерживается мощность, а коррекция по температуре газов за турбиной осуществляется расходом воздуха.

Результаты исследования схемы регулирования показали, что при постоянном поддержании температуры газов за турбиной  $520^{\circ}\text{C}$  можно добиться поддержания КПД на постоянном уровне в районе 34,2% при изменении температуры наружного воздуха в диапазоне  $-30 \div 20^{\circ}\text{C}$ .

Максимальный КПД ГТУ без учета КПД всей установки достигается при полном открытии ВНА. Однако с учетом технологических ограничений по температуре газов за турбиной и оптимальности работы всего блока КПД ГТУ снижается.

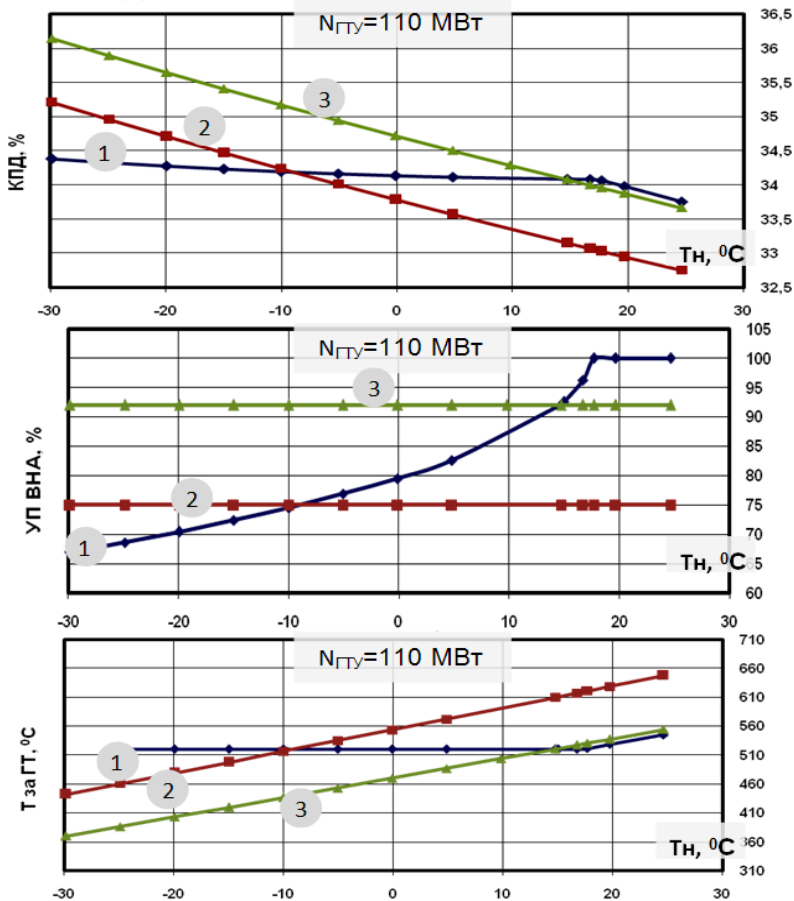


Рис. 2. Влияние температуры наружного воздуха на КПД, положение ВНА и температуру газов за ГТ: 1 – при регулировании температуры за турбиной; 2 – при постоянном открытии ВНА 75%; 3 – при постоянном открытии ВНА 92%

### Библиографический список

1. **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.
2. **Обуваев А.С.** Разработка и исследование аналитической модели энерго-блока ПГУ-450. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М., 2011.
3. **Колосова Ю.С.**, Голубев А.В. Разработка модели газотурбинной установки блока ПГУ-325 // Наука и инновации в технических университетах: материалы Шестого Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – С.24-26.



*М.С. Вьюгина, А.А. Соколова, студ.;  
рук. Е.В. Захарова, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ДИНАМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ НАГРЕВА МЕТАЛЛА

При тепловой обработке в промышленных печах материалам и изделиям в условиях относительно высоких температур придаются свойства, необходимые для дальнейшей обработки или для выпуска в качестве конечного продукта [1]. От правильного режима нагрева металла зависит качество получаемых из него изделий: их структура, внешний вид и механические свойства; производительность и экономичность печи. Сложность процесса нагрева металла как объекта управления обуславливают поиск новых каналов управления и усложнение алгоритмов управления. Также для повышения эффективности управления нагревом металла необходимо получение своевременной и достоверной информации о теплофизических параметрах состояния нагреваемого металла, что на данный момент проблематично. Рассмотренная динамическая информационно-вычислительная модель нагрева металла, основанная на стабилизации экономически целесообразного теплопоглощения металла, позволяет получать в реальном времени эту информацию.

Система реализует двухуровневый алгоритм управления [2]: на верхнем уровне решается задача экономически оптимального нагрева металла, в ходе решения определяются температурный режим печи и соответствующее ему оптимальное теплопоглощение металла; на нижнем уровне осуществляется стабилизация оптимального теплопоглощения (рис. 1)

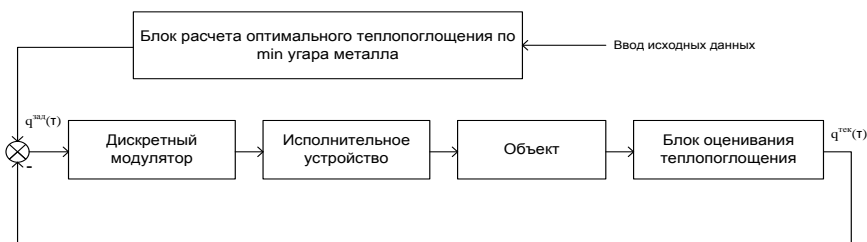


Рис. 1. Двухуровневая система управления нагревом металла

### Библиографический список

1. **Щукин А.А.** Промышленные печи и газовое хозяйство заводов / А.А. Щукин. – 2-е, перераб. – М: Энергия, 1973. – 224 с.
2. **Захарова Е. В.,** Девочкина С.И., изв. вуз.: Черная металлургия, 1987, № 2, с. 97-100.

*А.И. Турик, С.И. Турик, студ.;  
рук. Е.Д. Маршалов, к.т.н., ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД**

Количество вещества, проходящее через сечение трубопровода в единицу времени, называют расходом. В зависимости от особенностей измерения различают массовый и объемный расходы. Для жидкостей и газов зачастую применяют объемный, а для паров – массовый расходы.

Объемный расход жидкостей зачастую выражают в метрах кубических в час ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) или в литрах в секунду (л/с), а газов в метрах кубических в час ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) при нормальных условиях - температуре 20 градусов Цельсия и давлении 760 миллиметров ртутного столба. Единицами массового расхода являются килограмм в час (кг/ч).

Для измерения расхода жидкостей и газов можно назвать шесть основных методов: объемный, скоростной, дроссельный, индукционный, обтекания и переменного перепада давления [1]. Рассмотрим подробнее каждый метод.

Сущность **объемного метода** заключается в суммировании отмеренных в единицу времени объемов жидкости. Объемные расходомеры применяют преимущественно для измерения расхода вязких жидкостей (жирные кислоты, мазуты, масла и другие нефтепродукты). Измеряющим органом прибора являются калиброванные камеры, устанавливаемые в рассечку трубопровода. Работа прибора основана на том, что давление измеряемой среды до камеры выше давления после камеры в результате сопротивления самих камер и подводящих трубопроводов. Расходомер начинает отсчет после того, как открыт установленный перед ним запорный орган. При этом среда через впускной клапан поступает в камеру и толкает поршень вверх; поршень камеры опускается, так как штоки поршней связаны общим коромыслом. Впускной клапан камеры закрывается, поэтому нагнетаемая среда в нее не проникает, а идет к потребителю. В следующий такт происходит обратное, а именно: среда поршнем вытесняется из камеры, а поршень камеры опускается; среда через выпускной клапан камеры поступает к потребителю. Стрелка счетчика перемещается шагами, отсчитывая расход нарастающим итогом.

**Скоростной метод** основан на измерении соответствующей расходу скорости протекания жидкости по трубопроводу. Скоростные рас-

ходомеры служат для измерения расхода и масел. Измерительный орган скоростного расходомера - крыльчатка помещается в поток измеряемой жидкости. Прибор отсчитывает число оборотов крыльчатки в единицу времени.

**Дроссельный метод** является развитием скоростного и состоит в измерении перепада давления, создаваемого дроссельным устройством при движении вещества в трубопроводе. Перепад давления пропорционален изменению скорости. Дроссельные расходомеры применяют для измерения расхода всевозможных жидкостей, паров и газов. Дроссельный расходомер состоит из двух частей: дросселя, устанавливаемого непосредственно в трубопровод с измеряемой средой, и дифманометра, место которого определяется эксплуатационной целесообразностью. Дроссель - сужающее устройство создает перепад давления измеряемой среды. С помощью соединительных линий сужающее устройство соединяется с дифманометром, который фиксирует изменения перепада давлений, соответствующие расходу.

**Индукционный метод** основан на измерении ЭДС индуцируемой потоком электропроводной жидкости. Значения ЭДС пропорциональны скорости потока жидкости в трубопроводе, и следовательно, ее расходу. Индукционные расходомеры применяют для измерения расхода электропроводных агрессивных, вязких, абразивных жидкостей, пульп и жидких металлов. Измерительным органом служит трубопровод - датчик с введенными в него электродами-съемниками, передающими на усилитель индуцируемую потоком ЭДС. В основу работы прибора положен закон электромагнитной индукции. Трубопровод-датчик выполнен из немагнитного материала, внутренняя его поверхность изолирована. Ток, проходящий через индукционную катушку, создает внутри датчика магнитное поле. Измеряемая жидкость, протекая по трубе, пересекает силовые линии магнитного поля. При этом в жидкости, как в движущемся проводнике, индуцируется ЭДС, пропорциональная средней скорости потока, а следовательно, и расходу жидкости. Electroды расположенные диаметрально противоположно, снимают эту ЭДС, которая усиливается и измеряется.

**Метод обтекания** основан на измерении вертикального перемещения поплавка в зависимости от расхода вещества, обтекающего поплавков в камере прибора. Каждому значению расхода соответствует определенное положение поплавка: чем больше расход, тем выше расположен поплавок. Расходомеры обтекания - ротаметры применяются для измерения небольших расходов ряда жидких и газообразных сред. Измерительным органом является поплавков, вертикальное положение

которого определяется значением расхода. Противодействующей силой является вес поплавка. Положение поплавка отсчитывают по шкале. Для дистанционной передачи служит индукционная катушка, к которой присоединяют выносной прибор. Показания этого прибора определяются положением поплавка благодаря тому, что сердечник индукционной катушки связан со штоком поплавка. Перепад давления среды до и после поплавка практически постоянен. Поэтому ротаметры называют расходомерами постоянного перепада.

**Метод переменного перепада давления** основан на зависимости перепада давления в неподвижном сужающем устройстве (СУ), устанавливаемом в трубопроводе, от расхода измеряемой среды. Это устройство следует рассматривать как первичный преобразователь расхода. Создаваемый в сужающем устройстве перепад давления измеряется дифманометром, который может быть показывающим со шкалой в единицах расхода. При необходимости дистанционной передачи показаний дифманометр снабжается преобразователем, который линией связи соединяется с вторичным прибором и другими устройствами. Метод измерения расхода является наиболее отработанным, сужающие устройства и дифманометры для них выпускают все крупнейшие приборостроительные фирмы мира. Для измерения расхода пара, газа, жидкостей в трубопроводах диаметром свыше 300 мм в основном используется этот метод. [2]

Проанализировав данные методы, мы пришли к выводу, что в нашем случае стоит применять метод переменного перепада давления. На рис. 1 представлена элементарная схема сужающего устройства, применяющегося в расходомерах.

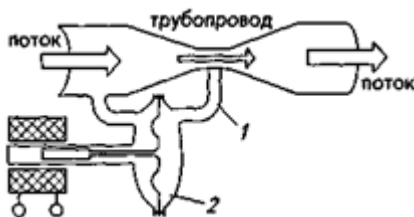


Рис. 1. Схема сужающего устройства:  
1 – сужение трубопровода; 2 – дифференциальный датчик давления

Трубы Вентури были предложены ранее других сужающих устройств. Наиболее простыми и удобными в изготовлении являются

сварные трубы Вентури. Стандартные трубы Вентури (рис. 2) состоят из следующих основных частей: входного цилиндра, сужающего конуса, горловины, расширяющегося конуса и выходного цилиндра. Все части собираются путем сварки. Отбор давления осуществляется из усредняющих кольцевых камер. В нижней части кольцевых камер устанавливаются пробковые краны для спуска жидкости.

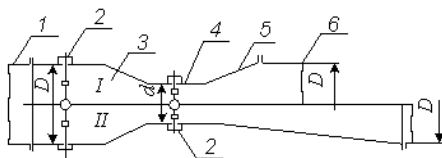


Рис. 2. Схема труб Вентури

I – короткая труба; II – длинная труба; 1 – входной патрубков; 2 – кольцевые камеры; 3 – входной конус; 4 – горловина; 5 – выходной конус; 6 – выходной патрубок

Трубы Вентури присоединяют к стальным трубопроводам сваркой. В некоторых случаях допускается присоединение на фланцах. Особенностью стандартных труб Вентури является их малая металлоемкость. Необходимые длины прямых участков перед трубами Вентури существенно меньше, чем перед диафрагмами и соплами. Преимуществом труб являются малые потери напора, возможность измерения расхода загрязненной жидкости, долговечность. Единственным существенным недостатком является громоздкость.

Преимущества выбранного метода: высокая стабильность измерения, высокая надежность работы, невысокие требования к длинам прямолинейных участков.

Недостатки выбранного метода: потери давления в водоводе в силу конструктивных особенностей первичного преобразователя, относительно короткий межповерочный интервал, небольшой диапазон измерения.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 8.586.1-2005 (ИСО 5167-1:20003) Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств
2. **Теплотехнические измерения и приборы:** Учебник для вузов / Г.М. Иванова, Н.Д. Кузнецов, В.С.Чистяков. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. – 460 с.
3. **Преображенский, В.П.** Теплотехнические измерения и приборы: [учебник для вузов] / В.П. Преображенский. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1978. – 704 с.

*Е.Е. Готовкина, маг.;  
рук. А.В. Голубев, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ АСАРЬ НА СОВРЕМЕННЫХ ПТК**

Повышение мощности блочных установок выдвигает в числе общих задач обеспечение маневренного управления блоком в режимах, требующих быстрого и глубокого изменения нагрузки. Подобная необходимость может возникнуть в результате нестационарных и аварийных режимах в электрических сетях либо появления внутренних неисправностей, ограничивающих уровень нагрузки блока.

Быстрая разгрузка блока в этих случаях является эффективным мероприятием, позволяющим избежать отключения оборудования технологическими защитами и создать условия для быстрого повторного нагружения после устранения неисправности. В ряде аварийных ситуаций, связанных с работой энергосистемы, возникает необходимость перевода блоков в режимы холостого хода, нагрузки собственных нужд или малой нагрузки [1].

Проблемой аварийных разгрузок блоков начали заниматься в 70-х годах прошлого века. Эта задача была успешно решена организациями ВТИ и ОРГРЭС для ряда опытных энергоблоков: пылеугольного блока 300 МВт, блока 160 МВт, пылеугольного блока 210 МВт и др. Для исследования режимов и отработки технологического алгоритма разгрузки производились сбросы нагрузки с ручным и автоматическим переводом блоков на нагрузку собственных нужд. При этом в работах рассматривались различные варианты разгрузки блока – разгрузка до 70%, 50%, 30% и нагрузка собственных нужд [2-4].

В связи с низким уровнем алгоритмизации и надежности технических средств автоматизации, а также с необходимостью выполнения большого количества экспериментальных исследований на технологическом объекте данные работы являлись единичными и не получили широкого распространения.

Использование многофункциональных полигонов с имитационными моделями технологического оборудования, функционирующими в режиме реального времени, а также более высокий уровень автоматизации современных энергоблоков позволят успешно решить такие сложные и наукоемкие задачи, как автоматизация пусковых и аварийных режимов [5].

Внедряемые на энергоблоках ПТК включают все необходимые средства для создания АСУТП с максимальным использованием их современного потенциала. В их состав входят контроллеры, информационно-вычислительные рабочие станции, средства мониторинга, сетевые компоненты и САПР для проектирования систем управления. Например, входящая в ПТК «Квинт» мощная система автоматизированного проектирования (САПР) помогает за короткое время выполнить инжиниринг АСУТП любой степени сложности. Такой элемент САПР, как виртуальный контроллер, позволяет, на базе персональных компьютеров, создавать виртуальные АСУТП, включающие рабочие станции, контроллеры и модель объекта, и использовать их для наладки системы и обучения персонала. Использование современных наработок производителей ПТК позволяет строить полигонные АСУТП для реализации сложных задач управления.

В качестве экспериментальной установки полигоны АСУТП позволяют выполнять исследовательские (экспериментальные) работы, направленные на совершенствование сложных наукоемких функций систем управления. В связи с этим целесообразно их использование для разработки и исследования задач автоматической системы аварийной разгрузки блока (АСАРБ) [6].

Работа системы аварийной разгрузки блока существенно зависит от маневренности блока (большого сброса нагрузки за короткий период времени), которая при этом зависит от скорости изменения главных управляющих воздействий: изменение расхода пара на турбину (МУТ), изменение расхода пара на сбросе в конденсатор (БРОУ), изменение расхода питательной воды (РПК). От времени полного хода данных регулирующих клапанов напрямую зависит скорость сброса нагрузки блока в аварийной ситуации. Внезапный характер возникающих ситуаций, малый запас времени и необходимость одновременного выполнения большого числа различных операций, которые должны быть четко скоординированы, требуют использования для решения задачи специализированной АСАРБ.

Для исследования работы системы аварийной разгрузки блока до собственных нужд необходимо разработать укрупненную имитационную модель блока, включающую в себя: модель котлоагрегата; модель турбоагрегата; модель запорной и регулирующей арматуры блока.

Основным критерием при анализе АСАРБ является возможность поддерживать заданную скорость вращения ротора турбины при основном возмущающем воздействии - отключении генератора от сети. В связи с этим, исследование возможности реализации системы

АСАРБ сводится к определению быстродействия системы регулирования паровой турбины, при котором обороты турбины не выходят за критические отметки (технологические защиты). Задачей итоговых испытаний на стенде является анализ технологических особенностей реализации АСАРБ и исследование возможности выдачи согласованных управляющих воздействий отдельных систем автоматического регулирования в аварийных ситуациях.

Использование полигонов АСУТП как испытательных стендов позволят решить проблемы отладки отдельных алгоритмов системы управления и комплексной проверки правильности функционирования подсистемы АСАРБ АСУТП.

#### Библиографический список

1. **Волков О.Г.**, Давыдов Н.И., Лившиц М.А. и др. Автоматизация режимов аварийной разгрузки блока 300 МВт / О.Г. Волков, Н. И. Давыдов, М.А. Лившиц // – Теплоэнергетика. 1971. №6. с.17-22.
2. **Мнусских М.Е.** Результаты испытания автоматической системы аварийной разгрузки энергоблока 300 МВт / М.Е. Мнусских // – Теплоэнергетика. 1976. № 8. с.29-33.
3. **Лившиц М.А.**, Дубов В.Н., Думнов В.П. Автоматизация энергоблока с комбинированной циркулирующей среды в парогенераторе при нормальной работе и аварийных разгрузках / М.А. Лившиц, В.Н. Дубов, В.П. Думнов // – Теплоэнергетика. 1977. №5. с.50-53.
4. **Мальгавка В.В.**, Власов В.П., Данилов С.Н. Результаты внедрения автоматической системы аварийной разгрузки энергоблока (АСАРБ) мощностью 160 МВт / В.В. Мальгавка, В.П. Власов, С.Н. Данилов // – Теплоэнергетика. 1975. №7. с.27-28.
5. **Тверской Ю.С.**, Голубев А.В., Никоноров А.Н. Полигон электростанций – эффективное средство подготовки специалистов и пестирования сложных систем управления / Ю.С. Тверской, А.В. Голубев, А.Н. Никоноров // – Теплоэнергетика. 2011. №10. с.70-75.
6. **Голубев А.В.** Особенности отладки и испытаний алгоритмов автоматического управления нестационарными режимами работы энергоблоков / А.В. Голубев // – Вестник ИГЭУ. 2010. №4. с.69-71.



*И.А. Колесов, А.В. Добров, студ.;  
рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНЫХ ИЛЛЮСТРАТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО КУРСУ «ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»**

На данный момент найти наглядные учебные материалы по основам автоматического регулирования достаточно проблематично. Даже в сети Интернет часто нет нужных сведений или они устарели. Поэтому разработка адекватной визуальной модели простейших регуляторов для поддержки курса «Теория автоматического управления» является актуальной задачей.

*На первом этапе* были выбраны объекты моделирования: регулятор Ползунова и регулятор Уатта [1]. На них можно наглядно показать простейшие принципы регулирования.

*На втором этапе* была выбрана среда моделирования – платформа Flash, которая обладает рядом преимуществ [2]:

1) позволяет создавать объекты, которые можно просматривать, начиная стационарными компьютерами, заканчивая мобильными телефонами и планшетами на базе ОС Android, iOS, Windows Mobile, Symbian;

2) при желании можно создать не просто анимационную модель, а полноценную систему с применением сложных законов регулирования, но для этого нужно более подробное изучение среды;

3) гибкое моделирование объектов – так как не существует «базовых» блоков, то пользователь ограничен в создании моделей лишь своим воображением.

*На третьем этапе* были созданы графические изображения, которые затем были переведены в анимационные клипы.

*На четвертом этапе* для воссоздания различных режимов работы регуляторов было решено воспользоваться программными средствами среды Flash – Action Script 2.0. Были созданы отдельные анимации для каждого режима – переходы с различных объемов подачи топлива. На каждую кнопку с помощью Action Script 2.0 назначили определенное действие, которое ведет к изменению режима.

*На пятом, заключительном этапе*, были добавлены элементы интерфейса для управления моделью.

### Основные результаты и перспективы использования

Создание анимационных моделей регулирования процесс довольно трудоемкий и кропотливый, но при этом есть возможность создавать как отдельные модели, так и целые комплексы, состоящие из множества моделей. Так же нет ограничений на полноту моделей, можно создать простейшее отображение движения, а можно создать систему, функционирующую с учетом множества внешних воздействий, но для этого нужно более подробное изучение среды.

Еще одно преимущество таких моделей – простота использования. Они не требуют установки дополнительного программного обеспечения или «установки». Достаточно просто скопировать файлы регуляторов в любое удобное для работы место и модели уже готовы для демонстрации.

На рис. 1-2 показан внешний вид разработанных в среде Flash регуляторов.

Разработанные модели наглядно демонстрируют простейшие принципы регулирования в технических системах, при этом предусмотрена возможность модификации проектов.

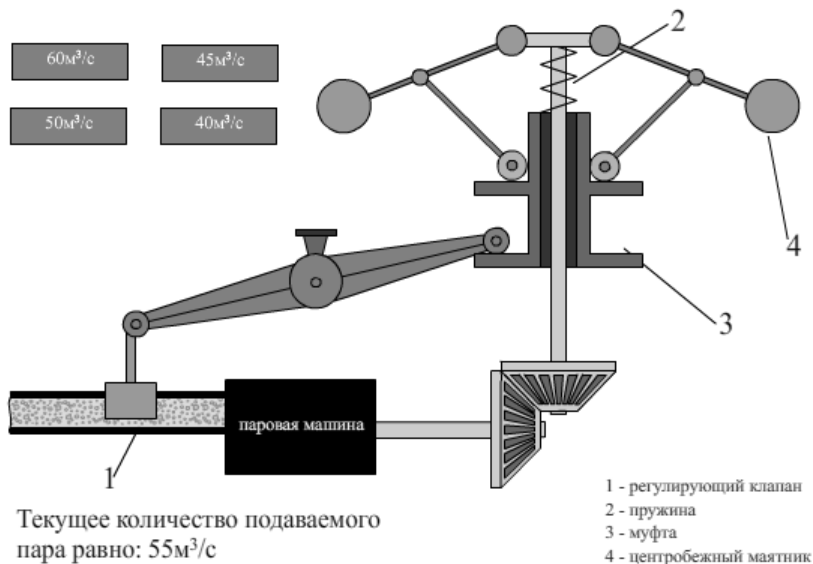


Рис. 1. Модель регулятора Уатта, созданная в среде Flash

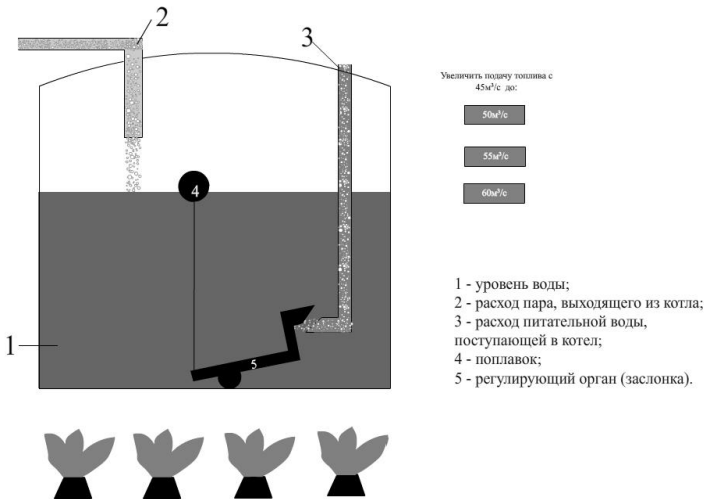


Рис. 2. Модель регулятора Ползунова, созданная в среде Flash

#### Библиографический список

1. Ротач В.Я. Теория автоматического управления: учебник для вузов / 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008.– 396 с.
2. Борисенко А.А. Flash 8. Просто как дважды два. – М.: Эксмо, 2006. – 272 с.

*И.А. Колесов, А.В. Добров, студ.;*  
*рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., ст. преподаватель*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

### РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА РАЗВИТИЯ СТЕНДА ПТК «КВИНТ»

В последнее время темпы развития программно-технических комплексов (ПТК) очень высоки, поэтому лабораторные стенды должны максимально соответствовать тому оборудованию, с которым будущему специалисту придется работать.

Основной целью проекта является модернизация стенда ПТК «Квинт», заключающаяся в замене устаревших программно-технических средств лаборатории «Полигон АСУТП электростанций»

на более новые, и обеспечение учебного процесса по соответствующим дисциплинам.

До начала модернизации в лаборатории находились 2 шкафа контроллеров ПТК «Квинт». В состав оборудования входили контроллеры: Ремиконт Р-210, Ремиконт Р-310 и связка двух Ремиконтов Р-210. Оба шкафа имели возможность подключения к стендам с исполнительными механизмами. В 2012 году лабораторное оборудование пополнилось новым контроллерным шкафом с Ремиконтом Р-380.

При разработке проекта развития стенда ПТК «Квинт» было решено, что для обеспечения непрерывности учебного процесса целесообразно оставить в составе стенда Ремиконт Р-310 и связку Ремиконтов Р-210, которые задействованы в лабораторных практикумах. Для этого необходимо провести демонтаж Р-310 и смонтировать его в новый шкаф к Ремиконту Р-380.

Провода, которые раньше использовались для подключения блоков, были либо без обозначения, либо с фрагментами старых и нечитаемых подписей. Поэтому в первую очередь была составлена новая система обозначений и промаркированы все провода. Затем составлена электрическая и монтажная схемы стенда ПТК «Квинт».

На рис. 1 представлен фрагмент монтажной схемы Ремиконта Р-310.

После проведения всех проектных работ будет выполнен монтаж контроллера Ремиконта Р-310 в новый шкаф. Новая компоновка позволит оптимизировать расположения блоков и сократить площадь, занимаемую модулями.

На заключительном этапе необходимо провести тесты для проверки работоспособности оборудования после модернизации.

Таким образом, частичная замена устаревших элементов позволит студентам работать именно с тем оборудованием, с которым им предстоит столкнуться в реальных условиях на реальных объектах. Также, наличие нескольких поколений контроллеров в составе стенда даст возможность проследить качественные изменения в технических средствах автоматизации.

Чтобы окончательно завершить модернизацию необходимо реализовать подключения Ремиконта Р-380 к стенду исполнительных устройств и разработать методическое обеспечение лабораторных практикумов.

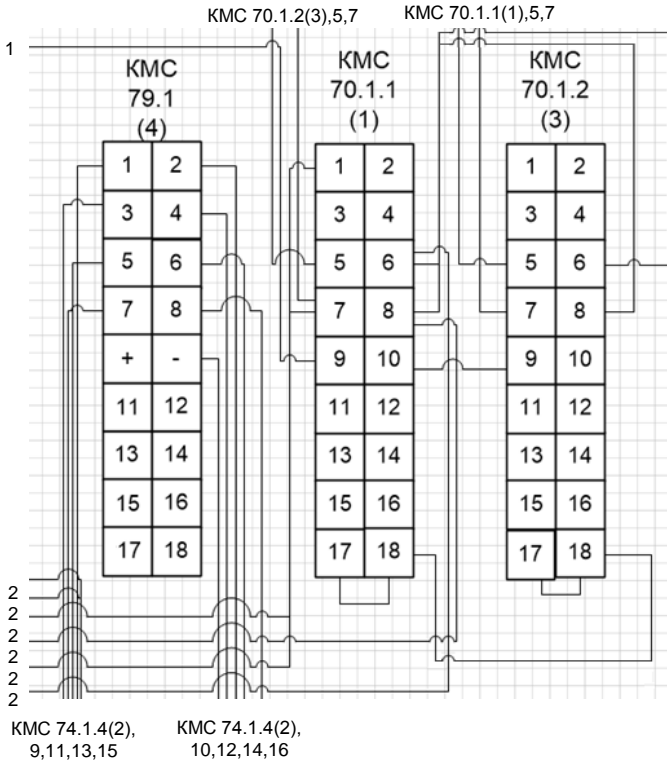


Рис. 1. Фрагмент монтажной схемы РемиконтаР-310

### Библиографический список

1. **Программно-технический** комплекс «Квинт». Инструкция по эксплуатации. – М.: Гос.научн.центр. РФ НИИ теплоприбор, 2006.
2. **Программно-технический** комплекс «Квинт». Ремиконты. Функциональное описание. – М.: Гос. научн. центр. РФ НИИ теплоприбор, 2007. – 104 с.

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

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПУСКА ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ Т-250/300-240**

В настоящее время весьма актуальна проблема автоматизации и совершенствования технологий пуска энергетических блоков, так как повышаются требования к маневренности энергоблоков, надежности энергосбережения в условиях роста неравномерности графиков нагрузки энергосистем. В пусковых режимах энергоблока оператору приходится контролировать большое число параметров и показателей состояния оборудования. В нестационарных и аварийных режимах внезапный характер возникающих ситуаций, малый запас времени и необходимость одновременного выполнения большого числа различных операций чрезвычайно затрудняет работу оператора, снижает качество эксплуатации и, как следствие, эксплуатационную надежность оборудования [1].

Для паровых турбин как объектов управления регулирующим воздействием является изменение расхода пара через турбину. Ограничивающими факторами пуска являются главным образом тепловые расширения. Расчетные значения ведущих показателей определяют скорость пуска турбины, их превышение может приводить к появлению трещин на поверхности деталей турбины и к аварийным ситуациям [2].

Автоматизация ручных операций позволит уменьшить негативное влияние ошибочных или неточных действий оператора на процесс управления. Автоматизированная система управления пуском паровой турбины позволит:

- повысить надежность работы оборудования, предотвратить возможные аварийные ситуации и повреждение оборудования за счет быстрой реакции на изменение параметров технологического процесса;
- повысить экономичность работы оборудования, сократить пусковые потери из-за уменьшения длительности пусков (предотвращение деформаций цилиндров);
- сократить численность оперативного эксплуатационного персонала (снизить риски, возникающие за счет человеческого фактора).

Инструментом для исследования системы пуска является экспериментальная установка, функционирующая в лаборатории «Полигон АСУТП электростанций» кафедры систем управления [3], на базе которой была разработана имитационная модель автоматизированного пуска паровой турбины Т-250/300-240 в программе имитационного моделирования.

Математическая модель турбоустановки включает: модель парового тракта турбины, обеспечивающую расчет параметров пара за группой ступеней турбины и расходов пара в каждом отсеке; математическую модель динамики ротора турбоагрегата, обеспечивающую расчет частоты вращения ротора и электрической мощности на клеммах турбогенератора; математическую модель динамики температур ротора и статора при прогреве турбины; математическую модель динамики температур металла корпусов цилиндров; математическую модель тепловых расширений турбины, обеспечивающую расчет относительных расширений роторов; математическую модель быстродействующей редуционно-охладительной установки (БРОУ); элементы системы управления, регулятор скорости набора оборотов, клапаны и задвижки.

Имитационная модель позволяет воспроизвести все основные этапы пуска паровой турбины, включающие в себя: этап разворота - от «толчка» ротора турбины до выхода на номинальную частоту вращения; работу на холостом ходу до включения турбогенератора в сеть; взятие начальной нагрузки до достижения номинальной нагрузки.

Испытания на модели проводились для пуска турбины из холодного состояния. В качестве результатов испытаний представлены графики частоты вращения турбины в соответствии с графиком-заданием пуска и графики изменения температур металла ЦСД (рис. 1).

В процессе разворота производятся выдержки, при которых частота вращения остается неизменной. Эти выдержки необходимы для равномерного прогрева ротора и корпуса турбины. После подачи пара в турбину делаются выдержки на 500 и 800 об/мин для удаления из корпуса турбины образующегося конденсата и прослушивания турбины с целью обнаружения возможных задеваний. Критические частоты валопровода следует проходить быстро, не давая развиваться интенсивным колебаниям [4-6].

Повышение частоты вращения ротора до номинальной осуществляется по графику-заданию пуска сравнительно небольшими расходами пара. С увеличением расхода пара при выходе на номинальную частоту вращения прогрев турбины интенсифицируется как за счет увеличения коэффициентов теплоотдачи от пара к металлу, так и вследствие роста температур пара в турбине [6].

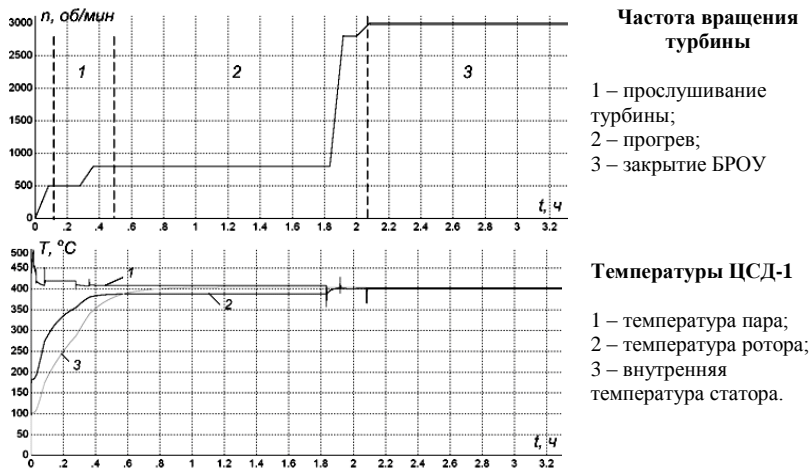


Рис.1. Графики изменения параметров при пуске турбины

При пуске турбины часть пара отводится через БРОУ в конденсатор. БРОУ открыто при разгоне турбины от 0 до 3000 об/мин. При достижении турбиной 3000 об/мин БРОУ закрывается.

Разработанный пусковой регулятор скорости набора оборотов контролирует скорость турбины до подъема давления, выхода на номинальные параметры работы турбины и до включения основного регулятора частоты вращения турбины. После выхода на номинальную частоту вращения турбогенератор синхронизируют и включают в сеть с взятием начальной нагрузки. В процессе дальнейшего нагружения регулирующие клапаны турбины постепенно открываются в соответствии с изменением расхода пара через турбину таким образом, чтобы давление пара за котлом поддерживалось на номинальном уровне.

#### Библиографический список

1. **Голубев А.В.** Особенности отладки и испытаний алгоритмов управления нестационарными режимами работы энергоблоков / А.В. Голубев // Вестник ИГЭУ. – 2010. – Вып.4. – с.69-71.
2. **Быков Э.Б.** Особенности разработки алгоритмического обеспечения автоматов пуска высокоманевренных паровых турбин большой мощности / Э.Б. Быков, И.И.Туркин, Л.Б. Баскаков // Автоматизация производства. – 2007. - №5. – с.40-42.
3. **Тверской Ю.С.** Полигон электростанций – эффективное средство подготовки специалистов и тестирования сложных систем управления / Ю.С. Тверской, А.В. Голубев, А.Н. Никоноров // Теплоэнергетика. – 2011. – №10. – с.70-75.



4. **Плоткин Евгений Романович.** Пусковые режимы паровых турбин энергоблоков / Е. Р. Плоткин, А. Ш. Лейзерович.– М.: Энергия, 1980. – 192 с: ил.

5. **Паровые** и газовые турбины для электростанций: учебник для вузов / А. Г. Костюк [и др.]; под ред. А. Г. Костюка.– изд. 3-е, перераб. и доп.– М.: издат. дом МЭИ, 2008.—560 с: ил.

6. **Лейзерович Александр Шаулович.** Технологические основы автоматизации пусков паровых турбин / А. Ш. Лейзерович.– М.: Энергоатомиздат, 1983.– 175 с: ил.

*А.Ф. Ахмедьянов, студ.;  
рук. И.К. Муравьев, ассистент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ УРОВНЯ В БАРАБАНЕ КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА ЭНЕРГОБЛОКА ПГУ**

**Введение.** Перспективное направление развития энергетики связано с газотурбинными (ГТУ) и парогазовыми (ПГУ) энергетическими установками тепловых электростанций. Эти установки имеют особые конструкции основного и вспомогательного оборудования, режимы работы и управление. ПГУ на природном газе – единственные энергетические установки, которые в конденсационном режиме работы отпускают электроэнергию с электрическим КПД более 58%. Также к преимуществам можно отнести:

- низкая стоимость единицы установленной мощности;
- парогазовые установки потребляют существенно меньше воды на единицу вырабатываемой электроэнергии по сравнению с паросиловыми установками;
- короткие сроки возведения (9-12 мес.);
- компактные размеры позволяют возводить непосредственно у потребителя (завода или внутри города), что сокращает затраты на ЛЭП и транспортировку электрической энергии;
- более экологически чистые в сравнении с паросиловыми установками.

Принцип работы самой экономичной и распространенной классической схемы таков. Устройство состоит из газотурбинной установки, котла-утилизатора и паротурбинной установки. В ГТУ вращение вала турбины обеспечивается образовавшимися в результате сжигания природного газа, мазута или солярки продуктами горения — газами. Образовавшиеся в камере сгорания газотурбинной установки продукты горения вращают ротор турбины, которая крутит вал первого генера-

тора. Отработавшие в ГТУ, но все еще сохраняющие высокую температуру продукты горения поступают в котел-утилизатор. Там они нагревают пар до температуры и давления (500 градусов по Цельсию и 80 атмосфер), достаточных для работы паровой турбины, к которой подсоединен еще один генератор.

Котлы-утилизаторы (КУ) – важный элемент технологической схемы большинства ПГУ, выполняющий во всех случаях роль утилизатора теплоты выходных газов энергетической ГТУ. В зависимости от схем и ПГУ в КУ генерируется пар от одного до трех давлений (низкого, среднего, высокого), подогревается вода и конденсат, вырабатывается технологический пар и др. [1].

Нормальная эксплуатация барабанных парогенераторов может осуществляться только при условии строгого поддержания уровня воды в барабане в некоторых допускаемых пределах. Снижение уровня воды в барабане ниже допустимого значения ("упуск воды") может привести к нарушению циркуляции в трубах испарителя и как следствие к их пережогу. При длительном повышении уровня воды в барабане котла возможен захват частиц воды паром, вынос её в пароперегреватель и турбину, что вызывает занос пароперегревателя и турбины солями и ведёт к их износу. Поэтому стабилизация уровня является важной и ответственной задачей при их эксплуатации.

#### **Анализ возмущений, действующих на уровень воды в барабане.**

Уровень воды в барабане изменяется в результате регулирующих воздействий и под действием внутренних и внешних возмущений, носящих детерминированный или случайный характер. Уровень воды в барабане  $H_b$  регулируют изменением подачи питательной воды  $G_{п.в.}$ . Кроме того, на уровень воды в барабане также влияют  $G_{пр}$  – расход воды на продувку,  $G_{п.п.}$  – расход пара,  $B$  – расход топлива,  $t_{п.г.}$  – температура питательной воды,  $N_{ПЭН ВД}$  – частота вращения двигателя питательного электронасоса.

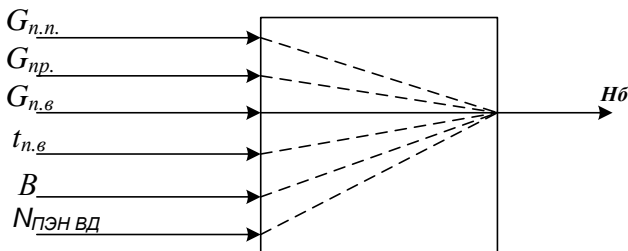


Рис. 1. Действующие возмущения на уровень воды в барабане

**Причины отклонения уровня.** Среднее значение уровня должно быть неизменным при постоянной нагрузке; пределы его изменений в переходных режимах строго ограничены условиями безаварийной работы парогенератора и турбины.

Отклонение уровня воды в барабане от среднего значения характеризует наличие небаланса между притоком питательной воды и расходом пара. Оно происходит также вследствие изменения содержания пара в пароводяной смеси подъемных труб за счет колебаний давления пара в барабане или изменений тепловосприятости испарительных поверхностей нагрева. Изменение уровня под действием небаланса между расходом пара и питательной воды описывается уравнением [2]:

$$F \cdot (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{п}}) \cdot \frac{d\Delta H_{\text{б}}}{dt} = G_{\text{н.в}} - G_{\text{н.п}},$$

где  $F$  – площадь зеркала испарения ( $\text{м}^2$ );

$\rho_{\text{в}}$  – плотность воды ( $\text{кг}/\text{м}^3$ );

$\rho_{\text{п}}$  – плотность насыщенного пара ( $\text{кг}/\text{м}^3$ );

$G_{\text{н.п}}$  – расход перегретого пара ( $\text{кг}/\text{с}$ );

$G_{\text{н.в}}$  – расход питательной воды ( $\text{кг}/\text{с}$ ).

**Анализ типовых решений.** Автоматическая система регулирования питания котла предназначена для поддержания материального соответствия между расходом питательной воды  $G_{\text{н.в}}$  в котёл и расходом пара  $G_{\text{н.п}}$  из котла. Показателем этого соответствия является уровень воды  $H_{\text{б}}$  в барабане котла.

Исходя из требований к регулированию уровня воды в барабане, автоматический регулятор должен обеспечить постоянство среднего уровня независимо от нагрузки парогенератора и других возмущающих воздействий. В переходных режимах изменение уровня может происходить довольно быстро, поэтому регулятор питания для обеспечения малых отклонений уровня должен поддерживать постоянство соотношения расходов питательной воды и пара, т. е. быть также регулятором соотношения. Эту задачу выполняет трехимпульсный регулятор питания, принципиальная схема которого изображена на рис. 2. Регулятор 3 перемещает клапан 4 при появлении сигнала небаланса между расходами питательной воды  $G_{\text{п.в}}$  и пара  $G_{\text{п.п}}$ . Помимо того, он воздействует на положение питательного клапана при отклонениях уровня от заданного значения, которое может изменяться при помощи задатчика ручного управления ЗРУ. Эта схема, совмещающая принципы управления по отклонению и возмущению, получила наибольшее распространение на барабанных парогенераторах [2].

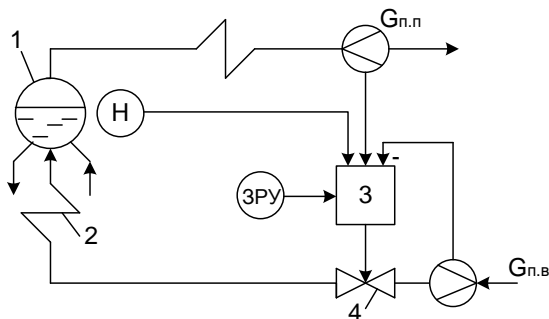


Рис 2. Трехимпульсная АСР питания водой барабанного парогенератора:  
 1-барабан; 2-водяной экономайзер; 3 - регулятор питания;  
 4 - регулирующий клапан питательной воды.

Информационная структура регулятора питания показана на рис. 3. В трехимпульсных регуляторах питания жесткая обратная связь осуществляется не по положению регулирующего органа, а непосредственно по расходу питательной воды. Введение сигнала по расходу питательной воды придает регулятору функцию стабилизатора расхода воды, устраняя зависимость уровня от положения питательного клапана и от перепада давления воды на нем.

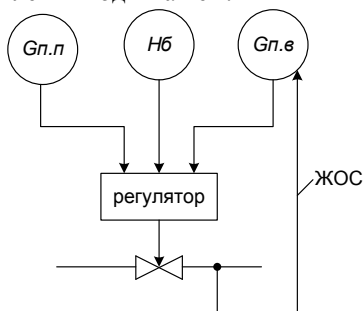


Рис. 3. Информационная структура регулятора питания типовой схемы

Принцип действия регулятора питания объясняется следующим образом. Очевидно, что уровень воды в барабане будет постоянным, если расход пара от парогенератора будет равняться подаче питательной воды (набухание не учитывается). В этом случае суммарный сигнал от датчиков расхода пара и питательной воды должен равняться нулю, так как в этом случае для пароводяного тракта соблюдается ма-

териальный баланс и регулятор не должен включаться. Сигналы по расходу пара и питательной воды складываются между собой в схеме регулирующего блока, для чего их подают к измерительному устройству с противоположными знаками. При одинаковом расходе пара и питательной воды сигналы по расходу пара и питательной воде являются равными и противоположными по знаку (при отсутствии продувки парогенератора). Это идеальный случай настройки трехимпульсного регулятора питания, обеспечивающий работу регулятора с нулевой неравномерностью. Прямой сигнал по высоте уровня в этом случае необходим для стабилизации работы регулятора и для устранения возможных неточностей в формировании сигналов по расходам пара и воде [2].

**Проблемы системы и пути их разрешения.** Недостатком системы является отсутствие статической точности стабилизации заданного уровня. В установившемся режиме показателем материального баланса является уровень воды в барабане, но изменение нагрузки ведет к несоответствию расходов воды и пара, что обусловлено разным физическим состоянием массопотоков, особенностями формирования информационных сигналов, нелинейностями каналов. В результате регулятор стабилизирует не уровень, а соотношение входных сигналов по расходу воды и пара, изменяя величину уровня в зависимости от нагрузки, определяемой этими параметрами.

Другие недостатки системы связаны с отсутствием адаптивных свойств, которые реализуются дистанционным изменением параметров динамической настройки регулирующих блоков с помощью внешних сигналов, подключаемых на специальные параметрические входы [3].

Для решения этих проблем необходимо:

- углубленный анализ узла;
- исследование связи барабанов низкого и высокого давлений;
- разработка математической модели котла-утилизатора;
- настройка оптимальных параметров регуляторов.

#### Библиографический список

1. **Цанев С.В.**, Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. учеб. пособ. для вузов / Под ред. С.В. Цанева. – М.: изд. МЭИ, 2002.
2. **Плетнев Г.П.** Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учеб. для вузов. – М.: изд. МЭИ, 2005.
3. **Беляев Г.Б.**, Кузищин В.Ф., Смирнов Н.И. Технические средства автоматизации в теплоэнергетике: учеб. пособ. – М.: Энергоиздат, 1982.

*К.С. Лебедев, студ.;  
рук. Е.Д. Маршалов, к.т.н., ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУТП КОТЛА УТИЛИЗАТОРА ЭНЕРГОБЛОКА С ПАРОГАЗОВОЙ УСТАНОВКОЙ**

В данной работе рассматривается контур управления газовым подогревателем конденсата (ГПК), а именно регулирование температуры на входе в ГПК, температуры конденсата после ГПК и температуры конденсата за ВВТО.

Газовый подогреватель конденсата заменяет отсутствующие в ПТУ подогреватели низкого давления. Нагрев основного конденсата в нем вызывает понижение температуры газов до конечного значения. Конденсат от конденсатных насосов направляется через конденсатор пара уплотнений паровой турбины и далее подается к газовым подогревателям конденсата каждого котла-утилизатора. Перед подачей конденсата в ГПК производится его предварительный подогрев до 60°C при работе на газовом топливе путем подмеса подогретого конденсата, отбираемого на выходе из ГПК. Для этого в котле-утилизаторе предусмотрена установка насосов рециркуляции с регулирующим контуром. Схема предусматривает возможность дополнительного отвода нагретого конденсата к водо-водяному подогревателю сетевой воды. Если температура на входе в ГПК будет меньше, то на поверхности ГПК будет происходить конденсация водяных паров из дымовых газов, а имеющиеся в них агрессивные вещества будут растворяться в выпадающем конденсате, вызывая коррозию труб ГПК. Если температура на входе в ГПК будет больше 60°C, то, во-первых, это приведет к увеличению температуры уходящих газов КУ и снизит экономичность и, во-вторых, увеличит затраты мощности на привод электронасосов рециркуляции конденсата. Для поддержания недогрева конденсата за ГПК до температуры насыщения в деаэраторе при исчерпании диапазона регулирования с помощью рециркуляции предусматривается частичное байпасирование ГПК по конденсату. При этом ввод байпасируемой части конденсата осуществлен перед отбором горячего конденсата на рециркуляцию с целью исключения запаривания рециркуляционных насосов в случае закипания конденсата в ГПК. После ГПК конденсат поступает в деаэратор, встроенный в барабан низкого давления, где производится его деаэрация. Работа деаэрационной колонки предусматривается при постоянном давлении пара НД. Регулирование

давления пара перед деаэрационной колонкой предусматривается только в процессе производства пусковых операций.

Упрощенная схема узла ГПК представлена на рис. 1:

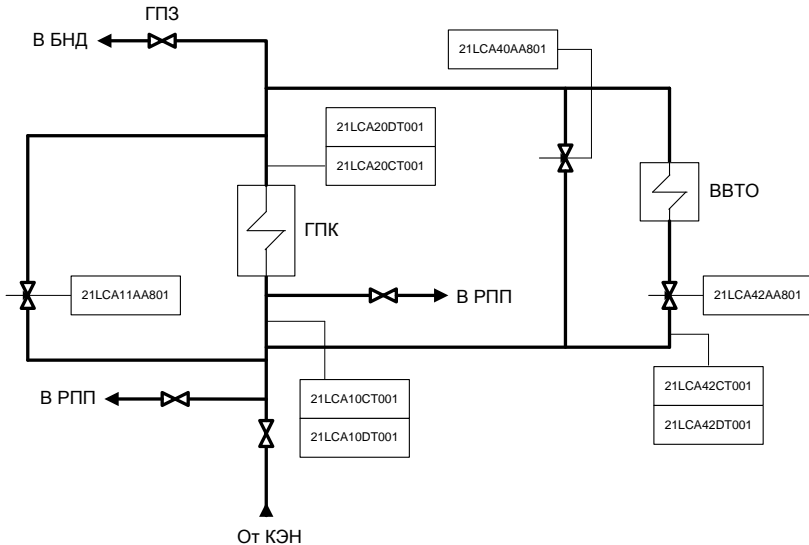


Рис. 1. Упрощенная схема узла ГПК.

Регулятор температуры на входе в ГПК (21LCA10DT001) воздействует на регулирующий клапан 21LCA40AA801. На вход регулятора 21LCA10DT001 поступает сигнал небаланса между датчиком и температурой перед ГПК 21LCA10CT901. Регулятор имеет датчик с диапазоном от 40 до 120 град.

Регулятор температуры конденсата за ВВТО (21LCA42DT001) воздействует на регулирующий клапан 21LCA42AA801. На вход регулятора 21LCA42DT001 поступает сигнал небаланса между датчиком и температурой перед ГПК КУ-21 21LCA10CT901. Регулятор имеет датчик с диапазоном от 0 до 200 град.

Регулятор температуры конденсата после ГПК (21LCA20DT001) воздействует на регулирующий клапан на байпасе ГПК КУ-21 21LCA11AA801.

Основной задачей регулятора 21LCA20DT001 является поддержание температуры воды перед деаэрационной колонкой БНД на 5÷10 град (выставляется на датчике) ниже температуры насыщения в

БНД. Этим обеспечивается наиболее качественная деаэрация питательной воды, подводимой в котел-утилизатор. Регулятор имеет задатчик с диапазоном от 0 до 20 град.

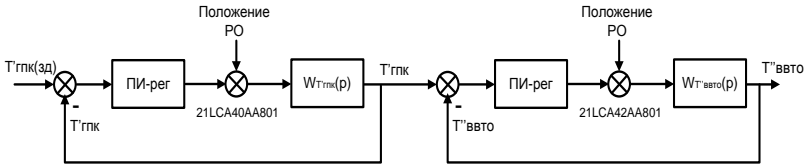


Рис. 2. Структурная схема регуляторов температуры на входе в ГПК и температуры конденсата за ВВТО.

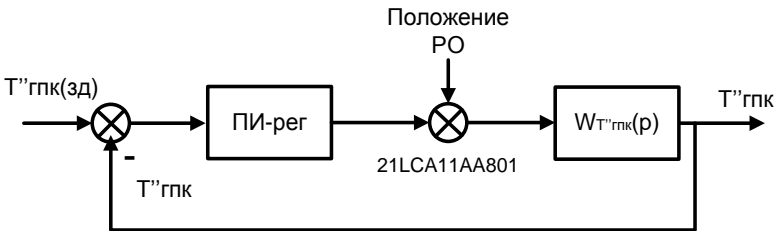


Рис. 3. Структурная схема регулятора температуры конденсата после ГПК.

### Библиографический список

1. **Ивановская** ГРЭС. Пусковой комплекс блока №1 ПГУ-325. Пояснительная записка. – ТЕПЛОЭЛЕКТРОПРОЕКТ.
2. **Инструкция** по эксплуатации подсистемы АСУ ТП “Автоматические системы регулирования” / Еканин А.Г. - 2-я редакция – ЗАО “Интеравтоматика”, Комсомольск, 2012.
3. **Ивановская** ГРЭС, АСУ ТП ПГУ-325. Библиотека условных обозначений для структурных и программно-алгоритмических схем. – АО “Интеравтоматика”.



*А.В. Стрельченко, студ.;  
рук. Е.Д. Маршалов, к.т.н., ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ**

В различных отраслях промышленности, науки и сельского хозяйства производятся измерения всевозможных физико-химических технологических параметров.

Данная лабораторная установка поможет в изучении принципов измерения параметров воздушных потоков. К числу контролируемых параметров воздушного потока в первую очередь относятся давление, температура и расход воздуха.

Измерение параметров производится с помощью соответствующих датчиков. Они осуществляют первичное преобразование физико-химической величины, как правило, в какой-либо электрический параметр: напряжение, ток, сопротивление, емкость, индуктивность.

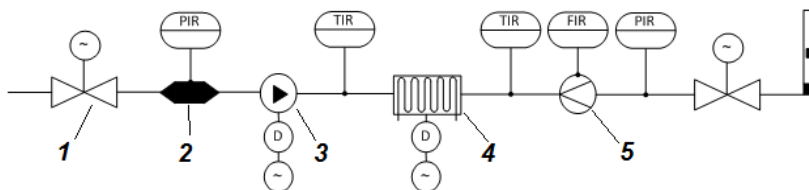


Рис. 1. Общая схема лабораторного стенда.

1 – клапан; 2 – расширение трубы; 3 – насос; 4 – калорифер; 5 – сужающее устройство

В данном стенде для измерения температуры используется термометр сопротивления производства НПП «Элемер» – ТС-1088/1. Он предназначен для измерения температуры жидких, газообразных химически неагрессивных сред, а также агрессивных, не разрушающих материал защитного чехла в различных отраслях промышленности.

Основные характеристики:

- диапазон измеряемых температур:  $-50 \dots 200$  °С;
- НСХ: 50М, 100М;
- класс допуска: В;

- погрешность:  $0.3+0.005*|t|$  °С ,где  $|t|$  - температура измеряемой среды, °С;

- соединение может быть 2-проводным, 3-проводным и 4-проводным.

Для измерения давления был выбран датчик АИР-20 М2. Микропроцессорный 8-диапазонный датчик давления бизнес-класса. Одни из самых популярных датчиков в линейке НПП «ЭЛЕМЕР», имеющие широкий модельный ряд. Датчики предназначены для непрерывного преобразования абсолютного давления, избыточного давления, избыточного давления-разряжения, дифференциального давления, гидростатического давления в унифицированный выходной токовый сигнал 0...5 мА или 4...20 мА. Также в приборе реализован двойной комбинированный токовый выход 0...5/4...20 мА.

Основные характеристики:

- верхние пределы измерений:

- абсолютное давление (ДА): 1,0 кПа...6,0 МПа;
- избыточное давление (ДИ): 0,16 кПа...60 МПа;
- давление-разрежение (ДВ): 0,4 кПа...100 кПа;
- избыточное давление-разрежение (ДИВ):  $\pm 0,3$  кПа...(-0,1...+2,4) МПа;
- дифференциальное давление (ДД): 0,063 кПа...16 МПа;
- гидростатическое давление (ДГ) (фланцевые): 1,6 кПа...250 кПа;
- гидростатическое давление (ДГ) (погружные): 1 кПа...250 кПа;
- выходной сигнал: 4...20 мА; 4...20 мА или 0...5 мА; 0...5/4...20 мА

одновременно;

- конфигурирование — микропереключатели, ПО;

- погрешность — от  $\pm 0,1$  %;

- вращение корпуса на  $\pm 135^\circ$ .

Для измерения расхода используется метод переменного перепада давления.

Для построения систем измерения расхода, основанных на принципе измерения перепада давления, необходимо использование следующих элементов:

- датчики дифференциального давления для измерения расхода;
- блоки клапанные, системы вентильные, краны шаровые;
- диафрагмы;
- сосуды.

Датчиком дифференциального давления для измерения расхода выбран ЭЛЕМЕР – АИР – 30 – СД. Один из лучших российских интеллектуальных датчиков давления с широкими функциональными возможно-

стями. Датчики предназначены для непрерывного преобразования в унифицированный токовый выходной сигнал и/или цифровой сигнал в стандарте протокола HART входных измеряемых величин.

Основные характеристики:

- верхние пределы измерений:
  - абсолютное давление (штуцерные ТА): 0,4 кПа...6 МПа;
  - избыточное давление (штуцерные ТГ, фланцевые СГ): 0,04 кПа...60 МПа;
  - избыточное давление-разрежение (штуцерные ТВ, фланцевые СВ):  $\pm 0,02$  кПа...(-0,1...+2,4) МПа;
  - дифференциальное давление (фланцевые СД): 0,025 кПа...16 МПа;
  - гидростатическое давление (фланцевые СЛ): 1 кПа...250 кПа;
- глубина перенастройки диапазонов: 60:1;
- выходной сигнал — 4...20 мА; 0...5 мА; 4...20/0...5 мА (по выбору); HART;
- погрешность: от  $\pm 0,1$  %.

В качестве клапанного блока был выбран ЭЛЕМЕР-БК-С. Клапанный блок серии С (3- и 5-вентильные) предназначен для монтажа датчиков разности давлений.

Для измерения расхода также потребуется диафрагма ДКС – камерная диафрагма, устанавливаемая во фланцах трубопровода, на условное давление до 10 МПа, с условным проходом от 50 до 500 мм. Диафрагмы ДКС выпускаются в двух исполнениях и имеют одну пару отбора давления. По требованию заказчика количество пар отбора давления может быть увеличено до четырех.

#### Библиографический список

1. **Преображенский В. П.** Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов». — 3-е изд., перераб. — Москва: «Энергия», 1978. — 704 с.
2. **Иванова Г.М.,** Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Теплотехнические измерения и приборы. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 232 с.
3. **Датчики** давления, регуляторы температуры и другое оборудование компании Элемер. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.elemer.ru/>

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

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТАЙМЕРНЫХ РЕЖИМОВ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ В СРЕДЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ *LABVIEW***

Большинство задач управления, возлагаемые на микропроцессорные системы, должны выполняться в реальном времени. Управление в реальном масштабе времени означает способность микропроцессорной системы получить информацию о состоянии управляемого объекта, выполнить необходимые расчеты и сформировать управляющие воздействия в течение интервала времени, по истечении которого эти воздействия вызовут желаемое изменение поведения объекта [1].

Возможность использования того или иного микроконтроллера для управления конкретным устройством в реальном времени определяется в первую очередь производительностью процессорного ядра, т.к. микроконтроллер должен успеть за строго ограниченное время выполнить расчет корректирующего воздействия. Однако только высокой производительности не достаточно. Необходимо организовать прием информации с датчиков и выдачу управляющих сигналов таким образом, чтобы при сохранении требуемой точности на эти операции расходовалось как можно меньше времени. В противном случае не останется времени для выполнения вычислений.

Эффективное распределение задач управления между различными модулями микроконтроллера обеспечивает возможность качественного управления в реальном времени. Для решения этих задач, в первую очередь используются подсистема прерываний и модуль таймера/счетчика или процессор событий микроконтроллера. Развитая подсистема прерываний позволяет сократить время реакции управляющей системы на изменения состояния объекта. Процессор событий служит для контроля приема информации от датчиков с времяимпульсным выходом, а также для формирования управляющих воздействий в виде последовательности импульсов с изменяющимися параметрами [1].

Проектирование, программирование, создание систем реального времени на основе микроконтроллера требует наличие большого опыта и значительного задела практической работы с ними. Эффективность функционирования таких систем определяется оптимальным выбором компонентов, встроенных средств используемых микрокон-

троллеров, а также методов и способов реализации и программирования временных функций. К типовым временным функциям относятся отсчет равных интервалов времени заданной длительности, контроль и измерение параметров входных сигналов (режим входного захвата), формирование выходных импульсных сигналов, последовательности импульсов с программируемой частотой (режим выходного сравнения) и программируемым коэффициентом заполнения (ШИМ-режим) [2].

На кафедре Промышленная электроника Казанского государственного энергетического университета имеется лаборатория микропроцессорной техники с комплектом оборудования, позволяющим изучать особенности устройств управления на базе микроконтроллеров различного уровня сложности и различного назначения от простых 8-ми разрядных до мощных высокоскоростных 32-разрядных фирмы *Motorola*. Возможности имеющейся лаборатории позволяют создавать и исследовать на их основе реальные устройства сбора, обработки данных и управления. Для создания таких систем применяется технология *LABVIEW*, имеющая удобный пользовательский интерфейс и средства графического программирования.

*LABVIEW* - программа в комплексе с аппаратными средствами, встраиваемыми в ПК, такими как многоканальные измерительные аналого-цифровые платы, платы захвата и синхронизации видеоизображения для систем машинного зрения, платы управления движением и исполнительные механизмы, а также измерительные приборы, подключаемые к компьютеру через стандартные интерфейсы RS-232, RS-485, USB, GPIB (КОП), PXI, VXI, позволяет разрабатывать системы измерения, контроля, диагностики и управления практически любой сложности [3].

Предлагаемая нами разработка представляет собой программно - аппаратные средства, моделирующие выполнение широкого спектра временных функций для исследования режимов работы встроенного процессора событий *TIM08* универсального восьмиразрядного микроконтроллера *MC68HC908GP32* фирмы *Motorola* в среде программирования *LABVIEW*. Программное обеспечение написано на языке ассемблера, отлажено в интегрированной среде разработки *Win IDE ICS08*.

В состав программно-аппаратного комплекса входят ПК, стартовый набор разработчика *Starter Kit* - плата со стандартным набором устройств на базе микроконтроллера *MC68HC908GP32* фирмы *Motorola*, а также набор плат расширения: шасси *SCXI-1000* (надежный, малошумный корпус, который может содержать до четырех *SCXI* модулей), *SCXI-1102* (предназначен для высокоточных измерений термопары),

SCXI-1162 (имеет 32 канала оптически изолированных дискретных входов) SCXI-1326(высоковольтный клеммник с 48 винтовыми клеммами для подключения к модулю SCXI-1162), предназначенные для исследования и тестирования основных режимов модуля процессора событий *TIM08*. Графический интерфейс модуля таймера/счетчика использует стандартные элементы *LabView*, имитирует реальную панель управления исследуемого режима.

Как показали исследования, предлагаемые программно-аппаратные средства, обеспечивают как виртуальное, так и реальное проектирование, тестирование встроенных модулей таймера/счетчика и процессора событий микропроцессорных устройств и приложений, а также создание новых библиотек аппаратного и программного обеспечения архитектурных возможностей, приема, передачи, обработки данных и обслуживания периферийных устройств изучаемого микроконтроллера.

#### Библиографический список

1. **Баррет С.Ф.**, Пак Д.Дж. Встраиваемые системы. Проектирование приложений на микроконтроллерах семейства 68HC12/HCS12 с применением языка С. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. **Крейдл Х.**, Куприс Г., Ремизевич Т.В., Панфилов Д.И. Работа с микроконтроллерами семейства HC(S)08 / Под ред. Д.И. Панфилова. – М., изд.: МЭИ, 2005.
3. **Евдокимов Ю.К.**, Линдваль В.Р., Щербаков Г.И. *LabView* для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. – М.: ДМК Пресс, 2007.

*И.В. Егоренков, студ.;*  
*рук. К.Н. Строев, к.т.н., доцент*  
*(СФ НИУ МЭИ, г. Смоленск)*

### **СОЗДАНИЕ И ПОДГОТОВКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГРАММНЫМИ СРЕДСТВАМИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АНТЕНН В ПРОГРАММЕ MMANA-GAL**

Целью работы являлась разработка прикладного программного обеспечения (ПО) с помощью которого у пользователя появилась возможность создавать математические модели антенн любой сложности и производить их компьютерное моделирование в программе анализа антенн MMANA-GAL. Необходимость в указанном программном обеспечении возникла в ходе изучения антенных систем высокой сложности (логопериодические, спиралевидные антенны и т.д.).

Программа MMANA-GAL получила широкое распространение среди разработчиков антенн благодаря высокой скорости расчетов, наличию бесплатной обычной и недорогой профессиональной версии [1]. Однако, она так же имеет ряд определенных недостатков. Наиболее существенные из них – это неудобный способ задания данных для последующего моделирования, а также сложность в корректировке уже имеющейся антенны в процессе ее расчета или настройки.

Модель антенны создается в виде набора отрезков, для которых указывается длина, т.е. начальная и конечная координата и диаметр. Эти координаты приходится рассчитывать и вводить вручную. При малом количестве отрезков (10-15) это не составляет большого труда, однако, при существенном увеличении их количества на эту работу непроизводительно затрачивается много времени. Правка такой модели в дальнейшем является достаточно время затратным процессом.

Для решения проблем существует два пути: каким-либо образом автоматизировать процесс расчета геометрии антенны, либо уйти от использования самой программы MMANA-GAL, что пока не представляется возможным. Следовательно, приходим к вопросу автоматизации расчета геометрии антенны.

В процессе анализа возможных путей решения поставленного вопроса приходим к созданию специализированного программного обеспечения. Разработанное ПО – препроцессор, автоматизирующий расчет геометрии моделей антенн. Разработка программы была проведена в среде Visual Studio 2010 с использованием языка C# [2]. В результате компиляции программы был создан файл приложения .exe, удобный для работы. Исходным файлом для разработанного препроцессора являлся файл формата .xml, в котором описывается структура антенны в виде укрупненных элементов. Тип такой структуры иерархический. Результирующим файлом является файл программы MMANA-GAL с расширением .ma. В данном файле содержится информация не только о геометрии антенны, но также и вспомогательные данные о материале антенны, высоте установки, согласования и т.д., которые может задавать пользователь в процессе работы.

Возможности созданного программного обеспечения позволяют рассчитывать геометрию элементов антенн любой конфигурации с использованием переменных, при этом необходимо задавать каждый отдельный элемент отдельно от других, каждый из которых представляет собой элемент XML-файла типа Line, для которого задана начальная и конечная точка, а также диаметр. Список элементов Line в дальнейшем обрабатывается и преобразуется в список отрезков, который «понятен»

программе MMANA-GAL. Также существуют возможности по построению сложных поверхностей автоматически, например, спиралевидных антенн по уравнению спирали. Предусмотрены возможности копирования, вращения элементов, представление больших плоскостей отдельными элементами (так называемая «заливка»), задание данных математическими выражениями.

Приведем небольшой иллюстрирующий работу программы пример: решим задачу построения логопериодической антенны при помощи созданного ПО. Для этой цели составим файл разметки .xml[3], который будет описывать геометрию антенны.

Удобным средством для создания и редактирования xml-файлов является бесплатная программа XML NotePad. Производим запуск программы и загрузку файла рис. 1.

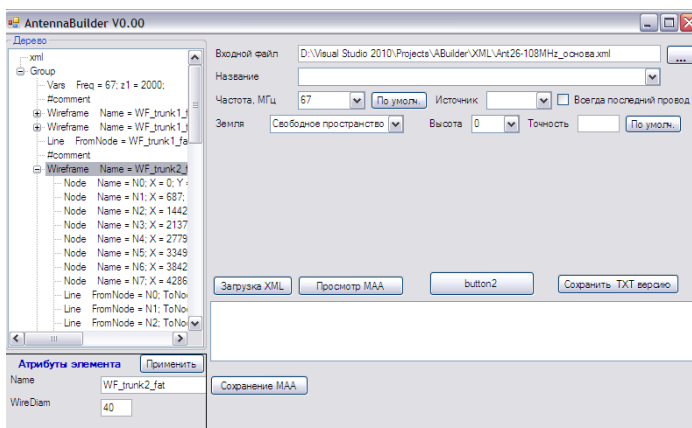


Рис. 1. Окно программы

Возможности созданного ПО позволяют не только просматривать xml-файл в виде «дерева» (левая часть окна), но также вносить необходимые при последующей разработке антенны изменения и сохранять их (левая нижняя часть окна). Полное имя входного файла занесено в соответствующее текстовое поле. Ключевые функции программы (формирование .maa-файла и его сохранение) выполняют кнопки окна «Загрузка XML» и «Сохранение МАА» соответственно (см. рисунок 1). Остальные же элементы выполняют вспомогательные роли, а именно: задание средней рабочей частоты антенны, высоты подвеса и типа окружающего пространства, установка источника на определенный отрезок и точности



округления (количества значащих цифр для всех параметров формируемых отрезков). Не упомянутые элементы окна пока не используются, их наличие связано с тем, что представленная версия программы не является окончательной и постоянно совершенствуется и дорабатывается. Вспомогательные поля могут остаться и пустыми, в этом случае программой либо значение не будет присвоено, либо присвоится значение, являющееся умолчательным в программе MMANA-GAL. Используя вышеупомянутые кнопки «Загрузка XML» и «Сохранение МАА», проводим соответствующие действия, формируя тем самым требуемый файл с расширением .maa. Все остальные работы по вводу дополнительных параметров антенны, моделированию и последующему анализу проводятся непосредственно в программе MMANA-GAL, например, просмотр полученной конструкции рис. 2.

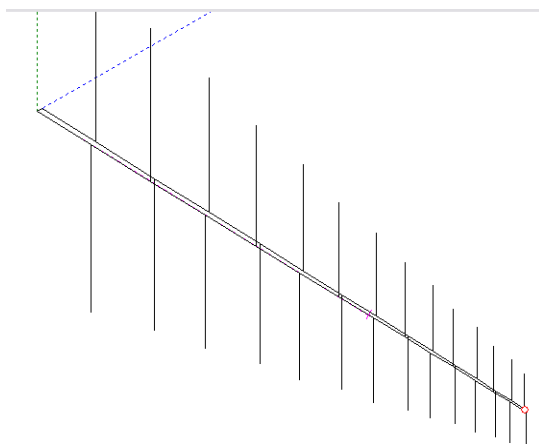


Рис. 2. Внешний вид антенны

Как видно из рис.2, конструкция антенны представляет собой несколько десятков отрезков (в дальнейшем резонаторов), расположенных в определенном порядке. Расстояния между соседними резонаторами, а также их длина задается логарифмическим шагом, т.е. расчет параметров резонаторов вручную достаточно объемен и занимает много времени, что еще раз демонстрирует преимущества автоматизированного расчета перед ручным. Положение питающего порта (красная окружность) задается вручную, что так же будет сказываться на скорости задания геометрии антенны при значительном увеличении их количества.

К недостаткам созданного ПО можно отнести требования к знанию пользователем и умению работать с языком разметки XML, а также невозможность просмотра геометрии антенны до окончательного её создания. Работы над расширением функциональных возможностей программы, пополнением библиотеки элементов, задаваемых в упрощенном виде, и создание графического визуализатора продолжаются. Так же ведется работа по расширению списка выходных типов данных, например, ТХТ-формат для пакета программ моделирования антенн CST Studio.

Таким образом, использование разработанного ПО упрощает и ускоряет работу пользователя с программой MMANA-GAL, что в конечном счете приводит к получению антенн с лучшими характеристиками и позволяет создавать большее количество антенн в те же сроки.

#### Библиографический список

1. Гончаренко И.В. Компьютерное моделирование антенн. Все о программе MMANA. М.: ИП РадиоСофт Журнал «Радио», 2002.
2. Тролсен Э. Язык программирования C# 2010 и платформа .NET 4.0, 5-е изд.: пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2011.
3. Шеперд Деван. Освой самостоятельно XML за 21 день, 2-е изд.: пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2002.

*А.В. Лапето, асп.;*  
*рук. И.Ф. Кузьмицкий, к.т.н., доцент*  
*(БГТУ, г. Минск)*

## ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

**Введение.** В связи с развитием теории автоматического управления и моделирования объектов управления в настоящее время все большее внимание уделяется объектам с запаздыванием [1]. Это явление заключается в том, что с началом изменения сигнала на входе объекта управления выходной сигнал начинает изменяться только через определенный промежуток времени.

Наиболее распространенными примерами объектов управления с запаздыванием могут служить процессы сушки и горения, прокатка металла, ленточные транспортеры, процессы измельчения и в некоторых случаях процессы в химических реакторах.

Моделирование процессов, протекающих в объектах управления с запаздыванием, осуществляется с помощью дифференциальных уравне-

ний с отклоняющимся аргументом. Трудности в математическом решении этих уравнений перетекают в проблемы технической реализации систем управления с запаздыванием.

**Основная часть.** Классические методы синтеза систем управления с запаздыванием не позволяют добиться хорошего результата для расчета регуляторов и компенсаторов в этих системах. Использование этих методов всегда достаточно затруднительно, даже при упрощении модели объекта управления (отбрасывании запаздывания, понижении порядка уравнений, описывающих объект), а получаемые системы управления иногда и физически нереализуемы.

Основные классические методы синтеза непрерывных систем управления с запаздыванием можно разделить на два типа: методы, использующие разложение запаздывания в ряды, и методы пространства состояний.

В теории автоматического управления чистое запаздывание традиционно раскладывается в ряды различного типа (Падэ, Тейлора и др.). Однако решение, получаемое используя различные варианты разложения запаздывания, достаточно сложно, так как при этом увеличивается порядок системы, и, зачастую, малоэффективно, что обусловлено низким порядком разложения запаздывания в ряд (для того чтобы не вывести систему управления за границу устойчивости). При использовании разложения чистого запаздывания приходится находить «равновесие» между усложнением системы и точностью расчета, что является ощутимым недостатком.

Использование классических упределителей во многих системах также сталкивается с большим числом трудностей. Например, для упределителя Смита главная трудность – его физическая реализуемость. Зачастую в сложных системах управления порядок числителя передаточной функции превышает порядок знаменателя, что накладывает ограничения для использования этого упределителя.

Данные недостатки классических методов заметны для SISO (одноходовых) систем, но поскольку большое количество современных производств представляют собой многосвязные объекты управления, влияние этих недостатков значительно возрастает для систем такого класса.

В современной теории автоматического управления все более широко используется представление объектов в пространстве состояний [2]. От традиционных методов исследования (частотного, корневых годографов) метод пространства состояний отличают принципиально новые возможности. Этот тип представления объектов управления позволяет, например, судить, достижима ли цель управления (управляе-

мость объекта), определить необходимый состав измерителей (наблюдаемость объекта), синтезировать управление на все входы многомерного объекта и др.

Среди различных направлений теории систем, основанной на методе пространства состояний, можно выделить два направления, получивших наибольшее распространение в инженерной практике. Одно из них образуется методами оптимизации системы путем сведения к минимуму некоторого функционала (обычно интеграла от какой-либо квадратичной формы), характеризующего качество регулирования. Другое направление связано с методами модального управления, т. е. методами формирования цепей обратных связей, придающих замкнутой системе заранее выбранное распределение корней. Происхождение термина «модальное управление» можно объяснить тем, что корням соответствуют составляющие свободного движения системы, называемые иногда «модами».

Проблема оптимального управления объектами и процессами приобрела в настоящее время важное значение. Это обусловлено тем, что длительность переходного процесса при управлении является одним из основных показателей качества работы автоматических систем. Сокращение продолжительности переходных процессов при регулировании многих технологических объектов повышает производительность агрегатов, улучшает качество продукции, позволяет получить значительный экономический эффект. Известно также, что система, удовлетворяющая требованиям максимального быстродействия, является наилучшей и по некоторым другим показателям качества.

Практическое применение оптимальных по быстродействию регуляторов для различного рода технологических процессов часто затруднено вследствие возникающего при данных процессах запаздывания. Будучи в общем случае постоянной, переменной или случайной величиной, запаздывание является одним из основных факторов, существенно снижающих динамические показатели оптимальных по быстродействию систем управления. Поэтому возникает необходимость разработки и исследования методов синтеза оптимальных по быстродействию регуляторов, обеспечивающих эффективную работу систем управления в данных условиях.

При нахождении регуляторов с помощью методов оптимального управления возникают такие трудности, как выбор вида функционала и нахождения его коэффициентов. Таким образом, при оптимальном управлении системами с запаздыванием довольно трудно перейти от одной модели объекта управления к другой, так как кроме пересчета

самого регулятора необходимо находить и коэффициенты функционала качества, а иногда и менять сам вид функционала.

При изучении реальных физических процессов наряду с динамическими (дифференциальными) встречаются и алгебраические (функциональные) зависимости. Такие процессы описываются дифференциально-алгебраическими (DAE) системами (отдельные уравнения которых являются дифференциальными, другие алгебраическими). Эти системы относятся к классу гибридных.

Гибридность означает неоднородность в природе рассматриваемого процесса или объекта управления. Термин «гибридные системы» относят к системам, описывающим процессы или объекты с существенно различающимися характеристиками, например, содержащие в своей динамике непрерывные и дискретные переменные, детерминированные и случайные величины или воздействия и т. д.

Имеется много причин для использования гибридных моделей - это, прежде всего, адекватность данных моделей, использование контроллеров, средств микропроцессорной техники и ЭВМ (управление посредством специализированного программного обеспечения); гибридные системы возникают при моделировании иерархической структуры реальных систем управления, в частности, при описании динамических, дискретных, стохастических подсистем, комплексных систем и др.

В связи с наличием вышеперечисленных проблем и необходимостью их решения, активно ведутся работы по получению современных методик синтеза регуляторов и компенсаторов для систем автоматического управления с запаздыванием. Основная теоретическая база для разработки новых методов синтеза – современные исследования в области теории автоматического управления и высшей математики.

Среди множества современных методов общего синтеза модальных регуляторов систем управления хотелось бы выделить «Теорию вложения систем» [5], разработанную российским ученым В. Н. Буковым.

Данный метод использует системы матричных уравнений для решения задач управления и показал высокие результаты при его использовании в различных отраслях промышленности. Суть данного метода заключается во «вложении» в скалярный образ системы ее желаемого поведения (как вынужденного, так и свободного). На базе этой теории активно ведутся разработки новых методов синтеза систем управления, в частности стоит вопрос о применении данной теории к системам управления с запаздыванием.

**Заключение.** В ходе проведенного анализа существующих методов синтеза систем автоматического управления, содержащих в своей основе звенья запаздывания, было выявлено множество недостатков и

проблем. Эти недостатки были рассмотрены на примере оптимальных систем управления, систем управления, содержащих в своем составе аппроксимированные различными рядами звенья запаздывания, а также системы управления с упредителями различного типа.

Для многосвязных систем управления с запаздыванием влияние рассмотренных проблем многократно увеличивается, что ставит вопрос о необходимости разработки новых методов синтеза, в частности для систем управления, представленных в пространстве состояний. Были выявлены основные направления развития теоретического аппарата для работы с системами этого класса. Показана возможность применения модального управления для расчета регуляторов, в частности путем использования «Теории вложения систем», показавшей на практике высокие результаты при работе с системами различного класса, не учитывающими запаздывание.

#### Библиографический список

1. **Гурецкий Х.** Анализ и синтез систем управления с запаздыванием. пер. с пол. – М., Машиностроение, 1974. – 328 с.
2. **Кузовков Н. Т.** Модальное управление и наблюдающие устройства. /Н. Т. Кузовков – М.: Машиностроение, 1976. – 184 с.
3. **Янушевский Р. Т.** Управление объектами с запаздыванием./Р. Т. Янушевский. – М.: Наука, 1978. – 416 с.
4. **Громов Ю.Ю.** Системы автоматического управления с запаздыванием : учеб. пособие. – Тамбов: изд. Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 76с.
5. **Буков В. Н.** Вложение систем. Аналитический подход к анализу и синтезу матричных систем. – Калуга: изд. науч. лит-ры Н. Ф. Бочкаревой, 2006. – 720 с.

*Е.А. Литвин, маг.;*

*рук. В.П. Кобринец, к.т.н., доцент*

*(БГТУ, г. Минск)*

## **РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ**

Камеры с аэродинамическим подогревом сушильного агента оборудуются мощными роторными вентиляторами с низким аэродинамическим коэффициентом полезного действия. При вращении ротора значительная доля механической энергии эквивалентно преобразуется в тепловую. Тот же ротор одновременно осуществляет циркуляцию сушильного агента в камере.

Аэродинамическая установка состоит из: сушильной камеры, роторного, нагревателя и привода роторного нагревателя

На основании анализа установки как объекта управления и анализа технологии процесса сушки, можно сделать вывод, что для работы при различных режимах сушки необходимо использовать систему автоматического управления приводом аэродинамической установки по каналу частота вращения двигателя – температура сушильного агента.

Задачей управления является стабилизация температуры сушильного агента согласно с технологическим регламентом.

Отклонение относительной влажности воздуха от номинального значения можно рассматривать как указание на изменение состояния просушиваемого материала. Учитывая это, можно использовать отклонение относительной влажности воздуха для корректирования задания системе управления.

В этой системе за основу принимают реальные значения относительной влажности воздуха, получаемые в контрольной точке сушильного пространства, а отклонения от этого значения используют для исправления режима сушки.

Обозначим параметры заданного режима  $\theta_0, \varphi_0$ . Если относительная влажность воздуха повысится на  $\Delta\varphi$ , то это приведет к замедлению процесса сушки. При небольшой величине  $\Delta\varphi$  восстановление нормального хода процесса может быть получено путем повышения температуры воздуха на величину  $\Delta\theta$ , связанную с  $\Delta\varphi$  соотношением  $\Delta\theta = \mu \Delta\varphi$ .

В новом состоянии процесса регулятору температуры надо задавать значение  $\theta_{зад} = \theta_0 + \mu \Delta\varphi$ . При одновременном отклонении температуры ( $\theta = \theta_0 + \Delta\theta$ ) и относительной влажности ( $\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi$ ) регулятор реагирует на отклонение

$$\psi = \theta - \theta_{зад} = \Delta\theta - \mu \Delta\varphi$$

Систему автоматического регулирования температуры воздуха с корректированием по предлагаемому способу можно рассматривать как систему автоматического управления притоком тепла по комплексному параметру  $\psi = \theta - \mu\varphi$ . Указанный комплексный параметр лучше характеризует желательные условия сушки по сравнению с отдельно взятыми параметрами  $\theta$  и  $\varphi$ .

В данных условиях наиболее эффективной является каскадная система регулирования данным объектом, структурная схема которой приведена на рис. 1.

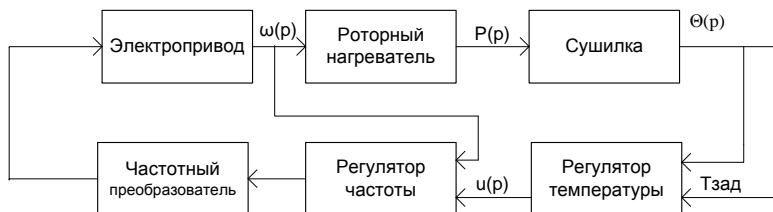


Рис. 1. Структурная схема системы управления

Математическая модель установки должна включать модели по каналам:

1) основной канал - тепловой поток - температура сушильного агента. 2) вспомогательный канал - частота вращения привода – тепловой поток.

Вспомогательный канал. Основными элементами вспомогательного канала являются: электропривод и роторный нагреватель.

Принимаем, что при ступенчатом управляющем воздействии угловая скорость идеального холостого хода  $\omega_0$  электродвигателя остается неизменной ( $\omega_0 = \text{const}$ ), а линейность его механической характеристики обеспечивает постоянство жесткости  $\beta$  этой характеристики. В результате получим дифференциальные уравнения для угловой скорости:

$$T_3 \cdot T_M \frac{d^2\omega}{dt^2} + T_M \frac{d\omega}{dt} + \omega = \omega_c \quad (1)$$

и электромагнитного момента:

$$T_3 \cdot T_M \frac{d^2M}{dt^2} + T_M \frac{dM}{dt} + M = M_c, \quad (2)$$

где  $T_M = \frac{I}{\beta}$ ,  $\Delta\omega_c = \frac{M_c}{\beta}$ ,  $\omega_c = \omega_0 - \Delta\omega_c$ ;  $\Delta\omega_c$  – статическое падение скорости;  $M_c$ ,  $\omega_c$  – статический момент и статическая угловая скорость электродвигателя;  $T_3$  – электромагнитная постоянная времени электродвигателя.

Для системы ПЧ-АД:

$$T_3 = \frac{1}{s_k \omega_1},$$

$s_k$  – критическое скольжение;  $\beta$  – модуль жесткости линейной механической характеристики.

$$\beta = \frac{2M_k}{\omega_0 s_k},$$



$M_k$  – критический момент при принятом законе управления;  $M_c$  – момент статический;  $M$  – момент, развиваемый двигателем;  $J$  – приведенный момент инерции механизма и двигателя.

$$J = \frac{mR^2}{2},$$

$R$  – радиус ;  $m$  – масса ;  $T_M$  – электромеханическая постоянная времени электропривода.

$$T_M = \frac{J}{\beta}.$$

Преобразователь управляющего напряжения в частоту вращения двигателя представляет собой задатчик интенсивности. Вид передаточной функции  $W_{\omega, u}(p)$  зависит от характера управляющего воздействия  $u_y(p)$ . При линейном приложении управляющего напряжения  $u_y$  от 0 до  $U_{y,ном}$ , передаточная функция имеет вид:

$$\omega_{0,кон} = \frac{2\pi f_{1,кон}}{P_n}; \quad k_n = \frac{\omega_{0,кон}}{U_{y,кон}}, \quad (3)$$

где  $\omega_{0,кон}$  – конечное значение угловой скорости идеального холостого хода электродвигателя;  $f_{кон}$  – конечное значение задаваемой в переходном процессе частоты изменения напряжения АД;  $P_n$  – число пар полюсов.

Полезная мощность турбомеханизма пропорциональна кубу частоты вращения, а КПД его неизменен:

$$P_{мех} = k_p \omega^3. \quad (4)$$

В результате получаем структурную схему вспомогательного канала управления, которую можно представить в следующем виде рис. 2:

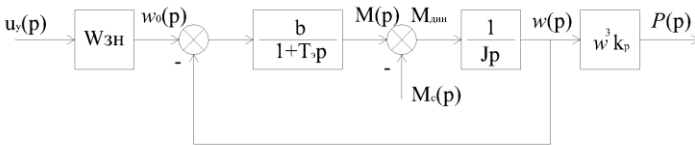


Рис. 2. Структурная схема вспомогательного канала управления

Основным регулирующим воздействием является количество тепла, формируемое роторным нагревателем и подаваемое в сушилку, которое зависит от частоты вращения электропривода.

Основной канал. Основным элементом основного канала является сушильная камера.

Динамические свойства процесса сушки можно определить на основании структурной схемы данного процесса, приведенную на рис. 3.

Члены уравнений теплового и материального балансов сушилки выражают через параметры среды и материала в контрольной точке сушильного пространства. Необходимость применения этой точки объясняется тем, что в производственных условиях наблюдается непостоянство параметров теплоносителя по сушильному пространству, как следствие этого, различие в ходе сушки на отдельных участках сушильного аппарата.

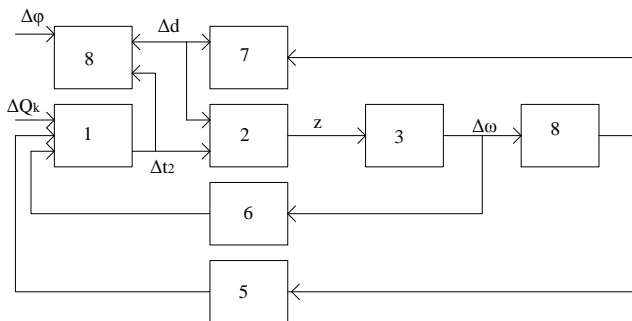


Рис. 3. Структурная схема сушилки

На основании динамических характеристик отдельных звеньев можно получить передаточную функцию по каналу тепловой поток-температура сушильного агента:

$$W_T(p) = k_1 \cdot \frac{1+pT_c^*}{(1+pT_a)(1+pT_b)}, \quad T_c^* = T_c + k_{oc2}, \quad (5)$$

где  $T_c$  характеризующая инерционность процесса сушки.

Уравнения (1-5) были использованы при синтезе разрабатываемой каскадной системы управления процессом сушки в аэродинамической установке.

*А.В. Лузгин, студ.;  
рук. Т.В. Ягодкина, к.т.н., доцент  
(НИУ «МЭИ», г. Москва)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТОМ**

Одним из традиционных альтернативных источников энергии являются гидроэнергетические ресурсы. Для преобразования потенциальной и кинетической энергии водного потока в электрическую используются гидроэлектростанции (ГЭС). Основной генерирующей единицей в рамках гидроэлектростанции является гидроагрегат, в свою очередь состоящий из ряда основных систем и вспомогательных подсистем, состояние каждой из которых должно непрерывно отслеживаться. На основании собранных данных в каждый момент времени необходимо вырабатывать адекватную реакцию на возникающие ситуации. Дополнительную сложность на принятие решения накладывает то, что гидроагрегат представляет собой многорежимный объект управления, и часто возникают ситуации, требующие неявного перехода между ними.

Задача обеспечения защиты технологического и электрического оборудования стоит довольно серьезно и в свете аварии на Саяно-Шушенской ГЭС можно легко представить, во что может вылиться некачественная или недостаточная информация, заложенная в систему управления (СУ). Причем СУ гидроагрегата должна предусматривать защиту от двух основных факторов – технологического (защита от меняющихся входных параметров и условий) и человеческого (защита от несвоевременных или некорректных действий оператора). Вследствие нестационарности процессов, происходящих в гидроагрегате при проведении процедур пуска и останова, возникает необходимость динамически определять вектор возможных аварийных ситуаций и алгоритмов, разрешенных к выполнению в данный момент времени.

Состояния работы гидроагрегата можно разбить на две группы:

- конечные – такие состояния, в которых гидроагрегат может находиться сколь угодно долго, при сохранении параметров действующих на него с определёнными отклонениями. Переход из таких состояний происходит либо по команде от оператора, либо вследствие отработки алгоритма автоматического функционирования станции, либо при срабатывании противоаварийной автоматики;

- промежуточные – такие состояния, пребывание в которых системой ограничено по времени и по условиям пребывания в нем, такие состояния вводятся для полноты описания системы и расширения возможностей противоаварийной автоматики;

В ходе анализа работы гидроагрегата была предложено рассматривать гидроагрегат как детерминированный конечный автомат. Алфавитом ему служат вектор входных сигналов от подсистем и управляющих воздействий от оператора, список состояний и принцип переходов по ним следующий (рис. 1);

- **UNDEFINED** – неопределённое состояние, начальное состояние в момент после инициализации системы, основная задача системы в данном состоянии определить за N тактов работы, в каком состоянии находится гидроагрегат сейчас, при невозможности определить необходимо привести агрегат к заранее устойчивому состоянию аварийной остановки;

- **READY\_TO\_START** – агрегат готов к пуску, конечное устойчивое состояние агрегата, характеризуется запущенными вспомогательными подсистемами;

- **STARTING** – гидроагрегат запускается, промежуточное состояние, специально выделенное для изменения параметров срабатывания аварийных защит и уставок, препятствующих возникновению критической ситуации во время пуска агрегата;

- **WORKING** – гидроагрегат находится в работе, конечное устойчивое состояние, при котором агрегат выдает мощность в соответствии с установленными параметрами;

- **NORMAL\_STOPPING** – гидроагрегат нормально останавливается, промежуточное состояние, специально выделенное для изменения параметров срабатывания аварийных защит и уставок, препятствующих возникновению критической ситуации во время процедуры штатного останова агрегата;

- **NORMAL\_STOPPED** – гидроагрегат нормально остановлен, конечное устойчивое состояние, при котором агрегат и все его вспомогательные подсистемы остановлены штатно;

- **ALARM\_STOPPING** – гидроагрегат аварийно останавливается, промежуточное состояние, специально выделенное для изменения параметров срабатывания аварийных защит и уставок, препятствующих возникновению критической ситуации во время процедуры аварийного останова агрегата;

- **ALARM\_STOPPED** – гидроагрегат аварийно остановлен, конечное устойчивое состояние, при котором агрегат и все его вспомогательные подсистемы остановлены аварийно;
- **MAINTANCE** – гидроагрегат находится на обслуживании, конечное устойчивое состояние, при котором агрегат выведен из эксплуатации и невосприимчив к любым командам с любых уровней управления.

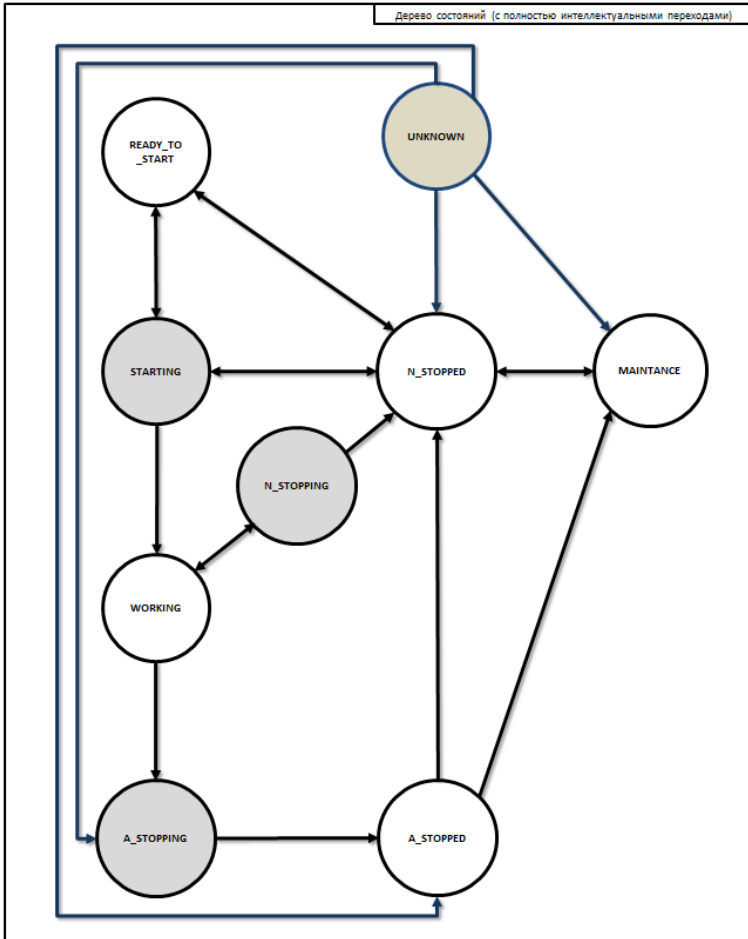


Рис. 1. Графическое представление диаграммы состояний гидроагрегата

Такой подход, при условии правильной настройки средств противоаварийной автоматики СУ гидроагрегатом, позволяет добиться предсказуемости поведения системы и гарантировать адекватную реакцию при возникновении внештатной ситуации. Сама диаграмма состояний легко реализуется в современных программируемых логических контроллерах, используемых для построения систем управления, графическим языком Sequential Function Chart(SFC) стандарта IEC 61131-3 [2].

При каждом переходе от состояния к состоянию автоматически перепределяет аварийный вектор системы, на основе которого и строится дальнейшая работа системы противоаварийной автоматики. Сами переходы так же являются интеллектуальными, и учитывают предисторию движения системы по диаграмме состояния [1]. Таким образом обеспечивается надежная защита систем и подсистем гидроагрегата на станции.

#### Библиографический список

1. Дж. Хопкрофт, Р. Мотвани, Дж. Ульман. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. – М.: Вильямс, 2002. – 528 с.
2. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования» / Под ред. профессор В. П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.

*Е.А. Никерова, студ.;  
рук. М.А. Амелина, к.т.н., доцент  
(СФ НИУ МЭИ, г. Смоленск)*

## **RS-ТРИГГЕР ДЛЯ МОДЕЛЕЙ ШИМ-КОНТРОЛЛЕРОВ**

При построении Spice-моделей ШИМ-контроллеров особое внимание приходится уделять оптимизации функциональных узлов в плане повышения сходимости и уменьшения времени расчета. Особенно это касается тех узлов, которые работают с частотой коммутации ШИМ-контроллера. Именно от их быстродействия в наибольшей степени зависит общее время расчета, а также стабильность поведения модели в составе сложных схем имитационного моделирования устройств преобразовательной техники.

Одним из широко распространенных функциональных узлов ШИМ-контроллеров, работающих с частотой коммутации, является RS-триггер. Этот функциональный блок меняет свое состояние дважд-

ды за один период тактовой частоты. Поэтому скорость расчета модели RS-триггера существенно влияет на общее быстродействие.

Использование стандартных моделей RS-триггеров при построении ШИМ-контроллеров связано с определенными трудностями:

1. Стандартные модели являются по своей организации цифровыми, что при использовании в составе смешанных (аналого-цифровых) устройств существенно усложняет схему моделирования, поскольку в каждой точке сопряжения цифровых и аналоговых частей добавляются дополнительные интерфейсные схемы [1].

2. Логические уровни стандартных моделей жестко привязаны к потенциалу «земли», что не позволяет реализовать ШИМ-контроллеры, работающие с «подвешенным» питанием.

3. Простейшая реализация RS-триггера в виде логических элементов И-НЕ и ИЛИ-НЕ имеет запрещенные состояния, что очень отрицательно сказывается на сходимости расчетов в сложных схемах.

4. Схемы построения схем RS-триггеров с отсутствием запрещенных состояний требуют дополнительных элементов, что снижает быстродействие модели.

В связи с вышеизложенным, актуальной задачей является разработка модели RS-триггера, состоящего исключительно из аналоговых компонентов и лишённого указанных выше недостатков.

Построение аналоговой модели RS-триггеров возможно либо с использованием функциональных источников, задающих логические взаимодействия внутри схемы и фактически имитирующих логические элементы и связи между ними, либо с использованием ключей, управляемых напряжением, связи между которыми задаются резистивными элементами.

Разработчики программы Micro-Cap предупреждают, что использование функциональных источников с обратными связями в узлах с быстропротекающими процессами (в частности, коммутационными) является нежелательным, поскольку возможно появление проблем со сходимостью и прерывание расчета [2]. А вот ключи с «мягкой» коммутацией как раз рекомендуются для улучшения сходимости. Поэтому для построения быстродействующей модели RS-триггера использованы ключи с «мягкой» коммутацией.

Схема, реализующая RS-триггер с приоритетом входа сброса R представлена на рис. 1, а. Сравнительные испытания показали, что такая модель требует для расчета примерно в 11 раз меньше времени, чем стандартная схема на двух элементах ИЛИ-НЕ [3] и свободна от указанных выше недостатков. Наличие положительной обратной связи и плавное изменение сопротивления ключей делают эту схему очень надежной в плане сходимости, что и было подтверждено многочисленными экспериментами.

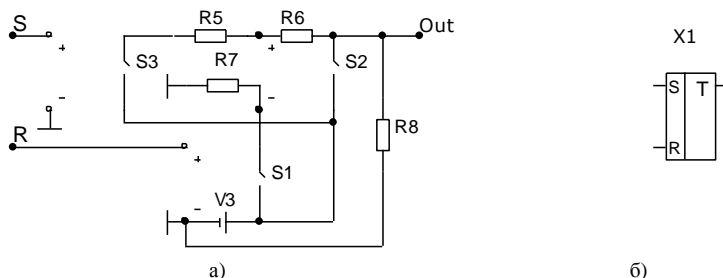


Рис. 1. Аналоговая модель RS-триггера: а – принципиальная схема, б – стандартный компонент для построения моделей ШИМ-контроллеров

Рассмотренная модель была оформлена в виде стандартного компонента программы Micro-Cap (рис. 1, б) для дальнейшего использования при построении моделей ШИМ-контроллеров.

#### Библиографический список

1. **Амелина М. А.**, Амелин С. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap 8. — М.: Горячая линия-Телеком, 2007. — 464 с.: ил.
2. **Micro-Cap 9** Electronic Circuit Analysis Program Reference Manual Copyright 1982-2007 by Spectrum Software, Internet:www.spectrum-soft.com
3. **Christophe P.** Basso Switch-Mode Power Supplies Spice Simulations and Practical Designs @ McGraw-Hill Copyright © 2008.

*Б.Д. Попов, студ.;  
рук. М.Б. Коломейцева, профессор  
(НИУ «МЭИ», г. Москва)*

## РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ, АППАРАТНЫХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫМ ИСТОЧНИКОМ НАПРЯЖЕНИЯ В РАМКАХ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Основными источниками для генерации электроэнергии на основе возобновляемых и нетрадиционных источников энергии являются ветер, солнце, вода и некоторые другие. Работа данных источников в силу непостоянства природных условий (сила ветра, освещенность, расход воды и т.д.), создающих сами источники, невозможно без приме-



нения специальных электрических преобразователей – устройств силовой электроники.

В качестве основного электронного вентиля (ключа) в нетрадиционной энергетике используется IGBT транзистор (Isolated Gate Bipolar Transistor, Биполярный транзистор с изолированным затвором). Типовая упрощенная ячейка преобразователя (на низкое напряжение – 1100 В) на IGBT транзисторах представлена на рис. 1.

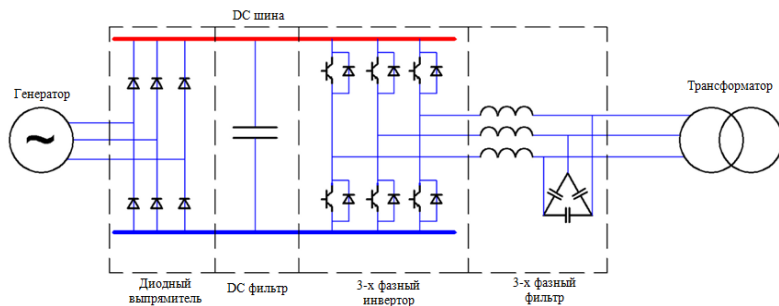


Рис. 1. Типовая упрощенная ячейка преобразователя

Основными частями электрической схемы на рис. 1. являются выпрямитель, DC фильтр (DC – direct current, постоянный ток), 3-х фазный инвертор и 3-х фазный фильтр. Принцип работы 3-х фазного одноуровневого инвертора в настоящее время хорошо известен, поэтому в данной работе он не рассматривается.

По результатам исследований, проведенными ведущими зарубежными экспертами, процент аварий, возникающих из-за отказа устройств силовой электроники ничтожно мал [3]. К тому же все силовые приборы проходят жесткие испытания при производстве (например, нагрев до максимальной температуры и полное охлаждение, испытания в условиях повышенной влажности, повышенного напряжения, вибрациях и т.д.), что гарантирует их работоспособность.

Тем не менее, система, собранная из дискретных компонентов с повышенными надежностными характеристиками, не может гарантированно иметь такой же процент отказов, как и компоненты, составляющие данную систему. Поэтому перед использованием силовых преобразователей на электростанциях, необходимо проведение испытаний системы выдачи мощности в целом.

В условиях отсутствия на испытательной площадке необходимой входной мощности, эквивалентной мощности генератора электростан-

ции, а также нагрузки, которая данную мощность может потреблять, невозможно быть уверенным в том, что инвертор может выдавать заданную мощность и оставаться работоспособным.

Таким образом, ставится задача обеспечения возможности пропускания через инвертор номинального тока (для проверки токовой нагрузки и термостабилизации всех параметров системы) при номинальных уровнях входного и выходного напряжения (для проверки изоляции) в условиях действия ограничений, указанных выше.

Одной из схем, позволяющей провести указанные испытания, является схема, использующая принцип положительной обратной связи по току. Упрощенная электрическая схема такой испытательной установки приведена на рис. 2.

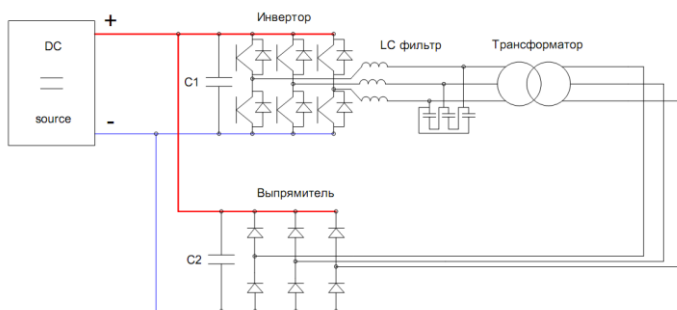


Рис. 2. Упрощенная электрическая схема испытательной установки

Видно, что в состав испытательной установки входит сам инвертор, его штатное оборудование (3-х фазный LC-фильтр), дополнительный трансформатор и выпрямитель. Выпрямитель, указанный в типовой ячейке преобразователя на рис. 1 отсутствует на схеме – он приводится в виде блока DC source (источник постоянного тока).

Говоря о принципе работы испытательного стенда, необходимо указать, что у данной установки есть по крайней мере 2 рабочих режима – выход на рабочее напряжение и режим набора и удержания тока в кольце. В первом режиме ток в кольце инвертор-фильтр-трансформатор-выпрямитель отсутствует, т.к. напряжение на выходе выпрямителя на рис. 2 ниже, чем напряжение на выходе источника DC-source. При превышении напряжения, за счет разности потенциалов в кольце пойдет ток, значение которого можно изменять, изменяя индекс модуляции инвертора (амплитуда генерируемой СУ инвертора синусоиды перед поступлением на широтно-импульсный модулятор).

Напряжение шины постоянного тока регулируется источником DC source, питающимся от промышленной трехфазной сети (50 Гц, 220/380В). Однако через источник проходит не вся мощность инвертора, а только мощность, эквивалентная мощности потерь в кольце, которые появляются из-за не идеальности всех элементов, включенных в состав испытательной установки. Мощность потерь намного меньше мощности инвертора и фактически она равна  $(1-\eta)*P_{\text{инвертора}}$ , где  $\eta$  – КПД испытательного стенда.

Источник DC source представляет собой понижающий последовательный импульсный источник. Его электрическая схема приведена на рис. 3.

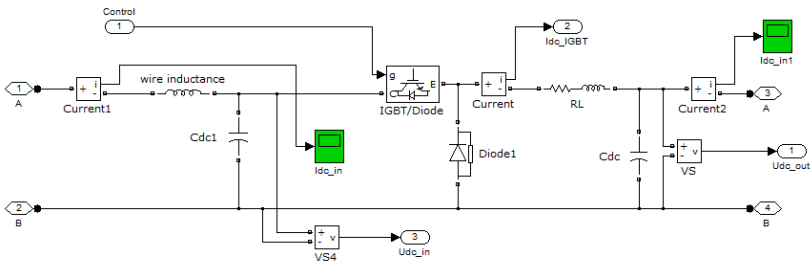


Рис. 3 Электрическая схема импульсного источника напряжения

При открытом состоянии ключа энергия накапливается в дросселе RL, диод Diode1 закрыт, при закрывании ключа энергия, накопленная в дросселе, замыкаясь через диод, отдается в нагрузку. Изменяя коэффициент заполнения управляющих ШИМ импульсов, можно изменять выходное напряжение. Более подробное описание понижающего преобразователя не приводится, т.к. его принцип работы в настоящее время также хорошо известен.

Особенность системы управления данного преобразователя состоит в том, что она должна работать, находясь в трех режимах – предзаряд входного конденсатора, выход на номинальное напряжение с ограничением тока заряда, удержание напряжения в режиме изменяющейся нагрузки (0-30кВт). При включении система управления должна последовательно пройти через 3 данных режима.

Предзаряд осуществляется с помощью байпасных резисторов. СУ определяет окончание данного состояния по достижении на входе напряжения 900В. После этого машина состояний переводит систему во второе состояние и ограничивает зарядный ток с помощью ПИ регуля-

тора по току. При разнице входного и выходного напряжения в 100 В включается 3-е состояние, которое регулирует выходное напряжение с помощью ПИ регулятора по напряжению (номинал – 850 В). Далее возможно проведение испытаний инвертора.

Автором была разработана имитационная модель процесса с помощью ППП Matlab/Simulink и toolboxa SimPowerSystems. С помощью данной модели были выбраны параметры всех пассивных устройств схемы (конденсаторы, дроссели, трансформаторы). Была разработана система управления входным DC-преобразователем, содержащая в своей структурной схеме машину состояний (имеющей 3 состояния), определяющую параметры ПИ- регулятора.

С помощью имитационного моделирования была подтверждена работоспособность испытательной схемы и системы управления. По результатам моделирования, при входной мощности 24 кВт, возможно создать в кольце мощность порядка 700 кВт. Напряжение DC-шины составляло 850 В, то есть сила тока в кольце имела значение около 800А.

Также автором были разработаны печатные платы, реализующие систему управления DC преобразователем. В качестве управляющего элемента использовался цифровой сигнальный процессор фирмы Texas Instruments – C2000. Печатные платы разрабатывались в среде Altium Designer.

Кроме того были успешно проведены указанные испытания, подтверждающие работоспособность всего испытательного стенда в целом.

#### Библиографический список

1. **Розанов Ю.К.** , Рябичкии М.В., Кваснюк А.А. Силовая электроника. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. 162с.
2. **Черных И.В.** Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. 288с.

Д.Г. Рандин, асп.;  
 рук. А.М. Абакумов, д.т.н., профессор  
 (СамГТУ, г. Самара)

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНОЙ ВИБРОЗАЩИТОЙ НА БАЗЕ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОГО ДЕМПФЕРА

В настоящее время возрастающие требования к качеству виброзащиты прецизионных металлообрабатывающих станков, измерительных комплексов, транспортных средств и других объектов всё более широкое применение получают активные системы виброзащиты с управляемыми электромеханическими элементами демпфирования, новым направлением развития которых является использование магнитореологических демпферов колебаний.

На рис.1 представлена структурная схема замкнутой активной системы виброзащиты с управляемым магнитореологическим демпфером (АСВ с УМД).

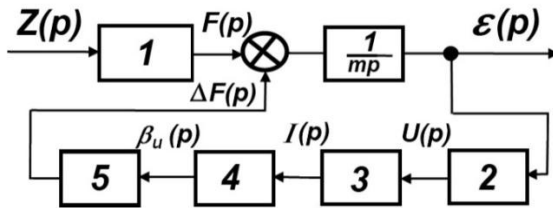


Рис.1 структурная схема замкнутой системы активной виброзащиты:

1 – передаточная функция одномассовой системы виброзащиты по возмущению; 2 – датчик; 3 – регулятор; 4 – управляемый магнитореологический демпфер; 5 – ПФ объекта виброзащиты по управлению;  $m$  – масса защищаемого объекта;  $Z$  – входное возмущение;  $F$  – сила сопротивления, развиваемая системой виброзащиты;  $\varepsilon$  – ускорение защищаемого объекта;  $U$  – напряжение на выходе датчика;  $I$  – ток на выходе регулятора;  $\beta_u$  – дополнительное гидравлическое сопротивление.

Получены [1] передаточная функция одномассовой системы виброзащиты по возмущению для входной переменной - перемещения основания  $Z(p)$  и выходной переменной – силы сопротивления системы виброзащиты внешнему возмущению  $F(p)$

$$W_{\text{В}}(p) = \frac{F(p)}{Z(p)} = \frac{mp^2 \left[ \frac{\beta_0 + \beta_u}{C} p + 1 \right]}{\left[ \frac{m}{C} p^2 + \frac{\beta_0 + \beta_u}{C} p + 1 \right]}, \quad (1)$$

где  $C$  – жесткость упругого элемента;

$\beta_0$  – гидравлическое сопротивление в пассивной системе виброзащиты,

а также линеаризованная передаточная функция одномассовой системы виброзащиты по управлению для входной переменной - приращение гидравлического сопротивления  $\Delta\beta(p)$  и выходной переменной - приращение силы сопротивления системы виброзащиты  $\Delta F(p)$ .

$$W_y(p) = \frac{\Delta F(p)}{\Delta\beta_u(p)} = \frac{k_\delta p \left[ \frac{m}{C} p^2 + \frac{\beta_0}{C} p + 1 \right]}{\left[ \frac{m}{C} p^2 + \left( k_{uo} + \frac{\beta_0}{C} \right) p + 1 \right]}, \quad (2)$$

где  $k_{uo}$  – коэффициент линеаризации.

В качестве датчика используется акселерометр. Выбирая рабочую область частот датчика превышающей рассматриваемый диапазон колебаний, его динамические характеристики для входной переменной - ускорение защищаемого  $e(p)$  объекта и выходной – выходное напряжение  $U(p)$  датчика, можно описать с помощью передаточной функции безынерционного звена с коэффициентом передачи  $k_d$

$$W_d(p) = \frac{U(p)}{\varepsilon(p)} = k_d. \quad (3)$$

На основании экспериментального исследования на диагностическом комплексе «Centurion», разработанном ООО НПП «Система технологий» [2], определены динамические характеристики УМД [3]. Установлено, что динамические свойства магнитореологического демпфера по каналу управления с удовлетворительной точностью (9%) могут быть описаны передаточной функцией пропорционального звена с коэффициентом передачи  $k_{ИЭ}$

$$W_{ИЭ}(p) = \frac{U(p)}{\varepsilon(p)} = k_{ИЭ}. \quad (4)$$

Полученные математические модели могут быть использованы при синтезе корректирующего устройства замкнутой системы автоматического управления активной виброзащитой.

Синтез последовательного корректирующего устройства проведен исходя из желаемого вида логарифмической амплитудной частотной характеристики (ЛАХ) замкнутой АСВ с УМД (рис.2). Исходя из требования снижения виброускорений защищаемого объекта до некоторого заданного уровня, в заданном частотном диапазоне среднечастотный ( $1/T_1 \leq \omega \leq 1/T_2$ ) участок желаемой ЛАХ АСВ с УМД  $L_{3AM}^{ЖЕЛ}(\omega)$  проведен параллельно оси частот на расстоянии  $A_0$  от нее или в логариф-

мическом масштабе до  $L_0=20\lg A_0$ . Низкочастотный ( $\omega \leq 1/T_1$ ) и высокочастотный ( $\omega \geq 1/T_3$ ) участки желаемой ЛАХ АСВ с УМД  $L_{ЗАМ}^{ЖЕЛ}(\omega)$  приняты совпадающими с  $L_B(\omega)$ , что упрощает структуру регулятора.

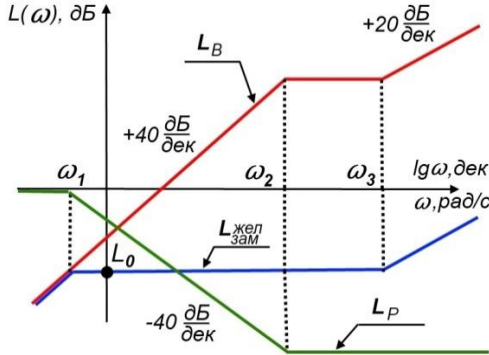


Рис.2 График ЛАХ:  $\omega_1=1/T_1$ ,  $\omega_2=1/T_2$ ,  $\omega_3=1/T_3$  – частоты сопряжения.

ЛАХ  $L_P(\omega)$  регулятора при последовательной коррекции находится по выражению

$$L_P(\omega) = L_{ЗАМ}^{ЖЕЛ}(\omega) - L_B(\omega). \quad (5)$$

ЛАХ  $L_P(\omega)$  регулятора (5) соответствует ПФ

$$W_{ЗАМ}^{ЖЕЛ}(p) = \frac{T_7^2 p^2 + T_8 p + 1}{T_5^2 p^2 + T_6 p + 1} = \frac{D(p)}{C(p)}, \quad (6)$$

где  $T_5^2 = T_1 \cdot T_2$ ;  $T_6 = T_1 + T_2$ ;  $T_7^2 = T_3 \cdot T_4$ ;  $T_8 = T_3 + T_4$ .

Запишем выражение для ПФ замкнутого контура регулирования в разомкнутом состоянии

$$W_{РАЗ}(p) = W_D \cdot W_P \cdot W_{ИЭ} \cdot W_Y = \frac{A(p)}{B(p)}. \quad (7)$$

ПФ замкнутого контура регулирования имеет вид

$$W_{ЗАМ}(p) = \frac{1}{1 + \frac{A(p)}{B(p)}} = \frac{B(p)}{B(p) + A(p)} = \frac{1}{1 + W_D \cdot W_P \cdot W_{ИЭ} \cdot W_Y}. \quad (8)$$

Чтобы обеспечить совпадение динамических характеристик АСВ с УМД с желаемыми, ПФ (8) должна совпадать с ПФ (6), то есть

$$B(p) = D(p); \quad B(p) + A(p) = C(p), \quad A(p) = C(p) - B(p) = C(p) - D(p). \quad (9)$$

Откуда требуемая ПФ регулятора с учетом ПФ (6) и выражений (9)

$$W_{РЕГ}(p) = \frac{W_{РАЗ}(p)}{W_{Д}(p) \cdot W_{ИЭ}(p) \cdot W_{У}(p)} = \frac{C(p) - D(p)}{D(p) \cdot W_{Д}(p) \cdot W_{ИЭ}(p) \cdot W_{У}(p)}. \quad (10)$$

Подставляя ПФ (2),(3),(4) в ПФ (10), получим после преобразований ПФ регулятора, обеспечивающую желаемую ЛАХ  $L_{ЗАМ}^{ЖЕЛ}(\omega)$  замкнутой АСВ с УМД

$$W_{РЕГ}(p) = \frac{a_5 p^3 + a_6 p^2 + a_7 p + a_8}{a_4 p^4 + a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + 1},$$

где

$$a_1 = T_8 + T_{10}; \quad a_2 = (T_7^2 + T_0^2); \quad a_3 = (T_7^2 T_0 + T_8 T_0^2);$$

$$a_4 = T_7^2 \cdot T_0^2; \quad a_5 = (T_0^2 (T_5^2 - T_7^2)) / k_{pez};$$

$$a_6 = (T_0^2 T_6 + T_5^2 (k_{u0} + \frac{\beta_0}{C}) - T_7^2 (k_{u0} + \frac{\beta_0}{C}) - T_0^2 T_8) / k_{pez};$$

$$a_7 = (T_6 (k_{u0} + \frac{\beta_0}{C}) + T_5^2 - T_7^2 - T_8 (k_{u0} + \frac{\beta_0}{C})) / k_{pez};$$

$$a_8 = (T_6 - T_8) / k_{pez}.$$

При физической реализации корректирующего устройства трудности создают высокие порядки степеней числителя. В этом случае, их последовательно отбрасывают при условии отсутствия существенного ухудшения виброускорений защищаемого объекта.

Полином знаменателя упрощается путем разложения на отдельные простые составляющие, в качестве которых, например, могут выступать интегрирующие и апериодические звенья [4].

#### Библиографический список

1. **Рандин, Д.Г.** Исследование активной системы виброзащиты с управляемым демпфером /Рандин Д.Г. // «Научно-технический вестник Поволжья». №4, 2012г. – Казань: Научно-технический вестник Поволжья, 2012. – с.177-185.
2. **НПП Система Технологий.** Режим доступа: <http://autosystem.ru/index.php?id=63>, свободный.
3. **Audi TT MagneRide RUS** Режим доступа: [www.avtoresurs.net/UserFiles/file/Audi\\_TT\\_MagneRide\\_RUS.doc](http://www.avtoresurs.net/UserFiles/file/Audi_TT_MagneRide_RUS.doc) , свободный.
4. **Соколов, Н.И.** Синтез линейных систем автоматического регулирования при случайных воздействиях. –М.-Л.: изд.: Энергия, 1964. – 128 с.



*Г.В. Ртищев, асп.;*  
*рук. А.А. Говоров, д.т.н., профессор*  
*(ТулГУ, г. Тула)*

## **СУПЕРВИЗОРНЫЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ**

ПИД-контролеры наиболее популярный регулятор, используемый в производстве. Алгоритмы его просты, но характеристики регулирования, не смотря на изменяющиеся динамические характеристики в процессе производства, достаточно высоки. ПИД-регулятор это контроллер, который включает в себя три элемента, называемые П-, И- и Д-составляющая. ПИД-контролер был впервые представлен к потреблению в 1939 году и остаётся наиболее широко используемым контроллером в производстве до сегодняшних дней. Статистическое исследование проведённое в 1989 году в Японии показало, что более чем 90% регуляторов используемых в производственных процессах были ПИД-контролеры и улучшенные версии ПИД-регуляторов.

Использование регулирующих систем в современных системах стремительно росло и в настоящие годы, контролирующий элемент может быть размещён и внутри транспортного средства, где он отвечает за плавность хода, круиз контроль, антиблокировочную систему, подачу топлива, систему кондиционирования и т.д. Видно, что для регулирования данных процессов необходимо учитывать параметры изменяющейся среды.

В данной работе предлагается схема супервизорного регулятора, которая в отличии от общей схемы типового ПИД-регулятора содержит дополнительные звенья  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$  с их помощью осуществляется обработка сигнала задания всех трёх составляющих ПИД – закона [1], а также существенно повышает качество отработки и возмущающего, и задающего воздействия в системе автоматического регулирования. С помощью супервизорного блока задающее воздействие АСР преобразуется в сигналы задания для каждой составляющей закона регулирования. Здесь же предлагаются структуры супервизорных блоков [1, 2]. Стоит отметить, что в процессе моделирования может выбираться наиболее подходящая структура в зависимости от внешних воздействий и выбранного объекта [3].

Моделью был выбран объект управления 2-го порядка с запаздыванием, где  $\tau=1$ ;  $k_0=1$ ;  $T_0=1$ . Оптимизация параметров регулятора проводилась по абсолютному интегральному критерию.

Из рис.1 можно увидеть, что при подача задающего воздействия имеющего характер скачка, АСР2, оптимальным образом компенси-

рующая возмущающее воздействие, не обеспечивает приемлемого качества регулирования при отработке задания. Так в АСР2 в отличие от АСР1, предназначенной для оптимальной отработки задающего воздействия, но плохо обрабатывающей возмущения по нагрузке, и первый ( $x_{max1}$ ), и второй ( $x_{max2}$ ) выбросы ошибки регулирования  $\varepsilon$  в несколько раз больше, чем у исходной АСР1.

Простейший супервизорный регулятор (АСР3) существенно повышает качество переходного процесса по сравнению с АСР2, но по всем показателям качества все же хуже исходной оптимальной (для сравнения) АСР1 (табл. 1 и рис. 1). Более сложный супервизорный регулятор (АСР4) обеспечивает наилучшие показатели качества отработки задания, кроме незначительного увеличения времени переходного процесса  $t_p$ . При этом система АСР4 оптимальным образом (так же, как и АСР2 и АСР3) компенсирует и возмущающее воздействие.

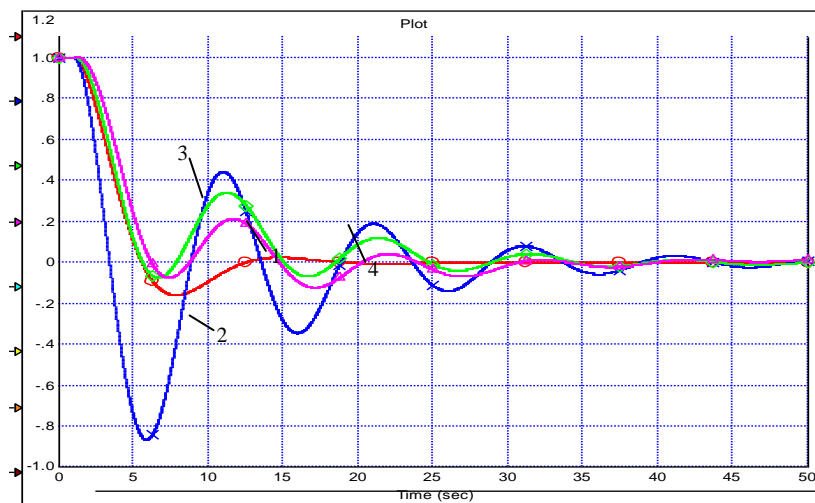


Рис.1. Графики переходных процессов полученных в программе “VisSim” при отработке задания в различных АСР с ПИ-регуляторами с оптимальными настройками для компенсации:  $\circ$  – возмущения по заданию (АСР1);  $+$  – возмущения по нагрузке (АСР2);  $\square$  – возмущения по нагрузке и с оптимальной настройкой  $K_{1отт} = 0.4104$  супервизорной части в канале задания (АСР3);  $\Delta$  - возмущения по нагрузке и с оптимальной настройкой супервизорной части (АСР4)

$$W_1(p) = (0.496(1+2.035p))/(1+12.667p); W_2(p) = (0.971(1+1.623p))/(1+0.114p)$$

Таблица 1. Показатели качества отработки скачка по заданию в различных АСР (с ПИ-регуляторами) с оптимальными настройками по квадратичному критерию  $J_2$ : 1 - исходная АСР1 (для сравнения); 2 - АСР2, предназначенная для оптимальной отработки возмущения по нагрузке; 3 - простейшая супервизорная АСР3; 4 - супервизорная АСР4 общего вида при  $W_{1\text{ опт}}$ ,  $W_{2\text{ опт}}$

Настройки регулятора	ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА				
	$100J_2$	$100J_1$	$t_p$ , мс	$-X_{\text{max}1}$	$X_{\text{max}2}$
АСР1: $K_{\text{п}} = 0.345$ ; $K_{\text{и}} = 0$	2.878	4.204	10.968	0.161	0.0236
АСР2: $K_{\text{п}} = 0.644$ ; $K_{\text{и}} = 0.07$	5.094	9.579	31.157	0.86	0.441
АСР3: $K_{\text{п}} = 0.644$ ; $K_{\text{и}} = 0.07$ $K_1 = 0.4104$	3.441	6.1985	23.529	0.076	0.341
АСР4: $K_{\text{п}} = 0.644$ ; $K_{\text{и}} = 0.07$ $W_{1\text{ опт}}$ , $W_{2\text{ опт}}$	3.552	5.934	28.517	0.076	0.211

Также в работе были проведены исследования зависимости показателей качества простейшей супервизорной системы АСР3 от параметра настройки масштабирующего усилителя  $K_1$  в канале задания для пропорциональной составляющей ПИ-регулятора. Из чего были сделаны следующие выводы.

Так оптимальные значения коэффициента  $K_1$  по различным критериям (здесь интегральные показатели качества  $J_1$  и  $J_2$ ) практически совпадают ( $\Delta K_1 \cong 20\%$ ). При отсутствии усилителя ( $K_1 = 0$ ) АСР3 по критерию  $J_1$  является более качественной, чем обычная система АСР2, которая представляет собой частный случай простой супервизорной АСР3 при  $K_1 = 1$ . То есть, на пропорциональную часть ПИ-регулятора сигнал задания можно не подавать, все качественные показатели АСР будут и дополнительно упрощается конструкция регулятора.

Аналогичные выводы (как у супервизорных ПИ-регуляторов) позволяет сделать анализ зависимости показателей качества простейшей супервизорной системы АСР3 от параметра настройки масштабирующего усилителя  $K_3$  в канале задания для дифференциальной составляющей ПИД-регулятора.

#### Библиографический список

1. Сухинин Б.В. Микропроцессорные контроллеры автоматических систем регулирования с расширенными функциональными возможностями: учеб. пособие для вузов / Б.В. Сухинин, А.В. Баженов, А.А. Говоров и др. - Тула: ТулГУ, 2003. - 172 с.
2. Острём, К. Системы управления с ЭВМ / Б. Виттенмарк. - М.: Мир, 1987. - 480 с.
3. Бирман А. И. Пневматический супервизорный регулятор. Пневмогидроавтоматика и пневмопривод / А. И. Бирман - Тез. докл. Всесоюз. совещ. Суздаль, апрель 1990. Часть 1. - М., 1990. - 88с.

Э.А. Сафина, студ.;  
рук. Д.Н. Анисимов, к.т.н., доцент  
(НИУ «МЭИ», г. Москва)

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ НА ПРИМЕРЕ АВТОНОМНОЙ МИГРОГЭС

Для выработки энергии на гидростанциях с мощностью до 100 кВт широко используются автономные асинхронные генераторы, преобразующие механическую энергию потоков воды в потенциальную. Основными регулируемыми параметрами автономной энергоустановки являются напряжение и частота сигнала на выходе электрического генератора. В рамках проводимых исследований рассматривается подсистема регулирования частоты сигнала на выходе электрического генератора, решающая задачу стабилизации частоты в окрестности рабочей точки ( $f_{\Gamma} = 50$  Гц). Параметрами, за счёт которых производится регулирование круговой частоты  $\omega(t)$ , связанной пропорционально с частотой  $f_{\Gamma}(t)$ , являются угол открытия направляющего аппарата гидротурбины  $\varphi_{\text{на}}(t)$  и изменяющаяся во времени электрическая мощность  $G_{\text{н}}(t)$ , потребляемая суммарной нагрузкой генератора. В системах автобалластного регулирования частоты, рассматриваемых в данной работе, предусматривается использование в качестве компенсирующего воздействия регулируемой балластной нагрузки  $G_{\text{бн}}(t)$ , подключаемой к выходу генератора параллельно с полезной нагрузкой  $G_{\text{пн}}(t)$ . Мощность балластной нагрузки регулируется по сигналу отклонения частоты  $y(t)$  от номинального значения.

Полная модель процессов, протекающих в рассматриваемом объекте, описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений, имеющей высокий порядок по числу переменных состояния [1]. Однако, поскольку, использование регулятора в режиме стабилизации обеспечивает достаточно малые отклонения частоты от номинального значения, представим модель исследуемого объекта в упрощенном виде, полученном на основе линеаризации исходной математической модели. Введем новые безразмерные нормированные переменные

$$y(t) = \frac{\omega(t) - \omega_0}{\omega_0}, u(t) = \frac{\varphi_{\text{на}}(t) - \varphi_0}{\varphi_0}, g(t) = \frac{G_{\text{н}}(t) - G_{\text{н0}}}{G_{\text{н0}}},$$

где  $\omega_0, \varphi_0, G_{\text{н0}}$  – номинальные значения круговой частоты генерируемого электрического сигнала, угла открытия направляющего аппарата и суммарной нагрузки генератора соответственно.

На основе проведенной линеаризации системы нелинейных дифференциальных уравнений получено следующее соотношение между входными и выходным сигналами в операторной форме:

$$Y(s) = \frac{k_u(1 - sT_1)}{(1 + 0,5 \cdot sT_1)(1 + sT_2)} U(s) - \frac{k_g}{1 + sT_2} G(s),$$

где  $Y(s), U(s), G(s)$  – изображения по Лапласу функций  $y(t), u(t), g(t)$ ,  $T_1, T_2$  – гидравлическая и электромеханическая постоянные времени объекта,  $k_u, k_g$  – коэффициенты усиления объекта по каналам регулирования направляющего аппарата и мощности нагрузки.

Структурная схема динамической модели объекта управления представлена на рис. 1.

Ранее [2] было проведено исследование алгоритмов регулирования частоты на выходе автономного асинхронного генератора методом имитационного моделирования. Были использованы ПД-регулятор в контуре управления по углу открытия направляющего аппарата и упреждающий алгоритм в контуре управления по балластной нагрузке. Показано, что при незначительных отклонениях нагрузки от номинального значения переходные процессы в системе устанавливаются за допустимое время и с допустимым максимальным перерегулированием. Однако при увеличении отклонения потребляемой нагрузки настроенные параметры ПД-регулятора уже не могут обеспечить заданные показатели качества системы. Для решения данной проблемы рассматриваются два подхода:

- использование нелинейного регулятора, обеспечивающего приемлемые показатели качества системы для достаточно широкого диапазона изменения потребляемой нагрузки;
- использование линейного регулятора с адаптацией параметров к изменяющимся внешним условиям.

Для реализации обоих подходов предлагается использовать аппарат нечеткой логики. При этом исходной информацией для построения регуляторов являются знания экспертов. Рассмотренная выше

специфика объекта управления свидетельствует о целесообразности использования алгоритмов, основанных на нечеткой логике для решения поставленной задачи и сравнительного анализа различных подходов к управлению системой.

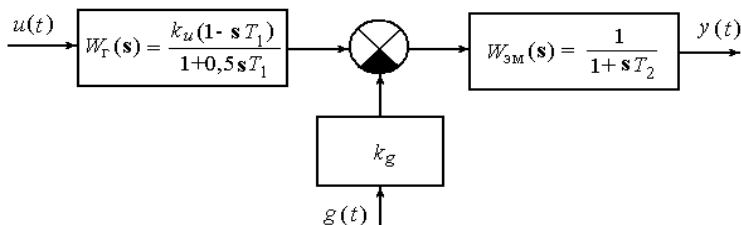


Рис. 1. Структурная схема динамической модели объекта управления

Для первого подхода функциональная схема системы с нечетким логическим регулятором (НЛР) изображена на рис. 2. Будем называть эту систему нечеткой системой управления (НСУ).

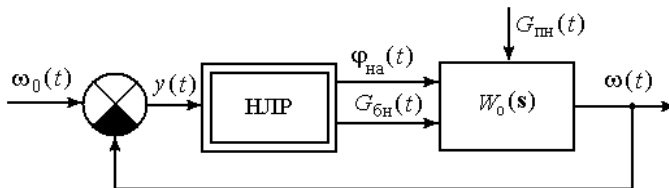


Рис. 2. Функциональная схема нечеткой системы управления

При построении НЛР будем использовать нечеткие реляционные модели на основе методики, описанной в [3].

Второй подход предусматривает наличие блока оценки качества (БОК) и нечеткого супервизора (НС), осуществляющего подстройку параметров линейных регуляторов (в данном случае используются ПД-регуляторы) в каждом канале управления [4]. С нечеткого супервизора также поступает сигнал на коммутатор (К), обеспечивающий переключение каналов управления. Будем называть эту систему супервизорной системой управления (СВСУ). Ее функциональная схема изображена на рис. 3.

Моделирование обеих систем показало их работоспособность и возможность влиять на качество управления, изменяя настройки

нечеткого регулятора в одном случае и нечеткого супервизора – в другом.

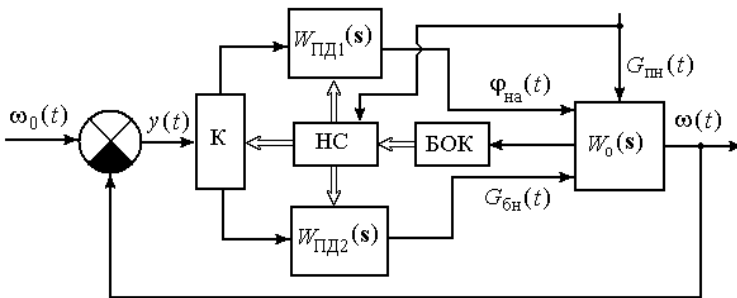


Рис. 3. Функциональная схема супервизорной системы управления

Заметим, что количество настраиваемых параметров НЛР и НС достаточно велико: количество и вид функций принадлежности термов входных и выходных лингвистических переменных; вид нечеткого соответствия между пространством предпосылок и пространством заключений; выбор логического базиса (Т- и S-норм); степени значимости подусловий при их агрегировании [3]. С одной стороны, это является положительным свойством, поскольку обеспечивает гибкость настройки НЛР и НС. С другой стороны, необходимы комплексные исследования влияния этих факторов на динамику системы. Эти исследования являются предметом дальнейшего развития данной тематики.

#### Библиографический список

1. Лукутин Б.В., Суржикова О.А., Шандарова Е.Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении.– М.: Энергоатомиздат, 2008. – 231 с.
2. Сафина Э.А. Разработка и исследование алгоритмов регулирования частоты автономного асинхронного генератора // Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации: сб. тр. XXI Междунар. науч.-техн. семинара. 18-25 сентября 2012 г., Алушта.– М.: Изд-во ГУП Академиздат центр «Наука» РАН.– с. 120-121.
3. Анисимов Д.Н., Ситников К.Ю. Методика построения нечетких реляционных систем автоматического управления // Вестник МЭИ. –2012.– № 3. с. 77-82.
4. Усков А.А., Киселев Е.В. Системы управления с нечеткими супервизорными ПИД-регуляторами // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика.– 2005.– № 9.– с. 31-33.

*Ю.С. Сидорова, студ.;  
рук. Н.В. Скибицкий, д.т.н., профессор  
(НИУ «МЭИ», г. Москва)*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ, АНАЛИЗ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ПУСКА СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

В условиях быстрого развития промышленности большое значение приобретают работы, связанные с повышением качества и улучшением технико-экономических показателей выпускаемых электрических машин и систем управления, связанных с ними[1]. Появление бросков пусковых токов (пусковой ток обычно превышает номинальный в 5 - 10 раз, но действует кратковременно) в обмотках двигателя является серьезной проблемой, приводящей к ударному увеличению крутящего момента двигателя, которое передается на вал ротора и через него далее на механическую часть. Это ведёт как к перегреву обмоток статора и ухудшению их изоляции, так и поломкам валов от ударов и вибраций, механическим деформациям электрической части и в итоге к ограничению числа возможных пусков и износу двигателя[3].

Системы управления пуском двигателя, при правильном их проектировании, способны существенно продлить срок службы устройства и улучшить качество питающей сети на протяжении всего пуска.

Для пуска синхронных двигателей приходится применять специальные способы (т.к. пуск синхронного двигателя непосредственным включением в сеть невозможен), сущность которых состоит в предварительном приведении ротора во вращение до синхронной или близкой к синхронной частоте, при которой между статором и ротором устанавливается устойчивая магнитная связь.

Существует множество способов пуска синхронного двигателя, чаще других используемые на практике перечислены ниже:

- Метод использования вспомогательного асинхронного двигателя;
- Частотный мягкий пуск (ГПЧ);
- Метод мягкого пуска через ТРН;
- Метод асинхронного пуска (прямой пуск);
- Метод квазичастотного пуска.

В рамках текущей работы наиболее подробно будут рассмотрены 3 последних способа.



Асинхронный пуск является на данный момент одним из основных методов пуска синхронного двигателя. Синхронную машину снабжают специальной короткозамкнутой пусковой обмоткой (часто обмотку возбуждения синхронного двигателя используют в качестве пусковой), подключаемой во время пуска к разрядному сопротивлению, которое служит защитой от пробоя пусковой обмотки при пуске (при малой скорости ротора в ней могут возникнуть значительные перенапряжения). При включении трехфазной обмотки статора в сеть образуется вращающееся магнитное поле, которое, взаимодействуя с током пусковой обмотки, создает синхронизирующий момент и увлекает за собой ротор. После разгона ротора до частоты вращения, близкой к синхронной, происходит переключение пусковой обмотки на якорь возбуждения (источник постоянного напряжения), и ротор втягивается в синхронизм.

Недостатком данного метода является наличие больших пусковых токов.

Для пуска синхронной машины также может использоваться тиристорный регулятор напряжения (ТРН). ТРН изменяет амплитуду напряжения, подводимого к статору без изменения частоты, и используется главным образом для управления пуском (мягкие пускатели) и осуществления ряда других полезных функций, таких как, снижение пусковых токов, увеличение срока службы двигателя и уменьшение негативного влияния на сеть (просадка сети).

Если придать ТРН свойство преобразователя частоты, что достигается принципиально новыми алгоритмами управления ТРН, то данный способ пуска будет являться квазичастотным. В результате управления порядком и временем включения тириستоров осуществляется формирование трехфазного переменного тока, регулируемого по фазе и частоте. Ток, подаваемый на статор, при этом является импульсным, а не непрерывным, как при использовании частотного пуска. Эффективность квазичастотного пуска по сравнению с традиционной системой мягкого пуска, при которой регулируется амплитуда переменного тока, определяется величиной потокосцепления при малых скоростях вращения ротора.

При малых скоростях вращения ротора (большом скольжении двигателя), его потокосцепление равно:

$$\frac{\Psi_{\text{ротора}}}{\Psi_{\text{ротора номинальное}}} \approx \frac{I_{\text{ротора}}}{I_{\text{ротора НОМ}}} * \frac{S_{\text{ротора НОМ}}}{S_{\text{ротора}}};$$

$$\text{При } \frac{I_{\text{ротора}}}{I_{\text{ротора ном}}} = 2 \text{ и } S_{\text{ротора ном}} \approx 0,01 - 0,015$$

$$\text{Имеем } \frac{\Psi_{\text{ротора}}}{\Psi_{\text{ротора номинальное}}} \approx \frac{0,02 - 0,03}{S}$$

Именно в силу того, что при больших  $S$  потокосцепление ротора существенно ослаблено, момент развиваемый двигателем, мал. Иное дело квазичастотное управление по отношению к основной гармонике тока низкой частоты – скольжение  $S$  достаточно малое, поток  $\Psi_{\text{ротора}}$  значительный и близок к номинальному значению. Поэтому момент двигателя, несмотря на импульсный характер тока при  $I_{\text{ротора}} = 2 * I_{\text{ротора ном.}}$  достигает значения  $\approx M_{\text{ном.}}$ , что и определяет высокую эффективность такого способа пуска.

Для сравнения описанных способов пуска требуется проведение исследований. Мощным инструментом при проведении исследований является моделирование процессов. Этот подход был использован в данной работе. Были разработаны математические модели синхронного двигателя [4] и спроектированы системы управления пуском, реализующие метод квазичастотного пуска и пуск с применением тиристорного регулятора напряжения (рис. 1)[2].

Разработанные модели позволяют:

- проводить моделирование процессов, происходящих
- в двигателе при пуске;
- исследовать влияние параметров двигателя на время пуска при наперед заданных показателях качества;
- исследовать поведение питающей сети во время пуска;
- разработанные модели позволяют исследовать процесс вхождения двигателей в синхронизм с сетью.

Данные модели могут быть использованы для проведения научных исследований, а также в качестве моделей реальных объектов, на которых могут быть отработаны все рабочие режимы двигателя (разгон – работе на определенной частоте вращения – останов) и аварийные ситуации.

Приведены результаты исследования способов мягкого пуска синхронных двигателей, их сравнение, анализ поведения питающей сети при пуске, вхождение двигателей в синхронизм.

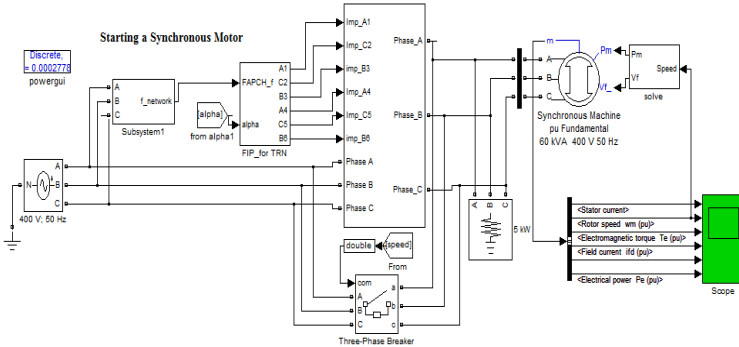


Рис. 1. Модель пуска синхронного двигателя через ТРН

Задачей любых способов пуска двигателя заключается в том, чтобы согласовать характеристики вращательного момента электродвигателя с характеристиками механической нагрузки, при этом необходимо чтобы пиковые токи не превышали допустимых значений и влияние пуска двигателя на характеристики сети было минимальным. На основании полученных диаграмм, снятых в ходе работы, сделаны общие выводы относительно рассмотренных способов пуска.

Таблица 1. Характеристики способов пуска

Способ пуска	Преимущества	Недостатки
Асинхронный пуск	Дешевизна и простота реализации.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Асинхронный пуск возможен при наличии в полусных наконечниках ротора пусковой обмотки (клетки);</li> <li>Высокий пусковой ток;</li> <li>Влияние на уровень напряжения питающей сети.</li> </ul>
Пуск через ТРН	Пусковой ток в пределах нормы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Пониженный пусковой момент;</li> <li>Сложность в создании алгоритмов управления;</li> <li>Внесение в сеть нелинейных искажений.</li> </ul>
Квазичастотный способ пуска	Пусковой ток в пределах нормы; Уменьшенное по сравнению с пуском через ТРН время разгона.	

**Библиографический список**

1. **Иванов-Смоленский А.В.** Электрические машины (1 том) – М.: МЭИ. 2006, – 652 с.
2. **Черный А.П.,** Гладырь А.И. Пусковые системы нерегулируемых электроприводов: монография. – Кременчуг. 2006, –280 с.
3. **Шихин А.Я.,** Белоусова Н.М., Пухляков Ю.Х., Сергеев В.Г. Электротехника – М.: высш. шк., 1991, – 336с.
4. **Сивокобыленко В.Ф.** Математическое моделирование в электротехнике и энергетике. – Донецк. 2005 – 306 с.

*Е.О. Фоменкова, студ.;  
рук. М.А. Амелина, к.т.н., доцент  
(СФ НИУ МЭИ, г. Смоленск)*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ШИМ-КОНТРОЛЛЕРА UCC3800 ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ПИТАНИЯ**

ШИМ-контроллер является важной частью источника питания. В связи с широкой применимостью ШИМ-контроллеров представляет интерес их математическое моделирование. Однако для существенной части ШИМ-контроллеров математические модели отсутствуют. Таким образом, актуальной задачей становится создание библиотек интегральных схем ШИМ-контроллеров. Построенные модели должны удовлетворять требованиям точности и простоты.

Построение таких моделей с использованием стандартных библиотек компонентов значительно усложняет схему, что вызывает расходимость расчетов при анализе и, следовательно, ее неработоспособность. Увеличение скорости моделирования и достижение лучшей сходимости расчетов достигается путем моделирования ШИМ-контроллеров с использованием упрощенных функциональных блоков [1].

Одним из безусловных лидеров в области разработки и производства ШИМ-контроллеров является компания Texas Instruments, спектр предложения которой охватывает более двухсот интегральных схем. Малоомощный ШИМ-контроллер UCC3800 работает в режиме управления Current Mode, что обеспечивает ему большее быстродействие по сравнению с контроллерами, работающими в режиме Voltage Mode.

Функциональная схема ШИМ-контроллера UCC3800 представлена на рис. 1.

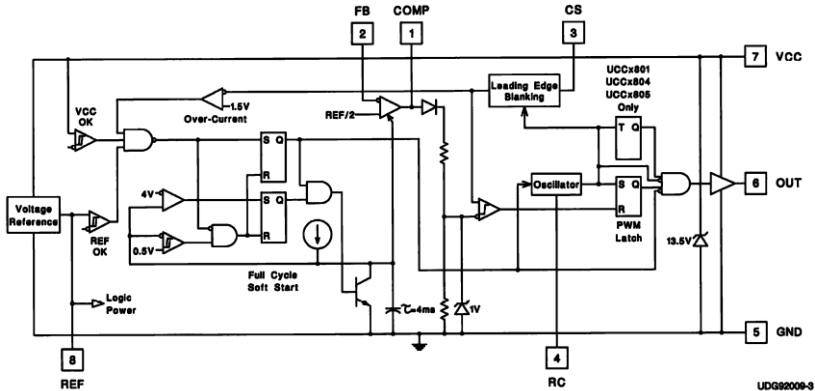


Рис. 1. Функциональная схема ШИМ-контроллера UCC3800

ШИМ-контроллер UCC3800 состоит из базовых узлов [2]: генератора тактовых импульсов, усилителя сигнала ошибки, компаратора, RS-триггера и различных систем защиты.

Коммутация силового ключа происходит с определенной тактовой частотой. Генератор начинает каждый цикл, устанавливая высокий уровень на выходе триггера-защелки ШИМ, открывая тем самым выходной ключ. На инвертирующий вход усилителя ошибки подается сигнал обратной связи, который сравнивается с опорным напряжением. Усилитель ошибки вырабатывает сигнал, который используется для сравнения с сигналом, зависящим от тока дросселя. Когда этот сигнал сравнивается с сигналом ошибки, компаратор сбрасывает в низкий уровень триггер-защелку выхода и ключ закрывается.

Система защиты ШИМ-контроллера состоит из систем отслеживающих напряжение питания устройства, опорное напряжение, а также превышение допустимого уровня тока в силовой части. Кроме того, в ШИМ-контроллере UCC3800 предусмотрен плавный пуск и маскирование переднего фронта на входе контроля тока (leading edge blanking), которое заключается в блокировке токового сигнала на заданное время (100 нс) после нарастающего фронта ШИМ-сигнала.

На основе функциональной схемы с использованием специализированной библиотеки компонентов программы Micro-Cap была синтезирована модель контроллера UCC3800 (рис. 2), которая оформлена в виде библиотечного компонента программы.

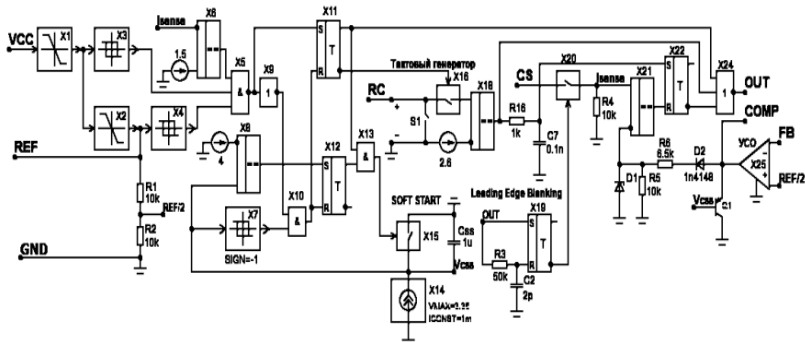


Рис. 2. Макромодель ШИМ-контроллера UCC3800 для программы Micro-Cap

Для проверки работоспособности полученной модели проведено моделирование boost-стабилизатора на 48 В (рис. 3). Полученные временные диаграммы (рис. 4) подтверждают правильность моделирования, значение выходного напряжения в установившемся режиме полностью совпадает с расчетным и равно 48 В.

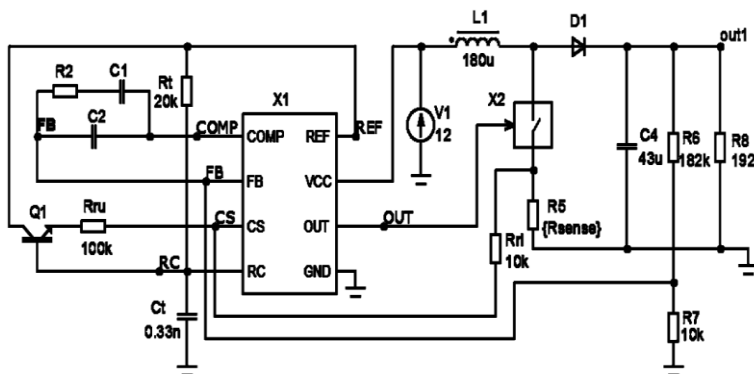


Рис. 3. Полная имитационная модель BOOST-стабилизатора на основе UCC3800

Разработанная модель ШИМ-контроллера может успешно применяться при анализе преобразователей напряжения и источников питания на их основе.

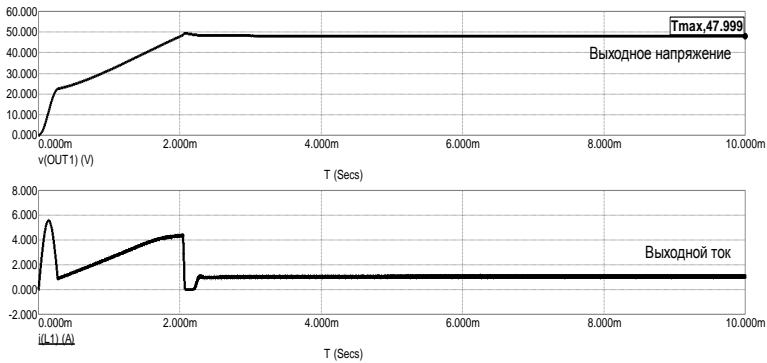


Рис. 4. Временные диаграммы работы стабилизатора

#### Библиографический список

1. **Амелина, М.А.** Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap 8 / М.А. Амелина, С.А. Амелин. – М.: : Горячая линия. Телеком, 2007. – 80 с. ил.
2. **Datasheet UCC3800.** TEXAS INSTRUMENT URL: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ucc3800.pdf> (дата обращения: 23.10.2012).

*С.В. Шевлягина, студ.;*  
*рук. М.М. Полотнов, к.т.н., доцент*  
*(НИУ «МЭИ», г. Москва)*

## РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ БЮДЖЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ МГУП «МОСВОДОКАНАЛ»

Московское государственное унитарное предприятие «Мосводоканал» имеет разветвленную инфраструктуру, включающую в себя 5 станций водоподготовки, 12 тыс. км водопроводных и 8 тыс. км канализационных сетей, 152 канализационные насосные станции, 4 комплекса очистных сооружений, 35 снегосплавных пунктов. Комплекс распределен территориально и имеет численность персонала более 13 тыс. человек. Для того чтобы информация о промышленных процессах поступала в общую систему, необходимо организовать и автоматизировать централизованный сбор данных о функционировании струк-

турных подразделений, их своевременную обработку, представление и управленческий контроль за деятельностью инфраструктуры.

С 2009 года для МГУП «Мосводоканал» ведется разработка ИТ-стратегии по введению аналитической информационной системы бюджетного управления, анализа данных и формирования управленческой отчетности «АИС - бюджетное управление» на базе IBM Cognos. Целью данного проекта является повышение качества управления предприятием, процессами бюджетирования, планирования финансовых и материальных ресурсов, получения отчетности для оперативно-го принятия управленческих решений.

В рамках данной стратегии развития «Мосводоканала» были выполнены работы по разработке автоматизированных подсистем "Бюджет доходов и расходов", "Бюджет движения денежных средств", "Контрольных показателей деятельности", включающие собственную их разработку, ввод в эксплуатацию, техническое сопровождение. Дальнейшее развитие "АИС - бюджетное управление" МГУП "Мосводоканал" состоит в создании подсистем "Бюджета инвестиционной деятельности", "Тарифного планирования", "Бюджетного управления водными ресурсами" и "Прогнозный баланс".

Бюджетное управление водными ресурсами подразумевает обеспечение выполнения производственной программы предприятия в условиях изменения внешней и внутренней экономической ситуации предприятия путем поддержания основного Водного баланса в сбалансированном состоянии. При разработке Водного баланса был принят принцип формирования его исхода из прогноза объемов реализации услуг водоснабжения, водоотведения, схема представлена на рис. 1, рассчитываемых на основании анализа статистических данных, определения ожидаемого уровня потребления воды всеми группами потребителей МГУП «Мосводоканал». Объем реализации услуг водоснабжения и объем неучтенного расхода воды (в том числе потери в сетях и расходы воды на хозяйственные нужды) формируют уровень необходимого объема подачи воды в город насосными станциями. С учетом полученного планового объема подачи воды и расчетного расхода воды на собственные нужды станций водоподготовки определяется объем забора воды из источников. Планируемый объем поступления сточных вод на очистные сооружения канализации формируется после согласования плановых показателей подачи воды в город с учетом объема поступления сточных вод от потребителей, организованного притока сточных вод на очистные сооружения (собственных нужд подразделений МГУП «Мосводоканал») и неорганизованного притока в систему городской канализации.



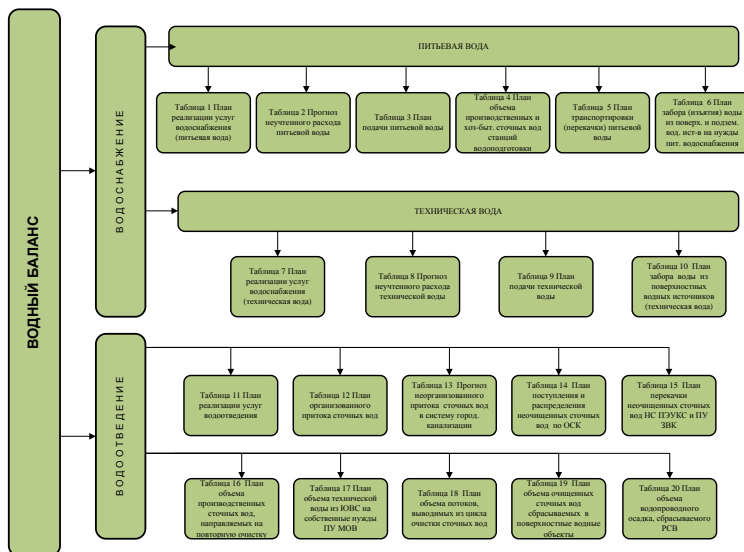


Рис. 1 Схема Водного баланса предприятия

На основании согласованного плана поступления сточных вод производится расчет объема сточных вод выводимых из цикла очистки и формируется объем сброса очищенных сточных вод в водоемы. После заполнения обособленными и структурными подразделениями соответствующих таблиц формируется сводная форма Водного баланса МГУП «Мосводоканал», которая представляется в регулирующий орган, как приложение к производственной программе и расчету тарифов на очередной период регулирования. После заполнения плановых таблиц выполняется занесение фактических данных (второе полугодие), на основе которых выполняются корректировки и составление плана на будущий период.

Подсистема Бюджета регулирования водных ресурсов представляет собой процесс координации деятельности участников бюджетного процесса и является входной информацией для подсистемы Бюджета доходов и расходов и составляет его доходную часть. Основная единица измерения тыс. куб. метров, которая на выходе подсистемы умножается на тарифы и стоимость. Для автоматизации процессов ввода данных, обеспечения своевременной подачи, возможности оперативного принятия решений в системе IBM Cognos была разработана

модель Бюджета регулирования водных ресурсов. В рамках проекта была реализована возможность планирования объемов забора и сброса воды, контроль затрат на реагенты, используемые для очистки забираемой и/или сбрасываемой воды, осуществлено планирование в зависимости от типа потребителей и их отраслевой принадлежности.

Аналитическая информационная система «АИС-бюджетное управление» объединяет подсистемы и осуществляет их взаимодействие, часть системы реализована и эксплуатируется в среде IBM Cognos - комплексе интегрированных программных продуктов для управления эффективностью деятельности предприятия и управленческого учета.

В данном проекте используются базовые компоненты IBM Cognos: вычислительная система TM1 и система аналитическая Business Intelligence (BI). В основе IBM Cognos TM1 — 64-битный OLAP-сервер, работающий с данными непосредственно в оперативной памяти, что позволяет добиться высокой скорости обработки данных. Простые вычисления TM1 способен производить автоматически, а сложные – с помощью правил (rules), которые пишутся с использованием синтаксиса специального языка.

Cognos BI – это интегрированный программный комплекс для управления корпоративной эффективностью и предназначенный для помощи в интерпретации данных, возникающих в процессе деятельности организации. Cognos BI позволяет построить графики, сравнить план и факт, создать различные типы регламентных отчетов, встроить отчеты в удобный портал и создать персонализированные панели управления.

Цикл Бюджетного управления водными ресурсами включает следующие основные бизнес-процессы:

- 1) определение задач;
- 2) планирование;
- 3) исполнение;
- 4) контроль и анализ исполнения;
- 5) регулирование.

Цикл представлен на рис. 2 и содержит различные временные промежутки: планирование на 1 год и на 3 года. При разработке подсистемы Бюджетного управления водными ресурсами осуществлялась разработка модели данных в среде TM1. На основе стандарта предприятия и внутренней документации были определены участники процесса Бюджетного управления водными ресурсами, статьи бюджета, справочные документы, разработан общий алгоритм создания модели, содержащая расчетные правила и контрольные показатели. Общий ал-

горитм создания модели представляет собой Excel-документ, разработанный совместно с методологом и отображающий структуру модели: элементы, формулы расчета, связи, единицы измерения.

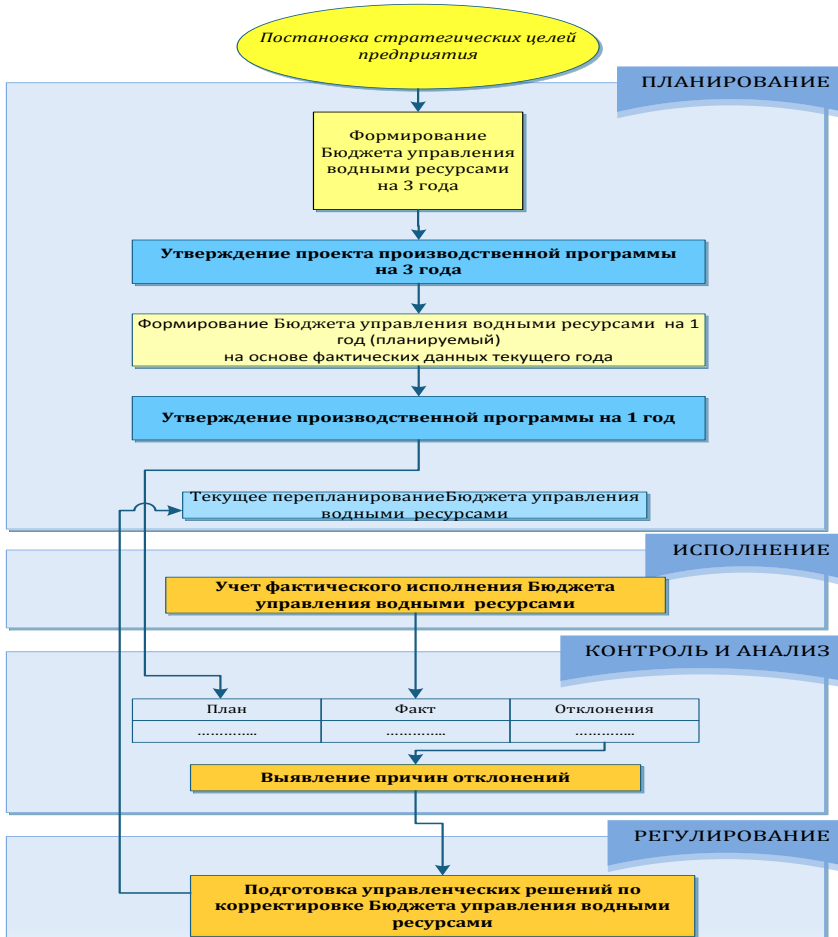


Рис. 2. Цикл Бюджетного управления водными ресурсами МГУП «Мосводоканала»

Справочные документы содержат список центров финансовой ответственности, статей бюджета, их иерархию и взаимосвязь. С помощью созданных процессов Turbo Integrator, составная часть Cognos

TM1, в модель были перенесены справочные измерения в TM1, созданы служебные объекты, например, процессы обновления. Справочные и служебные измерения собираются в кубы, которые предоставляют пользователям возможность создавать срезы, каждый срез – это таблица с набором показателей, перечень таблиц в подсистеме представлен на рис. 1, каждой таблице плана соответствует таблица фактических значений, план делится на годовое или среднесрочное планирование (на 3 года). Так для каждого центра финансовой ответственности можно просмотреть необходимые показатели, определив период и набор статей с указанием плановой или фактической версии планирования. Между кубами правилами задается взаимосвязь, описанная в общем алгоритме создания модели. При создании правил необходимо соблюдать определенный синтаксис TM1. При реализации модели в TM1 создаются OLAP-кубы, данные в которые пользователь может внести с помощью веб-приложения. Для работы настраиваются права доступа, позволяющие ограничить доступ к определенным объектам модели. С помощью TM1 реализуются первые этапы цикла: постановка задач, планирование и исполнение.

После создания модели выполняется создание аналитической части подсистемы с помощью средств Cognos BI, при наличии интеграции с базой TM1: рабочие места пользователей, построение графической интерпретации данных системы и различные типы регламентных отчетов. С помощью этой части подсистемы Бюджетного управления водными ресурсами осуществляется контроль, анализ исполнения, регулирование.

В ходе выполнения работы была реализована подсистема Бюджетного управления водными ресурсами для автоматизации процессов ввода данных, обеспечения своевременной подачи, возможности оперативного принятия решений, создана инструкция пользователю, проведен ряд исследовательских наблюдений за поведением системы при определенных условиях.

#### Библиографический список

1. **Ibm Cognos 10 TM1: The Official Guide.**
2. **Ibm Cognos 10 Business Intelligence: The Official Guide.**

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

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

Секретарь – студент **Гладышева Ю.А.**

*М.Я. Беляков, студ.;*

*рук. Т.В. Гвоздева, ст. преподаватель*

*(ИГЭУ, г. Иваново)*

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА БАЗЕ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Условия современной нестабильной социально-экономической среды формируют новые требования к специалистам: инициативность, самостоятельность в принятии решений, высокий уровень самоорганизации, грамотность в изложении своих мыслей и идей, критичность мышления и др. Следовательно, для успешного формирования следующих качеств у будущих специалистов в процессе обучения необходимо переходить от пассивных форм организации учебного процесса, к активным. Применение активных форм способствует развитию и совершенствованию интеллектуальных способностей человека. При использовании активных форм организации учебного процесса меняется роль ученика – из пассивного слушателя он превращается в активного участника образовательного процесса. Эта новая роль и свойственные ей характеристики позволяют на деле формировать активную личность, обладающую всеми необходимыми навыками и качествами современного успешного человека. В таких условиях происходит и смена роли преподавателя в учебном процессе: если раньше преподаватель выступал как основной источник знаний, то теперь его роль начинает сводиться к организации студента в процессе обучения, к тому, чтобы научить студентов правильно осваивать изучаемый материал, уметь применять его на практике, на реальных задачах. Таким образом, необходимо совершенствование подсистемы организации учебного процесса.

Процесс организации – это процесс, направленный на обеспечение эффективного взаимодействия студента с другими элементами и уча-

стниками учебного процесса. Задача организации заключается в том, чтобы реализовать учебную деятельность в чётком соответствии с учебным планом с целью успешного достижения дидактических целей и задач. При реализации процесса организации следует учитывать выполнение следующих требований:

Структурированность. Содержание учебного процесса необходимо разбить на элементы учебного процесса и установить между ними связи, что требует дидактически выверенной организации на следующих уровнях:

- на уровне учебного плана: изучаемые дисциплины выстраиваются в соответствии с учебным планом в порядке их изучения;
- на уровне учебной дисциплины: порядок изучения дисциплины должен идти в чётком соответствии с рабочей программой дисциплины;
- на уровне контента: структурирование методических и нормативных материалов, направленное на вовлечение студентов в активный процесс приобретения знаний и умений за счёт использования различных форм организации аудиторной и внеаудиторной работы;
- на уровне участников учебного процесса: установление строгих отношений между участниками при ведении формальной и неформальной коммуникации.

Целостность. Должна прослеживаться чёткая взаимосвязь элементов учебного процесса, не должна происходить полная обособлённость одних элементов от других. В данном случае можно говорить о целостности получаемых знаний и приобретаемых умений.

На основании результатов анализа современных достижений в области информационных технологий выявлена возрастающая роль информационных технологий в образовании, базирующихся на дистанционных технологиях, поскольку они обеспечивают:

- создание единой коллективной образовательной среды;
- применение различных форм организации учебного процесса, в частности ориентированных на внедрение активных форм (организация самостоятельной работы);
- организацию постоянной формальной и неформальной коммуникации обучаемого и обучающего;
- поддержку проверки знаний и умений; контроля посещаемости.

На кафедре информационных технологий ИГЭУ им. В.И. Ленина в качестве инструментальной среды была выбрана система дистанционного обучения (СДО) Moodle. Одно из неоспоримых достоинств Moodle является его свободное распространение и программная возможность адаптации инструмента к особенностям учебной среды.

Инструментальная среда Moodle включена в единую информационную среду кафедры в целях поддержки целостности процесса подготовки специалистов. Структура единой информационной среды кафедры представлена на рисунке 1.

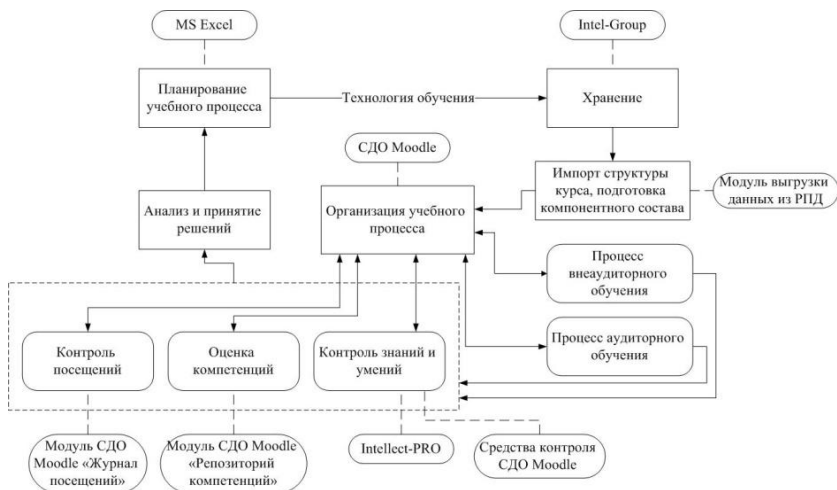


Рис. 1. Схема информационной среды кафедры

По итогам процесса планирования формируется технология обучения, задаваемая учебно-методическим комплексом дисциплины. Учебно-методический комплекс формируется в виде нескольких файлов, рабочая программа оформляется в формате XML в офисном приложении MS Excel для последующей удобной выгрузки данных в СДО Moodle. Технология обучения хранится в хранилище знаний кафедры «Intel-Group». Осуществляется выгрузка данных из рабочей программы дисциплины с помощью специально-разработанного модуля. Модуль разработан на языке программирования Python и интегрирован в СДО Moodle.

Для организации аудиторной и внеаудиторной работы используются компоненты СДО Moodle «Лекция», «Семинар», «Форум». Последний компонент также может служить для организации обучения на основе проблемно-ориентированного подхода.

Для контроля знаний и умений в инструментальной среде Moodle предусмотрено множество соответствующих компонентов (тест, зада-

ние с ответом в виде файла и др.). На кафедре информационных технологий активно применяется такое средство контроля, как среда Intellect-PRO, в основу построения которой заложен метод иерархических понятийных структур. Среда Intellect-Pro интегрирована в СДО Moodle.

В целях поддержки контроля сформированности компетенций импортирован модуль «Репозиторий компетенций». Модуль «Репозиторий компетенций» позволяет отслеживать процесс формирования компетенций у студентов в процессе обучения, что делает данную задачу особенно актуальной в условиях современного подхода к обучению на основе компетентностного подхода.

В среду Moodle также импортирован компонент учета и контроля посещаемости («Журнал посещаемости»), ответственность за ведение которого возложена на старост групп.

По результатам всех контролей формируются отчёты об образовательной деятельности и отправляются руководству кафедры для принятия обоснованных грамотных решений и для внесения требуемых изменений в учебный процесс.

В заключении хотелось бы ещё раз подчеркнуть активную роль современных информационных технологий в организации учебного процесса, в первую очередь ориентацию на организацию самостоятельной работы студентов, широкий спектр возможностей – организация индивидуального цикла обучения и коллективной работы студентов, внедрение мультимедийных компонентов и другие особенности средств, базирующихся на дистанционных технологиях.

#### Библиографический список

1. **Анисимов, А.М.** Работа в системе дистанционного обучения Moodle. Учебное пособие. 2-е изд. испр. и дополн./ А.М. Анисимов. – Харьков: ХНАГХ, 2009. – 298 с.
2. **Гвоздева, Т.В.** Подход к построению проектно-ориентированной системы управления на основе синергетических принципов/ Т.В. Гвоздева// Вестник ИГЭУ. -2009. – Вып. 1. – С. 20-23.
3. **Юлдашев, З.Ю.,** Бобохужаев, Ш.И. Инновационные методы обучения: Особенности дистанционного метода обучения и способы его применения: Учеб. пособие/ З.Ю. Юлдашев, Ш.И. Бобохужаев. – Ташкент: «IQTISOD-MOLIYA», 2006. – 180 с.



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

## **ОБЗОР И АНАЛИЗ МЕТОДОВ СЕГМЕНТАЦИИ КЛИЕНТСКИХ БАЗ ДАННЫХ**

Современный потребительский рынок характеризуется жесткой конкурентной борьбой за клиента. Информация о потребителе и история его покупок, собранная в клиентскую базу данных (БД), дают огромное преимущество владельцу такой базы данных в конкурентной борьбе. Создание и управление клиентской БД, содержащей информацию о клиенте и историю взаимодействия с ним, для прямых предложений товаров и услуг компании называется директ-маркетингом. При этом компания – владелец БД ставит перед собой цель установить длительные взаимоотношения с клиентом и максимизировать прибыль, получаемую от клиента.

Современные технологии работы с клиентскими БД позволяют анализировать данные о клиентах и их потребительских предпочтениях и эффективно пользоваться полученной информацией, например:

- выполнять адресные рассылки с предложениями товаров или услуг по выбранной группе заинтересованных клиентов;
- отслеживать результаты маркетинговых акций: измерять процент отклика клиентов на предложения, а так же точно рассчитывать долю прибыли от рекламных инвестиций;
- оценивать качество групп клиентов, т.е. сегментировать клиентов на лояльных потребителей и не лояльных.

Таким образом, директ-маркетинг позволяет принимать более корректные маркетинговые решения, которые основываются на реальных фактах – знаниях, которые несет информация, содержащаяся в клиентской БД, и направлять маркетинговые усилия только на тех клиентов, которые с большой вероятностью откликнутся на коммерческое предложение. В результате увеличивается как объем продаж, так и рентабельность инвестиций.

Однако, несмотря на бесспорные преимущества, прямой маркетинг характеризуется большими рисками. Одна неправильно спланированная акция может сильно ухудшить позицию фирмы на рынке вплоть до ее разорения: например, почтовая рассылка с миллионным бюджетом может быть направлена нецелевому сегменту.

Чтобы оградить себя от рисков компании инвестируют большие средства в аналитическую работу с клиентскими БД. Грамотная сегментация клиентской БД, анализ и тестирование информации, содержащейся в БД, позволяют компаниям избежать рисков и выжить в конкурентной борьбе.

Перейдем к постановке задачи сегментации клиентской БД. Вербально постановка задачи звучит так. В любой момент времени на основе предыдущей клиентской истории необходимо ответить на вопрос: заслуживает ли клиент «А» разрабатываемого маркетингового предложения. Эту задачу еще называют задачей целевого выбора. Формальная постановка задачи. Набор данных в рассматриваемой задаче  $D$  представляет собой таблицу из  $N$  элементов (записей), описываемых  $l$  отдельными атрибутами  $h_1, h_2, \dots, h_l$ . Атрибут может быть как числовой, так и категориальной переменной. Запись (строка)  $X_i = (h_{1i}, h_{2i}, \dots, h_{li})$  представляет собой поведенческую историю клиента  $X_i$  на момент расчета таблицы  $D$ . Все  $N$  наблюдений заранее отнесены к одному из двух классов  $C_1$  и  $C_2$ . Один из этих двух классов является целевым классом. Этот класс еще называют позитивным. Второй класс называют негативным. На практике позитивный класс кодируют 1, а негативный класс – 0. Задача сегментации состоит в построении классификатора, позволяющего:

1. Присвоить вероятность принадлежности наблюдения позитивному классу  $P_i = F(h_{1i}, h_{2i}, \dots, h_{li})$ . Эту вероятность еще называют скором (от английского score – баллы, очки), а модель классификатора, соответственно скоринговой моделью, или просто скорингом.

2. Объединить близкие по вероятности отклика наблюдения в  $k > 2$  сегментов.

Возникает разумный вопрос: почему именно сегментация а не скоринг? Ведь из постановки задачи, очевидно, что построение сегментации дает более грубый результат, нежели скоринг: в случае скоринга мы имеем дело с персональными оценками вероятности отклика, а в случае сегментации будем обладать лишь групповой оценкой. Сделаем необходимые пояснения. Пункт 2 в постановке задачи имеет важный прикладной смысл и представляет собой отдельную задачу классификации наблюдений по вероятности отклика на большее количество мелких сегментов, нежели только позитивный и негативный классы. Работа с более мелкими классами, дает возможность планирования и анализа выборочных маркетинговых экспериментов на уровне сегментов, построения статистических оценок прибыльности акций и принятия решения о дальнейшей экстраполяции маркетинговой концепции на всю клиентскую базу данных или ее часть. Таким образом, тестирование, статистический анализ и экстраполяция результатов маркетин-

говых экспериментов в рамках сегментов дает возможность управлять состоянием клиентской БД. Под состоянием клиентской БД в момент времени  $t$  будем понимать распределение наблюдений по сегментам в рамках разработанной сегментации.

Различные исследования в области директ – маркетинга приходят к единому выводу: наиболее сильное влияние на принадлежность наблюдений позитивному классу оказывают переменные поведенческой истории клиента, нежели результаты анкетирования клиента. Поэтому, в большинстве своем все модели сегментации ограничиваются универсальной тройкой переменных, известных как RFM. Итак, в нашем случае  $h_1 = R$ ,  $h_2 = F$ ,  $h_3 = M$ .

- **Recency (R)** – давность последнего заказа. Рассчитывается как разность, выраженная в днях, между текущей датой и датой последнего заказа.

- **Frequency (F)** – общее количество заказов, сделанных клиентом за всю историю наблюдения за клиентом.

- **Monetary (M)** – общее количество денег, потраченных клиентом за всю историю.

Поведение клиентов следует по одинаковым RFM законам. Например, вероятность повторной покупки по почтовому каталогу и вероятность повторного посещения сети ресторанов имеет одинаковую форму зависимости от RFM переменных. Меняются лишь значения коэффициентов в формулах зависимостей, знаки же коэффициентов, а соответственно и виды кривых зависимостей остаются. Таким образом, можно говорить о RFM постулатах клиентского поведения, подтвержденные большим количеством экспериментальных данных:

**R-постулат.** Чем больше времени прошло с момента последнего заказа, тем меньше вероятность будущего заказа.

**F-постулат.** Чем больше заказов сделал клиент, тем больше вероятность, что он сделает еще один заказ.

**M-постулат.** Чем больше потрачено денег, тем больше вероятность будущего заказа.

Давность последнего заказа является наилучшим предиктором, а последним по силе является общее количество денег. Следует отметить что, переменные RFM коррелируют между собой. На выходе построенной модели получается число  $p$ , принимающее значение в интервале от 0 до 1, которое трактуется как вероятность принадлежности записи  $X_i = (h_{1i}, h_{2i}, \dots, h_{li})$  позитивному классу.

Для решения задачи скоринга применяются следующие методы прикладной статистики: линейная и нелинейная регрессия, нейронные сети,

деревья решений, дискриминантный анализ, ассоциативные правила и др. Сравнение различных классических подходов на идентичном наборе данных с RFM переменными показывает приблизительно одинаковое качество построенных классификаторов. Кроме инструментов прикладной статистики для задачи сегментации применяются другие методы, также базирующиеся на RFM переменных. Самым простым и наиболее широко применяемым на сегодняшний день методом сегментации клиентских баз данных является метод RFM сегментации. Суть его состоит в следующем: значения каждой переменной (R, F и M) разбиваются на 5 интервалов по квинтилям распределения клиентов, либо по квинтилям распределения значений переменной. Каждая полученная группа кодируется значениями от 1 до 5 в соответствии с постулатами клиентского поведения: 1 присваивается наименее вероятной группе, 5 наиболее вероятной. Всевозможные комбинации кодов RFM дают 125 сегментов. Таким образом, 555 заранее является наилучшим сегментом, 111 – наихудшим. Вероятности отклика внутри сегментов находятся экспериментально. По случайной выборке из каждого из 125 сегментов проводится рассылка, затем фиксируется процент отклика в каждом сегменте, который представляет собой оценку вероятности отклика. Таким образом, RFM сегментация представляется собой неявную функцию, ставящую в соответствие каждому из 125 сегментов вероятность отклика.

Подведем итоги обзора существующих методов сегментации БД. Анализ существующих методов показывает, что, хотя все применяемые методы и решают задачу сегментации клиентской БД, они обладают одним общим недостатком: нефиксированные границы отсечения по вероятности отклика. Действительно, если при пересчете сегментации распределения клиентов по RFM переменным изменится, соответственно границы отсечения сегментов изменятся. Например, при пересчете сегментации может оказаться, что сегмент 5 по R образуют клиенты с  $R < 2$  месяца, а при пересчете в следующий период наблюдения окажется, что сегмент 5 по R образуют клиенты с  $R < 2.5$  месяца. В виду того, что границы не фиксированы, методы сегментации, вообще говоря, не позволяют:

- проводить выборочные тесты новых маркетинговых концепций в рамках сегментов и получать статистические оценки вероятности отклика на них с целью дальнейшей экстраполяции результатов на весь сегмент, т.к. в виду изменения границ сегментов, статистические оценки тестов являются ненадежными;
- отслеживать динамику развития БД. Один класс не является этим же классом в следующий момент времени.

*А.Р. Гайнутдинов, студ.;  
рук. М.Ф. Садыков, к.ф.-м.н., доцент  
(КГЭУ, г. Казань)*

## **ЛАЗЕРНЫЙ СТРЕЛКОВЫЙ ТРЕНАЖЕР**

Боевое оружие не годится для отработки всех тех навыков, что могут потребоваться в настоящем бою. Поэтому тренажеры являются хорошим подспорьем в обучении и тренировках. Мною был разработан стрелковый тренажер, в котором вместо пуль используется лазерный луч. Все необходимые для его работы компоненты могут быть установлены на любой пистолет производящий звук щелчка при нажатии на курок.

Щелчок фиксирует датчик вибрации, в ответ на это встроенный микроконтроллер включает лазер на строго заданный промежуток времени, и в том месте, куда должна была попасть пуля, вспыхивает яркое красное пятно, хорошо видимое на мишени. Web-камера подсоединенная к компьютеру, обрабатывает потоковое видео, и в момент выстрела оружия фиксирует лазерную точку на мишени, передает информацию на компьютер. Компьютерная программа, разработанная в среде Labview с использованием библиотеки IMAQ Vision, рассчитывает координаты этой точки, анализирует количество попаданий, меткость.

Изображение поступающее с камеры проходит сравнение с фоновым изображением. Если на изображении появился лазерный пучок, попиксельная разница с фоном имеет вид светлого пятна в месте попадания "пули". Далее вычисляется координата этого пятна относительно заданной мишени.

Лазерный стрелковый тренажер выступает вспомогательным инструментом для получения первоначальных навыков правильного прицеливания и отработки плавного спуска курка, а также для формирования мышечной памяти у стрелка на правильное выполнение выстрела.

*Н.М. Нурғалиева, Р.Ф. Шағалиханов, В.Л. Герасимов, студ.;  
рук. М.Ф. Садыков, к.ф.-м.н, доцент  
(КГЭУ, г. Казань)*

## **СИСТЕМА СОЗДАНИЯ ОБЪЕМНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ**

Каждый человек перед выходом на улицу берет с собой великое множество документов и вещей: паспорт, права, ключи, студенческий, пропуск и т.д. Было бы намного проще, если бы не нужно было каждый раз подтверждать свою личность. Из-за неудобств, все большую популярность приобретают различные средства идентификации человека: одноразовый или постоянные пароли, различные карточки, идентификация по отпечаткам пальцев или по сетчатке глаз. Мы предлагаем использовать для идентификации распознавание лиц. Поэтому мы поставили цель реализовать эффективное, удобное, надежное, простое устройство распознавания лица человека. В наш проект мы установим две web-камеры, которые будут передавать на персональный компьютер видео изображение с разных направлений, это позволит создать трехмерную модель лица человека расположенного в зоне захвата web-камер.

Разработка алгоритмов будет проходить в среде Labview с использованием библиотеки IMAQ Vision, которая содержит различные функции для специального распознавания. Функция IMAQ Particle Filter способна выделить части лица (брови, нос, рот) на изображении, поступающем из web-камер. Их взаимное расположение на разных камерах позволит сделать вывод о глубине и рельефе лица. Полученные данные будут храниться в виде трехмерной модели, а для идентификации человека захваченное лицо сравнится со всеми изображениями лиц и их моделями, хранящимися в базе данных.

Главное преимущество перед остальными способами заключается в следующем:

1. Он основывается на уникальных биологических признаках, а следовательно, его очень сложно подделать.
2. Удобное использование. Не требует от человека обладания специальными карточками, ключами и т.д.
3. Надежность. Не нужно использовать специальные пароли.
4. Экономичность. Это устройство не требует дорогостоящего оборудования.
5. Простота. Нет необходимости непосредственного контакта системы и человека.

После окончания разработки проекта мы планируем получить работоспособное устройство для распознавания изображения лица человека из выбранных множеств.

*М.А. Кулюткина,  
рук. Н.Н. Елизарова, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ 1С: УПРАВЛЕНИЕ ТОРГОВЛЕЙ**

Особенность рыночной экономики состоит в том, что промышленные компании вынуждены пересматривать свою политику хранения и управления запасами, включая и сырье, и конечную продукцию. Если некоторая компания имеет товарные запасы, то капитал, овестьвленный в этих товарах, замораживается. Этот капитал, который нельзя использовать, представляет для компании потерянную стоимость в форме невыплаченных процентов или неиспользуемых возможностей инвестирования. Кроме того, наличие запасов влечет за собой определенные издержки, поскольку для их хранения необходимо создать определенные условия и выделить определенные площади; необходимо оплачивать работу персонала, осуществляющего управление запасами; запасы должны быть застрахованы и т.п.

Спрос на продукцию чаще всего содержит долю неопределенности, случайности. Поэтому чем меньше уровень запаса, тем больше вероятность того, что возникнет дефицит продукции. Наличие дефицита тех или иных товаров само по себе является для компании источником определенных убытков либо в сфере производства, либо в связи с потерей клиентов.

Был проведен анализ снабженческой деятельности швейной фирмы ОАО «Айвенго», в результате чего были выявлены следующие проблемы:

1. На складе из-за неверного расчета заказов скопилось за все время функционирования предприятия очень много ткани, из которой уже не шьют изделия в силу отсутствия на них спроса. Это, естественно, потеря былой возможной прибыли, а что также актуально – повышение стоимости хранения сырья.

2. Сотрудники отдела снабжения для осуществления своих функций используют такие программные средства, как 1С:Торговля и склад 7.7 и MS Excel. Но 1С:Торговля и склад 7.7 не поддерживает необходимые аналитические функции.

Для решения данных проблем предлагается система информационного обеспечения управления запасами сырья на основе 1С: Управление торговлей 8.2, с помощью которой можно реализовать следующие функции:

- учет текущего уровня запаса на складе;
- определение потребности в сырье;
- определение размера гарантийного (страхового) запаса;
- определение точки заказа сырья;
- прогнозирование потребности в сырье
- анализ оптимальных поставщиков.

Получив данные об условиях работы с поставщиками (время поставки сырья, время возможной задержки поставки сырья, нормы потребности сырья в день для производства изделий), сотрудник должен определить размер гарантийного запаса сырья, а также точку заказа сырья, при наступлении которой необходимо делать следующий заказ.

Эти данные заносятся в 1С:Управление торговлей 8.2, где будет проводиться учет расхода сырья (рис. 1).

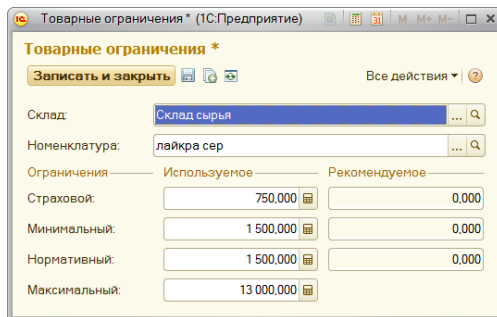


Рис. 1. Товарные ограничения для сырья - лайкра сер

Когда состояние запасов сырья достигло порогового уровня, необходимо делать заказ на поставку сырья. Для этого сначала необходимо получить план производства изделий и данные о продажах изделий за отчетный период (для возможной корректировки плана производства). 1С: Управление торговлей 8.2 позволяет планировать и прогнозировать потребность в запасах товаров, используя для составления прогноза различные источники данных. В качестве источников данных могут быть использованы любые данные, хранящиеся в информационной базе. Например, объем продаж за предыдущие периоды продаж, объем закупок, текущий остаток на складе и т.д.

В начале необходимо настроить источники данных для планирования объема продаж. Для нового источника данных необходимо задать



его наименование и те правила, по которым будут формироваться данные для источника данных. Выбираем шаблон «Продажи» (рис. 2):

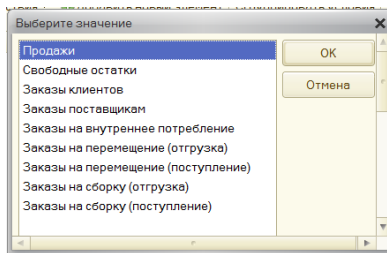


Рис. 2. Выбор шаблона для создания источника данных

Затем необходимо составить плана продаж (**Запасы и закупки – Запасы – Планы продаж и внутреннего потребления**). В появившемся окне (рис. 3) необходимо добавить источник «Продажи» (можно скорректировать результат на необходимое количество процентов, выбрать необходимый склад, номенклатуру и т.п.)

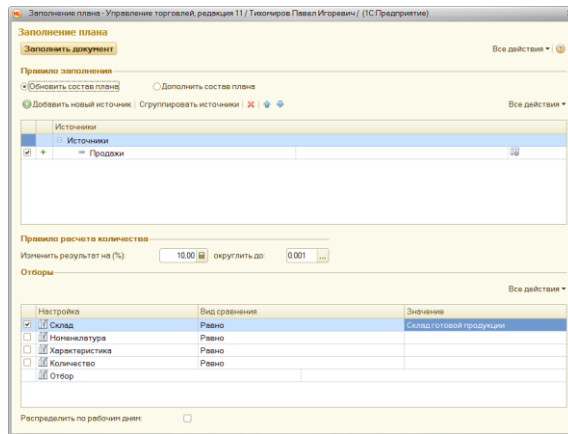


Рис. 3. Заполнение плана продаж и внутреннего потребления

Нажав кнопку **Заполнить документ** и программа автоматически под- считывает необходимый объем продаж на необходимый период (рис. 4).

Естественно, выдаваемую системой рекомендацию по плану про- даж можно редактировать в соответствии с планом производства и данными об остатках на складе. Для получения данных об остатках

сырья на складе необходимо пройти во вкладку **Запасы и закупки** и выбрать отчет **Ведомость по товарам на складах** (рис. 5).

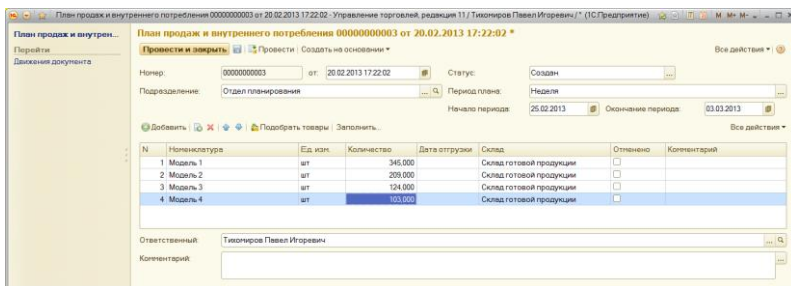


Рис. 4. План продаж и внутреннего потребления

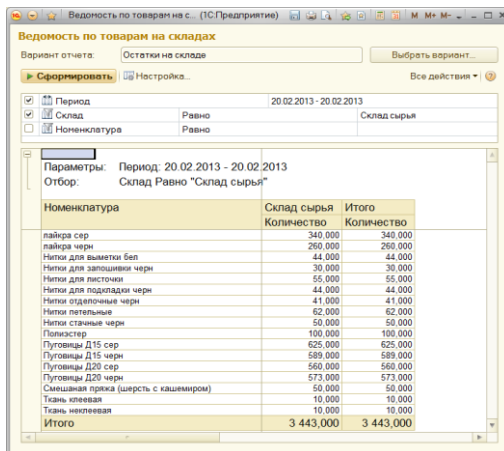


Рис. 5. Отчет об остатках сырья на складе

Теперь, зная, сколько необходимо закупить сырья для обеспечения непрерывного процесса производства необходимо выбрать оптимальных поставщиков для реализации заказа. В 1С: Управление торговлей предусмотрена возможность при оформлении заказа поставщику сравнить цены, указанные в заказе, с теми ценами которые зарегистрированы у других поставщиков. Для этого используется отчет **"Анализ цен партнеров"** (рис. 6). Предварительно цены поставщиков и конкурентов должны быть зарегистрированы с помощью документа **"Регистрация цен партнеров"**. В отчет также вставим сроки доставки.

## Секция 27. Информационные технологии в управлении

Номенклатура	Цена документа	Цена поставщика	Цена поставщика	Цена поставщика
Заказ поставщику 00-00000007 от 20.02.2013 18:30:04, RUB				
лавара сер	55	60	62	55
лавара черн	55	60	62	55
Плистер	60	65	70	60
Смешанная пряжа (шерсть с кашемиром)	100	105	100	100
Ткань клевава	30	35	30	30
Ткань неклевава	40	45	50	40
Нитки для выметки бел	5	5	5	5
Нитки для зашивания черн	5	5	5	5
Нитки для пистона	6	6	6	6
Нитки для подшивки черн	6	6	6	6
Нитки отделочные черн	5	5	5	5
Нитки пательные	6	6	7	6
Нитки сланные черн	7	7	7	7
Пуговицы Д15 сер	3	3	4	3
Пуговицы Д16 сер	3	3	4	3
Пуговицы Д20 сер	5	5	6	5
Пуговицы Д20 черн	5	5	6	5

Рис. 6. Анализ цен и сроков поставки поставщиков

Зеленым цветом выделены минимальные цены, красным – максимальные. В графах под названием поставщика указаны сроки поставки. Мы видим, что у поставщика ООО Сатурн цены минимальны и срок поставки – 2 дня, это является оптимальным решением для выбора данного поставщика. Выбрав поставщика ООО Сатурн, оформляем заказ на поставку (рис. 7).

N	Номенклатура	Количество	Ед. м.	Цена	% курс	Сумма курс	Сумма	Ставка НДС	НДС	Дата поступления	Статус
1	лавара сер	750,000	м	60,00		41 250,00	18%	6 292,37	6 292,37	24.02.2013	
2	лавара черн	480,000	м	60,00		28 800,00	18%	4 027,12	4 027,12	24.02.2013	
3	Плистер	600,000	м	60,00		36 000,00	18%	5 491,83	5 491,83	24.02.2013	
4	Смешанная пряжа (шерсть с к.	190,000	м	100,00		19 000,00	18%	3 020,34	3 020,34	24.02.2013	
5	Ткань клевава	370,000	м	30,00		11 100,00	18%	1 716,10	1 716,10	24.02.2013	
6	Ткань неклевава	370,000	м	40,00		15 000,00	18%	2 288,14	2 288,14	24.02.2013	
7	Нитки для выметки бел	370,000	шт	5,00		1 875,00	18%	296,02	296,02	24.02.2013	
8	Нитки для зашивания черн	300,000	шт	5,00		1 500,00	18%	228,51	228,51	24.02.2013	
9	Нитки для пистона	520,000	шт	6,00		3 150,00	18%	480,51	480,51	24.02.2013	
10	Нитки для подшивки черн	220,000	шт	6,00		1 300,00	18%	206,93	206,93	24.02.2013	
11	Нитки отделочные черн	300,000	шт	5,00		1 500,00	18%	228,51	228,51	24.02.2013	
		11 570,000				187 026,00		28 529,24	28 529,24		

Рис. 7. Заказ поставщику

Таким образом, проделав все необходимые действия, был сформирован оптимальный заказ на поставку. Разработанная система планируется к внедрению в ОАО «Айвенго».

*О.А. Иванов, асп.;*  
*рук. Л.Б. Директор, д.т.н.*  
*(ОИВТ РАН, г. Москва)*

## **ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МАЛЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

Одним из основных направлений развития современной энергетики являются технологии активно-адаптивных энергосетей, включающие в себя многоуровневую систему управления генерацией, распределением и потреблением энергии (SMART Grid) [1]. Концепция «умной энергосети» применима к объектам как централизованной, так и малой энергетики. К особенностям малых энергетических комплексов можно отнести наличие различных типов источников энергии (когенерационные установки на традиционном топливе, установки для сжигания биомассы, газовые и электрические котлы, установки на ВИЭ и т.д.). Одна из задач, возлагаемых на интеллектуальные системы управления в малой энергетике (micro grid) – это оптимальное управление распределением нагрузок между генерирующими установками, накопителями и потребителями энергии [2]. Результатом такого управления является снижение стоимости энергии, экономия топлива и увеличение надежности энергоснабжения. На выбор оптимального режима работы энергокомплекса оказывают влияние следующие факторы:

1. Качественный и количественный состав генерирующего оборудования.
2. Характер и величина энергетических нагрузок, а также требования к качеству и стабильности энергоснабжения, предъявляемые потребителем.
3. Возможность подключения к внешним энергетическим сетям.
4. Характеристики накопителей энергии.
5. Тарифы на тепловую и электрическую энергию в регионе, а также цены на топливо.
6. Климатические условия.

В работе представлена программа «EnergyOptim», позволяющая определять оптимальный состав и оптимальные режимы работы оборудования с учетом всех перечисленных факторов и формировать соответствующие режимные карты. Система управления должна реализовывать оптимальный алгоритм управления энергетическим комплексом, в т.ч. при случайных отклонениях внешних параметров от заданных стандартных (типичных) графиков.

Модель энергокомплекса формируется пользователем в процессе работы с программой из моделей отдельных элементов. Каждый элемент комплекса является либо источником, либо потребителем хотя бы одного вида энергии (тепловой или электрической), причем основное условие – соблюдение баланса потребляемой и произведенной энергии. Если комплекс подключен к внешним энергетическим сетям, такие сети формально также считаются элементами комплекса, производящими энергию. Аккумуляторы (вне зависимости от вида аккумулируемой энергии) во время зарядки являются потребителями, а во время разрядки – производителями энергии.

Модель энергетического комплекса может быть представлена в виде уравнений баланса тепловой и электрической энергии в каждый момент времени [3]:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n W_i(t, \vec{\eta}_i) &= 0; \\ \sum_{i=1}^n N_i(t, \vec{\xi}_i) &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $n$  – количество элементов энергокомплекса;  $W_i$  и  $N_i$  – потоки (мощность) тепловой и электрической энергии для  $i$ -го элемента в момент времени  $t$ , причем для потребителей энергии значение потока берется со знаком "-", а для производителей – со знаком "+";  $\vec{\eta}_i$  и  $\vec{\xi}_i$  – векторы переменных, от которых зависят тепловые и электрические потоки  $i$ -го элемента в момент времени  $t$  (например, это могут быть зависимости КПД от мощности, различные функции тепло- и электропотерь, метеорологические и климатические внешние условия и т.п.). Для генерирующих установок

Система уравнений (1) дополняется ограничениями на величины тепловых и электрических потоков, соответствующими постановке задачи (предельные величины мощности, отбираемой от внешней сети, предельные величины мощности элементов энергокомплекса), и дополнительными соотношениями, определяющими динамические характеристики элементов энергокомплекса (математические модели элементов) [3]. В системе уравнений переменными являются потоки энергии  $W_i$ ,  $N_i$  генерирующих установок. Учитывая большую размерность задачи, для реализации оптимизационных процедур используется симплекс-метод. Оптимальным является решение, при котором достигается минимальное значение целевой функции. В качестве целе-

вой функции могут быть выбраны финансовые затраты на энергоснабжение, количество сжигаемого топлива или объем выбросов вредных веществ. В общем виде целевая функция записывается следующим образом:

$$F = \sum_{i=1}^n W_i \cdot f_i^W(t, k_i^W, \bar{\eta}_i) + \sum_{i=1}^n N_i \cdot f_i^N(t, k_i^N, \bar{\xi}_i), \quad (2)$$

где  $f_i^W, f_i^N$  – коэффициенты целевой функции (удельные стоимости тепловой и электрической энергии в зависимости от загруженности установки и других параметров в момент времени  $t$ ).

Математическая модель реализована в программных кодах в среде программирования Delphi 6. Программа снабжена графическим интерфейсом, что делает ее удобной для пользователя. Структура исходных данных представлена на рис. 1.

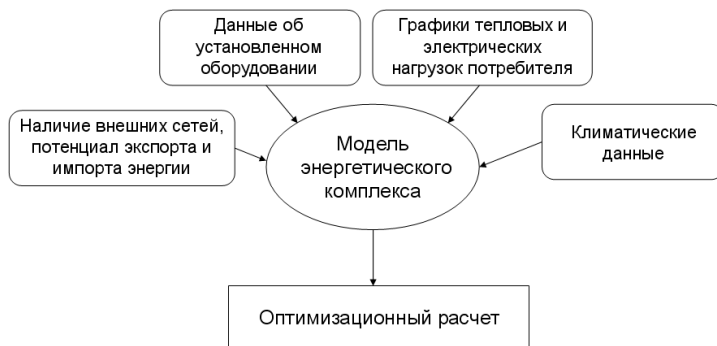


Рис. 1. Структура данных

Особенностью программы является возможность формирования энергокомплекса нужной конфигурации пользователем из отдельных элементов. В процессе работы пользователь выбирает из базы данных требуемые элементы, определяет их параметры и связи между ними.

Пример спроектированного в программе энергокомплекса показан на рис. 2.

Программный комплекс «EnergyOptim» тестировался на стендовом макете энергетического комплекса в составе двух газопоршневых установок, аккумулятора тепловой энергии, имитаторов тепловой и электрической нагрузки при подключении к внешней электрической сети.

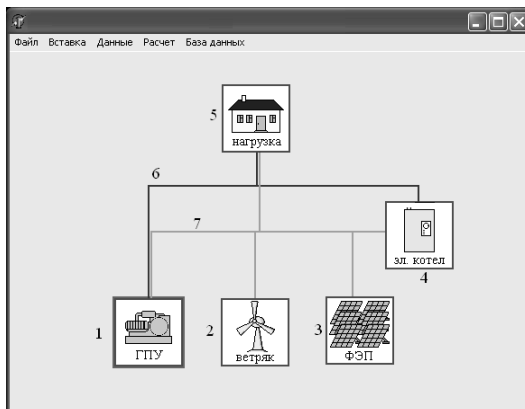


Рис. 2. Энергокомплекс, спроектированный с помощью программы «EnergyOptim»: 1 – газопоршневая установка, 2 – ветроэнергетическая установка, 3 – фотоэлектрический преобразователь, 4 – электродкотел, 5 – потребитель, 6 – тепловые связи, 7 – электрические связи

#### Библиографический список

1. **Фортов В.Е.,** Макаров А.А. Направления инновационного развития энергетики мира и России // УФН. 2009. Т. 179. № 12. –с. 1337-1353.
2. [http://www.e-apbe.ru/distributed\\_energy/memo\\_TP\\_SDE.php](http://www.e-apbe.ru/distributed_energy/memo_TP_SDE.php).
3. **Директор Л.Б.,** Майков И.Л., Иванин О.А. Задача оптимизации автономных энергетических комплексов в составе локальных распределительных сетей // Энерготехнологии и ресурсосбережение. 2012. №4. с. 33-41. ISSN 0235-3482.

*В.Э. Мотова, студ.;  
рук. Д.О. Сонин, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

В современной ситуации для любой торговой компании одним из самых перспективных направлений повышения конкурентоспособности является оптимизация планирования ее деятельности. Для закупочной деятельности эффективное планирование состоит в оптимальном выборе момента закупки и объема закупки. Для такого выбора в каждый момент времени важно располагать информацией о

прогнозе потребительского спроса. Прогноз обычно осуществляется либо опытными экспертами, что может вести к субъективности модели, либо специализированными системами, результаты которых могут с трудом поддаваться проверке на адекватность.

Поэтому важным аспектом является подбор той модели, которая сможет обеспечить наибольшую точность прогноза, т.е. позволит более адекватно отразить будущее состояние анализируемого объекта или процесса. В закупочной деятельности объектом исследования является спрос. Спрос на ассортимент представляет собой количество проданного товара за определенный промежуток времени.

Существует множество различных методов, используемых для прогнозирования, и выбор должен зависеть от особенностей построенной кривой спроса. Например, данные о динамике спроса за год представлены на точечной диаграмме рис. 1.

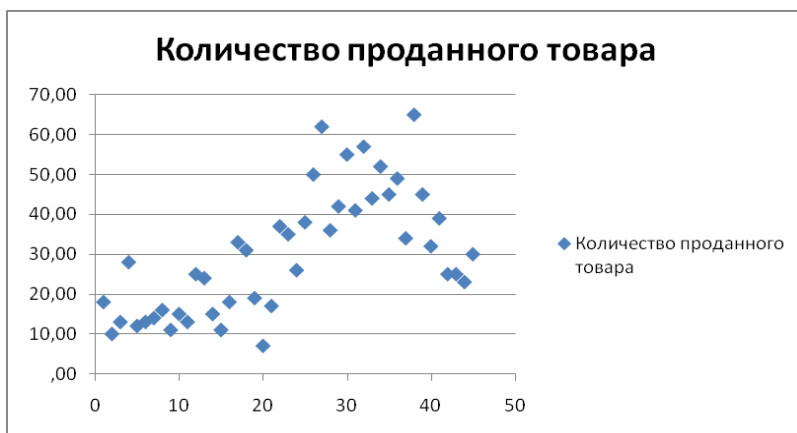


Рис. 1. Динамика спроса

На графике видно, что спрос имеет лаги (выбросы) и закономерность развития трудно определить, что в период с 29 по 33 недели значения спроса резко менялись. Данные особенности можно представить как критерии при выборе модели. Представим критерии в виде множества  $K\{K_1 \dots K_n\}$ :

$K_1$  – кривая спроса не может быть описана плавной кривой

$K_2$  – В спросе существуют выбросы (аномальные значения)

$K_3$  – Есть периоды времени, когда кривая спроса резко изменяется

$K_4$  – На спрос влияет сезонная компонента



Теперь рассмотрим наиболее распространенные методы прогнозирования:

1. Метод прогнозирования на основе среднего уровня ряда. При построении прогноза данным методом используется принцип, согласно которому значения всех последующих прогнозируемых уровней принимаются равными среднему значению уровней ряда в прошлом.

2. Метод прогнозирования на основе наличия тренда. Под трендом понимается долгосрочная составляющая, характеризующая общую тенденцию изменения спроса в течение длительного периода времени. Под тенденцией понимается возрастание или убывание спроса. Метод должен отвечать следующим критериям:

- исходные данные должны быть получены за длительный промежуток времени, и описываться плавной кривой;
- общие условия, определяющие тенденцию развития изучаемого явления в прошлом и настоящем не должны претерпевать значительных изменений в будущем.

3. Регрессионный анализ – это статистический метод исследования зависимости случайной величины  $Y$  от переменных  $X_j$  ( $j = 1, 2, \dots, k$ ), рассматриваемых в регрессионном анализе как неслучайные величины независимо от истинного закона распределения  $X_j$ . Обычно предполагается, что случайная величина  $Y$  имеет нормальный закон распределения с нулевым математическим ожиданием, являющимся функцией от аргументов  $x_j$ , и с постоянной, не зависящей от аргументов дисперсией  $\sigma$ . Условием регрессионного анализа является незначительное влияние сезонной компоненты.

4. При решении задач прогнозирования роль нейронной сети состоит в предсказании будущей реакции системы по ее предшествующему поведению. Обладая информацией о значениях переменной  $x$  в моменты, предшествующие прогнозированию  $x(k-1)$ ,  $x(k-2)$ , ...,  $x(k-N)$ , сеть вырабатывает решение, каким будет наиболее вероятное значение последовательности  $x(k)$  в текущий момент  $k$ . Для адаптации весовых коэффициентов сети используются фактическая погрешность прогнозирования  $\varepsilon = x(k) - \hat{x}(k)$  и значения этой погрешности в предшествующие моменты времени. Среди достоинств можно выделить следующие:

- нейронные сети - исключительно мощный метод моделирования, позволяющий воспроизводить чрезвычайно сложные зависимости. В частности, нейронные сети нелинейны по своей природе. На протяжении многих лет линейное моделирование было основным методом моделирования в большинстве областей, поскольку для него хорошо разработаны процедуры оптимизации. В задачах, где линейная аппрокси-

мация неудовлетворительна, линейные модели работают плохо. Кроме того, нейронные сети справляются с "проклятием размерности", которое не позволяет моделировать линейные зависимости в случае большого числа переменных;

- нейронные сети учатся на примерах. Пользователь нейронной сети подбирает представительные данные, а затем запускает алгоритм обучения, который автоматически воспринимает структуру данных. При этом от пользователя, конечно, требуется какой-то набор эвристических знаний о том, как следует отбирать и подготавливать данные, выбирать нужную архитектуру сети и интерпретировать результаты, однако уровень знаний, необходимый для успешного применения нейронных сетей, гораздо скромнее, чем, например, при использовании традиционных методов статистики.

Для оценки рассматриваемых методов в соответствии с выделенными критериями введем следующие обозначения: оценка равна 0, если метод не удовлетворяет ни одному критерию, оценка равна 1 – метод удовлетворяет только одному критерию, 2 и 3 соответственно и 4, если метод удовлетворяет всем критериям. Для оценки необходимо владеть теоретическими знаниями о каждом методе, поэтому в качестве экспертов могут выступать аналитики. Результаты представим в виде табл. 1.

Таблица 1. **Выбор модели прогнозирования**

Критерии/ Методы	Прогнозирование на основе среднего уровня ряда	Прогнозирование на основе наличия тренда	Регрессионный анализ	Нейронная сеть
K <sub>1</sub>	метод предполагает плавное изменение временного ряда	метод предполагает плавное изменение временного ряда	метод предполагает плавное изменение временного ряда	временной ряд может иметь любой закон распределения
K <sub>2</sub>	не учитывает аномальные значения	учитывает	учитывает	учитывает
K <sub>3</sub>	резкие изменения сглаживаются	значительные изменения не допускаются	значительные изменения допускаются	значительные изменения допускаются
K <sub>4</sub>	не учитывает сезонную компоненту	учитывает	должно быть незначительное влияние сезонной компоненты	учитывает
Оценка метода	0	2	2	4

Можно сделать вывод, что только один метод удовлетворяет всем критериям – прогнозирование с помощью нейронной сети. Действительно с помощью нейронной сети можно описать трудные нелинейные зависимости, например резкие колебания спроса, влияние случайных компонент, также они позволяют учитывать общую динамику спроса, например отражают влияние сезонной компоненты.

*Ю.В. Кудряшова, маг.;*  
*рук. Д.Н. Франтасов, к.т.н., доцент*  
*(СамГУПС, г. Самара)*

## **ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Потери электроэнергии в электрических сетях - важнейший показатель экономичности их работы, наглядный индикатор состояния системы учета электроэнергии, эффективности энергосбытовой деятельности энергоснабжающих организаций. Этот индикатор все отчетливей свидетельствует о накапливающихся проблемах, которые требуют безотлагательных решений в развитии, реконструкции и техническом перевооружении электрических сетей, совершенствовании методов и средств их эксплуатации и управления, в повышении точности учета электроэнергии, эффективности сбора денежных средств за поставленную потребителям электроэнергию и т.п.

В связи с резким сокращением инвестиций в развитие и техническое перевооружение электрических сетей, в совершенствование систем управления их режимами, учета электроэнергии, возник ряд негативных тенденций, отрицательно влияющих на уровень потерь в сетях, таких как: устаревшее оборудование, физический и моральный износ средств учета электроэнергии, несоответствие установленного оборудования передаваемой мощности.

Для того, чтобы определить, какая доля этих безусловно завышенных потерь приходится действительно на физически обусловленную техническую составляющую, а какая на коммерческую, связанную с недоверностью учета, хищениями, недостатками в системе выставления счетов и сбора данных о полезном отпуске, необходимо рассчитывать величину потерь [1].

На данный момент в энергосберегающих компаниях отсутствует система, которая бы давала оценку потерь как технических, так и коммерческих. Расчет нормативов технологических потерь электрической энергии осуществляют сторонние предприятия. Предприятия не рассчитывают коммерческие потери, что приводит к прямым финансовым убыткам.

Необходимы, очевидно, новые подходы к нормированию потерь электроэнергии в сетях, которые должны учитывать не только их техническую составляющую, но и систематическую составляющую погрешностей расчета потерь и системы учета электроэнергии.

Достаточно часто наличие коммерческих потерь объясняют хищениями электроэнергии. На самом деле это не так, потому что около 50 % коммерческих потерь обусловлено несовершенством и погрешностями системы учета электроэнергии, в том числе нарушениями межповерочного интервала. Чтобы наметить пути снижения коммерческих потерь, необходимо знать их структуру.

Коммерческие потери электроэнергии нельзя измерить. Их можно с той или иной погрешностью вычислить. Значение этой погрешности зависит не только от погрешностей измерений, объема хищений электроэнергии, наличия «бесхозных потребителей», других факторов, но и от погрешности расчета технических потерь электроэнергии.

Чем более точным будут расчеты коммерческих потерь электроэнергии, тем, очевидно, точнее будут оценки технических составляющей, тем объективнее можно определить их структуру и наметить мероприятия по их снижению.

Допустимый небаланс электроэнергии в электрической сети – это допустимые нетехнические потери электроэнергии, которые могут быть объяснены допускаемыми погрешностями средств учета электроэнергии. Согласно [2] допустимый небаланс электроэнергии определяется по предельным допускаемым погрешностям измерительных комплексов (ИК), учитывающим поступившую и отпущенную через ИК электроэнергию.

Допустимый небаланс определяется по формуле:

$$НБ_{\delta} = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^m \delta_{ni}^2 \cdot d_{ni}^2 + \sum_{i=1}^n \delta_{oi}^2 \cdot d_{oi}^2}, \% \quad (1)$$

где  $\delta_{ni}(\delta_{oi})$  – суммарная относительная погрешность  $i$ -го измерительного комплекса, состоящего из трансформатора напряжения (ТН), трансформатора тока (ТТ) и счетчика, учитывающего поступившую (отпущенную) электроэнергию, %;  $d_{ni}(d_{oi})$  – доля электроэнергии, по-

ступившей (отпущенной) через  $i$ -й измерительный комплекс, о.е.;  $m$  – количество измерительных комплексов, учитывающих электроэнергию, поступившую в сеть;  $n$  – количество измерительных комплексов, учитывающих отпущенную электроэнергию.

Допустимые относительные погрешности  $i$ -го измерительного комплекса определяются по формуле:

$$\delta_i = 1,1\sqrt{\delta_{ТТ}^2 + \delta_{ТН}^2 + \delta_{N\kappa}^2 + \delta_E^2}, \% , \quad (2)$$

где  $\delta_{ТТ}$ ,  $\delta_{ТН}$ ,  $\delta_{Сч}$  – классы точности трансформатора тока, трансформатора напряжения и счетчика соответственно;  $\delta_L$  – допустимое значение потери напряжения в линии присоединения счетчика к ТН, равное 0,25 %.

Коммерческие потери представляют собой не что иное, как фактический небаланс электроэнергии в электрической сети [2], который в абсолютных единицах вычисляется по формуле:

$$\Delta W_K = W_{OC} - W_{ПО} - \Delta W_T , \quad (3)$$

где  $W_{OC}$  – отпуск электроэнергии в сеть, определяемый по разности показаний счетчиков, учитывающих электроэнергию, поступившую в электрическую сеть от смежных энергосистем и счетчиков;  $W_{ПО}$  – полезный отпуск электроэнергии потребителям;  $\Delta W_T$  – технические потери электроэнергии, рассчитываемые в соответствии с нормативными документами [3, 4].

Очевидно, однако, что в реальных условиях отпуск в сеть, полезный отпуск и технические потери определяются с погрешностями. Разности этих погрешностей фактически и являются структурными составляющими коммерческих потерь. Они должны быть по возможности сведены к минимуму.

Предположим, что поступившую и отпущенную энергию учитывают по два измерительных комплекса.

Для каждого измерительного комплекса по формуле (2) определим допустимые относительные погрешности измерительного комплекса  $\delta_i$  и по формуле (1) рассчитаем допустимые небаланс НБ электроэнергии. Результат представлен на рис. 1.

При уменьшении  $\delta$  почти в 3 раза (за счет повышения класса точности трансформатора тока, трансформатора напряжения и счетчика структурным методом коррекции [5]), потери снижаются в 3 раза.

Создание информационной системы расчета и анализа потерь электроэнергии сократит затраты предприятия, это связано с тем, что система своевременно будет сообщать о значительных потерях на участ-

ках пути и предлагать методы по их минимизации или устранению. Основой системы будут являться данные, получаемые в режиме реального времени с уже существующих систем, тем самым сокращаются затраты на внедрение. Данные поступают в базу данных, где происходит их обработка и расчет технических и коммерческих потерь. Расчет может проводиться по наиболее универсальной методике. На основе расчета выдается экспертное решение по участкам, где необходимы работы по устранению или минимизации потерь.

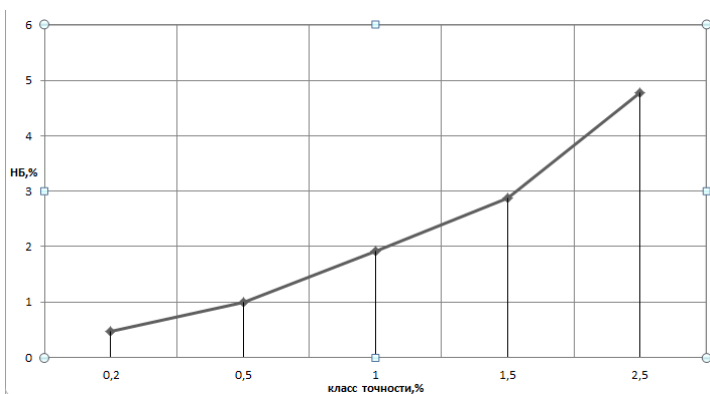


Рис. 1. Зависимость небаланса электроэнергии от класса точности измерительного комплекса

В результате информационно-измерительная система позволит экономно расходовать электроэнергию, оперативно находить участки с сверхбольшими потерями и проводить мероприятия по их минимизации или устранению.

### Библиографический список

1. **Бохмат И.С.**, Воротницкий В.Э., Татаринев Е.П. Снижение коммерческих потерь в электроэнергетических системах. Электрические станции, 1998, №9.
2. РД 34.09.101-94. Типовая инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении. – М.: СПО ОРГРЭС, 1995.
3. **Типовая** инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении (РД 34.09.101-94). СПО ОРГРЭС, – М. 1995.
4. **И** 34-70-030-87. Инструкция по расчету и анализу технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1987.
5. **Франтасов Д.Н.** Исследование трансформатора тока с коррекцией погрешности / А. М. Косолапов, Д. Н. Франтасов // Датчики и системы. 2010. № 6. – с. 55 – 58.

*Е.В. Сидорова, студ.;  
рук. Н.Н. Елизарова, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ОЦЕНКА ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ БАНКА**

В современных условиях вопрос о надежности и устойчивости отечественных банков приобретает особое значение. Банки являются частью единого экономического организма, одним из важнейших секторов экономики. Финансовое состояние банков и экономики в стране – это две взаимосвязанные части. Эффективное развитие банков в стране положительно сказывается на ее экономическом росте, и наоборот, эффективность развития банков зависит от состояния экономики. Банкротство любого крупного банка в стране будет иметь глубокие последствия для экономики данной страны, а также возможно и других.

Ликвидность – одна из важнейших характеристик банка. Она означает «возможность банка своевременно, в полном объеме и без потерь обеспечивать выполнение своих долговых и финансовых обязательств перед всеми контрагентами, а также предоставлять им средства в рамках взятых на себя обязательств, в том числе и будущих». Ликвидность банка является залогом его устойчивости и работоспособности, так как если банк обладает достаточным уровнем ликвидности, то он сможет удовлетворять потребности своих клиентов с минимальными потерями для себя. Высокая ликвидность является показателем того, что клиент в любой момент сможет вернуть вложенные средства или получить кредит в банке.

Так как очевидно, что показатель ликвидности является одним из важнейших показателей деятельности банка, то был проведен анализ деятельности Финансового управления АКБ «Акция» ОАО по управлению финансовым состоянием банка. В процессе анализа были выявлены следующие проблемы:

1. В связи с большим объемом и сложностью расчетов мониторинг показателей финансовой деятельности проводится не регулярно. А согласно рекомендациям Банка России необходимо проводить их ежедневный расчет, чтобы обеспечить своевременное реагирование на возможные отклонения показателей.

2. Из первой проблемы вытекает следующая – это несвоевременное реагирование на проблемы, возникающие в финансовой деятельности, что приводит к задержкам в погашении банком своих денежных обязательств (то есть несвоевременное гашение кредиторской задолженности).

В целях обеспечения и поддержания необходимого уровня ликвидности банка, а также решения выявленных проблем реализованы следующие функции:

1. Ежедневный мониторинг и расчет нормативных показателей ликвидности, контроль их соответствия максимально и минимально допустимым значениям;

2. Расчет показателей избытка или дефицита ликвидности для принятия решения о размещении, либо привлечении денежных средств на финансовых рынках.

3. Предоставление полученных финансовых показателей руководству банка в виде, соответствующем требованиям, предъявленным Банком России, для принятия управленческих решений;

4. Оценка финансового состояния контрагентов и принятие решений о сотрудничестве с контрагентом (первичный анализ методом кластерного анализа и последующий для принятия решения о проведении конкретной сделки с данным контрагентом метод дерева решений); Также одной из основных функций деятельности Финансового управления является формирование возможных, в том числе оптимальных, вариантов планов финансовой деятельности банка, направленной на достижение поставленных руководством целей с заданной эффективностью в требуемые сроки для принятия соответствующих управленческих решений Руководством банка.

Для информационного обеспечения процесса планирования финансовой деятельности предлагается построить математическую модель для расчета необходимых показателей на требуемом интервале времени (долгосрочное, среднесрочное, оперативное и текущее планирование).

В рамках информационного обеспечения планирования финансовой деятельности осуществляется расчет следующих показателей на необходимом временном интервале:

- объем размещения ресурсов на интервале планирования;
- объем привлечения ресурсов на интервале планирования;
- допустимые значения характеристик пассивных инструментов – стоимость и время привлечения;
- допустимые значения характеристик активных инструментов – стоимость и время размещения;
- плановые финансовые потоки выплат банка по кредиторской задолженности, поступления в банк по дебиторской задолженности; проценты;
- плановые суммы ежемесячных отчислений в фонд обязательного резервирования (ФОР);
- плановые суммы налоговых отчислений.

Данная работа ведется в рамках дипломного проекта и планируется к внедрению в АКБ «Акция» ОАО.



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

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АНАЛИЗА ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ИС УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ**

В настоящее время активно развивается рынок учетных систем класса ERP. Зачастую стоимость проекта повышается во время проектирования/внедрения, переносятся сроки, в связи с некорректной и неполной постановки задач на внедрения. Заказчик ERP системы не в состоянии системно сформулировать все цели внедрения и, как правило, не знает всех тонкостей и возможностей платформ учетных систем.

Применение данной методики помогает системно подойти к анализу предметной области и получить запланированный результат, используя методы:

- системный анализ;
- матрица соответствия Функций и Целей Организации;
- матрица ответственности;
- процессный подход;
- UML моделирование;
- матрица соответствий системно описанных, проектируемых, реализованных функций.

Методика позволяет декомпозировать проблемы, цели предприятия, и функции, которые их реализуют. Грамотная постановка целей позволяет выявить «узкие места на предприятии», определить информационные проблемы, которые нужно решить. Четко определить ответственных за реализацию конкретных функций, определить, какая информация нужна в конкретной функции конкретному работнику. На основании системного анализа создается функциональная модель предметной области, с помощью которой формируются объекты будущей модели данных посредством Case-средств: ERWin Process modeler и DataModeller, RationalRose. И во время проектирования и кодирования идет сравнение функций для реализации, объектов модели данных и закодированных объектов, что помогает Заказчику и Разработчику достичь планируемых целей, т.е. запланированных результатов.

Данная методика используется в ходе реализации курсовых и дипломного проекта на Тему: «Информационное обеспечение управления производством», где на платформе 1С:Управление Производством

венным предприятием были реализованы поставленные цели, спроектированные объекты модели данных и интерфейсы пользователей. Используя матрицу соответствий мы выявили, что разработанное решение ИС удовлетворила поставленные цели и реализует необходимые функции в соответствии с Техническим Задаанием(ТЗ). Что является свидетельством того, что разработчик выполнил свои обязательства перед заказчиком. Зачастую заказчик требует от разработчика выполнение функций, которые не были оговорены в ТЗ, и соответственно, не были учтены при оценке стоимости разработки. Поэтому данный метод помогает разобраться не только, что нам нужно сделать, но и как оценить результат. В свою очередь Заказчик гарантирует себе получение корректного результата, соответствует ли он поставленным целям, требованиям, указанным в ТЗ.

Наличие «Матрицы соответствий системно описанных, проектируемых, реализованных функций» является весомым поводом для подписания акта приема-сдачи системы и дальнейшего введения системы в опытную и промышленную эксплуатацию.

#### **Библиографический список**

1. Белов А.А. Синергетические аспекты информационной деятельности: Монография ГОУ ВПО имени В.И. Ленина, – Иваново, 2008. – 32 с.
2. Гвоздева Т.В., Баллод Б.А. Проектирование информационных систем: учеб. пособие./ГОУ ВПО ИГЭУ имени В.И. Ленина, – Иваново, 2006, – 126 с.
3. Грекул В.И., Денищенко Г.Н., Коровкина Н.Л. Проектирование информационных систем. Интернет-университет информационных технологий. –ИНТУИТ.ру, 2008.

*О.В. Григорьева, студ.;*  
*рук. Т.В. Гвоздева ст .преподаватель*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ И ВЕДЕНИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАМКАХ ПРОБЛЕМНО- ОРИЕНТИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ**

Динамика развития современной социально-экономической системы ставит, порой, достаточно жесткие условия для функционирования предприятий различных отраслей. Для обеспечения высокого уровня развития предприятия и поддержания должной конкурентоспособности, руководство вынуждено совершенствовать не только технологии производства товаров и услуг, искать пути получения качественного

сырья, но и подбирать профессиональные, высококвалифицированные кадры, поскольку именно правильно подобранный персонал и уровень профессионализма сотрудников являются одним из важнейших залогов успеха любой компании. Проблема несоответствия уровня знаний и умений выпускников высших учебных заведений и молодых специалистов требованиям рынка, отсутствие необходимого опыта решения реальных профессиональных задач, привели к необходимости совершенствования образовательной деятельности, в частности форм и методов обучения. Мерой, применение которой призвано повысить качество образования, можно считать применение проблемно-ориентированного подхода к обучению.

Основы проблемно-ориентированной технологии (ПОТ), основанной на лично-ориентированном подходе к обучению, зародились еще в середине XX века. Основателем можно считать Ховарда Барроуза (Howard Barrows), который, в конце 60-х годов вместе со своими коллегами, применил данный метод для обучения в медицинской школе. Позднее стали появляться труды отечественных (И.А. Ильницкая, М.И. Махмутов, М.Н. Скаткин, И.Я. Лернер) и зарубежных ученых (Barrows, Bridges, Hallinger, Cohen), свидетельствующие об эффективности внедрения данной технологии в процесс обучения.

Суть проблемно-ориентированного подхода заключается в решении реальных проблемных ситуаций из сферы профессиональной деятельности и, доведения их, с помощью применения проектной технологии, до готового решения. При этом, проекты, реализуемые в рамках ПОТ, могут иметь как реальных заказчиков (реальные проекты), так и осуществляться в учебных целях (учебные проекты).

Стадия формирования решения на рис.1 – коллективное обсуждение проблемной ситуации ( $w_i$ ) и выявление наиболее рациональной идеи решения. Коллектив студентов путем рассуждений – обмена мнениями и знаниями – в процессе свободной коммуникации формирует идею-решение ( $p_i$ ). Таким образом, в процессе решения проблемы задействованы все участники инициативного коллектива. Наиболее активные и обладающие соответствующим проблеме уровнем знаний, становятся, в дальнейшем, командой разработчиков решения и доведения решения до готового проекта ( $G_i$ ). На выходе процесса – идея будущего решения проблемной ситуации заказчика.

Стадия свободной коммуникации участников насквозь пронизывает всю деятельность в рамках ПОТ, поскольку вся работа коллектива основана именно на свободной коммуникации каждого из ее членов друг с другом. Такое общение поможет развить профессиональные

компетенции каждого члена коллектива и, почти всегда, сформировать комплексное видение проблемы.

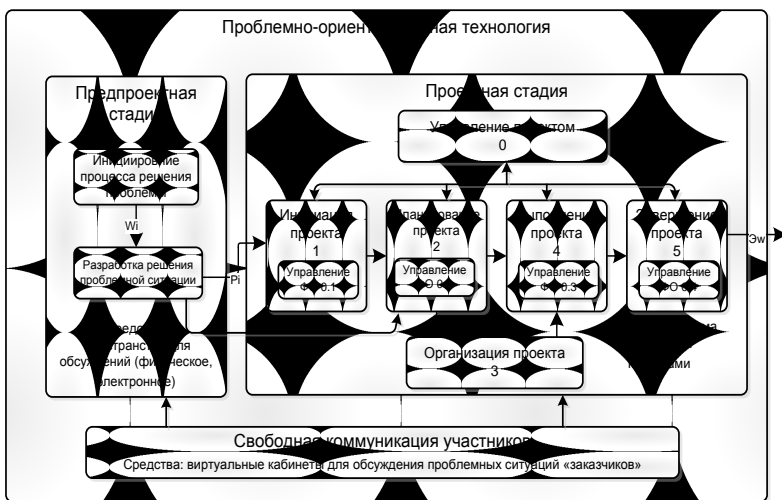


Рис. 1. Общая схема ПОТ

Стадия реализации решения: решение найдено, но на входе данного блока процессов не реализовано. Деятельность по реализации решения приобретает рамки проектной деятельности, поскольку необходима грамотная организация процесса проектирования, включая распределения всех ресурсов и управления командой разработчиков. Помимо этого, проектный подход сам по себе предусматривает производство инновационного продукта (в данном случае – решения проблемной ситуации) и регламентирует процесс взаимодействия заказчика и исполнителя проекта. На входе процесса – идея будущего решения проблемной ситуации заказчика, на выходе – готовое эффективное решение проблемной ситуации.

Особо важная роль здесь отводится проектному механизму, с помощью которого происходит организация разработки решения проблемы, поскольку «проект – это временное предприятие, предназначенное для создания уникальных продуктов, услуг или результатов». [3].

Жизненный цикл (ЖЦ) проекта включает следующие стадии:

- инициация проекта, которая заключается в решении проблемной ситуации, формировании команды и оценки эффективности сформированного решения;

- управление проектом, осуществляемое через «системное применение методов и инструментов управления в целях получения заданных результатов проекта» [2], (включает: планирование, организация контроль, управление функциональными областями);
- выполнение проекта;
- завершение проекта.

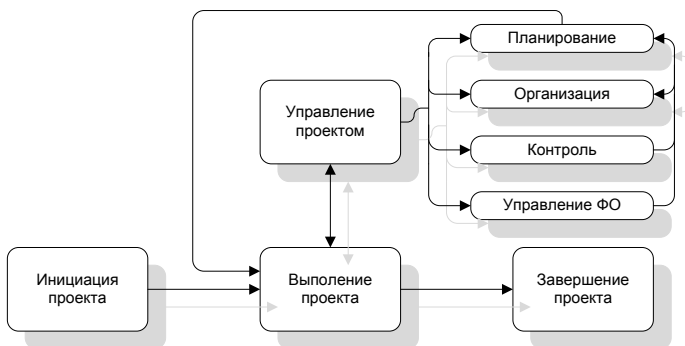


Рис. 2. Стадии ЖЦ проекта в рамках ПОТ

На каждой стадии ЖЦ проекта в рамках ПОТ должно осуществляться *управление функциональными областями*, такими как: управление изменениями, управление качеством, управление человеческими ресурсами как основным ресурсом в рамках ПОТ, управление коммуникациями, управление рисками, управление знаниями.

Однако особенностью применения проектного подхода в рамках проблемно-ориентированной технологии является то, что основы для формирования команды проекта заложены еще на стадии обсуждения проблемной ситуации. В обычной практике, команда проекта подбирается исходя из компетенций каждого участника проекта, его занятости в других проектах. Это является недостатком проектного подхода, мешающим осуществлению ПОТ, поскольку на стадии выполнения важен не сколько отдельный исполнитель, сколько способность каждого к работе с компетентными коллегами. В рамках ПОТ подбираются не только исполнители (g), но и устанавливаются эффективные связи между ними (l) – профессиональные отношения (ρ), что определяет структуру команды проекта  $G = \{g \ \rho \ l\}$  [1]. Для формирования команды исполнителей используются методы теории графов, методы визуализации, методы выделения сильной компоненты графа и другие.

Сформированная команда по функциональному признаку (не только знания, но и умения) не всегда соответствует требованиям проекта. Это требует изменения структуры команды проекта за счет привлечения других студентов, аспирантов и других научных сотрудников к созданию готовой разработки по реализации решения проблемной ситуации. Отбор дополнительный участников осуществляется на основании сформированности у них требуемых проекту компетенций в соответствующей проблемной области.

Второй важной задачей при выполнении проекта в рамках ПОТ является контроль, который осуществляется для поддержки ответственных лиц при контроле деятельности проектной группы. Для решения задачи мониторинга проектной деятельности применяются методы теории игр и имитационного моделирования, которые позволяют давать оценку вероятности успешного завершения проекта в соответствии с требованиями заказчика.

На кафедре информационных технологий ИГЭУ активно применяется технология проблемно-ориентированного обучения. Для формирования среды управления проектами кафедры ИТ ИГЭУ используется бесплатное программное средство для управления проектами и изменениями Redmine, главным плюсом которого является возможность доработки (open source), в нашем случае, адаптации под использование в рамках ПОТ. Также разработаны программные модули подбора команды проекта и контроля проектной деятельности. Хранение необходимых для расчетов данных осуществляется в различных подсистемах, интегрированных в единое информационное пространство кафедры.

Применение проблемно-ориентированной технологии позволяет формировать требуемые компетенции, ориентированные на решение профессиональных задач, а также, на поддержку контактов с внешними предприятиями (источниками проблем для решения и потенциальными работодателями для выпускников), что способствует развитию партнерских отношений между высшей школой и потенциальными потребителями её выходного продукта.

#### Библиографический список

1. **Гвоздева, Т.В.** Проблемно-ориентированное управление организационным развитием / Т.В. Гвоздева, А.А. Белов. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 164 с.
2. **ГОСТ Р 54869—2011.** Проектный менеджмент. Требования к управлению проектами. – М.: Стандаринформ, 2011. – 14 с.
3. **Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Рук-во PMBoK®).** 4-е изд. ANSI/PMI 99-001-2008.

*А.А. Карпычев, студ.;  
рук. Н.В. Рудаков  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ФОРМАЛИЗАЦИИ ЗНАНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ОБЩЕЙ ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ СПЕЦИАЛИСТАМИ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ**

Правительство РФ в соответствии со статьей 32 закона об образовании установило Правила размещения в сети Интернет и обновления информации об образовательном учреждении и его отделениях. Данные правила [1] предписывают, что сайт КИТ ИГЭУ должен:

- располагать сведениями о персональном составе работников, о материально-техническом обеспечении и оснащенности образовательного процесса, об образовательных стандартах и требованиях, о результатах приема по направлениям подготовки, о направлениях и результатах научно-исследовательской деятельности и др;
- обеспечивать доступ пользователей для ознакомления с размещенной на сайтах информацией на основе свободного и общедоступного программного обеспечения;
- информировать студентов о текущей учебной деятельности в виде расписания занятий, новостных объявлений;
- располагать механизмами удобной навигации и приятным дизайном.

На данный момент времени существует проблема Wст: сайт кафедры ИТ не отвечает данным требованиям, поскольку, согласно мнению сотрудников кафедры и внешних пользователей структура сайта не информативно построена – элементы, формирующие структуру сайта были подобраны без привязки к функциям, реализацию которых должен был осуществлять сайт как часть единого информационного пространства кафедры. Подразумевается, что сайт должен реализовывать большой набор функций, касающихся представления информации, обработки сигналов от элементов управления и поддержания обратной связи.

При внесении изменений в структуру сайта, совершаемых с целью решения Wст, со стороны кафедры было принято решение назначить администрирование двум людям. Один исполнитель занимается разработкой функциональной структуры, другой – занимается технической и практической реализацией.

Разработчик функциональной структуры должен:

- уметь решать прикладные задачи информационного типа;
- уметь выбирать необходимые для решения проблемной ситуации источники знаний и информационных ресурсов;
- знать виды и способы формализации функциональных требований и технических заданий в информационных системах;
- уметь моделировать структуры данных и знаний, бизнес-процессы и др [3].

Разработчик технической и практической реализации должен:

- владеть компьютером на уровне продвинутого пользователя;
- знать протоколы и принципы функционирования сети Интернет, распространенные виды веб-браузеров, основы веб-дизайна;
- уметь пользоваться операционной системой веб-сервера (\*nix), графическими программами (Adobe Photoshop);
- владеть языками программирования (PHP, SQL, JavaScript), языками построения веб-страниц (HTML, CSS) [3].

Так как у этих людей различные знания и понимание структуры сайта, необходимо найти способ применить знания, имеющиеся у обоих исполнителей, для решения проблемной ситуации Wст.

Самая большая нагрузка на исполнителей приходится на преобразование реальной проблемы или её сегментов во внутримашинное представление после предварительного упорядочивания и абстрагирования [2]. На выходе этой процедуры должна получиться модель, которую одинаково хорошо должны воспринимать как исполнители с различным уровнем знаний, и которая должна быть близка по содержанию к инструментальной среде, в которой планируется решать проблемную ситуацию. Процесс решения проблемы представлен на рис. 1. Следует отметить, что в данном примере исключены шаги по построению моделей в виде набора формул, поскольку данная модель не требуется специалисту, программирующему на языке построения сайта (ModX). Ему будет достаточно графического представления.

Наиболее оптимальным вариантом представления и получение информации для специалистов являются эскизные модели. Эскизные модели представляют из себя черновые варианты готовых страниц сайта. Разработчик функциональной структуры через них видит, как будут расположены функциональные элементы, как они будут взаимодействовать друг с другом, какие задачи и подзадачи будут ими решаться. Технический специалист с помощью эскизов видит, какие элементы



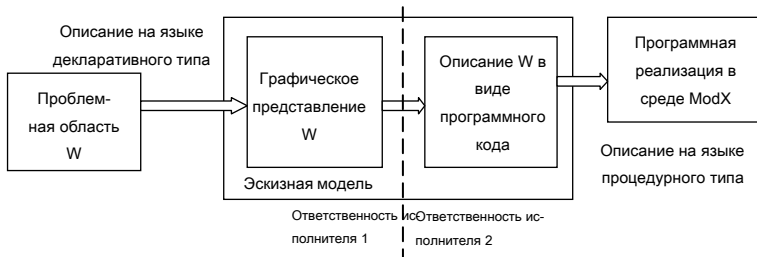


Рис. 1. Пример процесса решения проблемы

сайта необходимо изменить, убрать или добавить в существующий сайт, как построить программный код, чтобы дизайн сайта не был нарушен, и его можно было без проблем открывать в любом браузере.

Если же у специалистов возникают трудности с построением эскизов страниц (например, требуется развёрнутое объяснение на естественном языке), то им необходимо скомбинировать структурированные таблицы с текстовыми заданиями, чтобы каждый понимал что необходимо сделать и какие места необходимо доработать.

Рассмотрим взаимодействие исполнителей на примере эскизной страницы, представленной на рис. 2. Данная страница содержит элементы управления, обозначенные как Элемент1 и Элемент2.

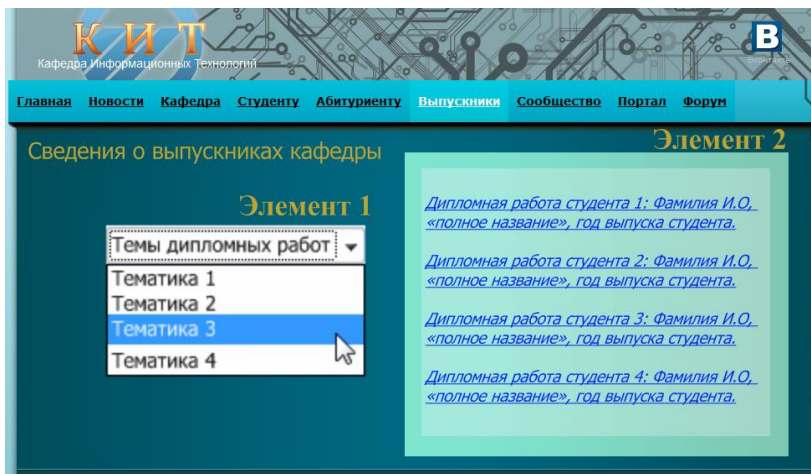


Рис. 2. Пример эскизной модели страницы сайта

Трактовка рис. 2 исполнителем, отвечающим за функциональную структуру: «данная страница реализует функцию представления информации о выпускных квалификационных работах студентов кафедры, Элемент1 реализует функцию отбора работ, имеющих схожую тематику, Элемент2 реализует функцию предоставления ограниченного набора данных, касающихся отдельной работы и функцию перенаправления пользователя на страницу с информацией о конкретной работе».

Трактовка рис. 2 исполнителем, отвечающим за техническую реализацию: «Элемент1 на странице может быть создан путём добавления элемента управления выпадающего меню через программный код на языке ModX:

```
<select onchange="javascript:
location.href=getElementById('thesistype').
options[getElementById('thesistype').selectedIndex].value ;"
id="thesistype" name="thesistype">
<option value="id" >Темы дипломных работ</option>
</select>
```

Составляющие Элемент2 является гиперссылками, каждая из них может быть реализована посредством HTML-тега:

```
<p><a href="http://it.ispu.ru/index.php?id=55">Дипломная работа студента Фаилия И.О, «полное название», год выпуска студента.</a></p>
```

Таким образом, для разработчика функциональной структуры эскиз страницы сайта формирует образ функционального блока, который входит в функциональную структуру. Для разработчика технической и практической реализации эскиз страницы сайта формирует образ исполнительного кода представления страницы.

Эскизные модели наиболее полно помогают реализовать взаимодействие между специалистами разного уровня теоретической подготовки при соблюдении важного условия: что группы специалистов получили детализированную информацию о проблемах, которые они решают.

#### Библиографический список

1. **Об утверждении** Правил размещения в сети Интернет и обновления информации об образовательном учреждении. Утв. постановлением Правительства РФ от 18 апреля 2012 г. // Рос. газ. 2012, 25 апреля.
2. **Осуга С.** Обработка знаний: Пер. с япон. / С. Осуга. – М.: Мир, 1989. – 293 с.
3. **Интернет-ресурс:** Должностные инструкции <http://www.rabota.ru/>

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

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТЕНТА**

В настоящее время повышение значимости документа в управленческой деятельности делает актуальными исследования в области документационного обеспечения управления, направленные на переход от традиционного делопроизводства, от классического деления документации «по системам», к созданию высокоэффективных, использующих современные технико-технологические достижения систем управления всем комплексом информационно-документационных ресурсов, отражающих всевозможные процессы предприятия, закрепленных на различных материальных носителях и представленных в разной форме. Данный комплекс представлен в контексте данной статьи как **контент**. Английское слово *content* означает «нечто, что содержится внутри».[5] Также существует еще одна интерпретация данного термина, такая как «удовлетворенность, довольство». Из вышесказанного можно сделать вывод, что необходимо формировать контент таким образом, чтобы способствовать максимальному использованию возможностей сотрудников, удовлетворяя их информационные потребности и при этом избегать «засорения» контентом его деятельности.

Термин «контент» тесно связан с понятием **корпоративности**. Данное понятие особенно актуально в современном веке, когда зачастую для поддержания конкурентоспособности, выживания на рынке, мелкие и средние организации объединяются в крупные процветающие корпорации. Корпорация (от новолат. *corporatio* — объединение) в широком смысле - всякое объединение с экономическими целями деятельности: это чаще всего большое коммерческое предприятие, зачастую, холдинговая структура, в которой объединены несколько предприятий разных видов деятельности. «Корпоративный» – это, прежде всего «объединяющий». Отсюда следует, что корпоративная информационная система (КИС) – это такая информационная система, которая больше свойственна крупным (средним) организациям и охватывает всю деятельность (или её большую часть) предприятия или организации, пронизывает основные процессы. Таким образом, КИС организует **единое информационное пространство**. В свою очередь для соз-

дания единого информационного пространства необходима разработка набора единых требований, в том числе требований к формированию контента.

Методика формирования контента включает в себя разработку классификатора документированной информации по различным признакам, определение содержания и формы документа для конкретного использования, определение алгоритма формирования контента, разработку принципиальной схемы управления контентом.

Первым этапом создания методики является разработка классификатора, в состав которого должны быть включены только такие признаки, которые необходимы для решения конкретных задач.[7] В рамках разрабатываемой методики, классификация способствует **функции создания документа**, оформлению его в соответствии с требованиями и рекомендациями, содержащимися в нормативно-методических документах. Таким образом, необходимо выделить такие признаки, которые позволят учесть все аспекты документа на этапе его создания: как формальную сторону, так и содержательную.

Согласно официальной формулировке, документ — материальный носитель  $D (M)$  с зафиксированной на нём в любой форме информацией  $D (C)$  в виде текста, звукозаписи, изображения и (или) их сочетания  $F(D)$ , который имеет реквизиты, позволяющие его идентифицировать  $G (D)$ , и предназначен для передачи во времени и в пространстве в целях общественного использования и хранения.[1] Основываясь на данном определении можно сформировать множество аспектов документа:  $D = \{M, C, F, G\}$ , где  $D (M)$  - *medium*- материальный носитель информации  $I$ ,  $D (C)$  - *content*- информационное содержимое, которое в свою очередь делится на грамматический, лексический, синтаксический, семантический и прагматический аспекты,  $D (F)$  - *form*- форма представления информации  $I$ ,  $D (G)$  – структура документа. Исходя из этого, предлагается классификация по таким признакам, как материальный носитель информации  $I$ , форма представления информации  $I$ , содержание документа, предполагающее наличие таких аспектов, как функциональный стиль речи (включает морфологический, лексический, синтаксический аспекты), семантический аспект, прагматический аспект. Кроме того, данный этап включает выбор метода классификации и способа кодирования, а также формализованное представление условий разработки классификатора.

Следующим этапом является определение формы и содержания документа для конкретного использования. Данный этап предполагает тщательный анализ действующей на данный момент нормативно-

методической документации, большая часть которой содержится в таких системах стандартов, как Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу (СИБИД), Система менеджмента качества (СМК), Единая система конструкторской документации (ЕСКД), Единая система технологической документации (ЕСТД) и др. Далее предполагается сопоставление элементов множества нормативно-методических документов каждому из признаков, ранее выделенных в классификаторе, причем в некоторых случаях недостаточно сопоставления целого документа какому-либо из признаков, необходимо выделить конкретные пункты документов, касающиеся данного признака. Таким образом, автору документа будет представлен целый набор требований по созданию конкретного документа.

Результат данного этапа методики можно представить в виде многомерной матрицы с числом строк  $n$  и столбцов  $k$ , где  $n$ ,  $k$  равны числу значений каждого признака. В ячейках, на пересечении столбцов и строк, находятся соответствующие пункты из нормативных и методических материалов, содержащие требования к оформлению конкретного документа. На рис. 1 отражена матрица, содержащая всего два признака.

В результате сопоставления каждого значения признака документа нормативно-методическим документам, выяснилось, что существуют значения признаков документа, к которым в настоящее время не сформулированы требования. Этому могут служить следующие причины: а) на настоящий момент нормативно-методический документ не разработан; б) нормативно-методический документ разработан и существует, однако находится в закрытом доступе; в) документа, к которому предъявляются требования, не существует в принципе. Например, на пересечении значений признаков «Бумажный носитель» и «Аудиальная форма представления» ячейка многомерной матрицы окажется пустой. Для решения вышеперечисленных проблем, ответственному лицу в организации необходимо разработать собственный внутренний регламент, содержащий требования к оформлению документов, который будет действовать только в рамках данной организации.

Третьим этапом является определение алгоритма формирования контента. Алгоритм предполагает последовательность действий по формированию контента, при этом алгоритм должен реализовывать основные принципы формирования контента. Некоторыми из этих принципов являются ориентированность на потребителя информации, а также необходимость отражения в документах процессов. Таким образом, необходимо ориентироваться на удовлетворение информацион-

ной потребности получателя документа при реализации им какого-либо процесса.

	Значение признака $q_j$	Значение признака $q_{j+1}$	...	Значение признака $q_n$
Значение признака $q_i$	$T=\{t_1, t_2, \dots, t_n\}   t \rightarrow d(q_i, q_j)$	$T=\{t_1, t_2, \dots, t_n\}   t \rightarrow d(q_i, q_{j+1})$	...	$T=\{t_1, t_2, \dots, t_n\}   t \rightarrow d(q_i, q_n)$
Значение признака $q_{i+1}$	$T=\{t_1, t_2, \dots, t_n\}   t \rightarrow d(q_{i+1}, q_j)$	Требования (содержащиеся в нормативно-методической базе) к документу, имеющему признаки $q_{i+1}$ и $q_{j+1}$	...	$T=\{t_1, t_2, \dots, t_n\}   t \rightarrow d(q_{i+1}, q_n)$
...	...	...	...	...
Значение признака $q_k$	$T=\{t_1, t_2, \dots, t_n\}   t \rightarrow d(q_k, q_j)$	$T=\{t_1, t_2, \dots, t_n\}   t \rightarrow d(q_k, q_{j+1})$	...	$T=\{t_1, t_2, \dots, t_n\}   t \rightarrow d(q_k, q_n)$

Рис. 1. Матрица значений признаков документа и соответствующие требования к его оформлению

И, наконец, заключительным этапом является разработка принципиальной схемы, целью создания которой является наглядное представление процесса управления контентом с учетом разработанной методики.

**Библиографический список**

1. **Федеральный закон № 77-ФЗ.** Об обязательном экземпляре документов.
2. **Белов А. А.** Экономические аспекты информатизации / ГОУ ВПО ИГЭУ имени В. И. Ленина. – Иваново, 2006.
3. **Белов, А.А.** Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика / ГОУ ВПО ИГЭУ им. В.И. Ленина. – Иваново, 2009. – 424 с.
4. **Шашенкова М. А.** Компьютерные информационные технологии в документационном обеспечении управления. Конспект лекций / ГОУ ВПО ИГЭУ имени В. И. Ленина. – Иваново, 2006.
5. **Лыкова М.В.,** Мелега Г.Д., Методические основы построения систем документационного обеспечения управления: метод. пособие / Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 2012.
6. **Кушнаренко Н. Н.** Документоведение : учеб. для вузов. 3-е изд., стереотип. – Киев, 2001.
7. **Сонин Д.О.** Системные принципы классификации в документной системе / Д.О. Сонин // Вестник ИГЭУ, вып.3, 2009.

*Т.М. Бирюкова, студ.;*  
*рук. Б.А. Баллод, к.т.н., доцент*  
*(ИГЭУ, Иваново)*

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ  
РЕШЕНИЙ ПО ЗАЯВКАМ БЮДЖЕТНЫХ  
УЧРЕЖДЕНИЙ ОТДЕЛОМ УПРАВЛЕНИЯ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО КАЗНАЧЕЙСТВА**

Информационное обеспечение управления – сложный технологический процесс, который заключается в отражении информации, характеризующей состояние управляемого объекта и являющейся основой для принятия управленческих решений.

*Объект* исследования: деятельность отдела № 20 УФК. Соответственно, *предмет* исследования – информационное обеспечение управления данной организации.

Исследование предметной области, а именно применение математической теории массового обслуживания (СМО) показало, что сотрудник отдела не справляется с обработкой поступающих заявок, следствием этого является несвоевременное предоставления данных ЛПР для принятия управленческих решений. Возникает проблема – как повысить эффективность работы СМО?

*Цель:* организация учета информации о клиентах, о поступающих заявках и их статусе обслуживания, а также для поддержки принятия решений посредством подготовки отчетов по запросу использует интеллект.

Сотрудник отдела Управления Федерального Казначейства решает несколько задач:

- *во-первых*, необходимо определить является ли клиент получателем бюджетных средств (ПБС) или нет,

-*во-вторых*, отнесение заявок ПБС к одной из двух категорий: 1 категория – заявки должны быть выполнены в день поступления; 2 категория – заявки могут быть выполнены в течение 2 дней с момента её поступления.

- *в-третьих*, решается задача соответствия суммы указанной в заявке с суммой ЛБО.

К 1 категории (1 приоритет) относятся те заявки, которые должны быть выполнены в день её получения:

- если ПБС не имеет «Соглашения о кассовом сотрудничестве»,
- если заявка на выплату заработных плат сотрудникам,
- если заявка на оплату налогов организации.

Все остальные заявки относятся ко 2 категории (2 приоритет) и выполняются в срок 2 дня с момента поступления в Отдел УФК в соответствии с п.8 ФЗ.

Воспользуемся деревом решений, представив алгоритм правил отнесения клиентов к той или иной группе на языке Prolog. Входными данными для дерева решений будут характеристики клиентов, а выходным – название категории. После чего ЛПР может принимать решение.

Когда у отдела накопилось достаточно много информации об остатках ЛБО за несколько лет, можно использовать эту информацию для того, чтобы в дальнейшем проследить какие организации расходуют все лимиты и наоборот, у кого остаются денежные средства, для дальнейшего принятия решения, направить данный отчет в вышестоящие органы для возможного перерасчета начислений и дальнейшего прогнозирования.



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

## **СИСТЕМА ПОИСКА ЗНАНИЙ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ИННОВАЦИОННО- ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Современные вузы ставят перед собой задачу повышения эффективности обучения, которая сегодня зависит во многом от прогресса в инновационной деятельности. Это и генерация инновационных идей, и раскрытие потенциала преподавателей и студентов через издание научных работ и публикаций, изобретений, актуальных для научного и образовательного сообщества, и нововведение методического обеспечения учебного процесса, технологии процесса обучения. При этом важна способность кафедры к постоянной адаптации к меняющимся условиям, потребностям общества, достижениям научно-технического прогресса, которая заключается в модификации программы курсов, методики преподавания, актуализацию информационной базы.

Повышение интеллектуальных показателей преподавателей и стимулирование научной, инновационной деятельности кафедры играет важнейшую роль при создании продукта-специалиста в области информационных технологий. Тогда одной из важнейших целей при организации учебного процесса становится обеспечение кафедры информационными ресурсами для осуществления учебно-воспитательной, научно-исследовательской и инновационной деятельности. Отсюда вытекают информационные потребности кафедры:

- в накопленных, структурированных и интегрированных знаниях кафедры, которыми она владеет и которыми пользуется;
- в актуализации этих знаний;
- в источниках новых знаний для создания инновационных информационно-технологических решений, методических комплексов, способов обучения;
- в простом, быстром и своевременном доступе к знаниям кафедры в любое время и из любого местоположения пользователя.
- в результатах познавательной, научно-исследовательской деятельности сотрудников и студентов как о показателе их духовного и профессионального роста.
- в определении количественного и качественного уровня укомплектованности конкретного тематического направления.

Для достижения поставленной цели и удовлетворения перечисленных потребностей система информационного обеспечения должна позволять осуществлять эффективный интегрированный поиск по внутренним и внешним источникам информационных ресурсов.

Информационный поиск представляет собой процесс выявления в некотором множестве документов (текстов) всех тех, которые посвящены указанной теме (предмету), удовлетворяют заранее определенному условию поиска (запросу) или содержат необходимые (соответствующие информационной потребности) факты, сведения, данные.

Первый этап информационного поиска наиболее существенен, так как от того, насколько точно мы обозначим информационную потребность, сформируем поисковый запрос, напрямую зависят результаты поиска и соответственно, удовлетворение потребности и решение возникшей проблемы. Определение информационной потребности следует начинать с обозначения предметной области, в которой возникла проблема. В этом случае пользователю будет удобно просканировать уже имеющуюся классификационную структуру и выбрать свою предметную область. Это поможет улучшить формирование поискового запроса. Возникает вопрос, а какую классификацию использовать? Уже исследованы классификации по тематикам, универсальные классификации документов ББК и УДК. Среди достоинств двух последних отмечено наличие четкой иерархической структуры. Однако мнение автора документа, которые присваивал ему код ББК и УДК и мнение пользователя, которому нужен этот документ, может расходиться, так как один и тот же документ подчас можно отнести к разному тематическому направлению. Во избежание этого недостатка предложено создать локальный информационный фонд с классификационной структурой, отражающей основные проблемы в деятельности кафедры (организации). Построение локальной структуры позволит адаптироваться под потребности пользователей и упорядочит массив учебных материалов.

Построена семантическая классификация документов, основанная на проблемно-ориентированном подходе. В качестве проблемы выступает дисциплина, преподаваемая на кафедре. Построение классификационной структуры осуществляется алгоритмом кластеризации. Алгоритм кластеризации позволяет выделить некоторые подмножества из множества документов в соответствии с функциями аргументов. В качестве порога кластеризации используется функция близости пары объектов, подлежащих объединению. В данном случае это количество совпадений в поисковых образах документов по той или иной тематике.

Однако информационная база нуждается в постоянной актуализации, т.к. информация имеет свойство морально устаревать. Тогда необходим выход на внешние информационные источники. Но как осуществлять поиск, где нет такой проблемно-ориентированной классификации? Как корректно сформировать поисковый запрос? В этом случае будет целесообразным сужение проблемного пространства путём использования понятийного подхода: любую проблему можно представить множеством понятий, связанных между собой отношениями род-вид, часть-целое и т.д. Это ключевые слова, которые отражают содержание проблемы. Так, занесению в информационный фонд предшествует аналитическая обработка документов, которая заключается в создании поисковых образов документов на основе множества ключевых слов, отражающих содержание и основную проблематику документа, а также метаданных, которыми обладает каждый документ: автор, заглавие, код УДК, издательство, год издания. Ключевые слова отбираются уже с учётом построенной проблемно-ориентированной классификации знаний, отражающей потребности пользователя, а значит, и поисковый образ его будущего запроса.

Построение ПОД было проведено по следующему алгоритму (в соответствии с ГОСТ по индексированию документов):

- занесение документа в систему;
- преобразование входного документа в поток слов;
- выделение словоформ: отсечение окончаний и суффиксов;
- группировка словоформ, подсчёт количества повторов;
- сортировка словоформ по убыванию;
- установление точки игнорирования по коэффициенту значимости словоформ;
- отсечение стоп-слов;
- отсечение редко встречающихся слов;
- индексирование словоформ;
- формирование ПОД.

После предварительного обзора и сравнительного анализа современных аналитических средств в свободном доступе было выбрано и использовано on-line средство анализатора текстов [Is-tio.com](http://Is-tio.com).

Проводя построение поискового образа документа на основе ключевых слов и с учётом иерархической классификации знаний, мы увеличиваем показатель релевантности информации, т.е. степени соответствия найденных документов запросу пользователя.

Однако даже при учёте предыдущих функций вероятность выдачи системой ВСЕХ все релевантных документов, которые есть в хранилище, стремится к 0, если при поиске не учитывается изменение словоформ ключевых слов запроса. Таким образом, учтено проведение морфологического анализа ключевых слов при составлении поискового образа документа и формировании инструмента поиска. Наличие возможности морфологического анализа документа влияет на полноту представленной информации в системе, которая представляет собой отношение количества найденных по запросу документов к общему числу документов в системе, удовлетворяющих данному запросу.

Также, очень важно задать правильные пороги выделения множества ключевых слов из проблемной области. Если к числу значимых слов будут отнесены слишком многие, важные термины будут забыты «шумом» случайных слов. Если диапазон значимых слов будет установлен слишком узким, за его пределами окажутся термины, несущие основную смысловую нагрузку. Существует 2 способа решения этой проблемы: при аналитической обработке документов разработчик ИПС должен учитывать следующее числовое соотношение: число ключевых слов в документе должно составлять 20-30% от общего числа словоформ (зависимость выведена с помощью законов Зипфа и Мандельброта). Но пользователь и сам может помочь решению проблемы путём корректировки первоначального запроса после предварительной оценки результатов поиска на релевантность (степень соответствия информационному запросу) и пертинентность (степень удовлетворения информационной потребности пользователя).

Таким образом, ИПС, обладающая вышеперечисленными функциями позволит наладить коммуникационные связи преподавателя с другими источниками информации (авторами книг, пособий и других материалов, которые он находит в системе), что позволяет ему самообучаться, повышать свою квалификацию и генерировать и формализовать собственные знания, т.е. отмечается повышение интеллектуальных показателей преподавателей. Это, безусловно, отражается на повышении показателей продукта - специалиста – информатика-аналитика, которые формируют его качество.

#### **Библиографический список**

1. Белов А.А. Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика / ГОУВПО ИГЭУ им. В.И. Ленина. – Иваново, 2009. – 423 с.
2. Белов А.А. Экономические аспекты информатизации / А.А. Белов. – ГОУВПО ИГЭУ им. В.И. Ленина, 2006. – 96 с.

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

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ»**

Система программ «1С:Предприятие» предназначена для автоматизации управления и учета на предприятиях различных отраслей, видов деятельности и типов финансирования, и включает в себя решения для комплексной автоматизации производственных, торговых и сервисных предприятий, продукты для управления финансами холдингов и отдельных предприятий, ведения бухгалтерского учета, расчета зарплаты и управления кадрами.

Система «1С:Предприятие» состоит из передовой технологической платформы (ядра) и разработанных на ее основе прикладных решений («конфигураций»). Такая архитектура системы обеспечивает открытость прикладных решений, высокую функциональность и гибкость при использовании, как на самых малых, так и весьма крупных организаций и бизнес-структур.

В ходе работы в «1С:Предприятие 8.2» была разработана информационная система для небольшой фирмы на примере Видеосалона. Изучены методы создания базы предприятия :

- типовой конфигурации ( на базе 1С:Бухгалтерия учебная версия);
- без конфигурации.

На этапе конфигурирования выполнена настройка собственной системы на особенности конкретного предприятия:

- созданы константы, перечисления и справочники необходимой структуры для хранения различной нормативно-справочной информации;
- созданы структуры используемых документов и их формы;
- разработаны программы обработки заполнения документов;- разработаны отчеты для получения итоговых данных о работе предприятия, виды расчета.

В режиме пользователя были заполнены справочники и проверена работоспособность программ.

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

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ CRM НА ПРЕДПРИЯТИИ**

На любом предприятии высокая эффективность работы с покупателями обеспечивается за счет принятия концепции по управлению взаимоотношениями с клиентами CRM. Данная концепция позволяет «интегрировать» клиента в сферу организации — предприятие получает максимально возможную информацию о своих клиентах и их потребностях и, исходя из этих данных, строит свою организационную стратегию, которая касается всех аспектов ее деятельности. Также CRM объединяет информацию о клиентах, полученную по каналам маркетинга, продаж и сервисного обслуживания, и обеспечивает сотрудников компании информацией, необходимой для лучшего понимания запросов потребителей и для эффективного построения взаимоотношений со своими покупателями и партнерами. Компании могут в дальнейшем развивать уже налаженные отношения с клиентами, извлекая больше пользы, снижая издержки и совершенствуя бизнес-процессы.

Для привлечения новых клиентов необходимо учитывать интересы клиентов, объектов воздействия, т.е. предлагать клиентам именно тот товар, который они предпочитают. Но нельзя учесть предпочтения каждого клиента. Необходимо выделять некоторые группы – сегменты – клиентов и уже этим группам предлагать конкретную категорию товаров. Рассмотрим выполнение кластерного анализа в системе STATISTICA - классификация клиентов. Кластерный анализ - совокупность математических методов, предназначенных для формирования относительно "отдаленных" друг от друга групп "близких" между собой объектов по информации о расстояниях или связях (мерах близости) между ними. Используем метод к-средних, который разбивает всю выборку по заданным признакам на указанное количество кластеров. Чтобы использовать этот метод нужно знать или предполагать, сколько кластеров мы хотим иметь (предположим, количество кластеров 4).

Задача состоит в том, чтобы разбить потенциальных клиентов на несколько однородных групп. Кластеризации клиентов по характеристикам:  $x_1$  – удаленность региона,  $x_2$  – вид (субъект права) – данная ха-

рактика не используется при выделении кластеров в STATISTICA,  $x_3$  – среднегодовые суммы сделок и  $x_4$  – частота сделок – количество сделок за год.

Таблица 1. Исходные данные

Клиенты	1	2	3	4
	Удаленность, км	Вид	Среднегодов сумм, тыс. руб./год	Частота сделок, год
1	350	Юрид	550	12
2	590	Юрид	100	5
3	120	Юрид	690	10
4	70	Физич	2	1
5	850	Юрид	1000	20
6	95	Физич	1	1
7	25	Юрид	560	10
8	550	Юрид	378	6
9	860	Юрид	900	12
10	70	Юрид	1780	24

В процессе кластеризации необходимо узнать: каковы средние арифметические шкал для каждого кластера. Для наглядности результатов отобразим средние арифметические на графике рис. 1.

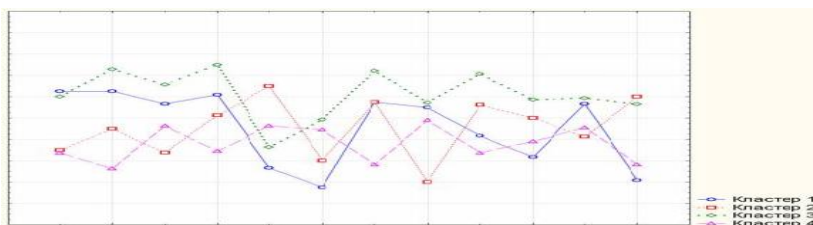


Рис. 1. Средние арифметические шкал каждого кластера

В результате были выделены следующие сегменты:

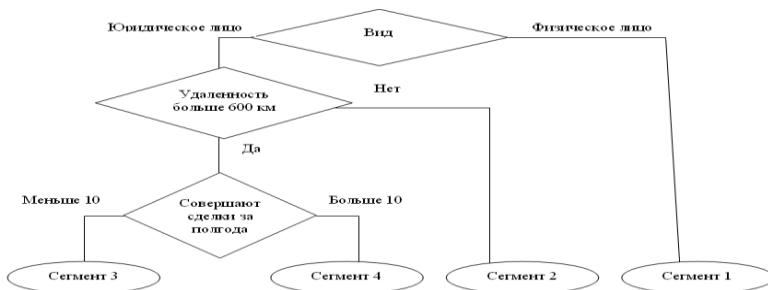
- **Сегмент 1** – физические лица.
- **Сегмент 2** – юридические лица, находящиеся от компании удаленностью меньше 600 км и совершающие сделки.
- **Сегмент 3** – юридические лица, находящиеся от компании удаленностью не меньше 600 км и совершающие меньше 10 сделок в полгода.
- **Сегмент 4** – юридические лица, находящиеся от компании удаленностью не меньше 600 км и совершающие не меньше 10 сделок в полгода.

Следует заметить, что кластерный анализ помог разделить клиентов на сегменты с некоторой погрешностью, так как на рис. 1 мы видим, что иногда кластеры пересекаются.

Таким образом, данный вид анализа помимо сложности имеет оптимальные возможности обработки данных, ведь зачастую для точности результатов приходится использовать от десятков до сотен проб. Так же приемлемость в данном анализе компьютерных технологий позволяет сделать менее трудоёмким процесс обработки результатов и тем самым позволяет уделить большее внимание правильности отбора проб для анализа.

Когда выделены определенные сегменты, на которые можно подразделить клиентов, воспользуемся деревом решений для получения правил отнесения клиентов к этим сегментам. Дерево решений – один из методов автоматического анализа данных. В наиболее простом виде дерево решений – это способ представления правил в иерархической, последовательной структуре, основа такой структуры – ответы «Да» или «Нет» на ряд вопросов. Представим дерево решений в такой форме. Входными для дерева решений будут те же характеристики, а выходным – номер кластера. Отнесение клиента к тому или иному классу осуществляется с некоторой погрешностью, так как выделенные сегменты в процессе кластерного анализа порой пересекаются.

Схема 1 – Дерево решений отнесения клиентов к кластерам



После построения дерево решений можно интерпретировать полученные сегменты (представить алгоритм правил отнесения клиентов к тому или иному сегменту можно представить с помощью языка Prolog). Prolog — язык и система логического программирования, основанные на языке предикатов математической логики дизъюнктов Хорна, представляющей собой подмножество логики предикатов первого порядка. Основными понятиями в языке Пролог являются факты,



правила логического вывода и запросы, позволяющие описывать базы знаний, процедуры логического вывода и принятия решений. Факты в языке Пролог описываются логическими предикатами с конкретными значениями. Правила в Прологе записываются в форме правил логического вывода с логическими заключениями и списком логических условий. Особую роль в интерпретаторе Пролога играют конкретные запросы к базам знаний, на которые система логического программирования генерирует ответы «истина» и «ложь».

Результаты написания правил отнесения клиентов к тому или иному сегменту с помощью языка Prolog выглядят следующим образом:

- Rule 1:** persons is a clients  
if order products  
and buy products
- Rule 2:** clients is a segment 1  
if kind=physical person
- Rule 3:** clients is a segment 2  
if kind=juridical person  
and udalennost'<600  
and quantity deal<10 and  
quantity deal>=10
- Rule 5:** clients is a segment 3  
if kind=juridical person  
and udalennost'>=600  
and quantity deal<10
- Rule 6:** clients is a segment 4  
if kind=juridical person  
and udalennost'>=600  
and quantity deal>=10

Затем с помощью построения диаграммы в MS Excel определим: какие из выделенных сегментов клиентов являются для компании наиболее прибыльными. С помощью полученных данных компания сможет определить, каким из сегментов необходимо уделять наибольшее внимание. На рисунке можно показать кросс-таблицу, на которой по горизонтальной оси отложить номера сегментов клиентов, полученных при помощи кластерного анализа, а по вертикальной – среднегодовые суммы сделок, приходящиеся на каждого клиента.

В условиях падения спроса на товары и услуги, усиления конкуренции на рынках, в периоды финансовых кризисов CRM-система, при правильном и системном ее использовании, выступает в роли эффективного средства оптимизации бизнеса и укреплении конкурентоспособности.

В результате, была предложена частичная интеллектуализация подсистемы CRM на предприятии для повышения эффективности работы с покупателями. Данные методы помогут при улучшении политики по управлению взаимоотношениями с клиентами учитывать предпочтения клиентов, их особые характеристики, что поможет при привлечении новых клиентов.

#### Библиографический список

1. **Боровиков В.П.**, Боровиков И.П. *STATISTICA*. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М., 1998. – 592 с.
2. **Деревья** решений. Методы классификации и прогнозирования. <http://www.intuit.ru/department/database/datamining/9/>.

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

## МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРИРОВАННОГО ПРОБЛЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА В РАМКАХ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В данной статье представлена разработанная в ходе учебно-исследовательской работы методика построения структурированного проблемного пространства некоторой предметной области, предназначенного для систематизированного хранения знаний и организации эффективного доступа к ним. Данные процедуры являются необходимым условием обеспечения инновационного процесса проектирования.

Систематизация знаний о предметной области, согласно предложенной методике, осуществляется посредством проблемно-ориентированного подхода. Каждую проблему (и соответствующие знания) необходимо рассматривать в спектре проблематики, в среде других проблем, где она будет представлять собой подобие открытой системы. Таким образом, из совокупности знаний о проблемах формируется некоторое проблемное пространство. Для создания структурированного проблемного пространства необходимо определить связи между проблемами, находящимися на одном уровне. Это можно осуществить с помощью анализа пересечений понятийных множеств. То есть, во-первых, необходимо определить понятийное множество для каждой проблемы, а во-вторых, выделить общие понятия для этих

проблем. Таким образом, проблемное пространство будет рассматриваться нами на трех уровнях:

- проблемная среда;
- проблема;
- понятие.

Более детально данную методику можно представить в виде следующего алгоритма действий:

**1. Анализ предметной области как проблемной среды с целью выявления актуальных проблем, знания о которых нуждаются в фиксации с целью их последующего использования.** Для того чтобы выявить проблемы какой-либо предметной области необходимо рассмотреть её с точки зрения взаимосвязи основных элементов, то есть представить в виде открытой целесообразной системы. Следовательно, необходимо выделить для данной системы следующие атрибуты:

- используемые для основной деятельности ресурсы;
- применяемые технологии и протекающие процессы;
- существующие организационные структуры, взаимосвязи;
- производимые системой продукты, результаты деятельности;
- возникающие потребности;
- среда системы, потребители результатов её деятельности.

После выделения предложенных атрибутов относительно рассматриваемой предметной области можно переходить к этапу выявления вертикальных (иерархических) связей между понятиями.

**2. Построение иерархических структур атрибутов системы.** Для этого необходимо применить метод функциональной декомпозиции по отношению к каждому из выделенных элементов. Другими словами, необходимо для каждого из них построить своего рода иерархическую структуру, тем самым конкретизируя более сложные понятия и постепенно снимая неопределенность. Процесс декомпозиции не может быть строго детерминирован в силу своей эмерджентности, поэтому принятие решений на каждом из шагов, а также их количество определяется аналитиком субъективно, исходя из его опыта и интуиции. Таким образом, в результате применения данного метода получим определенное количество уровней иерархии проблемного пространства, на каждом из которых находится ряд взаимосвязанных друг с другом проблем (понятий). Однако, для формирования структуры проблемного пространства только вертикальных (иерархических) связей недостаточно, поэтому необходимо рассмотреть и выявить горизонтальные связи между проблемами.

**3. Выявление горизонтальных связей между проблемами предметной области.** Понятия, находящиеся на одном иерархическом уровне, представляют собой некое понятийное множество. Каждому из атрибутов, выделенных на первом этапе, соответствует ряд понятийных множеств, связанных отношениями иерархии. Для того чтобы выявить горизонтальные связи между проблемами необходимо сопоставить множества понятий, находящихся на одном иерархическом уровне, но являющихся элементами различных атрибутов системы, с целью выявления смежных понятий. Понятие для двух понятийных множеств является смежным в том случае, когда оно принадлежит обоим множествам и отражает одну и ту же сущность в контексте декомпозиции различных атрибутов системы. Наличие смежных понятий свидетельствует о существовании горизонтальной связи между данными проблемами. Посредством сопоставления всех имеющихся понятийных множеств следует выявить все возможные связи между проблемами, после чего можно переходить к следующему этапу.

**4. Формирование структуры проблемного пространства.** Выявив смежные понятия для проблем, можно рассматривать каждую проблему в спектре её проблематики, а, следовательно, построить на основе вертикальных и горизонтальных связей структуру проблемного пространства, которая будет представлять собой совокупность проблемных областей, взаимосвязанных друг с другом.

Следует отметить, что применение данной методики разумно в первую очередь для накопления и систематизации знаний, обеспечивающих процесс инновационного проектирования. Согласно классификации, предложенной Й. Шумпетером, выделяются следующие виды инноваций:

- новые материалы и компоненты;
- новые процессы (технологии, технологические решения и т.д.);
- новые рынки (потребности, порождаемые развитием отрасли);
- новые продукты;
- новые организационные формы;
- новые источники сырья.

Можно заметить практически однозначное соответствие перечисленных инноваций атрибутам системы, выделяемым на первом этапе построения проблемного пространства. Это имеет значение, поскольку разработка инновационного проекта всегда начинается с поиска идеи, который, в свою очередь, производится на основе последних научных разработок и исследований. При условии представления знаний (вы-

раженных в разработках и исследованиях) согласно предложенной методике можно производить анализ проблем и «узких мест» некоторой предметной области сопоставляя имеющуюся понятийную базу с инновационными продуктами, относящимися к той же категории проблемного пространства. Это позволит эффективно осуществлять процесс инновационного проектирования, направляя его не случайно (интуитивно), а осознанно, с целью создания инновационного продукта, имеющего спрос со стороны потребителя.

Таким образом, данная методика позволяет строить структурированное проблемное пространство для предметной области, использование которого в процессе проектирования обеспечивает систематизированное хранение знаний и эффективный доступ к ним, что, в свою очередь, поддерживает и направляет инновационные процессы в 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. – 423 с.
2. Белов А.А. Экономические аспекты информатизации / А.А. Белов. – ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», 2006. – 96 с.

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

## **РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ABC-XYZ АНАЛИЗА В ПРОГРАММЕ 1С: УПРАВЛЕНИЕ ТОРГОВЛЕЙ**

ABC-XYZ анализ является мощным средством для выявления ключевых, наиболее важных ресурсов фирмы и установление на этой основе приоритетов в структуризации бизнес-процессов.

Рассмотрим данный анализ в применении к оптимизации материальных запасов и, как следствие, экономии денежных средств. Целью внедрения ABC - анализа является выработка подходов к управлению товарным ассортиментом с помощью группировки объектов по степени их влияния на общий результат.

Суть проведения анализа состоит в независимом ранжировании всей товарной матрицы по двум критериям. В качестве критериев были взяты следующие величины:

- доход в денежном измерении;

- оборот в количественном измерении.

ABC - анализ строится на основе принципа Парето: 20 % усилий дают 80 % результата, а остальные 80 % усилий — лишь 20 % результата, применительно к тематике работы это будет означать, что 80% объема продаж обеспечивают 20% ассортимента и наоборот.

Для определения принадлежности выбранного ассортимента к группе должны быть проведены следующие действия:

- рассчитать долю каждой позиции в общем объеме продаж;
- рассчитать эту долю с накопительным итогом;
- присвоить значения групп.

При ABC - анализе выделяются три группы товаров. Группа А включает ограниченное количество позиций, приносящих наибольший доход, которые требуют тщательного планирования, постоянного (возможно, даже ежедневного) и скрупулезного учета и контроля. Товарные позиции этой группы - основные в работе компании.

Группа В составлена из того ассортимента, который в меньшей степени важен для компании, чем категории А, и требуют обычного контроля, налаженного учета, контроля (возможно, ежемесячного).

Группа С включает широкий ассортимент оставшихся малоценных позиций, характеризующихся упрощенными методами планирования и учета. Но необходима частая проверка группы С для предупреждения ситуации с излишним накоплением товара на складе.

Далее с помощью XYZ ассортимент распределяем в зависимости от регулярности спроса: X – товары с постоянной потребностью и небольшими колебаниями; Y – сезонные колебания, средняя прогнозируемость; Z – нерегулярный спрос. На основе определения коэффициента вариации кривых спроса каждого наименования ассортимента все товары разбиваются на 3 группы: X – 55% наименований хорошо предсказуемых с вероятностью 0,9-1; Y – 32% с вероятностью 0,75-0,9; Z – 13% с вероятностью 0-0,75. Затем совмещаем ABC и XYZ и получаем матрицу с девятью классами для каждого из которых необходимо разработать свои технологии управления, при этом каждая из групп имеет две характеристики: доход от продаж и натуральный оборот. При этом группы товаров AX, AY и AZ требуют наибольшего внимания, для них необходимо тщательное планирование потребности, нормирование расхода, тщательный (ежедневный) учет и контроль, постоянный анализ отклонений от запланированных показателей. Причем для категории AX следует рассчитывать оптимальный размер закупок и использовать технологию "just in time" (точно в срок). А для катего-

рии AZ эффективнее использовать систему снабжения по запросам с обязательным расчетом величины страхового запаса.

Группы VX, VY и VZ – управляются, как правило, по одинаковым технологиям, зависящим от сроков планирования и способов доставки.

Для товаров категории CX, CY, CZ применяются укрупненные методы планирования.

Из описания методов ABC – анализа и XYZ – анализа видна важность их применения в выявлении ключевых, наиболее важных ресурсов фирмы и установлении на этой основе приоритетов в структуризации бизнес-процессов, а следовательно использовать данные методы должен каждый руководитель, который хочет извлечь наибольшую выгоду из своей деятельности. Так как на сегодняшний день большее распространение при автоматизации торговли приобрели программные продукты фирмы 1С, то для реализации выше перечисленных методов, был выбран продукт «1С:Управление торговлей 8», который позволяет быстро провести все необходимые расчеты, сделать необходимые выводы и затем в наглядной и удобной форме представить полученные результаты.

ABC и XYZ классификация номенклатуры выполняется автоматически с помощью регламентного задания. Результаты выполнения ABC и XYZ классификации можно посмотреть в отчете. Выполнение анализа осуществляется в такой последовательности:

1. В режиме **Администрирования** проводим настройку параметров учета (рис.1):

- устанавливаем флаги у тех показателей, в соответствии со значениями которых будет производиться ABC/ XYZ классификации товаров;
- указываем период, за который будут анализироваться данные, (например, месяц);
- указываем количество периодов для анализа данных.

2. Добавляем регламентное задание в разделе **Администрирование** в пункте **Регламентные и фоновые задания**.

3. В режиме **Закупки и запасы** выбрать отчет **ABC/ XYZ анализ номенклатуры** (рис.2).

Полученная классификация товаров может быть использована для управления запасами при оформлении заказов поставщикам.

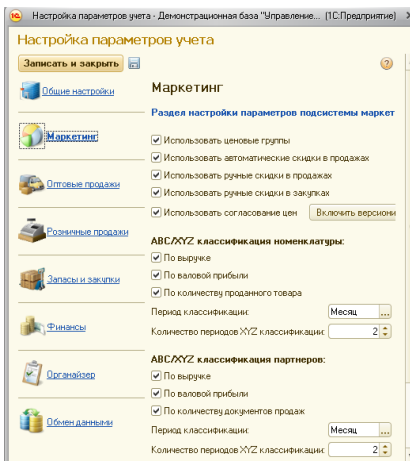


Рис.1. Настройка ABC/ XYZ анализа

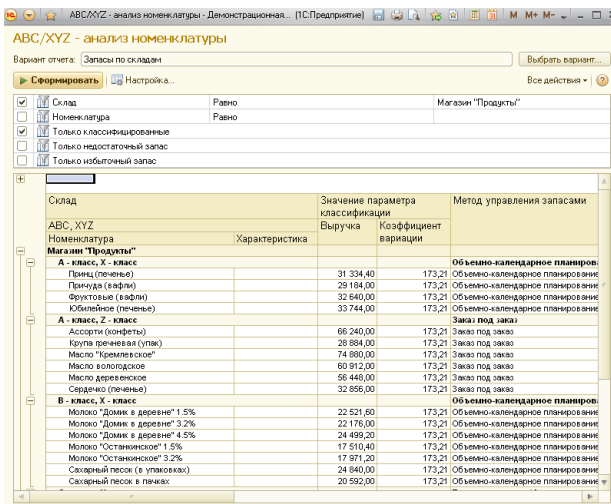


Рис.2. Результаты ABC/ XYZ анализа



*С.С. Беляева, студ.;  
рук. Д.О. Сонин, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ПОДСИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ В ЕСМ СИСТЕМЕ**

Enterprise Content Management (ЕСМ) – управление корпоративным содержанием, управление корпоративными информационными ресурсами. Под термином ЕСМ подразумеваются технологии, используемые для сбора, управления, накопления, хранения и доставки информации всем пользователям организации.

Система ЕСМ ориентируется на работу с неструктурированной информацией, включая офисные текстовые и табличные электронные документы, документы в формате PDF, а также рисунки, чертежи, графики, презентации, сканированные изображения, сообщения электронной почты, web-страницы, видео, аудиофайлы. Основная задача системы ЕСМ — это поддержание полного жизненного цикла информации, от ее создания или получения извне до уничтожения, когда она теряет свою ценность.

В настоящее время в организации активно развивается такое направление как Knowledge Management, которое в переводе с английского означает Управление Знаниями.

Менеджмент знаний позволяет создавать, сохранять, накапливать и применять интеллектуальный капитал для принятия рациональных решений, направленных на повышение эффективности деятельности организации.

*Что же такое интеллектуальный капитал?* Интеллектуальный капитал – знания, навыки и производственный опыт конкретных людей и нематериальные активы, включающие патенты, базы данных, программное обеспечение, товарные знаки, которые используются в целях максимизации прибыли и для достижения новых экономических и технических результатов. Сумма знаний всех работников компании и/или инструменты организации, увеличивающие совокупность знаний, т.е. всё то, что обеспечивает экономическую конкурентоспособность.

*А что же может выступать в качестве инструментов организации, увеличивающих совокупность знаний?* В статье Б. З. Мильнера «Концепция управления знаниями в современных организациях» вы-

деляются три основные компонента, входящие в состав системы управления знаниями, а именно:

- ✓ человеческие;
- ✓ технологические;
- ✓ организационные.

Культура является важнейшей проблемой в сфере знаний, поскольку именно человеческий фактор (ценности, уровень связей или изолированности в организации) создает или разрушает систему управления знаниями. Человеческие взаимодействия и отношения нередко называются «социальным капиталом», элементом общего капитала фирмы.

Технология не может одна разрешить проблемы знания или создать среду обмена знаниями, хотя и является очень важным элементом системы управления знаниями. Применение современных информационных технологий, ни в коем случае не должно устранять необходимые элементы обычного межличностного общения, ведь именно они делают процессы обмена знаниями в организации более интенсивными. В связи с этим необходимо уделять внимание не только материально-технической части, но и, главным образом, организационным моментам.

Структура организационных знаний состоит из практических, теоретических, стратегических, коммерческих и производственных знаний. Организация извлекает информацию, выстраивает умозаключения и генерирует новые знания с целью повышения качества выпускаемых изделий и оказываемых услуг и, следовательно, конкурентной позиции фирмы.

Управление каждым из перечисленных элементов в составе системы управления знаниями основано на использовании уже рассмотренных процессов — создании, хранении, использовании и распространении знаний в рамках организации.

Таким образом, управление знаниями, интегрируя в себе множество различных дисциплин, таких как управление персоналом, маркетинг, экономика, психология и информатика, является технологией XXI века, позволяющей организациям обеспечивать свою конкурентоспособность на рынке.

Отметим, что система ДОУ в организации играет одну из главных ролей в формировании интеллектуального капитала. За счёт информационных потоков происходит взаимодействие организации со средой на всех её уровнях. Вся циркулирующая информация нуждается в фиксации, обработке, хранении с целью поддержки непрерывности

управленческого процесса, накопления интеллектуального капитала и корпоративной памяти организации.

Реализация модуля ЕСМ-системы «Управление знаниями» осуществляется в организации непосредственно с помощью кумулятивной функции документа- способности документа накапливать, концентрировать, собирать и упорядочивать информацию с целью ее сохранения в организации .

Поэтому система ДООУ должна быть организована таким образом, чтобы знания, полученные в результате деятельности сотрудников, были юридически закреплены за организацией и не выходили за ее пределы, знания сотрудников должны переходить в интеллектуальную собственность организации. Следовательно, БЗ организации становится «богаче», а результат деятельности организации эффективнее.

#### **Библиографический список**

1. **Дресвянников В.А.** Управление знаниями организации: учебное пособие. – Кнорус. – 2010.
2. **Ефимов В.В.** Управление знаниями: Учебное пособие. - Ульяновск: УлГТУ, 2005. - 111 с.

***Я.В. Паначина, студ.;**  
**рук. Д.О. Сонин, ст. преподаватель**  
**(ИГЭУ, г. Иваново)***

## **СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ РАБОТ**

По определению Gartner ЕСМ – это стратегическая инфраструктура и техническая архитектура для поддержки единого жизненного цикла неструктурированной информации (контента) различных типов и форматов. ЕСМ-системы состоят из приложений, которые могут взаимодействовать между собой, а также использоваться и продаваться самостоятельно. Gartner определяет современные ЕСМ-системы как реализующие следующие ключевые компоненты:

- Управление документами
- Управление образами документов (Document Imaging)
- Управление записями (или, в соответствии с последним переводом стандарта IEEE 15489 — ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007, «управление документами»).
- Управление потоками работ (Workflow) — поддержка бизнес-процессов, передача контента по маршрутам, назначение рабочих задач и состояний, создание журналов аудита.

- Управление веб-контентом (WCM)
- Управление мультимедиа-контентом (DAM)
- Управление знаниями (Knowledge Management)
- Документо-ориентированное взаимодействие (Collaboration).

Workflow – это подход в управлении, при котором потоки работ (заданий) организованы в процедуры (последовательности шагов) в соответствии с предварительно заданными правилами и ориентированы на коллективное выполнение. Отдельно взятая задача должна быть назначена к выполнению конкретной структурной единицей (например, сотрудником или отделом). Для обозначения логического описания потока работ (документированной последовательности действий, выполняемых структурными единицами) используют широко известный термин бизнес-процесс (Business Process).

Работа Workflow-систем основывается на том, что большая часть бизнес-процессов представляет собой периодически повторяемую, отрегулированную последовательность действий (выполнение заданий), которая может быть легко формализована. Для этой цели в них с помощью специальных CASE-инструментов создаются модели бизнес-процессов, которые описывают, кто, когда, на каком рабочем месте (возможно, в удаленном филиале), с помощью каких программ и как должен обработать те или иные данные. Заложенное в модель описание бизнес-процесса позволяет автоматизировать формирование, активизацию, выполнение и контроль различных заданий.

Стандарты в области Workflow Management устанавливают организации:

- Workflow Management Coalition (WfMC) – некоммерческая (1993 г.)
- Business Process Management Initiative (BPMI.org) – некоммерческая (2000 г.)
- Workflow and Reengineering International Association (WARIA)

**WfMC** – разработка единых стандартов для обеспечения взаимодействия между разнородными продуктами Workflow и их интеграция с электронной почтой, системами распознавания, управления документооборотом и т.д.

Разработано:

- референтная модель Workflow
- терминология
- спецификация Workflow API (WAPI) для клиентских приложений
- спецификация по аудиту данных в Workflow

- рекомендации по разработке стандартов для языка моделирования бизнес-процессов – BPML (Business Process Modeliny Language). В России интересы WfMC – компания «Логика Бизнеса»

Стандарт WfMC определяет три фундаментальных понятий - *Workflow*, *Workflow Management* и *Workflow Management System*:

- *Workflow* - это процесс, определяемый как автоматизация некоторого делового процесса. Он включает в себя логику процесса и правила маршрутизации. Логика процесса определяет набор заданий и переходов между ними, которым нужно следовать, равно как и набор других правил, поддерживаемых системой управления потоками работ.

- *Workflow Management* - это набор методов и технологий для автоматизации бизнес процесса в целом или его части посредством информационных объектов, когда информация или задания передаются от одного участника к другому для выполнения действий, соответствующим набору процедурных правил.

- *Workflow Management System (WfMS)* - это система, которая определяет, создает и управляет выполнением workflow-процессов с помощью специального программного обеспечения.

**BMPL.org** – разрабатывает стандарты и средства для решения задач интеграции бизнес-процессов.

Разработано:

- BPML (Business Process Modeliny Language) – мета-язык для моделирования бизнес-процессов

- BPNM – нотации по моделированию, позволяют представить бизнес-процессы как диаграмму – спецификация для связи нотаций

- BPQL – язык запросов бизнес-процесса (Business Process Query Language). Язык запросов между системами управления бизнес-процессами.

Системы управления бизнес процессами пришли в Россию с Запада, где этот класс программ называется BPMS (Business Process Management System) или BPM-системы. Основная цель данных систем – осуществить программную поддержку концепции процессного управления организацией. Приложение «ELMA: Управление бизнес-процессами» реализует концепцию BPM, что позволяет строить гибкие адаптивные информационные системы, способные оперативно меняться вместе с изменением бизнес-процессов компании.

Приложение «ELMA: Управление бизнес-процессами» обладает огромным количеством возможностей, однако все функции системы легко могут быть поделены на четыре группы в соответствии со стадиями жизненного цикла (цикл Деминга) процесса PDCA (Plan, Do, Check, Act):

- Проектирование (моделирование)
- Исполнение
- Контроль и Мониторинг
- Улучшение процессов

Проектирование (моделирование)

Работа с бизнес-процессами в приложении «ELMA: Управление бизнес-процессами» начинается с их моделирования. Моделирование бизнес-процессов осуществляется в программе Дизайнер ELMA, входящей в комплект системы ELMA. На диаграмме бизнес-процесса (рис. 1) определяются участники процесса, набор их действий и их последовательность.

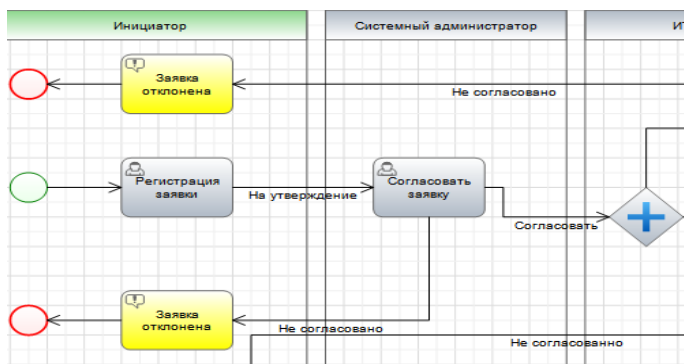


Рис.1. Диаграмма бизнес-процесса

В основе функционирования приложения «ELMA: Управление бизнес-процессами» используется общепринятая нотация описания бизнес-процессов BPMN. После того, как графическая модель бизнес-процесса построена, определяются данные, с которыми осуществляется работа в рамках бизнес-процесса, и производится настройка операций бизнес-процесса.

Моделирование бизнес-процесса в Дизайнере ELMA заканчивается его опубликованием, после чего бизнес-процесс компилируется и становится доступным для запуска в веб-интерфейсе приложения «ELMA: Управление бизнес-процессами».

Исполнение. Исполнение бизнес-процесса осуществляется в соответствии с его графической моделью – начиная со стартового события, следуя по цепочке переходов до конечного события. При этом приложение ERP система управления бизнес-процессами автоматически бу-

дет формировать списки задач, которые должны выполнять сотрудники. Пользователям задачи назначаются лишь в тот момент, когда ход выполнения бизнес-процесса дошел до соответствующего шага.

	• •	Отладка бизнес-процессов	Задача	Проект внедрения ELMA	08.05.2008
	• •	Обсуждение и утверждение ТЗ	Контрольная точка	Проект внедрения ELMA	19.04.2008
	• •	Согласовать заявку	Оперативная память для отдела .NET	Заявка на приобретение техники	•
	• •	Рассмотреть заявку	Аванс на командировку 4 в СПб по АИП	Получить наличные деньги	•

Рис.2. Исполнение бизнес-процесса

Конечный исполнитель задач по бизнес-процессу видит только нужные лишь ему задачи, задачи других исполнителей от него по умолчанию скрыты. При этом пользователи не должны следить за ходом выполнения бизнес-процесса – их задача сводиться к решению конкретных поручений, автоматически формируемых системой.

**Контроль и мониторинг.** Для каждого экземпляра запущенного на выполнение процесса создается карточка экземпляра процесса. Карточка экземпляра процесса содержит исчерпывающую информацию по нему: текущие значения параметров, комментарии и вопросы пользователей, текущие выполняемые задачи, их исполнители и статусы и т. д.

**Оптимизация процессов.** В процессе работы с бизнес-процессом у сотрудников организации может накапливаться большое количество рациональных предложений и идей по улучшению бизнес-процесса, особенно сразу после внедрения бизнес-процесса. Данные предложения действительно могут быть полезны и, при должной доработке способны повысить эффективность работы организации. Для доработки бизнес-процесса не требуется останавливать его работу – вносить изменения и применять их можно прямо "на ходу". Одной из ключевых особенностей управления бизнес-процессами в приложении «ELMA: Управление бизнес-процессами» является возможность быстро внести коррективы в структуру процесса.

#### Библиографический список

1. **Сравнительный анализ** систем корпоративного документооборота [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.interface.ru>
2. **Громов А.** Управление бизнес-процессами на основе технологии Workflow/ А. Громов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.osp.ru>

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

## **ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛВС КАФЕДРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИГЭУ**

Несколько лет назад наличие в организации даже одного компьютера было признаком престижа. Потом количество компьютеров стало увеличиваться в геометрической прогрессии – появились компьютерные сети, сначала просто для того, чтобы не носить файлы на дисках. И основная функция таких сетей была в объединении компьютеров и других устройств – например, принтеров. Сейчас же локально вычислительная сеть (ЛВС) – это самый важный инструмент для совместной работы с информацией и ресурсами: Интернет, базы данных, файлы и документы, принтеры и факсы, и многое другое. Что же принципиально изменилось за это время? Развитие отрасли информационных технологий привело к тому, что акцент с объединения компьютеров как таковых перешел на интеграцию программного обеспечения. Поэтому изменился подход: теперь ЛВС – это способ эффективно, быстро и безопасно, а главное всем вместе работать с различными информационными ресурсами.

На кафедре ИТ ИГЭУ была развернута ЛВС, которая позволила объединить компьютеры преподавателей, лаборатории и кабинета дипломного проектирования в единую информационно-коммуникационную сеть. Структура сети приведена на рис. 1.

Можно выделить следующие особенности ЛВС кафедры ИТ.

1. Сеть состоит из двух сегментов, связанных между собой через маршрутизатор ИГЭУ. Это обусловлено тем, что каждый из сегментов размещен на значительном расстоянии друг от друга (разные этажи) в главном корпусе ИГЭУ. Один из сегментов, включающий лабораторию, построен по топологии «звезда» на основе неуправляемого коммутатора. Второй сегмент, связывающий все остальные кафедральные комнаты, построен по топологии «дерево» на основе неуправляемых коммутаторов и wi-fi роутера. Технология сети Fast Ethernet, обеспечивающая скорость обмена до 100Мб/с. Среда передачи данных – витая пара пятой категории.

2. Для обеспечения функционирования сети используется следующее коммутационное оборудование:



- два 24-х портовых коммутатора марки D-Link DES-1024 , каждый из которых используется для организации своего сегмента сети;
- 4-х портовый коммутатор D-Link DES 1005D. Используется для увеличения количества точек подключения в преподавательской;
- Wi-fi роутер D-Link DIR – 320 необходим для беспроводного доступа к ЛВС кафедры.

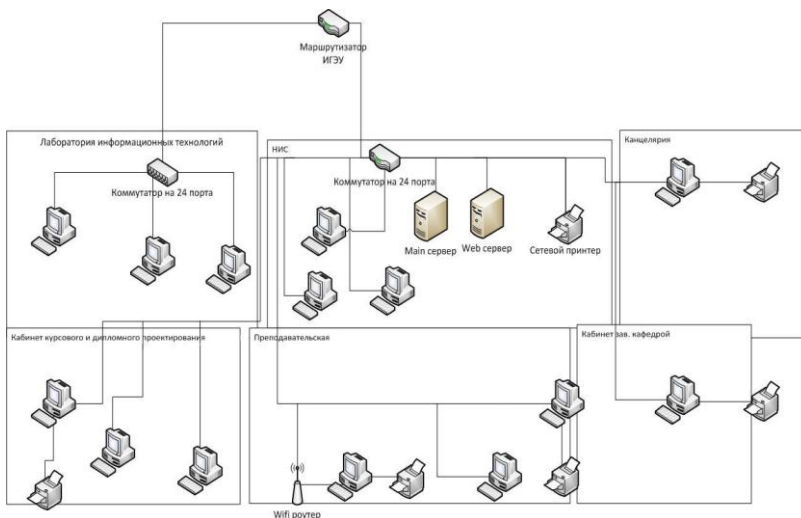


Рис 1. Общая структурная схема сети кафедры информационных технологий

### 3. В сети имеются 2 сервера:

- сервер Main. Является основным сервером кафедры. На нем развернута ОС Windows Server 2003 и он выполняет множество функций: файл-сервера, web-сервера, контроллера домена, сервера терминалов и DNS сервера, также на данном сервере установлены серверные части программных комплексов: Дело, Компас, 1С предприятие, Digital Security, Deductor, и др.;

- сервер Web. Сервер работает на базе ОС Arch Linux и выполняет функцию Web – сервера, а именно, на нем размещена система дистанционного обучения (СДО) Moodle и хранилище знаний.

4. На данный момент количество компьютеров, объединенных в ЛВС равняется 32. Имеется резерв по точкам подключения компьютеров к коммутаторам практически в каждой аудитории кафедры. На всех ПК установлена ОС Windows XP SP3, антивирусная программа «Касперский» и необходимый пакет прикладных программ. В ЛВС

имеется один сетевой принтер и пять локальных – все это обеспечивает быструю печать документов с любого ПК находящегося в домене. Создан список пользователей и их прав доступа к ресурсам ЛВС. Среди пользователей выделены следующие группы:

- системные администраторы, имеют полный набор прав для работы с локальными ресурсами;

- преподаватели и сотрудники кафедры – обладают достаточными правами, в частности: создание и изменение и удаление личных документов, возможность обмена информацией с любым пользователем сети, изменение студенческих работ и др.;

- студенты, объединенные в учебные группы, получают доступ к учебным материалам в рамках изучаемого предмета и имеют возможность сохранять и изменять свои личные документы.

Обмен информацией между пользователями сети осуществляется через специально выделенные папки обмена *buferr*. Хранение информации осуществляется в именных папках *user*.

5. Все компьютеры ЛВС имеют возможность выхода на локальные ресурсы ИГЭУ и в глобальную сеть, доступ в которую реализован по средствам *vpn* соединения с сервером провайдера. Выход в интернет лимитируется месячным объемом бесплатного суммарного трафика, который в свою очередь распределен по установленным правилам между всеми пользователями сети. При превышении установленного лимита бесплатного трафика, а также в летний период времени, интернет трафик представляется на платной основе.

На кафедре реализована система IP адресации компьютеров в ЛВС. IP адреса назначены из выделенного провайдером множества адресов 10.2.9.0.-10.2.9.80.

Выводы.

1. Развернутая на кафедре ИТ ЛВС в настоящее время полностью удовлетворяет имеющиеся потребности. Это обеспечено рациональными решениями по построению ЛВС кафедры, а также постоянно проводимыми работами по обслуживанию технических, программных и информационных средств ЛВС.

2. В ближайшее время планируется развертывание и введение в эксплуатацию третьего сервера, на котором будет функционировать инновационно – образовательный портал кафедры.

3. Планируется дальнейшее развитие сети для обеспечения возможности применения в учебном процессе инновационной технологии – облачные вычисления (*cloud computing*) в интернете.

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

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Конкурентоспособность машиностроительного предприятия в значительной мере зависит от правильности выбранной стратегии, ее реализации, следовательно, от эффективной работы менеджеров в области стратегического планирования. Поэтому в современных условиях развития российской экономики одной из актуальных проблем прикладного характера на предприятиях становится реализация методологических и методических основ стратегического планирования.

Ключевыми областями автоматизации машиностроительного предприятия в настоящий момент являются следующие сферы:

1. Бухгалтерский учет, расчет заработной платы, кадровый учет.
2. Процессы планирования, учета товарно-материальных ценностей, ресурсов. Автоматизация планирования ресурсов позволяет руководству предприятия повысить качество и скорость процессов планирования деятельности, позволяет сократить издержки по содержанию ресурсов. Наличие плановой и фактической управленческой информации позволяет анализировать и контролировать деятельность предприятия.
3. Процессы управления основным и вспомогательным производством.
4. Финансовое планирование, бюджетирование.
5. Автоматизация складских процессов, взаимоотношений с клиентами.
6. Логистика (складская, транспортная, закупочная, и другие).

В условиях мирового финансового кризиса обострились ключевые проблемы машиностроительной отрасли: проблемы, связанные с неэффективным расходом сырья, материальных и энергоресурсов в натуральном выражении на производство однотипных видов продукции в сравнении с зарубежными предприятиями; низкая производительность труда по сравнению с аналогичными предприятиями; низкая восприимчивость предприятий к внедрению инноваций; отставание средних и малых предприятий от лидеров отрасли в технологическом

плане, обеспечении квалифицированными кадрами, доступом к кредитным средствам.

Особую значимость приобрела способность предприятий быстро и эффективно реализовывать свою стратегию. В связи с этим появляется необходимость адаптации системы стратегического планирования к меняющейся среде.

В управлении машиностроительных предприятий можно отметить ряд недостатков: низкие темпы освоения инноваций; недостаток информации о направлении реализации стратегии среди не только рядовых рабочих, но и руководителей среднего звена и даже топ-менеджеров; ошибки в определении стратегических инициатив, что приводит к формированию некорректных ключевых показателей эффективности; недостатки в корпоративной культуре не позволяют добиться максимального взаимопонимания с работниками, система может даже отторгаться работниками компании; низкий уровень клиентоориентированности бизнеса; стратегическое управление слабо связано с системой бюджетирования и лишь частично реализуется в оперативной деятельности; наличие нескольких параллельных систем оценки результатов деятельности затрудняют принятие выверенных управленческих решений; используемые в системе стимулирования показатели не увязаны друг с другом и не мотивируют на реализацию главных целей.

Кроме того финансовый менеджмент столкнулся с проблемами экономического характера, которые значительно снижают эффективность принятия управленческих решений. К таким проблемам относят:

1. Ориентация на финансовые показатели, отражающие прошедшую экономическую ситуацию, то есть результат ранее принятых решений.

2. Возрастающий поток экономической информации, из которой большая часть является не структурированной, не актуальной.

3. Отсутствие полной информации о различных аспектах предпринимательской деятельности, которые играют важную роль в повышении конкурентоспособности предприятия.

4. Недостаточность традиционных финансовых показателей (рентабельность, объем продаж и т.д.) для принятия долгосрочных стратегических решений. Ключевые финансовые показатели ориентированы чаще всего на внутренние проблемы предприятия, а не на внешние.

Такие проблемы являются существенными для многих машиностроительных предприятий, решить которые позволяет использование эффективных инструментов реализации стратегического планирова-

ния. Также чтобы иметь возможность постоянно адаптироваться к изменяющимся условиям рынка, превосходить конкурентов по качеству, скорости и гибкости предоставления услуг, по широте ассортимента или цене продукции руководителям компаний необходимо оперативное получение информации о деятельности компании для своевременного принятия управленческих решений. Большое значение при этом имеет концептуальная и технологическая связь между стратегией и используемыми организационными решениями. В то же время оперативные действия компании должны быть скоординированы и направлены на достижение определенных долгосрочных целей, иначе есть риск остаться на месте. Для этого компания должна уметь верно, идентифицировать свою стратегию и мобилизовать все ресурсы для достижения поставленных стратегических целей. Систематизировать все эти вопросы и ранжировать их с точки зрения глобальных, стратегических интересов предприятия позволяет система сбалансированных показателей (ССП). Она обеспечивает максимальную выгоду для всех заинтересованных сторон: акционеров, руководителей предприятия, заказчиков, поставщиков, подрядчиков и сотрудников. Позволяет сосредоточить ресурсы предприятия на реализацию стратегии, обеспечить целенаправленный мониторинг деятельности предприятия, прогнозировать и предупреждать появление проблем, повысить управляемость и эффективность деятельности предприятия.

ССП строится на базе ключевых показателей эффективности (KPI), которые выбираются в соответствии с особенностями и спецификой предприятий отрасли. Для машиностроительной отрасли в настоящее время приоритетными направлениями развития являются инновации и клиенториентированность бизнеса. Данные направления позволяют повысить эффективность работы скорее не на количественном, а на качественном уровне, поэтому и показатели эффективности будут искусственно разработаны, значит будут уникальными для каждого предприятия отрасли, обеспечивая достижение конкурентного преимущества.

Стратегические цели и инициативы определяются на основе данных отчетов деятельности различных подразделений предприятия и личного опыта топ – менеджмента, обеспечивая неповторимость проводимых мероприятий.

Проекты по внедрению СПП на предприятиях отрасли ориентированы на перевод стратегии в оперативные действия. Это означает, что стратегия представлена в виде измеримых целей, определены ответственные за их достижение менеджеры, разработаны ключевые показатели результативности, которые позволяют измерять степень достиже-

ния целей. Разрабатываются и утверждаются мероприятия, направленные на достижение поставленных задач, определены бизнес – процессы компании. Ключевым моментом стало построение гибкой системы управления, объединившей все бизнес – процессы предприятия вокруг общей стратегии. Использование базы уникальных для предприятия ключевых показателей результативности, а также технологии внедрения позволяет существенно сократить сроки, стоимость, а также определить все необходимые для эффективной работы показатели.

В итоге на машиностроительных предприятиях появляется более четкое соотношение краткосрочных и долгосрочных целей; более четкое понимание сотрудниками концепции и ценностей организации, более точное отслеживание их достижения. Существенно изменился процесс планирования и контроля, обусловленный внедрением ССП:

1. Сокращение всего процесса планирования при больших затратах времени на стратегическое планирование и существенно меньших затратах времени на оперативное планирование.

2. Формулировка стратегии и ее конкретизация сбалансированной системой показателей.

3. Замена среднесрочного планирования системой сбалансированных показателей.

4. Соединение ССП с концепцией стоимостно – ориентированного управления.

В результате реализации стратегии при помощи методологии ССП компании обеспечивается концентрация усилий на стратегически важных для компании направлениях, руководство получает оперативную и детальную информацию о деятельности предприятия, управляет в режиме реального времени.

Благодаря ССП предприятия отрасли стали более рационально управлять своими бюджетными средствами исходя из стратегии, а не из личных предпочтений отдельно взятых руководителей, что обеспечивает связь между приоритетами и действиями.

#### **Библиографический список**

1. **Коваленко Г. А.** Конспект лекций по курсу «Менеджмент машиностроительного производства». – Краматорск: ДГМА, 2001. – 68 с.
2. **Скударь Г. М.** Управление конкурентоспособностью крупного акционерного общества. Проблемы и решения. – К.: Наукова думка, 1999. – 496 с.
3. **Тюленев Л. В.** Организация и планирование машиностроительного производства: Учеб. пособ.– СПб.: Бизнес-пресса, 2001. – 145 с.
4. **[www.scorecard.ru](http://www.scorecard.ru)**
5. **[www.mashportal.ru](http://www.mashportal.ru)**

*Р.Ш. Жафяров, студ.;  
рук. А.Ю. Журавлев, к.э.н., доцент  
(ИвГУ, г. Иваново)*

## **АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ РАБОЧЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ**

Группа компаний «БАРС Груп» – российский разработчик программного обеспечения. Специализируется в создании элементов электронного правительства и электронизации государственных услуг. Работает с 1992 года. Имеет государственную аккредитацию в сфере информационных технологий, сертификат ИСО 9001-2008 о менеджменте качества, лицензию ФСТЭК по технической защите конфиденциальной информации. В настоящее время «БАРС Груп» предлагает на рынке информационных технологий более 30 тиражных решений для различных отраслей государственного сектора. Каждое из них зарегистрировано в Российском агентстве по патентам и товарным знакам (Роспатент).

Информатизация медицинских предприятий является одним из приоритетных направлений модернизации российского здравоохранения. «БАРС.Здравоохранение-МИС» представляет собой универсальное решение для автоматизации деятельности медучреждений. Система позволяет посредством автоматизации процессов в поликлиниках и стационарах осуществлять обмен данными между лечебно-профилактическими учреждениями (ЛПУ), а также централизованный сбор показателей со всей подведомственной сети, для мониторинга и принятия управленческих решений.

Реализация принципов, заложенных в системе, предполагает перспективу создания в регионе единой базы данных учреждений здравоохранения и передачу данных в режиме онлайн через Интернет.

Программный продукт позволяет создать единое информационное пространство административных, лечебно-диагностических и финансово-экономических процессов ЛПУ.

Внедрение системы «БАРС.Здравоохранение-МИС» направлено на:

- повышения качественных и количественных показателей оказания медицинской помощи пациентам;
- повышение прозрачности, оперативности и точности данных о лечебно-диагностическом процессе для сотрудников и руководства;
- формирования и ведения единой базы данных пациентов ЛПУ;
- формирование и ведение электронных медицинских карт пациентов;

- формирования и ведения единого электронного расписания работы врачей и диагностических кабинетов по всем учреждениям и подразделениям ЛПУ, планирования загрузки врачей и кабинетов.

В 2012 году принято решение о внедрении технологии «БАРС Груп», направленный на создание единого информационного пространства в сфере здравоохранения Костромской области. В ходе работ реализовали электронный регистр медицинских работников и электронный паспорт 59 учреждений региона. Благодаря вводу в эксплуатацию данных ресурсов обеспечивается эффективное взаимодействие всех элементов ЕГИСЗ региона, таких как единая регистратура, единая электронная медицинская карта, медицинские информационные системы в поликлиниках и стационарах, лабораторные информационные системы. Это позволяет специалистам Министерства здравоохранения России оперативно получать актуальные данные о состоянии здравоохранения в Костромской области, в том числе о кадровом резерве больниц и поликлиник. Кроме того, предлагается комплексное решение, позволяющее автоматизировать процессы в ЛПУ и предоставить удобные сервисы для граждан.

Необходимо особенно отметить возможность оптимизации труда сотрудников лечебно-профилактических учреждений региона: поскольку им не нужно несколько раз вводить одни и те же данные в разные программные продукты. С этой целью проводится подготовка и обучение персонала медицинских учреждений по специально разработанному учебному плану.

Одновременно, на основании электронного паспорта ЛПУ можно сформировать актуальный паспорт здравоохранения региона, предназначенный для анализа информации и поддержки принятия управленческих решений.

#### Библиографический список

1. **Федеральный закон** №210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» от 27 июля 2010г.
2. **Распоряжение** Правительства РФ №1506-р от 7 сентября 2010г.
3. **www. bars-open.ru**



*А.В. Романова, асп.;*  
*рук. А.Ю. Журавлев, к.э.н., доцент*  
*(ИвГУ, г. Иваново)*

## **ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА ИНФОРМАТИЗАЦИИ РЕГИОНА КАК ПРОЦЕССА, СТИМУЛИРУЮЩЕГО ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ**

Связь информатизации региона с развитием его экономического положения обосновывается в государственной программе «Информационное общество 2011-2020гг.». Следовательно, хотя эта связь и носит косвенный характер, однако ее существование признано на федеральном уровне. Для нашего исследования особенно интересны положения программы, касающиеся цифрового неравенства регионов: «необходимо финансирование региональных мероприятий, направленных на развитие информационного общества с целью ликвидации «цифрового разрыва»» [1, с. 26].

Основными причинами возникновения цифрового разрыва на территории РФ являются культурные особенности ряда регионов и проблемы организации широкополосного доступа для конечных пользователей к сети Интернет. Так, по данным Росстата, в 2011г. только половина всех домашних хозяйств страны имела доступ к Интернету; 86,3% граждан, кто доступа не имел, причиной этого указали отсутствие в нем необходимости [7, с. 516]. Что это значит: государство планирует повысить уровень жизни за счет информатизации, а почти половина населения не видит выгод от ее использования в личных целях.

Данная ситуация неразрывно связана с понятием информационной культуры. В литературе существует несколько его трактовок, но мы склонны согласиться с формулировкой, предложенной К.К. Колиным, понимающим под информационной культурой «способность эффективно использовать имеющиеся в распоряжении общества информационные ресурсы и средства информационных коммуникаций, а также применять для этих целей передовые достижения в области развития средств информатизации и ИТ» [6, с. 166]. Поэтому только те люди, организации и регионы обладают информационной культурой, кто, во-первых, использует конкретные новшества, во-вторых, делает это эффективно. До тех пор, пока население не проявит интерес к использованию ИТ, успешность проведения программы «Информационное общество 2011-2020гг.» может быть поставлено под вопрос.

Важно сказать, что Ивановская область по уровню развития своей информационно-технической базы и ее финансирования пока отстает от субъектов-лидеров РФ. С одной стороны, ИТ проникли во все сферы жизни, и, в принципе, проблем с нахождением возможности выхода в Интернет население области не испытывает, с другой стороны, пока отсутствует выстроенный механизм побуждения населения и предпринимательских структур к использованию областных Интернет-ресурсов. В целом, Ивановская область характеризуется относительно низким уровнем информационной культуры, лишь небольшая часть населения способна адекватно оценить результаты проведения программы информатизации экономики.

Доказательством этому может служить тот факт, что по индексу готовности к информационному обществу Ивановская область сегодня занимает 66 место, хотя планирует достичь 22-25 места. Кроме того, более чем в два раза необходимо подняться по индексам «Человеческий капитал», «ИКТ-инфраструктура», «ИКТ в здравоохранении» и, безусловно, «Использование ИКТ в домашних хозяйствах» (здесь цель: переместиться с 80 на 30 место) [2, с. 3].

Успешное проведение ДЦП «Формирование условий развития информационного общества Ивановской области на основе внедрения ИКТ (2010-2015)» принесло бы региону экономический эффект в размере не менее 0,9 млрд. руб. в год, /год., рост ВВП на душу населения к 2015г. минимум в 1,8 раза и сокращение информационного неравенства между районами области минимум в 2 раза. На развитие высокоскоростного доступа на уровне домашних хозяйств планируется выделить 4,4 млн. руб. и 23 млн. руб. (16,1 млн. руб. из которых – средства федерального бюджета) – на создание системы электронного голосования, проведения опросов и референдумов населения муниципальных образований и области в целом [3].

Это означает стимулирование конкуренции между компаниями-провайдерами и предоставление возможности гражданам высказывать мнение, насколько успешно проводятся государственные программы, в том числе программа «Информационное общество». Это крайне важно и вот почему: сервис проведения народных референдумов (далее – СПР) можно использовать для оценки успешности проведения программ информатизации, внесения предложений по их корректировке даже (особенно) в условиях невысокой информационной культуры.

На рис. 1 представим предлагаемый нами механизм работы СПР.

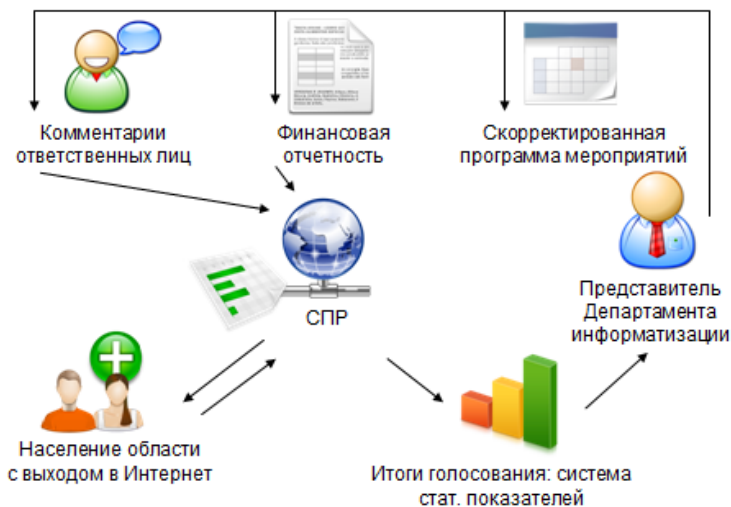


Рис. 1. Механизм анализа уровня информатизации региона

Имеются жители области с высоким уровнем информационной культуры, компьютерной грамотности и осознанной заинтересованности в дальнейшем экономическом развитии региона. Безусловно, таких людей будет немного, но ведь совершенно нормально допускать до голосования, до принятия решения только тех людей, кто разбирается в вопросе, выводимом на обсуждение. Этот подход естественен, ведь так снимаются некомпетентные оценки, мнения, необъективная критика. Итак, немногочисленная группа заинтересованных граждан, заходит в СПР, где для рассмотрения представлены параметры, значение которых, согласно программе информатизации Ивановской области, должно быть изменено.

Безусловно, параметры выводятся не все, можно исключить лишние путем проведения регрессионного кластерного анализа регионов по методике, предложенной в работах А.А. Ерофеева [4, 5]. Данный анализ позволяет выделить именно те параметры, которые оказывают прямое влияние на социально-экономическое положение экономики региона, причем это влияние можно выразить количественно. Отобранные показатели выставляются на СПР, население периодически (раз в полугодие) оценивает их состояние. Чтобы избежать повторного голосования, можно связать авторизацию в СПР с авторизацией на портале гос.услуг.

Полученные итоги голосования видны представителям Департамента информатизации Ивановской области. Они выбирают те показатели, по которым заметна сильная отсталость, наибольшее число негативных откликов граждан. С помощью той же СПР представитель Департамента представляет откорректированную программу областных мероприятий, ключевые позиции из финансовой отчетности, касающиеся освоения денежных средств на исполнение тех самых неудовлетворительных показателей информатизации, инициирует ответственных за данное мероприятие лиц. Данный механизм позволит увидеть, работают ли органы власти с актуальными проблемами общества, как успешно они решаются.

Тем самым, мы получаем возможность оценить влияние факторов информатизации на экономику региона и сподвигнуть власти к улучшению существующей позиции жизни области региона.

#### Библиографический список

1. **Распоряжение** Правительства РФ от 20.10.2010 N 1815-р (ред. от 18.05.2011) «О государственной программе РФ «Информационное общество (2011 - 2020 годы)»».
2. **Долгосрочная** целевая программа «Формирование условий развития информационного общества Ивановской области на основе внедрения ИКТ (2010-2015 гг.)».
3. **Мероприятия** долгосрочной целевой программы «Формирование условий развития информационного общества Ивановской области на основе внедрения ИКТ (2010-2015 гг.)».
4. **Ерофеев А.А.** Регрессионное моделирование на кластерах как средство исследования региональной специфики закономерностей информатизации общества // Экономические науки, 2010, №12.
5. **Ерофеев А.А.** Эконометрическая модель информатизации общества как средство управления его развитием // Вопросы экономики и права, 2010, №12.
6. **Коллин К.К.** Социальная информатика: учеб. пособ. для вузов. – М.: Академический проект; М.: Фонд «Мир», 2003.
7. **Российский** статистический ежегодник. 2012: Стат.сб./Росстат. – М., 2012.

*А.С. Голяков, асп.;*  
*рук. С.Л. Денисов*  
*(ИвГУ, г. Иваново)*

## АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКТА НА ОСНОВЕ ИКТ

Сейчас трудно найти компанию, которая не работала бы в плотном контакте с транспортом. Будь то производитель со своим или привлеченным транспортом, специализированная транспортная или экспеди-

торская компания, оптовая база или складской оператор – деятельность любой из них невозможна без привлечения и оптимального использования транспортно-складских ресурсов. Рано или поздно приходится сталкиваться с тем, что неорганизованная должным образом работа транспорта может приводить к торможению развития всей компании в целом. Сокращение транспортных расходов — важная тема для всех поставщиков услуг и компаний, занимающихся планированием и реализацией перемещения материально-технических ресурсов. Задействованные в процессе перемещения средства и инструментарий составляют систему контроля и управления сложной структуры. В общем случае система мониторинга материально-технических ресурсов (МТР) представляет собой коммуникационную систему, представляющую собой совокупность транспортных, складских и программно-технических средств. Каждая из компонент системы может принадлежать как одной, так и разным организациям. В зависимости от принадлежности компонент коммуникационный обмен данными между компонентами системы имеет определенные особенности, а их территориальное размещение и мобильность транспортных средств предъявляет особые требования к телекоммуникационному информационному обмену как между элементами системы, так и Центром обработки информации. Эффективное управление удаленными мобильными объектами в этом случае возможно только при наличии мобильных средств связи, средств опроса источников данных, а также их первичной обработки или очистки. В этом случае программно-методический инструментарий позволит решать многие задачи контроля и управления процессом перемещения груза:

- движение ТС по маршруту следования,
- технологии формирования транспортного комплекта,
- контроль целостности транспортного комплекта,
- состояние ТС на маршруте,
- состояние водителя,
- технология перемещения груза,
- переход с одного маршрута на другой,
- оптимизацию загрузки ТС попутным грузом,
- решение нештатных ситуаций и др.

Одной из важных задач, исследованию которой посвящено недостаточное внимание, является задача формирования транспортного комплекта (ТК). В публикациях удалось найти похожий термин в атомной отрасли, обозначенный как «транспортный упаковочный комплект – возвратный транспортный контейнер или клеть, содержащий одну или несколько упаковок радиоактивных отходов». Термин «груз» применяется как обозначение нечто перевозимого. Однако, несмотря на определенную схожесть они имеют и существенные отличия. Так термин

«груз» применяется в публикациях обычно для одного транспортного средства (ТС). Однако при транспортировке ресурса большого объема может использоваться несколько ТС одновременно или последовательно, но и в этом случае также применяется термин «груз», как бы обобщающий процесс транспортировки. Однако современные условия производства требуют другого подхода к технологии перемещения ресурсов. В сложившейся последнее время тенденции учета индивидуального подхода требований заказчиков к готовой продукции многие производственные предприятия стали формировать соответствующие им индивидуальные заказы на МТР. Порой индивидуальный заказы настолько малы, что на одном ТС можно разместить несколько заказов, относящихся к одному предприятию и даже аналогичному технологическому маршруту. Возможность партионной обработки проявляется в незначительных отличиях одного заказа от другого. При этом один заказ от другого несколько отличается составом, назначением ресурсов при их внешней схожести и однозначности для технологии и условий транспортировки. Каждый заказ представлен в технологии транспортирования соответствующим ТК. В совокупности ТК необходимо различать каждый из ТК не только по условиям обработки, формирования каждого ТК, но и по условиям их транспортировки. Для того, чтобы провести ощутимую грань между обозначенными терминами используем термин «форм-фактор». Под форм – фактором в общем случае будем понимать:

- идентификатор ТС,
- идентификатор маршрута следования ТС,
- идентификатор графика движения,
- табельный номер водителя/экспедитора,
- место назначения (пункт приемки) ресурсов,
- место отправки (пункт отгрузки) ресурсов,
- габариты (длина, ширина, высота), негабаритный ресурс,
- вес каждого ресурса в отдельности,
- общий вес транспортируемых ресурсов одним ТС,
- совместимость транспортируемых ресурсов (химическая, физическая),
- необходимая степень защиты (химическая, физическая),
- секретность ресурсов или сопроводительной документации,
- специализированные условия транспортировки (сопровождение, охрана).

Из приведенного перечня можно видеть, что совокупность перечисленных параметров может характеризовать и груз, и ТК. Но в отличие от груза ТК предназначен для индивидуального применения и поэтому должен иметь дополнительные параметры – свой индивидуальный номер или идентификатор, характеризующий индивидуальность назначения заказанной конкретным предприятием требуемой совокуп-

ности ресурсов, состав ресурсов, характеристики и объем каждого ресурса, место и время загрузки/разгрузки каждого. Таким образом появляется возможность поэлементного отслеживания технологии перемещения каждого ТК. Всякий ТК, имея индивидуальный идентификатор, в этом случае выступает как подмножество груза, который не будет иметь своего идентификатора, тем более, что значения перечисленных параметров для каждого транспортного комплекта будут разными, и поэтому в дальнейшем будет применяться термин «транспортный комплект». Термин «груз» будет применим в случае обобщения транспортных комплектов, когда требуется отслеживание только лишь их процесса транспортировки при одинаковых условиях, в пределах одного ТС по одному маршруту.

В состав одного ТК может входить более одного ресурса и в этом случае очевидно, что заказанные ресурсы предприятие использует в соответствии с определенными условиями их обработки и поставки, своим технологическим циклом как например в режиме JIT. Потому важно отслеживать порядок технологии формирования ТК в соответствии с технологией использования ресурсов в производственном процессе или технологии. В связи с этим каждому ТК можно поставить в соответствие индивидуальную технологию комплектации, перемещения и разукомплектации. Очевидно, что порядок комплектации должен соответствовать обратному порядку разукомплектации ТК для чего возможно использование таких известных методов как FIFO или LIFO. Формирование ТК ресурсами возможно и в другом порядке – в порядке продвижения ТС по индивидуальному маршруту комплектации ТК, последовательно по точкам отгрузки ресурсов. Тогда при разгрузке ТК на предприятии необходимо иметь промежуточную разгрузочно-складскую площадку для его распределения по точкам потребности предприятия. Применение каждого из методов целесообразно после расчета общих затрат на комплектацию/разукомплектацию ТК в каждом конкретном случае. Если учесть тот факт, что загрузка ТС может осуществляться не фронтально, а с боку, то целесообразно воспользоваться появившейся возможностью формирования нескольких ТК на одном ТС как одновременно в одной точке отгрузки, так и по мере продвижения ТС по точкам маршрута. Это прием целесообразно использовать при объединении нескольких маршрутов комплектации в один с целью уменьшения общего пробега ТС. Такие случаи часто наблюдаются при выполнении транспортных заказов специализированными автотранспортными предприятиями, оптовыми базами, крупными предприятиями. Так в район комплектования ТС могут войти пункты отгрузки, обозначенные многими заказчиками своих ТК, то может быть обозначен определенный район комплектации. Какие маршруты объединить, какие пункты погрузки попутного груза можно динамич-

но добавить к сформированной совокупности маршрутов комплектации без предварительных расчетов определить достаточно трудно. Определить рациональные границы района комплектации сложно, т.к. возможно совмещение на одном ТС транспортных комплектов для разных заказчиков, возможно деление транспортных комплектов на более мелкие с последующим их объединением по другим принципам таким, например, как ассортиментного единства или одинаковости параметров форм-факторов разных ТК. Консолидированные или сборные грузы, как и рассредоточенные в нашей стране имеют незначительный вес, так как появились они у нас относительно недавно и требуют участия в этом процессе высоко квалифицированного персонала. Большую популярность такие грузы имеют в странах Европейского союза, а также в других наиболее развитых странах мира. Такого рода груз представляет собой груз, объединяющий ресурсы, необходимые разным грузополучателям. Это производится с целью оптимально использовать возможности ТС, осуществляющих грузоперевозку, что уменьшает стоимость транспортировки каждого ресурса. Эффективная консолидация, как и декомпозиция груза в промежуточные ТК возможна лишь на основе предварительных расчетов и анализа их результатов. В этом случае формирователем промежуточного ТК или уже груза в общем понятии является не предприятие-заказчик, а специализированное автотранспортное предприятие, которое уже должно иметь средства погрузки/разгрузки ресурсов расформирования транспортных комплектов и формирования тех ТК, которые были заданы предприятием-заказчиком исходно. Такое же часто наблюдается и в случае дозагрузки ТС попутным грузом или дополнительным ТК. При делении транспортных комплектов на части или их объединении появляются специализированные ТК, которые в районе комплектации целесообразно транспортировать на роллинговых или челночных автомашинах, которые разгружая специализированные ТК в точках перегрузки, идут по кольцевому маршруту далее для возобновления специализированного ТК. В этом случае транспортное предприятие должно иметь в районе комплектации специализированную площадку-склад, где производятся дополнительные погрузочно-разгрузочные работы, связанные с необходимостью переформирования ТК в либо заказанные предприятиями, либо в ТК, удобные для дальнейшей транспортировки. Управление такой технологией формирования ТК и перемещения ресурсов возможно только дистанционно на основе ИКТ. Контроль процесса формирования и перемещения ТК предлагается осуществлять по методу обегаящего контроля. При этом возможны ситуации, когда в точке отгрузки отсутствует ресурс или его объем недостаточен, возможна утрата груза при движении по маршруту (частичная или полная), необходимо изменение объема ресурса (доукомплектация ТК из-



за возникшего брака на предприятии и необходимости пополнения ресурса в результате его частичной или полной утраты), изменении маршрута комплектации, аварии или поломки ТС и необходимости перемещения ТК на другое ТС, нарушении водителем графика движения, спонтанное непроизвольное нарушение форм-фактора ТК, изменение состояния водителя и др. При возникновении каждой такой ситуации данные вводятся в мобильный компьютер ТС (МКТС) автоматически с датчиков или со специализированного пульта водителя и после их предварительной обработки (очистки) вводятся в систему посредством ИКТ. Результаты обработки информации в Центре координации ресурсных потоков служат основой для принятия решения о модификации технологии перемещения ТК, меняя как правило маршрут или график движения ТС. Основываясь на технологиях RFID, огибающего контроля датчиков моторной и ходовой групп ТС, экологических состояния окружающего климата и кабины водителя, координат нахождения ТС, динамики движения Центр, анализируя соответствующие полученные данные форм-факторам ТК, дороги, ТС, водителя, маршрута и графика движения принимает решение о мониторинге параметров технологического процесса дальнейшей транспортировки ресурсов. Сама по себе являясь трудно решаемой задачей определения времени съема значения каждого параметра, определения цикличности контроля каждого параметра является обратной связью в системе управления транспортными потоками и существенно влияет на устойчивость управления системой ресурс-предприятие.

Таким образом скорость и качество работы ИКТ существенным образом зависят от выбранного программно-технического комплекса, что в конечном итоге во многом определяет эффективность работы предприятия в целом. Если учесть не только достаточно высокую цену всех компонентов ИКТ, но и управленческую специализацию, а также стоимость услуг сопровождения системы, то предприятиям целесообразно воспользоваться арендными или даже и аутсорсинговыми услугами этого вида бизнеса – удаленного управления распределенными процессами перемещения ресурсов на основе ИКТ. Так например ни у кого не вызывает сомнения использование услуг телефонной/сотовой связи, аренды спутникового оборудования и системы ГЛОНАС при одновременной необходимости владения конечным рабочим оборудованием. Пользование услугами системы удаленного управления распределенными процессами перемещения ресурсов предоставляет предприятию возможность функционирования в условиях облачной технологии, результатом работы которой является получение предприятием заданного состава ресурсов требуемого объема точно в срок.

*О.В. Багузова, асп.;*  
*рук. М.И. Дли, д.т.н., профессор*  
*(СФ НИУ МЭИ, г. Смоленск)*

## **РАЗРАБОТКА АППАРАТА НЕЧЕТКИХ ПИРАМИДАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ФИНАНСОВОГО АНАЛИЗА ПРЕДПРИЯТИЯ**

Важную роль в процессе реализации государственной политики, заключающейся в осуществлении перехода от сырьеворазориентированной модели российской экономики к приоритету высоких технологий, играет технологическая модернизация отечественной промышленности, которая должна осуществляться путем инвестирования средств в создание наукоемкой продукции с высокой добавленной стоимостью.

В процессе управления инвестициями особое значение имеет оценка финансового состояния, которая должна проводиться на всех этапах реализации инвестиционного проекта. Организация эффективной системы комплексной диагностики финансового состояния предприятия позволяет своевременно идентифицировать слабые стороны, а также выявлять риски, оказывающие наибольшее воздействие на его функционирование, с целью их дальнейшей минимизации. Таким образом, встает необходимость разработки инструментов проведения оценки финансового состояния, учитывающей особенности деятельности предприятия, отраслевую специфику, социально-экономические и производственно-технические условия, рыночную конъюнктуру и т.д.

Основной целью работы является разработка математического аппарата для проведения диагностики финансового состояния промышленного предприятия, который будет обладать хорошей адаптивностью к специфике экономического объекта и особенностям внешней среды, а также позволит в условиях недостатка статистических данных получать оценку с высокой степенью достоверностью.

Сегодня для построения информационных систем, которые способны осуществлять диагностирование сложных объектов, чаще всего используются методы семантических, нейронных и гибридных сетей. Одним из главных недостатков применяемых математических моделей является сложность их обучения, связанная с нехваткой статистических данных. Указанный недостаток позволяют устранить алгоритмы растущих пирамидальных сетей (РПС), разработанные в Институте кибернетике АН УССР [1]. Данный аппарат нашел применение в раз-

личных областях науки и техники, завоевав репутацию эффективного средства структуризации больших объемов данных.

РПС называют ациклический ориентированный граф, состоящий из рецепторов и концепторов. Рецепторы представляют собой вершины, которые выступают в качестве свойств объектов и являются входной информацией. Концепторы соответствуют описаниям объектов в целом и пересечениям их описаний. Построение сети осуществляется путем формирования ансамблей вершин (пирамид), определяющих структурные взаимосвязи между элементами сети. Внесение новой информации вызывает перераспределение связей между вершинами сети, а именно изменение ее структуры, которое происходит автоматически в результате работы алгоритма построения сети.

Главным достоинством РПС является иерархичность, которая позволяет естественным образом отображать структуру объектов и родовидовые связи, что обеспечивает удобство выполнения ассоциативного поиска. Другим важным преимуществом РПС является то, что их структура формируется автоматически в зависимости от вводимых данных. В результате достигается оптимизация представления информации за счет адаптации структуры сети к особенностям данных, при этом эффект адаптации достигается без введения априорно избыточной информации, а процесс обучения не зависит от конфигурации сети.

На основе вышесказанного был сделан вывод, что алгоритмы РПС могут использоваться для диагностики финансового состояния промышленного предприятия. В этом случае в качестве рецепторов целесообразно рассматривать финансовые, производственные, маркетинговые и прочие показатели, а в качестве концепторов – возможные позитивные или негативные состояния, характеризующие ту или иную сторону деятельности промышленного предприятия.

В то же время многообразие факторов, которые необходимо учитывать при диагностике функционирования социально-экономических объектов, а также наличие их взаимного влияния требуют проведения модификации алгоритма, предложенного В.П. Глушковым. Так, в исходном алгоритме обучение и распознавание осуществляются на основе статистики и количества рецепторов, при этом не учитывается сила связанности понятий. В разработанном алгоритме же рассматривается не только сама вершина, но и ее связи в рамках супермножества (т.е. степень влияния узла на вышестоящие концепторы).

При решении задач диагностики сложных социально-экономических объектов, функционирующих в нестабильных условиях, невозможно однозначно определить степень влияния одних факто-

ров на другие. В этой связи целесообразно использовать методы нечеткой логики, которые на основе экспертного опыта позволят оценить потенциальную возможность того, что состояние обусловлено реализацией некоторого события.

В ходе исследования были разработаны следующие организационно-методические и математические инструменты:

1) алгоритм построения нечеткой пирамидальной сети, который в отличие от исходного включает процедуру оценки взаимозависимости рецептов на основе расчета корреляционных показателей;

2) алгоритм обучения нечеткой пирамидальной сети, который в отличие от исходного включает процедуру определения степени влияния вершин на вышестоящие концепторы и заключается в расстановке «цветных» контрольных вершин на основе оценки введенного показателя значимости узлов;

3) алгоритм распознавания для прямой задачи – проведения диагностики финансового состояния промышленного предприятия на основе оценки разработанного набора количественных и качественных показателей;

4) алгоритм распознавания для обратной задачи – выявления набора факторов, оказывающих наибольшее влияние на формирование определенного финансового состояния с целью разработки комплекса предупреждающих или стимулирующих мер;

5) процедура построения функций принадлежности для лингвистических переменных, характеризующих степени влияния вершин на вышестоящие концепторы.

Как представляется, использование предложенного математического аппарата, основанного на использовании интеллектуальных методов анализа данных, позволит повысить обоснованность принимаемых инвестиционных решений.

#### **Библиографический список**

1. **Гладун, В.П.** Растущие пирамидальные сети // *Новости искусственного интеллекта.* – 2004. – №1.

*П.С. Панкратьев, асп.;*  
*рук. В.А. Шакиров, к.т.н.*  
*(БрГУ, г. Братск)*

## МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ВЫБОР ПЛОЩАДКИ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО ГЭС

Выбор площадки под строительство ГЭС является сложной многокритериальной задачей, в ходе решения которой, помимо геологических (рельеф) и гидрологических (изгиб, ширина реки, расход и пр.) аспектов, необходимо учитывать многие другие, такие как: экологические, экономические, социально-экономические, биологические факторы и прочие.

Выбор площадки можно рассмотреть в двух аспектах. С одной стороны, площадка оценивается с позиций условий строительства, сейсмической обстановки, социальных, экологических и экономических последствий в зоне строительства, оцениваются перспективы появления нового источника питания в данном районе. С другой стороны, каждая площадка позволяет реализовать различные проекты ГЭС. Так, одним из определяющих параметров ГЭС можно считать нормальный подпорный уровень (НПУ) водохранилища, который определяет площадь затопления, мощность станции. Предлагается проводить выбор площадки в разрезе описанных двух аспектов.

Предлагается рассматривать две группы альтернатив: альтернативы первого уровня (АПУ) и альтернативы второго уровня (АВУ). АПУ в исследовании будет принято считать искомые площадки, а АВУ – варианты ГЭС (рис. 1).

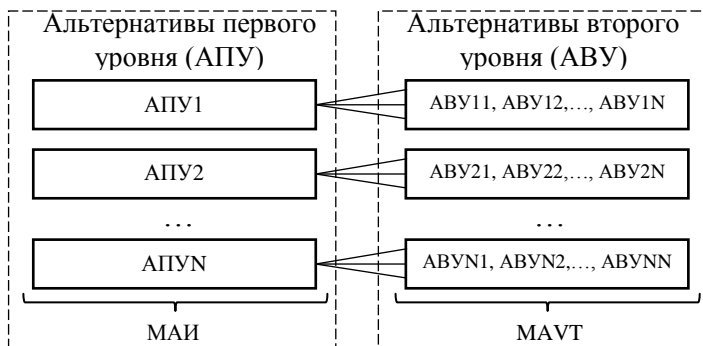


Рис. 1. Альтернативы первого и второго уровней в проблеме выбора площадки для строительства ГЭС

АПУ, АБУ в рассматриваемой проблеме оцениваются многими критериями. Поэтому требуется применение многокритериальных методов анализа данных. Особенностью задачи является то, что выбор лучших АБУ, лучшей АПУ не может быть осуществлен использованием одного метода многокритериального анализа. Связано это со следующими обстоятельствами.

АБУ характеризуются критериями, по которым может быть дана количественная оценка – мощность ГЭС, стоимость ГЭС, площадь затопления. Количество альтернатив потенциально не ограничено. Соответственно необходим метод, позволяющий проводить многокритериальную оценку в условиях большого количества альтернатив по количественным критериям. Этим требованиям отвечает метод многокритериальной теории ценности (Multi-attribute value theory (MAVT)). Данный метод широко применялся на практике [1]. В соответствии с методом в диалоге с лицом, принимающим решение, выявляются предпочтения, ценности, формализуются суждения экспертов. Проводится построение однокритериальных функций ценностей, определяются шкалирующие коэффициенты [1]. После их построения происходит структуризация предпочтений в виде многокритериальной функции ценности, численное значение которой и определяет ценность и предпочтительность одной АБУ другой.

АПУ также характеризуются количественными критериями (сейсмичность в районе строительства), но в большей степени для описания альтернатив привлекаются критерии, по которым может быть дано только качественное описание. Например – перспективы появления нового источника питания в данном районе. По каждой площадке можно дать описание перспектив, описать же все конкретным количественным показателем достаточно сложно. Другим примером может стать критерий - последствия для ихтиофауны. Описать все многообразие последствий, связанных со строительством ГЭС, по этому критерию одним количественным показателем также затруднительно. Более адекватным является сравнение перспектив, последствий. Метод, позволяющий проводить оценку и сравнение в таких условиях - метод анализа иерархий (МАИ). Метод использует относительную шкалу сравнения (таблица 1) [2].

В соответствии с методом, проводится построение матриц парных сравнений альтернатив по отдельным критериям, матрицы парных сравнений по важности критериев. Элементами матриц являются оценки из табл. 1. Вычислив собственные вектора матриц парных сравнений, проведя нормирование их элементов, можно получить веса критериев и альтернатив [2].

Таблица 1. Шкала относительной важности

Уровень важности	Количественное значение
Равная важность	1
Умеренное превосходство	3
Значительное превосходство	5
Явное превосходство	7
Абсолютное превосходство	9

Таким образом, предлагается следующая методика выбора площадки для строительства ГЭС. На первом этапе проводятся водноэнергетические расчеты для возможных вариантов ГЭС на возможных площадках – т.е. определяются все возможные АПУ и АБУ, дается количественное и качественное описание альтернатив двух уровней. На втором этапе применяется метод МАУТ, по результатам которого для каждого АПУ выбирается лучшая АБУ. На третьем этапе проводится сравнение АПУ с помощью МАИ.

Новизна предлагаемого подхода заключается в многокритериальном рассмотрении проблемы на двух уровнях с формированием двух уровней альтернатив. Каждая альтернатива первого уровня может иметь возможные реализации в виде альтернатив второго уровня. Альтернативы первого и второго уровня имеют различную степень детализации описаний последствий по критериям, что требует применения различных подходов к многокритериальной оценке. Предложены методы для решения задачи в такой постановке.

Предложенный многокритериальный подход к выбору створов ГЭС может проводиться на ранних этапах инженерных изысканий, в предпроектном анализе, когда известны лишь ориентировочные данные в отношении сооружаемой ГЭС, с целью определения наиболее предпочтительных мест для дальнейших, более детальных исследований.

Предложенный подход может быть использован и при решении других задач, которые характеризуются наличием в них двух уровней альтернатив. Например, таким образом можно рассматривать проблему выбора пункта строительства любого энергетического объекта, промышленного предприятия. Альтернативами первого уровня являются пункты, а альтернативами второго уровня – возможные реализации энергетических или промышленных предприятий – их производственная мощность, количество работников, капитальные вложения.

#### Библиографический список

1. Кини Р. Размещение энергетических объектов: выбор решений. Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 320 с., ил.
2. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий/ Т.Л. Саати; пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1993. 316 с.

*М.Ю. Подобед, асп.;  
рук. Д.С. Карпович, к.т.н.  
(БГТУ, г. Минск)*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Навигационное оборудование современных летательных аппаратов – это сложный измерительно-информационный комплекс, предназначенный для снабжения экипажа и систем управления данными, необходимыми для движения аппарата по заданному маршруту. Комплекс включает в себя измерительные устройства (датчики) и вычислительную систему, используемую для обработки поступающей от измерителей информации и выдачи ее в требуемой форме внешним потребителям. При необходимости вычислительная система обеспечивает и обратную передачу уже обработанной информации к первичным датчикам для улучшения их работы.

Разнообразие применяемого оборудования является причиной того, что при разработке навигационного комплекса и создании его алгоритмического обеспечения приходится пользоваться достижениями различных областей науки и техники. К ним прежде всего следует отнести: теорию фигуры Земли, теорию гироскопических устройств, теорию радионавигации и теорию фильтрации случайных процессов [1]. И только системный подход позволяет в полном объеме и на одинаковом уровне точности рассматривать вопросы, связанные как с самим построением навигационного комплекса, так и с организацией в нем необходимой обработки информации.

Параметры летящего самолета должны определяться с заданной степенью точности и надежности во всех точках зоны полетов (по возможности глобально) и непрерывно во времени. Немаловажными показателями качества навигационных систем являются также их стоимость, масса, потребляемая энергия в нормальных и аварийных условиях и т.д.

Удовлетворить всем указанным требованиям, установив на летательном аппарате один навигационный датчик, в настоящее время не удастся. Например, инерциальная система, удовлетворяя многим требованиям, не отвечает условиям точности, а в некоторых случаях и надежности. Многие радионавигационные системы не полностью удовлетворяют требованиям надежности при работе в условиях радиопомех. Не все радиосистемы отвечают требованиям глобальности и непрерывности выдачи навигационной информации. Так, радиосистема ближней навигации работает только в зоне прямой видимости, что ограничивает радиус ее действия и



приводит к появлению "мертвых" зон при полете на малых высотах. Для систем дальней радионавигации также имеются целевые регионы, которые не доступны для сигналов ни одной из цепочек станций.

Как правило, всем требованиям удастся удовлетворить только путем постановки на борт нескольких датчиков навигационной информации, которые с помощью вычислительных устройств объединяются в единую (комплексную) навигационную систему. Задачи, которые должно решать комплексирование отдельных навигационных датчиков, следующие: повышение точности определения навигационных параметров методами статистической фильтрации; повышение надежности измерений за счет обмена информацией и сравнения показаний отдельных навигационных датчиков; расширение зон работы навигационного комплекса; обеспечение непрерывности поступления точной навигационной информации во времени.

Комплексная измерительная система всегда обладает качествами, превосходящими качество каждого входящего в нее датчика информации. В некоторых же случаях она приобретает даже качества, которые принципиально не могут быть достигнуты каждым датчиком в отдельности. Например, система может обеспечивать измерения практически без динамических запаздываний, в то время как отдельные датчики принципиально такие запаздывания имеют. Комплексная система может обеспечивать устойчивое измерение параметров, тогда как отдельные датчики таким свойством не обладают [2].

Основная цель любого способа комплексирования состоит в достижении наивысших (при данном составе датчиков и вычислительных средств) показателей по точности и надежности определения навигационных параметров полета. Если не вводить ограничений на вычислительные затраты, то у систем с комплексной первичной обработкой информации эти показатели всегда лучше, чем у систем с вторичной обработкой. Другим немаловажным достоинством систем с первичной комплексной обработкой является максимальное облегчение работы для радиотехнических датчиков в условиях шумов, помех и периодических замираний радиосигналов, а также в условиях сильного маневрирования самолета. Указанное свойство существенно повышает надежность навигационного комплекса.

#### Библиографический список

1. Бабич О.А. Обработка информации в навигационных комплексах. // – М.: Машиностроение, 1991. – 3 с.
2. Белкин А.М. Воздушная навигация: справочник. // –М.: Транспорт, 1988. – 60 с.

*П.В. Стружков, маг.;*  
*рук. А.Н. Швецов, д.т.н., профессор*  
*(ВоГТУ, г. Вологда)*

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДПРИЯТИЙ**

В данной работе внимание уделено информационным технологиям предприятий, рассматриваются принципы и основные понятия автоматизированных информационных систем. Современные корпоративные информационные системы (КИС) играют очень важную роль в бизнесе. КИС отражает концептуальную и физическую архитектуры организации и сопровождает ее многофункциональную деятельность. Основой КИС предприятий на современном этапе являются так называемые системы планирования ресурсов предприятий (Enterprise Resource Planning - ERP). Мировой опыт свидетельствует, что умело выбранная и внедренная ERP-система существенно улучшает управляемость предприятием и повышает эффективность его работы.

Для любого предприятия возможность повышения эффективности производства в первую очередь определяется эффективностью существующей системы управления. Скоординированное взаимодействие между всеми подразделениями, оперативная обработка и анализ получаемых данных, долговременное планирование и прогнозирование состояния рынка - вот далеко не полный перечень задач, которые позволяют решить внедрение современной автоматизированной системы управления.

В связи с этим, говоря о возросшем интересе российских предприятий к внедрению автоматизированных систем управления, нельзя не отметить, что в настоящее время на отечественном рынке преобладают две основные тенденции их разработки и внедрения.

Первая заключается в том, что предприятие пытается постепенно внедрить системы автоматизации лишь на отдельных участках своей деятельности, предполагая в дальнейшем объединить их в общую систему либо довольствуясь "кусочной" автоматизацией. Несмотря на то, что этот путь на первый взгляд кажется менее затратным, опыт внедрения таких систем показывает, что минимальные затраты в подобных проектах чаще всего оборачиваются и их минимальной отдачей, а то и вовсе не приносят желаемого результата. К тому же сопровождение и развитие таких систем чрезвычайно затрудненное и затратное.

Вторая тенденция - комплексное внедрение систем автоматизации, что позволяет охватить все звенья системы менеджмента - от низового уровня производственных подразделений до верхнего управленческого уровня. В этом случае такая система включает в себя:

- автоматизацию многих направлений деятельности предприятия;
- автоматизацию основных технологических процессов предприятия;
- автоматизацию собственно управленческих процессов, процессов анализа и стратегического планирования [1].

Несмотря на значительное расширение в последнее время рынка информационных услуг и продуктов, информационное обеспечение системы управления предприятием остается все еще на недостаточном уровне. Информационно-телекоммуникационные системы функционируют в основном в интересах высших уровней управления и, как правило, без необходимого их взаимодействия. Такое положение приводит к дублированию работ, избыточности в сборе первичной информации, удорожанию разработок и эксплуатации систем.

Единое информационное пространство предприятия представляет собой совокупность баз и банков данных, технологий их ведения и использования, информационно-телекоммуникационных систем и сетей, которые функционируют на основе единых принципов и по общим правилам, обеспечивающим защищенное информационное взаимодействие всех участников, а также удовлетворение их информационных потребностей в соответствии с иерархией обязанностей и уровнем доступа к данным.

Построение корпоративной информационной системы должно начинаться с анализа структуры управления организацией и соответствующих потоков данных и информации. Координация работы всех подразделений организации осуществляется через органы управления разного уровня. Под управлением понимают обеспечение поставленной цели при условии реализации следующих основных функций: организационной, плановой, учетной, контрольной.

В последние годы в сфере управления все активнее стали применяться понятие "принятие решения" и связанные с этим понятием системы, методы, средства поддержки принятия решений. Принятие и исполнение делового решения - акт формирования и целенаправленного воздействия на объект управления, основанный на анализе ситуации, определении цели, разработке политики и программы достижения этой цели.

Первым шагом на пути к эффективному управлению является создание системы сбора, оперативной обработки и получения оператив-

ной, точной и достоверной информации о деятельности предприятия - системы для реализации управленческого учета.

Управленческий учет представляет собой проблему для значительной части руководителей предприятий в основном из-за отсутствия соответствующей системы обработки и представления данных, на основе которых принимаются решения. Иногда сведения, получаемые руководством для контроля и принятия решений, формируются из системы финансовой отчетности, кадрового учета и т. д. Проблема состоит в том, что эти сведения служат специфическим целям и не отвечают потребностям руководства для принятия решений. Поэтому на многих предприятиях существуют параллельно две системы учета - бухгалтерский и управленческий, т. е. служащий обеспечению выполнения повседневных рабочих задач сотрудников и руководителей предприятия. Как правило, такой учет ведется по принципу "снизу-вверх". Сотрудники для выполнения своей работы фиксируют необходимую первичную информацию. Когда руководству нужно получить какие-то сведения о положении дел на предприятии, оно обращается с запросами к менеджерам более низкого уровня, а те, в свою очередь, к исполнителям [2].

Следствием такого самопроизвольного подхода к формированию системы отчетности является то, что, как правило, возникает конфликт между той информацией, которую хочет получить руководство, и теми данными, которые могут предоставить исполнители. Причина этого конфликта очевидна - на разных уровнях иерархии предприятия требуется разная информация, а при построении системы отчетности "снизу-вверх" нарушается основной принцип построения информационной системы - ориентация на первое лицо. Исполнители обладают либо не теми видами данных, которые нужны руководству, либо нужными данными не с той степенью детализации или обобщения. Большинство руководящих работников действительно получают отчеты о работе своих отделов, но эти сведения либо излишне пространны (например, подшивка договоров о продаже вместо сводного отчета с приведением цифр об общем объеме сбыта за указанный период), либо, наоборот, недостаточно полны. Кроме того, сведения поступают с запозданием - например, можно получить сведения о дебиторской задолженности через 20 дней по окончании месяца, а между тем отдел сбыта уже отгрузил товары заказчику с просроченным последним платежом. Неточные данные могут быть причиной неверных решений. Точные данные, полученные с запозданием, также теряют ценность.

Для того чтобы руководство предприятия могло получать данные, необходимые ему для принятия управленческих решений, необходимо строить систему отчетности "сверху вниз", формулируя потребности верхнего уровня управления и проецируя их на нижние уровни исполнения. Только такой подход обеспечивает получение и фиксирование на самом низшем исполнительском уровне таких первичных данных, которые в обобщенном виде смогут дать руководству предприятия ту информацию, в которой оно нуждается.

Важнейшими требованиями к системе управленческого учета являются своевременность, единообразие, точность и регулярность получения информации руководством предприятия. Эти требования могут быть реализованы при соблюдении ряда простых принципов построения системы управленческой отчетности:

- система должна быть ориентирована на лиц, принимающих решения, и на сотрудников аналитического отдела;
- система должна строиться "сверху вниз", руководители каждого уровня должны проанализировать состав и периодичность данных, необходимых им для выполнения своей работы;
- исполнители должны иметь возможность фиксирования и передачи "наверх" установленных их руководством данных;
- данные должны фиксироваться там, где порождаются;
- информация разной степени детализации должна становиться доступной всем заинтересованным потребителям сразу же после ее фиксирования.

Очевидно, что эти требования наиболее полно могут быть реализованы с помощью автоматизированной системы. Однако опыт упорядочения систем управленческой отчетности на различных предприятиях показывает, что внедрению автоматизированной системы управленческого учета должна предшествовать достаточно большая "бумажная" работа. Ее выполнение позволяет промоделировать различные особенности управленческой отчетности предприятия и тем самым ускорить процесс внедрения системы и избежать многих дорогостоящих ошибок [3].

#### Библиографический список

1. Сайт ИНТУИТ Национальный открытый университет. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/>.
2. И. К. Корнеев, В. А. Машурцев. Информационные технологии в управлении.
3. В.Н. Логинов. Информационные технологии управления: учеб. пособ.

*А.В. Товстыко, студ.;  
рук. О.Г. Барашко, к.т.н., доцент  
(БГТУ, г. Минск)*

## **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ В СОСТАВЕ ERP-СИСТЕМ**

Построение систем управления высшего уровня (ERP-системы) промышленным предприятием включает следующие характерные модули: бизнес-планирование, планирование продаж и деятельности, планирование производства; формирование графика выпуска продукции, планирование потребностей в материальных ресурсах, планирование производственных мощностей, оперативное управление производством [1]. Преобладание данных модулей в существующей архитектуре ERP-систем явно не согласуется с принципом экологических приоритетов при решении задач управления промышленными системами.

Предлагается при проектировании систем данного класса учитывать данное обстоятельство и дополнить их модулями, призванными отвечать за улучшение экологических аспектов промышленного предприятия.

Существующая задача включает в себя решение множества весьма сложных задач, нелинейных, трудно формализуемых и требующих знаний по многим аспектам задач экологии, в том числе по мониторингу окружающей среды. Применительно к нашему случаю дополнительный модуль рассматривается как мониторинговая экспертная система, выполняющая контроль над состоянием среды и помогающая руководству предприятия влиять на это состояние. Данный выбор основывался на том, что при решении ряда практически важных, в частности, экологических задач возникают ситуации, когда либо отсутствуют необходимые датчики первичной информации, либо существующие средства измерений не обеспечивают получение требуемой информации в темпе с процессом, либо в наличии имеется лишь качественная информация.

В нашем случае рассмотрим задачу многокритериальной оптимизации в постановке, когда цели, альтернативы и исходы заданы нечетко, но для которой отношения предпочтения, т.е. функция полезности, заданы четко. Для решения поставленной задачи оптимизации нужно определить и максимизировать функцию полезности рассматриваемых альтернатив. Основной трудностью, возникающей при решении таких задач является проблема получения математического описания функции полезности [2]. В теории полезности функция полезности рас-

сматривается и рассчитывается как вероятностная величина, однако для многих сложных неформализованных задач принятия решений оценить многомерное распределение вероятности очень сложно. В работе функция полезности рассматривается не как вероятностная, а как нечеткая величина.

На основании вышесказанного предлагается выбрать архитектуру дополнительного модуля экологического мониторинга в виде системы информационной поддержки принятия решений таким образом, чтобы обеспечить функционирование подсистем управления баз знаний и вывода знаний как единого целого. Это позволит адаптировать модуль к различному программному обеспечению за счет модификации пользовательского интерфейса подсистемы вывода знаний. Получение первичной информации может быть возложено на соответствующие службы предприятия, а в дальнейшем на его лабораторно-информационную систему [3].

Управляющая часть включает экспертную систему, которая состоит из баз данных экспертных систем, формируемых в зависимости от их функционального назначения, и баз знаний, содержащих методы, модели и алгоритмы принятия решений по управлению объектом.

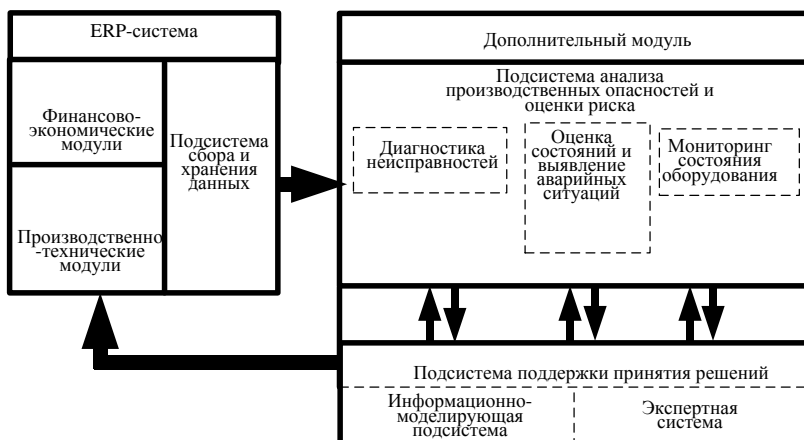


Рис.1. Структура ERP-системы с дополнительным модулем

В качестве средства реализации экспертной системы использована среда CLIPS v.6.0, лучшая на сегодня для работы в реальном времени среды свободно распространяемых оболочек, разработанных на C++ [4]. Веб-

ориентированные средства на базе Java (системы Exsys Corvid, JESS) являются более медленными, чем CLIPS, которая может удовлетворительно работать в реальном времени при времени реакции более 0,1 с.

Интегрирование дополнительных модулей экологического мониторинга наряду с производственно-техническими и финансово-экономическими модулями ERP-систем управления промышленными предприятиями сможет обеспечить их руководство достоверной, полноценной и своевременной информацией не только о технологических и экономических факторах, но и создать количественную основу для принятия решений в области экологии, что позволит более эффективно прогнозировать развитие экологической ситуации (в том числе и разрушений) на предприятии или его объектах.

#### Библиографический список

1. **Автоматизация** управления предприятием / Баронов В.В. и др. — М: ИНФРА-М, 2000. — 239 с.
2. **Деменков Н.П.**, Матвеев В.А. Нечеткие системы экологического мониторинга и управления // Промышленные АСУ и контроллеры. 2004. № 1. С. 29-32.
3. **Барашко О.Г.** Перспективы использования промышленных лабораторно-информационных систем // Автоматический контроль и автоматизация производственных процессов. **Материалы Междун. науч.-техн. конф. — Минск, 2006. — С.46-48.**
4. **Частиков А. П.** Разработка экспертных систем в среде CLIPS / А. П. Частиков, Т.А. Гаврилова, Д.Л. Белов. — СПб.: BHV, 2003. — 608 с.

*В.А. Фадеев, асп.;*  
*рук. В.А. Шакиров, к.т.н.*  
*(БрГУ, г. Братск)*

## МОДЕЛЬ ПОСЛЕДСТВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ТЭС В ИЗОЛИРОВАННОМ РАЙОНЕ

Северо-Восточные районы России обладают богатейшими природными ресурсами. Однако освоение ресурсов затрудняется тем, что они, как правило, сконцентрированы в изолированных районах.

Под изолированными районами здесь понимаются удаленные, малоразвитые и энергодефицитные районы. Вследствие удаленности для энергетики таких районов является характерным либо полное отсутствие, либо наличие слабых связей с внешней энергосистемой.

Одним из способов решения проблемы энергодефицита является развитие генерирующих мощностей в данном районе.



При реализации конкретного проекта развития генерирующих мощностей, необходимо учитывать ряд факторов. Выделяют пять следующих главных групп факторов, на рассмотрении которых базируется вся проблема развития энергетики района [1]:

- факторов окружающей среды;
- экономических факторов;
- социально-экономических факторов;
- факторов здоровья и безопасности населения;
- факторов общественного мнения.

Эти факторы характерны для проблемы ввода мощностей в целом, но учитывая изолированность района, необходимо рассмотреть некоторые особенности.

Первой особенностью является необходимость учитывать обеспеченность района энергоресурсами т.к. в изолированном районе практически невозможно осуществить доставку энергоресурсов из других районов.

Второй особенностью является необходимость считаться с рисками не востребоваемости мощности. Учитывая перспективность таких районов, возможное энергопотребление может колебаться в широких пределах и ввиду этого сложно определить установленную мощность станции.

В случае занижения установленной мощности, район останется энергодефицитным и потребуются дополнительные капитальные затраты на развитие генерирующих мощностей. В обратном случае, если установленная мощность станции будет завышена, это приведет к простоям оборудования т.к. производить энергии больше необходимой в данном районе возможно только при условии передачи излишков во внешнюю энергосистему.

Из рассмотренных выше факторов и особенностей видно, что задача выбора величины генерирующей мощности представляет собой уникальную задачу для каждого конкретного района.

Заранее сформулированные альтернативы в такого рода ситуациях отсутствуют, они возникают в процессе анализа проблемы [2].

Эти обстоятельства не позволяют при принятии решений в таких проблемах эффективно использовать подходы имитационного моделирования, ориентированные на использование количественных объективных оценок, методы традиционной теории принятия решений, реализующие выбор лучшей альтернативы из множества четко сформулированных альтернатив, а также методы сценарного анализа [2].

Формализовать эту проблему возможно в виде слабоструктурированной системы, состоящей из множества разнородных взаимодействующих факторов.

Подход к анализу таких систем основан на понятии когнитивной карты и часто называется когнитивным моделированием.

Эффективность использования когнитивных карт в качестве моделей слабоструктурированных проблем и сложных систем обусловлена [3]:

- возможностью наглядного представления анализируемой проблемы или системы;
- отсутствием необходимости предварительной спецификации факторов и отношений влияния;
- конструктивностью, наглядностью и относительно легкой интерпретации с их помощью причинно-следственных связей между факторами;
- интегрированностью с методами оценок результатов анализа.

В анализе слабоструктурированных систем когнитивная карта представляет собой математическую модель, которая формализует сложную систему в виде множества взаимодействующих факторов. Эти факторы являются системными переменными, а их взаимодействие – причинно-следственными отношениями между ними.

Рассмотрим перспективный изолированный район, на территории которого имеются запасы угля. Развивать генерирующие мощности в данном районе целесообразно путем строительства тепловой электрической станции (ТЭС). На рис. 1 представлен возможный вариант когнитивной карты. Прямоугольником отмечены целевые факторы, т.е. такие факторы, значения которых контролируются, окружностью промежуточные факторы. Значения целевых факторов дают всю необходимую информацию о проблеме, исходя из ранее отмеченных особенностей.

По своей сути карта представляет собой модель, которая дает информацию о последствиях функционирования ТЭС в данном районе.

Рассмотрим функционирование когнитивной карты. Исходя из уровня инвестиций и запаса топлива, а также принимая во внимание риск невосребованности энергии, экспертом формируется диапазон возможных значений установленной мощности ТЭС. Каждое из возможных значений «запускает» карту, т.е. каждой мощности станции будут соответствовать определенные значения промежуточных факторов.

Промежуточные факторы, в свою очередь, напрямую либо опосредовано влияют на целевые факторы.

Более детально рассмотрим функционирование карты на примере влияния установленной мощности ТЭС на экологическую обстановку в изолированном районе.

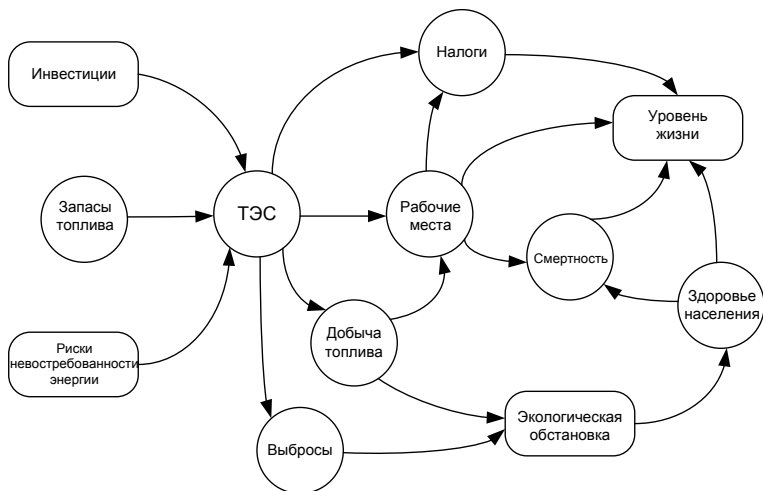


Рис. 1. Когнитивная карта последствий ввода ТЭС

Для каждого значения из возможного диапазона установленных мощностей, производится выбор котлов и турбогенераторов ТЭС. Исходя из числа котлов, а так же характеристик топлива определяется величина необходимого топлива.

Далее, учитывая параметры топлива и котлов, согласно [4], рассчитываются выбросы в атмосферу различных загрязняющих веществ, а также их максимальная приземная концентрация.

Кроме выбросов в атмосферу учитывается отчуждение земли под золошлакоотвал (ЗШО). Также учитывается изъятие земель угледобывающим предприятием.

Количество и концентрация выбросов, а также площадь отчуждаемых земель под ЗШО являются значениями фактора «Выбросы». Отчуждение земель под угледобычу является экологической составляющей значений фактора «Добыча топлива».

Агрегация значений промежуточных факторов «Выбросы» и «Добыча топлива» дают значения целевого фактора «Экологическая обстановка».

Аналогичным образом определяется значение целевого критерия «Уровень жизни».

Таким образом, данная модель позволяет получить полную информацию о последствиях ввода ТЭС на всем диапазоне возможных значений установленной мощности.

**Библиографический список**

1. **Кини Р.** Размещение энергетических объектов: выбор решений. Пер. с англ.-М.: Энергоатомиздат, 1983.-320с
2. **Кузнецов, О.П.** Анализ влияний при управлении слабоструктурированными ситуациями на основе когнитивных карт /О.П. Кузнецов, А.А. Кулинич, А.В. Марковский // Человеческий фактор в управлении / Под ред. П.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова.- М.: КомКнига, 2006. - С. 313-344.
3. **Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С.** Нечеткие модели и сети. – М.: Горячая линия–Телеком, 2007.– 284с.: ил.
4. **Методика** определения валовых выбросов загрязняющих веществ от котельных установок ТЭС. РД 34.02.305-98 / ВТИ. – М., 1998.

*О.М. Будз, студ.;  
рук. С.В. Данилова, к.э.н., доцент  
(ИвГУ, г. Иваново)*

**АНАЛИЗ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ  
УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ НА БАЗЕ  
СОВРЕМЕННЫХ ИТ**

С переходом к рыночной экономике происходят принципиальные изменения в системе управления не только предприятиями и организациями, но и персоналом.

Вопросы управления персоналом касаются каждого руководителя независимо от того, какие задачи и функции он выполняет в учреждениях и организациях России. Управление персоналом должно все меньше основываться на административных методах и все в большей степени ориентироваться на осознанную кадровую политику, базирующуюся на системе интересов персонала и предприятия. Поэтому необходимы новейшие научные знания и эффективные технологии в области управления человеческими ресурсами, методы формирования и управления трудовым коллективом, освоение инновационных технологий работы с кадрами. Нужны новые подходы к таким проблемам, как: кадровое планирование, профотбор и оценка служащего; формирование резерва и планирование карьеры; руководство и обучение кадров в процессе трудовой деятельности; нормативно-правовая база управления персоналом; стиль управления персоналом и оптимизация труда руководителей; контроль в системе управления персоналом; этика и этикет деловых отношений; формирование здорового морально-психологического климата в коллективе и другое.

Следствием таких изменений становятся новые подходы к качеству управлению персоналом. Одним из таких инструментов являются информационные системы бизнес-аналитики.

Информационные системы бизнес-аналитики по управлению персоналом предоставляют комплексные функциональные возможности бизнес-анализа, которые позволяют ключевым пользователям принимать эффективные, обоснованные решения на основе достоверных данных и анализа. Среди преимуществ внедрения систем бизнес-аналитики по управлению персоналом можно отметить:

1. Простота и оперативность построения отчетности – сокращается время на подготовку отчетности, а также время принятия решения.

2. Низкая совокупная стоимость владения – квалификация сотрудников, отвечающих за подготовку отчетности, не требует знаний в IT-области.

3. Открытость к данным – построение запросов возможно на любых существующих в компании данных.

4. Гибкое построение информационных интерактивных панелей.

5. Единая интегрированная платформа для бизнес-анализа и управления данными персонала.

В течение нескольких последних лет система управления персоналом постоянно развивалась и получала новые бизнес-функции и возможности в рамках различных программных пакетов. Особое внимание в последних решениях уделяется улучшению интерфейсов конечных пользователей, участвующих в процессах управления персоналом, а также предоставлению простой в использовании наглядной аналитической информации для HR-специалистов и руководителей.

Ключевой идеей является предоставление аналитики прямо в рамках выполняемых процессов, например, в портале самообслуживания менеджера. Визуальная информация о данных сотрудника доступна в его профиле, где визуализирована информация о количестве дней неиспользованного отпуска, обзор совокупного вознаграждения сотрудника и история его изменения, результаты оценки эффективности, потенциала сотрудника, степень соответствия знаний сотрудника должностным требованиям.

Рабочее место позволяет выбрать различных сотрудников из списка и увидеть аналитические отчеты по динамике изменения их совокупного вознаграждения, увидеть уровень сотрудников в «вилке зарплат», откалибровать уровень вознаграждений в соответствии с результатами оценки эффективности.

Аналогичные возможности доступны и для других процессов, включая процесс управления эффективностью персонала. Панель позволяет руководителю увидеть распределение итоговых оценок своих подчиненных, тренд изменения оценки по отдельным сотрудникам, отследить статусы исполнения задач. Информационные панели встраиваются в «портальные рабочие места» специалистов по развитию и обучению персонала и, при необходимости, могут быть изменены в соответствии с дополнительными потребностями. Панели позволяют фильтровать данные по структуре организации и по группам данных из той или иной области.

Пользователю доступен список ключевые метрик по управлению персоналом с цветовой индикацией текущего изменения показателя (красные, желтые и зеленые стрелки – в зависимости от того, как должен себя вести этот показатель по нашему мнению). Любой из показателей можно просмотреть более детально, как, например, количество уволившихся из компании в разбивке по месяцам текущего года. Довольно часто компании используют показатели, рассчитываемые по определенной формуле – в данном рабочем месте пользователь может посмотреть описание этой формулы в левой части экрана.

Одним из важных требований, предъявляемых пользователями к аналитике, является легкая доступность информации. Развитие мобильных технологий привело к тому, что значительное число сотрудников и руководителей активно используют мобильные устройства в ежедневной работе. Поэтому возможность получать аналитику по персоналу прямо на мобильном устройстве является вполне закономерным требованием. Эта задача становится особенно актуальной при проведении интервью с кандидатами, проведении кадровых комитетов, виртуальных встреч по оценке эффективности и потенциала персонала, проведении совещаний по планированию численности и организационных изменений. Например, компания SAP для решения таких задач предлагает использовать мобильное приложение SAP Manager Insight, сочетающее в себе как функции по просмотру персональных данных сотрудников, так и функции по просмотру аналитических отчетов по персоналу на основе данных хранилища (BW).

Таким образом, общий тренд развития информационных решений по аналитике – сделать ее максимально доступной для конечных потребителей необходимой информации. Подтверждением этой тенденции является тот факт, что в октябре 2012 года SuccessFactors анонсировала решение Headlines, которое отслеживает динамику ключевых показатели по персоналу и присылает уже «очищенную» информацию

в виде «простых предложений» и напоминаний на мобильное устройство руководителя.

За счет наличия готовых решений срок внедрения аналитических решений по управлению персоналом для бизнес-анализа и управления информацией существенно уменьшается.

Основными целями внедрения системы являются:

- получение гибкого инструмента для сбора аналитической информации по персоналу по всем дочерним обществам компании, предоставляемой руководству и акционерам компании;
- уменьшение влияния человеческого фактора на предоставляемую информацию;
- повышение качества предоставляемой информации и упрощение ее консолидации;
- повышение точности прогнозирования и планирования затрат на персонал;
- повышение эффективности управления всеми расходами на персонал;
- снижение затрат на хранение и обработку информации;
- снижение затрат на подготовку растущего числа статистических отчетов.

Внедрение бизнес-аналитики по управлению персоналом позволяет компании перейти на качественно новый уровень всестороннего анализа текущего состояния системы управления персоналом с целью принятия эффективных управленческих решений и, тем самым, получить конкурентное преимущество на рынке.

Экономическую эффективность от внедрения такого рода систем посчитать очень сложно. Наиболее важными при внедрении данной системы являются нематериальные выгоды, а именно повышение качества и скорости предоставления информации для принятия управленческих решений, унификация алгоритмов и отчетных форм, что в результате позволило формировать единую отчетность по персоналу по всей компании.

#### Библиографический список

1. **Официальное** описание продуктизированного сервиса по внедрению SAP Executive HR Reporting <https://service.sap.com/rds-hr-rep>
2. **Статья** Франса Смолдерса с обзором событий в HR-аналитике в 2012 году и прогноз на 2013 год: <http://scn.sap.com/community/erp/hcm/blog/2012/12/24/a-2012-hr-analytics-summary-and-the-2013-outlook>
3. <http://magazine.hrm.ru>
4. [www.mashportal.ru](http://www.mashportal.ru)
5. <http://varkalos.com>

## **Секция 28. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ПРОГРАММ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ**

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

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

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ИЗБИРАТЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ**

Разбиение территории на избирательные округа довольно трудный процесс, даже в рамках одного населенного пункта. Но использование ГИС-технологий может упростить эту задачу.

Речь идет о программе, которая, базируясь на картографической основе, позволит моделировать различные схемы нарезки избирательных округов и «раскрывать» эти избирательные округа до избирательных участков и отдельных домов, входящих в них, и перемещать как отдельные дома, так и целые жилые массивы между участками.

Конечно, при разработке следует учитывать законы Российской Федерации, касающиеся образования избирательных участков [1]:

1. Одномандатные избирательные округа охватывают в своей совокупности всю территорию Российской Федерации и должны отвечать следующим требованиям:

а) наличие не менее одного избирательного округа на территории субъекта Федерации;

б) равенство избирательных округов по числу избирателей в пределах одного субъекта Российской Федерации с допуском взаимным отклонением до 15 процентов;

в) территориальное единство: не допускается наличие или создание избирательного округа, состоящего из не граничащих между собой территорий;

Избирательные участки образуются не позднее, чем за 45 дней до дня выборов решениями глав администраций районов, городов, районов в городах из расчета от 100 до 3000 избирателей на один участок. В районах Крайнего Севера, в горных и иных малонаселенных местностях допускается образование избирательных участков из расчета



2. от 20 избирателей.

Идея автоматизировать систему разбиения на округа не нова – похожие проекты уже разрабатываются в некоторых городах России. Например, в Ярославской области на заседании комитета областной думы по законодательству рассматривался вопрос о новой схеме образования одномандатных избирательных округов: нарезке программным способом [2].

В городе Иваново в настоящее время разработана и используется автоматизированная информационная система категорированного учета населения (АИС КУН), которая позволяет формировать избирательные участки с использованием базы данных населения. Однако в ней не реализованы функции формирования участков на карте. Целью данной работы является развитие АИС КУН для повышения эффективности ее использования при подготовке выборных кампаний в городе Иваново.

АИС КУН представляет собой веб-приложение, которое можно разместить на сервере с установленной ОС Microsoft Windows. Пользователю необходимо иметь соединение с этим сервером и браузер – тонкий клиент.

В первой тестовой версии системы, включающей средства ГИС, реализован процесс включения домов в состав избирательного участка и перенос домов в другие участки. Пользователь путем действий с объектами на карте может быстро изменять состав и форму избирательных участков. При этом пользователь видит размещение избирательных пунктов и может оценивать возможность удобного посещения жителями избирательных пунктов.

Дальнейшим развитием системы является разработка алгоритмов оптимизации, которые позволят автоматически решать задачу формирования участков на карте при заданных ограничениях на число избирателей в участке по критерию близости всех зданий в участке к избирательному пункту.

#### **Библиографический список**

1. **Положение** о выборах депутатов Государственной Думы в 1993 г. Гл. 2. Избирательные округа. Избирательные участки. Списки избирателей. Статья 8. Пункт 1. Статья 10. Пункт 1.
2. **Ярославская** областная газета - <http://www.goldring.ru/news/show/105239> .

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

## **РАЗРАБОТКА И МОДЕРНИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТА С ВРЕМЕННЫМИ ОКНАМИ**

Оптимальное решение различных видов транспортных задач является одной из основных проблем транспортной логистики. Существует ряд точных методов, которые позволяют получить наилучшее решение, однако с ростом размерности задач их использование становится затруднительным в связи со значительно возрастающей вычислительной сложностью. В этом случае наиболее эффективными оказываются эвристические методы, к которым и относится генетический алгоритм.

За основу работы был взят генетический алгоритм, представленный в [1]. В процессе реализации описанного алгоритма были выявлены и в дальнейшем устранены недостатки, связанные со временем сходимости, а также с точностью получаемых результатов. Оптимизированный вариант реализации алгоритма был успешно опробован в среде ГИС, проведено исследование на примерах решения задач на карте города Иваново. В процессе тестирования работы генетического алгоритма также использовались задачи Соломона, которые являются стандартом де-факто для сравнения результатов решения задачи маршрутизации транспорта различными методами. Также с целью увеличения производительности был реализован один из способов распараллеливания работы данного алгоритма [2].

В настоящее время проводятся исследования различных вариантов увеличения эффективности работы алгоритма, разрабатывается модель, позволяющая определить зависимость между оптимальным набором параметров генетического алгоритма и свойствами конкретной задачи. Также перспективным направлением является поиск других возможных вариантов распараллеливания алгоритмов решения задачи.

### **Библиографический список**

1. Курейчик В.М., Емельянова Т.С. Решение транспортных задач с использованием комбинированного генетического алгоритма. // Искусственный интеллект. Одиннадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2008. Труды конференции. Т.1 – М.: Физматлит, 2008. С. 158-164
2. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Холод И.И., Тесс М.Д., Елизаров С.И. Анализ данных и процессов. Учеб.пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009.

*Д.И. Алиев, А.А. Огарков, А.П. Смирнова, маг.;*  
*рук. Ю.В. Васильков, д.т.н., профессор*  
*(ЯГТУ, г. Ярославль)*

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ**

Энергоэффективность любого производства определяется затратами энергии на выпуск продукции, которые зависят от выбора режима технологического процесса и конструктивных параметров аппарата, в котором он протекает. Поэтому необходима подготовка как грамотных проектировщиков и специалистов в области автоматического управления, так и квалифицированных эксплуатационников оборудования.

На данный момент материально-техническая база некоторых высших учебных заведений морально и физически устарела и не справляется с возложенными на неё функциями. Кроме того, оборудование для наглядного представления технологических процессов само по себе является энерго- и ресурсоёмким и, зачастую, обладает высокой стоимостью. Выходом может стать «виртуализация» реальных аппаратов и процессов, то есть создание электронных учебников, электронных лабораторных практикумов. На их базе также можно организовывать системы дистанционного обучения, которые применяются как при подготовке молодых специалистов, так и для повышения квалификации производственного персонала без отрыва от производства.

Данная работа посвящена созданию подобной системы – электронного лабораторного практикума по математическому моделированию систем управления. Эта дисциплина является одной из основополагающих при подготовке специалистов в области автоматического управления процессами и технологов.

Исходя из поставленной выше общей задачи, были сформулированы следующие требования к разрабатываемой обучающей системе – электронному лабораторному практикуму:

1. Охват основных часто применяющихся на различных производствах технологических процессов (сушки, теплообмена, массообмена, химических реакций и т.д.).

2. Наличие различных средств, облегчающих усвоение получаемых знаний. В первую очередь – это средства визуализации происходящих в аппарате процессов.

3. Высокий уровень интерактивности. Обучающийся должен иметь возможность влиять на состояние процесса и сразу же видеть как эти

изменения отражаются на функциях параметров состояния в пространстве аппарата и во времени.

4. Интуитивно понятный графический интерфейс, который должен быть приспособлен для работы с ним пользователей ПК различной степени квалификации.

5. Наличие информативной справочной системой нескольких типов.

На данный момент разработано программное обеспечение для ПК, работающих под управлением ОС Windows в котором смоделированы проточные теплообменные и реакционные аппараты типа «труба-в-трубе», соответствующее приведённым выше требованиям. Оно имеет модульную структуру и включает в себя следующие составные части:

1) Инструментарий визуализации, который позволяет наглядно представить процесс и аппарат, в котором он проводится: предоставляет средства для анимации материальных и энергетических потоков, изображения распределения параметров, построения графиков параметров состояния процесса. Имеется возможность отображения течения переходных процессов во времени, в том числе и для сложных процессов с распределёнными по длине аппарата параметрами.

2) Алгоритм, реализующий математический аппарат, который предоставляет средства для математического моделирования процессов, а именно решения как отдельных дифференциальных уравнений, так и их систем, а также сплайновой интерполяции получаемых зависимостей.

3) Систему формирования отчётов, которая представляет результаты исследований как в графической форме, так и в табличной. Сохранение данных осуществляется в стандартных форматах файлов (\*.xls, \*.jpg, \*.csv).

4) Систему контекстной справки, которая обеспечивает обучающуюся информацией непосредственно в ходе исследований.

5) Систему контроля знаний на базе иллюстрированных тестов, а также средства для их подготовки.

Разработанное программное обеспечение, представляющее электронный лабораторный практикум по дисциплине «Моделирование систем», которое внедряется в учебный процесс.

На данный момент развитие лабораторного практикума продолжается. Дополнительно планируется значительное расширение номенклатуры представленных для изучения процессов и аппаратов, в которых они проводятся.

Перспективным является переход на облачную модель функционирования, которая обеспечит совместимость приложения с различными ОС и устройствами, в том числе популярными на данный момент ин-

тернет-планшетами. Для этого интерфейс пользователя и вычислительная часть системы должны работать на серверной стороне, а клиентские функции выполнять веб-браузер, поддерживающий стандарт html5. Такая организация программной системы снизит требования к клиентскому оборудованию, что позволит уменьшить его стоимость и энергопотребление.

*А.А. Громов; В.Г. Смирнов, студ.;  
рук. А.Л. Алыкова, к.т.н., доцент, А.Б. Гадалов, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **СИСТЕМА ОБМЕНА ДАННЫМИ МЕЖДУ КОНФИГУРАЦИЯМИ 1С ЧЕРЕЗ СУБД MICROSOFT SQL SERVER**

Для платформы 1С существует множество типовых конфигураций предназначенных для разных целей, таким образом, одна организация может использовать в своей работе несколько конфигураций одновременно. Очень часто бывает необходимо синхронизировать данные в различных базах.

На данный момент функционирует автоматизированная система, построенная на основе 1С:УПП. УПП является центральным звеном системы. Для реализации процессов торговли используется конфигурация 1С:Розница. 1С:УПП представляет собой единую информационную базу, которая аккумулирует в себе данные полученные от других информационных баз на основе 1С:Розница. Процесс обмена данными осуществляется при помощи 1С:Конвертация данных.

После доработки указанных конфигураций под нужды предприятия информационная база не имеет целостности, так как существующие механизмы обмена данными не позволяют организовать необходимую систему документооборота. Полностью отсутствует возможность контроля над обменом данными, что является критичным для корректной работы предприятия.

Для данной задачи требуется обмен данными между различными нетиповыми объектами информационных баз, что не позволяет использовать обмен в стандартном виде. Из-за невозможности контроля обмена на практике возникает целый ряд проблем, таких как ошибки выгрузки, загрузки отдельных объектов и дублирование данных.

Таким образом, было принято решение об использовании внешней СУБД как промежуточного этапа в обмене данными.



Рис. 1. Обмен данными между конфигурациями 1С

С помощью встроенного языка 1С создаются обработки для загрузки информации в базу данных и обратной их загрузки. Этот способ в отличие от написания правил конвертации данных для данной задачи представляется более удобным, так как позволяет создать более структурированный программный код, на который не накладываются ограничения дополнительной конфигурации 1С.

Использование внешней БД для обмена решает представленные проблемы. Обмениваться можно документами с различной структурой, пользователь может быть полностью изолирован от процесса обмена. Администратор указывает настройки для конкретного узла обмена, а объект конфигурации Регламентные задания позволяет автоматизировать запуск процедуры обмена.

*И.Ю. Ордин, студ.;*

*рук. А.Л. Алыкова к.т.н., доцент*

*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДОМАШНЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ**

В последнее время словосочетание "Умный дом" прочно вошло в обиход. "Умный дом" — это жилой дом современного типа, обеспечивающий для проживания людей безопасность, комфорт и ресурсосбережение при помощи системы автоматизации с использованием высокотехнологичных устройств. Система должна распознавать конкретные ситуации, происходящие в здании, и реагировать на них соответствующим образом.

На сегодняшний день разработаны десятки готовых систем автоматизации зданий, которые используются по всему миру. Однако позволить ее могут не многие. Самой главной проблемой является высокая себестоимость используемого оборудования, которое необходимо по-

стоянно сопровождать. Второй проблемой является масштабируемость таких систем. Весь возможный функционал необходимо обговаривать до проектирования такой системы из-за использования проводной сети. Ее изменение после монтажа повлечет значительные материальные затраты. Не всегда такой подход является рациональным.

Предлагаемая в данной работе система автоматизации дома построена с использованием беспроводных технологий для объединения различных элементов управления в единую сеть. Такая реализация позволит решить проблему масштабируемости, сократить продолжительность процесса пусконаладки и увеличить совместимость подключаемого оборудования.

Система "умного дома" аппаратно состоит из центрального и периферийных блоков. Центральный блок является основной частью данной системы. Он обрабатывает полученные данные с периферийных блоков и управляет ими по сценариям, которые задает пользователь.

Периферийные блоки выполняют следующие задачи:

- собирают состояния со всех датчиков и при их изменении оповещают об этом центральный блок.
- обрабатывают сигналы с датчиков и самостоятельно управляют электронными устройствами. Например, при срабатывании датчика протечки, перекрывается водяной клапан.
- принимают запросы от центрального блока и интерпретируют их. Примером запроса может быть включение настольной лампы.

Подключение периферийных блоков к центральному блоку производится через беспроводный протокол ZigBee, который позволяет создать ячеистую топологию сети с ретрансляцией и маршрутизацией сообщений. Таким образом, упрощается масштабирование системы. Подключение отдельных датчиков и управляющих устройств к периферийным блокам осуществляется через проводную связь.

Удаленное управление данной системой осуществляется при помощи персонального компьютера, мобильного телефона и любых других устройств, имеющих доступ в сеть Интернет.

*А.В. Саков, студ.;  
рук. Н.Н. Пустовалова, к.т.н., доцент, Н.П. Коровкина, к.п.н., доцент  
(БГТУ, г. Минск)*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ**

В процессе выполнения лабораторных работ по инженерным дисциплинам студентам обычно приходится выполнять довольно большой объем вычислений при расчете различных параметров. В большинстве случаев эти расчеты поддаются автоматизации, т. е. можно написать программы, с помощью которых вычисления и анализ результатов будут производиться на компьютере. Таким образом, студенты смогут меньше времени тратить на рутинные расчеты и уделять больше внимания анализу полученных результатов.

Например, для автоматизации расчетов на лабораторных занятиях по дисциплине «Электротехника и основы электроники» были разработаны программы на языке программирования VBA (Visual Basic for Applications) для приложения Excel.

Приложение Excel входит в состав пакета Microsoft Office и предназначается для работы с электронными таблицами. При помощи Excel удобно создавать и изменять наборы электронных таблиц с целью анализа информации и принятия аргументированных решений. К примеру, в приложении можно проследить за данными, выстроить модели анализа, задать формулы вычислений, обработать информацию различными способами и представить ее в виде профессиональных диаграмм.

Сложность электротехнического устройства определяется количеством внутренних узлов и частей устройства, а так же возможным диапазоном изменения их характеристик. Математический аппарат, используемый в вычислениях, требует использования различных методов вычислений.

Рассмотрим несколько типичных задач, требующих решения в процессе выполнения лабораторных работ. В первой задаче был использован метод Гаусса для нахождения решения системы линейных уравнений. Размерность задачи, входная матрица коэффициентов системы, а также столбец свободных членов задаются на странице документа Excel, а результат выдается на следующую страницу в виде строки (вектора) с решениями системы, числа-опредетителя матрицы, и обратной матрицы. Если система не имеет решения, то пользователь будет об этом оповещен системным диалоговым окном.

Во второй задаче для каждого цикла синусоидального тока производится расчет напряжения и силы тока на каждом из элементов цепи по отдельности в соответствии с законом Ома в цепях переменного тока.



Третья задача аналогична второй, за исключением того, что в ней элементы располагаются не последовательно, а параллельно, поэтому расчет для них производится по принципу анализа параметров для цепей переменного тока, в соответствии с законом Ома в цепях переменного тока.

На рис. 1 представлена таблица измерений и вычислений лабораторной работы «Анализ неразветвленной цепи синусоидального тока». На рабочем листе размещены командные кнопки, для которых написаны программы на языке Visual Basic for Applications.

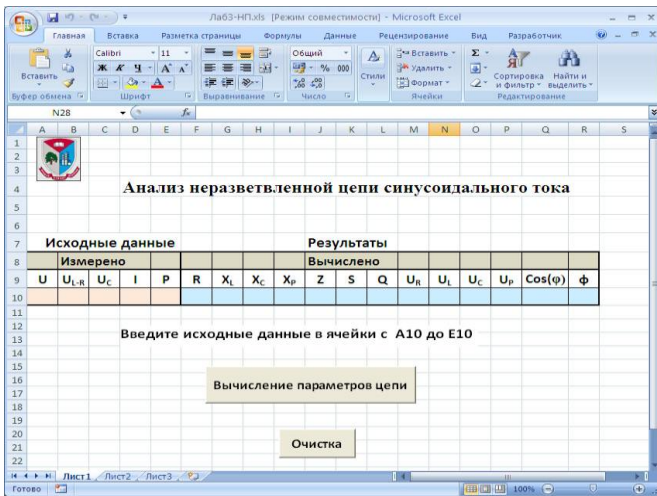


Рис. 1. Таблица измерений и вычислений

В четвертой задаче производится расчет параметров цепи трехфазного тока, на первой странице документа Excel задаются известные начальные характеристики цепи трехфазного тока, результат вычислений помещается на вторую страницу документа. В этой задаче была рассмотрена возможность и удобство использования встроенных и пользовательских типов данных для работы с комплексными числами.

В следующей задаче для решения системы линейных однородных дифференциальных уравнений был выбран метод Рунге-Кутты четвертого порядка, данный метод позволяет быстро и достаточно точно решить задачу Коши для набора уравнений. На первой странице документа Excel задаются граничные условия для задачи Коши, реализация значений функций и их производных выполнена в исходном коде за-

дачи, результат вычислений для каждой из итераций метода Рунге-Кутты выдается на следующую страницу документа.

При этом часть расчетов студенты могут сами запрограммировать, что позволит реально осуществить непрерывность образования в области использования компьютерных технологий.

Исходные данные для расчетов вводятся студентами на формах пользователя (рис. 2). Результаты выдаются на страницы рабочей книги Excel.

Рассмотренные задачи требуют большого объема вычислений и позволяют гибко изменять условия задачи, не требуя особых усилий и познаний в области программирования от пользователя, использующего данные программы.

Таким образом, использование компьютеров дает возможность анализировать сложные электротехнические устройства, а также осуществлять возможную последующую интеграцию исходного кода реализованных задач в исходный код комплексного программного обеспечения по анализу и моделированию поведения сложных систем.

Программы могут быть использованы и при дистанционном обучении студентов.

The image shows a screenshot of a software form titled "UserForm1" with the subtitle "Введите исходные данные". The form contains ten input fields for various electrical parameters:

- (напряжение сети, В)  $U=$
- (активное сопротивление цепи, Ом)  $R=$
- (частота напряжения сети, Гц)  $F10=$
- (начальное значение частоты, Гц)  $F1N=$
- (индуктивность катушки, Гн)  $L10=$
- (начальное значение индуктивности, Гн)  $L1N=$
- (емкость конденсатора, Ф)  $C10=$
- (начальное значение емкости, Ф)  $C1N=$
- (количество циклов)  $KK=$
- (количество точек кривой)  $L=$

At the bottom of the form, there is a button labeled "Ввод окончен".

Рис. 2. Форма для ввода исходных данных

*Д.С. Кабанова, студ.;  
рук. В.М. Кокин, к.т.н., доцент, М.А. Карпов, м.н.с.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА И ИНТЕРАКТИВНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ МНОГОМЕРНЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

**1. Общие сведения о разрабатываемой системе.** В последние годы наблюдаются резкое увеличение объемов данных и как следствие, необходимость аналитической обработки больших информационных массивов, накопленных в различных сферах человеческой деятельности. В этих условиях существенно повышается роль комплексного анализа информации и прогнозирования, от эффективности которых в значительной степени будет зависеть качество принимаемых решений.

Однако, в ситуации, когда число наблюдаемых объектов измеряется тысячами, а число признаков – сотнями, затруднено как восприятие массива данных, так и его анализ. Возникает противоречие – чем больше признаков, тем с одной стороны полнее описываются наблюдаемые объекты, а с другой – тем труднее извлекать необходимую информацию. Кроме того, данные, поставляемые из различных источников и представляемые как независимые, могут многократно дублироваться или вычисляться одни на основе других. Поэтому необходимы способы снижения размерности исходных данных с потерей при этом наименьшего количества информации. В данном проекте, для уменьшения размерности данных, предлагается использовать метод главных компонент. Снижение размерности должно быть организовано таким образом, чтобы на полученном многообразии были видны основные закономерности, присущие исходным данным: их кластерная структура, изначальное разделение на классы, существующие зависимости между признаками и т.д..

Так как визуальный анализ является самым очевидным, информативным и зачастую единственным способом исследования, при разработке программных средств для его проведения, необходимо особое внимание уделять подсистеме компьютерной графики. Для человека естественным и интуитивно понятным является представление данных в трехмерном пространстве, поэтому разрабатываемая система должна включать поддержку визуализации трехмерной графики. При этом следует учитывать требования наглядности, легкости восприятия,

компактности представления информации, удобства и простоты ее корректировки. Поэтому интерфейс пользователя должен быть основан на интерактивной технологии взаимодействия.

Следует также учитывать, что в современных условиях глобализации научных исследований, интенсификации международного взаимодействия научных коллективов, превращения научно-исследовательской лаборатории в среду без границ меняются и способы работы, требующие доступа к информации с любого устройства и из любого местоположения.

Веб-приложения, смартфоны, планшетные компьютеры и другие терминальные устройства, а также многообразие устанавливаемых операционных систем требуют от разрабатываемого программного обеспечения кроссплатформенности. Что позволяет разработчикам повторно использовать одну реализацию бизнес-логики программы, без переписывания исходного кода, и одновременно сохраняет традиционную, предсказуемую рабочую среду для пользователей.

Требование доступности для внешних пользователей (специалистов-предметников) с учетом современных требований e-Science и e-Engineering приводит к необходимости использования нового класса облачных технологий, связанных с автоматизацией и интеллектуализацией процессов в распределенных средах. Которые позволяют создавать масштабируемые приложения с динамическим управлением производительностью. Это повышает эффективность управления вычислительными, информационными и программными ресурсами при обработке данных, консолидации вычислений, а также доведении результатов до конечного пользователя.

Таким образом, целью проекта является разработка кроссплатформенной облачной системы для интеллектуального анализа и интерактивной визуализации многомерных статистических данных. Она должна обеспечивать объективность результатов анализа накопленных данных и при этом позволять преодолеть трудности, связанные с большими объемами первичной информации, проблемами неопределенности в данных, разнородностью количественных и качественных характеристик объектов.

**2. Метод снижения размерности исходных данных.** В данной работе, для уменьшения размерности исходных данных предлагается использовать проекционный подход, а в качестве способа проецирования – метод главных компонент.

Метод главных компонент (МГК) является одним из основных и распространенных способов уменьшения размерности. С его помощью решается широкий круг задач: описание структуры данных, поиск ла-

тентных переменных, классификация, дискриминация, построение модели явления и прогнозирование. Метод дает возможность выявлять существующие содержательные зависимости как между признаками, так и между объектами. Аппроксимируя данные линейными многообразиями меньшей размерности, теряет при этом наименьшее количество информации.

Суть метода главных компонент состоит в выборе нового ортогонального базиса, для которого базисные вектора будут направлены так, чтобы дисперсия проекций исходных точек на каждый базисный вектор была максимальной. Полученные главные компоненты представляют из себя скрытые переменные, управляющие устройством данных. В результате отделяется часть данных, которая не содержит полезной информации (шум).

Существует несколько способов определения главных компонент, в данной работе реализованы два: NIPALS[1] и метод вращений [2].

**3. Инструменты для интерактивной визуализации.** Простой и эффективной формой визуального представления являются двух и трехмерные диаграммы рассеивания. В качестве отображенных на диаграмме рассеивания единиц могут выступать объекты, переменные, категории переменных. Существует ряд инструментов, позволяющих улучшить способность диаграммы рассеивания к отображению структуры данных:

- маркирование объектов, достигается путем окраски, формы, величины отображаемых единиц;
- изменение масштаба;
- многооконные диаграммы рассеивания, позволяющие наблюдать за облаком отображаемых единиц с разных сторон;
- вращение трехмерного облака отображаемых единиц.

Перечисленные выше приемы манипуляции диаграммами рассеивания, хотя и эффективны на практике, тем не менее несут технические характер. Существуют специальные средства для повышения «контрастности» структур, представленных на диаграмме рассеивания. Их применение позволяет легче визуально обнаружить содержательные зависимости. В данной системе для этих целей используется инструментарий дополнительной обработки методами кластеризации:

- Алгоритм К внутригрупповых средних
- Простой алгоритм выявления кластеров
- Алгоритм максиминного расстояния

**4. Архитектура системы и ее программная реализация.** С учетом технических требований к разрабатываемому приложению (пере-

численных в пункте 1) при проектировании приложения были применены следующие подходы, модели и решения.

Был выбран шаблон проектирования MVC (Model-view-controller, Модель-представление-контроллер). Использование модели MVC значительно упрощает проектирование приложения, т.к. большинство платформенных зависимостей локализируются в компоненте «Представление(View)» на клиентских рабочих местах.

Модель данных и модуль анализа размещаются в облаке и доступны через облачные сервисы. В качестве облачной платформы была выбрана Microsoft Windows Azure. Эта платформа позволяет размещать в «облачных» датацентрах Microsoft приложения и «виртуально» неограниченно масштабировать их, в зависимости от требуемой в данный момент производительности. Windows Azure имеет API, построенное на REST, HTTP, и XML, что позволяет использовать облачные сервисы с любой операционной системы, устройства и платформы.

При разработке данной системы используются следующие компоненты Windows Azure:

*Compute* - компонент, который реализует вычисления и предоставляет среду выполнения на основе ролевой модели.

*Storage* - нереляционное масштабируемое хранилище больших объёмов данных с горизонтальным партиционированием и географической репликацией.

*SQL Database* - высокодоступная масштабируемая облачная служба реляционной БД, построенная на основе технологий SQL Server.

На рис. 1 представлена схема взаимодействия клиентов с облачным сервисом, который хранит данные и выполняет вычисления.

В силу требования кроссплатформенности, каждый из клиентов для трехмерной визуализации должен использовать одну и ту же технологическую платформу. Был проведен сравнительный анализ нескольких широкодоступных графических платформ и библиотек, которые они используют.

Лучшим решением на сегодняшний момент было признано использование графического интерфейса OpenGL ES 2.0 (для Web-приложений его расширение WebGL). Данные о кроссплатформенности представлены в табл. 1.

Предложенный подход к проектированию приложения с использованием библиотеки OpenGL ES для реализации графического интерфейса пользователя и платформы Windows Azure для облачных вычислений, реляционного и нереляционного хранения данных, позволил без значительных усилий разработать систему интеллектуального ана-

лиза многомерных данных, способную работать под большинством популярных платформ. Отделение уровня представления и облачная реализация модели данных и бизнес-логики позволяют использовать подсистему анализа в сторонних приложениях, например для интеграции с ГИС.



Рис. 1. Архитектура приложения

Таблица 1. Поддержка библиотеки OpenGL ES 2.0 разными платформами

Платформа		Поддержка OpenGL ES / WebGL
Мобильные приложения	iOS	Включена
	Android	Использование Native Development Kit - нативный код на C/C++
Браузер	Safari	Требуется включить в настройках поддержку
	Chrome	Настройки не требуется
	Firefox	Настройки не требуется
	Opera	Требуется включить с помощью команды config
	Internet Explorer	Не поддерживается. Возможно использование плагина IEWebGL или ANGLE (эмулятор OpenGL для DirectX)

В рамках данного проекта были разработаны клиент для веб-браузера работающий на всех операционных системах и клиент для мобильной платформы iOS. На платформе Windows Azure развернута подсистема интеллектуального анализа, БД и нереляционное хранилище. С помощью облачных веб-сервисов на ASP.NET организовано их взаимодействие с клиентскими приложениями.

Это позволило создать эффективную и высокоинтуитивную исследовательскую среду, которая предоставляет пользователю возможность быстро осуществить ввод и настройку исходных данных, выбрать метод исследования, произвести требуемые вычисления, обосновать принятые допущения и визуализировать результаты, а также обмениваться этой информацией через Интернет.

В качестве направлений дальнейшего развития системы можно рассматривать разработку клиентов для других мобильных платформ и расширение набора методов интеллектуального анализа.

#### **Библиографический список**

1. **Айвазян С.А.**, Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика. 1989.
2. **Зиновьев А.Ю.** Визуализация многомерных данных. Красноярск: Изд-во КГТУ. 2000.

*А.А. Фролов, студ.;*  
*рук. В.М. Кокин, к.т.н., доцент, М.А. Карпов, м.н.с.*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ РАБОТЫ С ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКОЙ В ВЕБ-БРАУЗЕРЕ НА БАЗЕ ОБЛАЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ WINDOWS AZURE**

В настоящее время важной задачей является организация процесса проектирования с использованием облачных технологий. Так как современный уровень автоматизированного проектирования предполагает работу с трехмерными моделями, необходима поддержка онлайн визуализации и редактирования таких моделей. В силу трудностей различного характера, на данный момент пользователю доступны только приложения для просмотра 3D-моделей и связанных с ними данных. Поэтому задача проекта становится особо актуальной. Она заключается в разработке интерактивных веб-инструментов, которые сочетают в себе возможности редактирования 3D-моделей, их компонов-



ку, различные инженерные расчеты, а так же доступ к ним с любого устройства без предварительной установки ПО.

В [1] были рассмотрены принципы построения трехмерной САПР по модели SaaS (программное обеспечение как услуга) с точки зрения создания инструментов для конечного пользователя, т.е. проектировщика. На основе технологии MS Silverlight был разработан веб-прототип САПР, позволяющий: загружать 3D-модели, размещать модели (компоновать) на сцене, создавать сборки, сериализовать модели сцены, управлять камерой, редактировать модели и сборки.

В данной работе рассматриваются вопросы использования концепции облачных вычислений с точки зрения поставщика (разработчика) САПР. Предлагается использовать облако, как интегрированную платформу для разработки, тестирования, развертывания и поддержки веб-приложения САПР.

Для разработки в облаке требовалось выбрать платформу с учетом выбранной технологии 3D, с поддержкой .Net. Так же важными критериями были наличие разнообразных хранилищ данных и наличие эмулируемой среды. Результаты исследования платформ приведены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение облачных платформ

Облако	Скорость	Эмулятор	NoSQL	Реляционная БД	Блоб-хранилище	Поддержка .Net
Windows Azure	8.49	+	+	+	+	+
Amazon	10.77	-	+	+	+	+
Google	7.76	-	+	-	+	-

Исходя из данных исследований в качестве реализации модели PaaS (платформа как услуга) была выбрана платформа Windows Azure.

На данный момент созданы и функционируют в облаке: прототип приложения на Silverlight 5, база данных, в которой хранятся сцены, созданные пользователями, и регистрационная информация, а также развернуты веб-сервисы, обеспечивающие безопасную связь между базой данных и приложением. Так же веб-сервисы позволяют использовать несколько различных клиентов с общей серверной частью.

Облачный прототип на данный момент имеет следующий функционал:

- Размещение моделей на сцене.
- Управление камерой (движение по траектории, стандартный куб видов, управление мышью и клавиатурой).

- Развернуты БД, в которой хранятся проекты пользователей, и веб-сервисы, обеспечивающие связь между БД и клиентом.
- Регистрация, авторизация.
- Сохранение и загрузка созданных сцен в облако или на локальный компьютер.
- Реализованы простые функции редактирования моделей.

Предложенная технология, предоставляющая пользователю доступ к приложению через Интернет, позволяет выстраивать гибкую стратегию коммерциализации разработки. На разных этапах реализации проекта предполагается использование различных бизнес-моделей. На начальном этапе уже возможно предоставление услуг по подготовке данных, созданию и публикации на сайте клиента трехмерной модели. В таком виде систему можно использовать в электронной коммерции для создания электронных каталогов сложных механических приборов, двигателей и типовых объектов промышленного и гражданского строительства, для которых требуется наглядность и возможность вариативной комплектации. Возможно также использование для создания интерактивных презентаций продукта, информационных и обучающих материалов.

На основе модели SaaS предлагается создание на основе готовых стандартных инструментов специализированных веб-приложений для компоновочных решений САПР, промышленных комплексов инженерных расчетов, систем дистанционного обучения. Конечный пользователь (проектировщик, дизайнер и т.д.) оплачивает время работы в такой системе, постоянно имеет доступ к самой актуальной версии ПО и ему не требуется инвестировать значительные средства в приобретение, развертывание и поддержку работоспособности программного и аппаратного обеспечения. Для разработчика это выгодно с точки зрения борьбы с нелегальным использованием его ОИС.

Наконец основываясь на PaaS (платформа как услуга) предполагается предоставление платформы для построения информационных систем поддержки всего жизненного цикла трехмерной модели объекта (проектирование, строительство, эксплуатация), а также организации хранения данных.

Ознакомиться с текущими возможностями системы можно на сайте: [3dlightning.cloudapp.net](http://3dlightning.cloudapp.net).

#### Библиографический список

1. **Фролов А.А.**, Карпов М.А., Кокин В.М. Разработка инструментов для интерактивной работы с трехмерной графикой в веб-браузере. //Материалы VII рег. науч.-техн. конф. студ. и асп. “Энергия 2012” / ИГЭУ. – Иваново, 2012. т.5. – с.114

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

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОЕЗДОК НА ГОРОДСКОМ ПАССАЖИРСКОМ ТРАНСПОРТЕ**

Множество людей регулярно пользуются городским пассажирским транспортом. В современных крупных городах с напряженным трафиком, загруженностью и условия движения значительно меняются в зависимости от времени суток и множества различных факторов: аварий, ремонтов дорог, массовых мероприятий и др. Сокращение времени поездок актуально как для жителей, так и для городских властей. Последним возможность анализа времени поездок позволит более рационально формировать маршруты, за счет чего улучшить обслуживание граждан. Жители городов могут по разному планировать поездки на общественном транспорте в зависимости от времени дня и своих предпочтений. Например, возможны следующие стратегии поведения:

- ждать «свое» маршрутное такси и рисковать, поскольку в это время оно может быть переполнено и не остановиться в месте посадки;
- проехать без пересадок по длинному маршруту на троллейбусе, сэкономив деньги на проезд, но потратив больше времени;
- проехать с пересадкой, чтобы объехать возможные пробки и т.д.

Целью выполняемой работы является создание программы, которая будет общедоступной в сети Интернет и позволит формировать варианты маршрутов проезда на общественном транспорте между двумя заданными на карте точками с учетом изменяющихся факторов среды и предпочтений пользователя. На данный момент существуют общедоступные приложения, позволяющие строить кратчайшие маршруты поездок на транспорте. Например, программа КИССа для города Иванова, ЯндексМетро для мобильных телефонов и др. Однако приложения, позволяющие решать данную задачу с учетом дополнительных динамических факторов отсутствуют. Кроме того, в научной литературе нет описаний подходов, на основе которых можно было бы эту задачу решить.

На первом этапе разработки авторами проведен анализ требований к программе и анализ вариантов использования различных методов моделирования. Основными статическими факторами, которые могут учитываться при реализации являются [1]:

1. Потокообразующие факторы:

- места массового проживания населения,
- места приложения труда,
- объекты культурно-бытового обслуживания и др.;

2. Характеристики транспортной сети:

- количество и качество улиц и дорог,
- параметры организации движения,
- маршруты и провозные способности общественного

транспорта и др.

3. Поведенческие факторы:

- мобильность населения,
- частота пользования общественным транспортом,
- предпочтения при выборе маршрутов передвижений
- желание пройти часть пути пешком и др.

При построении маршрута, программе необходимо учитывать динамические факторы:

- время суток (в «час пик» и в вечернее время один и тот же участок пути пассажирский транспорт проходит с разной скоростью);
- реальную ситуацию на дорогах (авария или дорожные работы серьезно могут повлиять на скорость и удобство передвижения на некотором отрезке пути),
- личные предпочтения (ограничения) пассажира (движение без остановок или с пересадками; по кратчайшему пути или по более комфортному с точки зрения переполненности маршрутного транспортного средства) и др.

После выполнения расчета, программа должна выводить следующие результаты:

- один или несколько маршрутов, построенных с учетом критериев, заданных пользователем;
- оценка для выбираемых маршрутов ожидаемого времени движения;
- риски (вероятности) задержек;
- критические точки возможных задержек;
- варианты пересадок и некоторые другие важные пользователю результаты.

Для учета перечисленных выше факторов и получения корректных результатов, используются математические методы из областей:

- математическое и имитационное моделирование;
- теория графов;
- теория вероятностей;
- прогнозирование транспортных потоков и др.

В результате анализа методов решения задачи предложено разделить модель решения рассматриваемой задачи на две части: моделирование передвижения объектов общественного транспорта по транспортной сети с учетом ее динамических характеристик и моделирование перемещения пассажира на транспорте. При этом можно получить решение, комбинируя методы построения маршрутов на графах [1] и методы агентного моделирования [2-4]. При таком подходе первый этап моделирования, связанный с выбором вариантов кратчайших маршрутов может решаться традиционными методами, применяемыми в существующих программах, а второй - с помощью разрабатываемых авторами методов агентного моделирования поездки пассажира. Для этого в программе реализуется среда, в которой агентами являются объекты пассажирского транспорта на потенциальных маршрутах движения пассажира от начальной к конечной точке маршрута и сам пассажир, использующий объекты транспорта.

Реализация данного подхода позволит создать новый класс программ планирования поездок, в которых будут учитываться различные факторы транспортной сети. Кроме удовлетворения потребностей населения, такая программа позволит моделировать различные ситуации в городе и изучать, как будет вести себя система пассажирских перевозок в различных чрезвычайных ситуациях.

#### **Библиографический список**

1. **Швецов В. И.** Математическое моделирование транспортных потоков. Институт системного анализа РАН. Москва 2003 г.
2. **Панасюк Я.С.,** Малых В.А., Мануйлов В.А., Дудинов И.К., Черняк Г.М. Агентное моделирование автотранспортных потоков // Труды 53-й научной конференции МФТИ. — 2010. — Ч. 5. — С. 130 – 131.
3. **Панасюк Я.С.,** Черняк Г.М., Дудинов И.К., Хельвас А.В. Агентное моделирование транспортных потоков в COS.SIM. – 2011, [http://dcam.mipt.ru/science/seminars/archive/a\\_5c7sn0/f\\_fvv0-argpvpjxsx19](http://dcam.mipt.ru/science/seminars/archive/a_5c7sn0/f_fvv0-argpvpjxsx19)
4. **Малыханов А.А.,** Кумунжиев К. В., Черненко В. Е. Среда имитационного моделирования транспортных систем. – 2009 г. <http://www.simulation.ru/anylogic/articles/74/>

*А.М. Садыков, инж.;*  
*рук. С.В. Косяков, д.т.н., профессор*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **МЕТОД ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ЗОНИРОВАНИЯ**

Рациональное, наиболее эффективное размещение производства означает экономно затратить на производство продукции, размещение на конкретной территории по возможности всех стадий производства вплоть до готового продукта.

Учет большого количества факторов делают задачу выбора размещения промышленных объектов сложной задачей. В этой связи при принятии решений о выборе площадок реализации промышленных объектов необходимо использование комплексного метода. Метод должен позволять эксперту использовать для процесса принятия решения набор значимых факторов, методы расчета и программно-технические средства.

Факторами размещения принято считать совокупность условий для наиболее рационального выбора места размещения промышленного объекта или группы объектов [2].

Многообразие факторов можно представить в виде групп:

- природные;
- социально-демографические;
- экономико-географические;
- градостроительные. В общем виде метод поддержки принятия решения включает следующие этапы:

1. Лицо принимающее решение (ЛПР) обоснованно выбирает набор факторов, наиболее точно отражающих условия оптимальности мест размещения.

2. Генерируются альтернативные варианты мест размещения.

3. Рассчитывается оценка оптимальности для каждого места размещения.

На этапе генерации альтернатив предлагается использовать модели зонирования. Основная идея зонирования состоит в построении новых объектов – зон. Зоны представляют собой участки территорий, построенные на основе заданных критериев или групп критериев. Границы зон могут совпадать с границами существующих пространственных объектов, либо задаваться в результате моделирования [1].

Схема метода принятия решения по выбору оценки мест размещения промышленных объектов для общего случая показана на рис. 1.

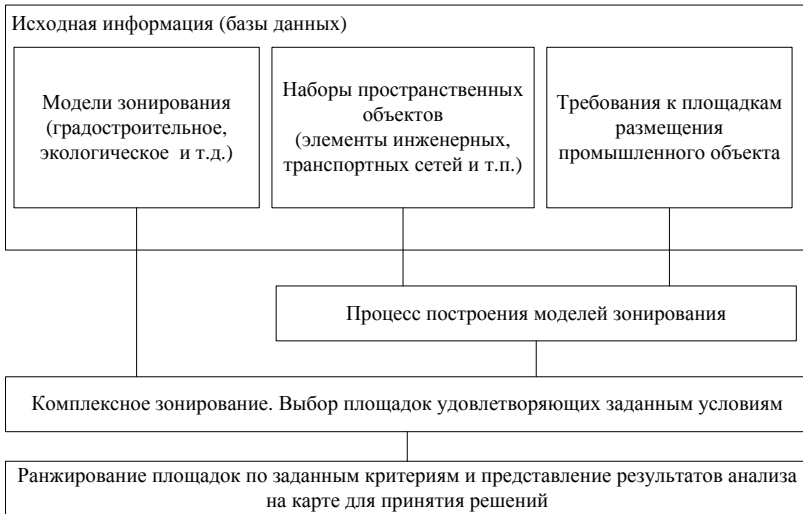


Рис. 1. Схема последовательности шагов

Результаты отображаются в виде цифровой карты, которая представляет в наглядном виде результаты анализа. В геоинформационной системе такая карта называется тематической и представляет собой класс пространственных объектов, на которой цветом или размерами отображаются заданные ЛПР параметры (рис. 2).

Процесс принятия решения по выбору площадок размещения промышленных объектов предполагает использования макроэкономических и социальных показателей региона, и учета специфичных факторов характерных для данной отрасли промышленности.

Подход по формированию новых зон и использование процесса комплексного зонирования, позволяют сформировать на карте границы площадок, удовлетворяющих заданным условиям, и отобразить их ранжировав по заданному критерию.



Рис. 2. Фрагмент тематической карты

#### Библиографический список

1. **Тикунова В.С.** Основы геоинформатики: учеб. пособ. для студ. вузов. В 2 кн. Кн. 1 / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др.; – М.: Издательский центр «Академия», 2004

2. **Морозовой Т.Г.** Региональная экономика: учеб. для вузов/ Т.Г. Морозова, М.П. Победина, Г.Б. Поляк и др.; - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ, 2001.

*М.Ю. Ефремов, М.С. Карцев, студ.;*  
*рук. Е.Р. Пантелеев, д.т.н., профессор*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

### РАЗРАБОТКА ПОРТАЛА НАУЧНОГО ЖУРНАЛА

Путь рукописи в научном журнале – сложный многоступенчатый процесс, начиная от подачи заявки автором рукописи до ее публикации в журнале. В данном процессе участвует не только автор, но и сотрудники журнала, и рецензенты, которые на протяжении всего пути рукописи работают с ней в рамках своих полномочий. Автор представляет рукопись в редакцию и реагирует на замечания рецензента или технического редактора журнала. Главный редактор рассматривает рукопись на предмет соответствия присланного материала тематике журнала и направляет ее для дальнейшей обработки редактору одной из секций. В свою очередь, редактор секции определяет научную со-



стоятельность публикации и назначает научных рецензентов. Если рукопись успешно прошла все эти стадии и была одобрена рецензентом, то она может быть включена главным редактором в очередной выпуск журнала, после чего она проходит техническую редактуру, и журнал отправляется в печать.

Описанная выше схема работы над рукописью достаточно сложна, даже учитывая то, что в нее не включены многочисленные исключительные ситуации. Чаще всего для организации коллективной работы всех участников процесса используют пересылку документов электронной почтой, что зачастую приводит к ошибкам (потеря документа, выбор неактуальной версии документа для обработки, несвоевременное оповещение и т.п.). Поэтому в данных обстоятельствах разработка специализированной сетевой среды электронного документооборота в редакции научного журнала очень актуальна.

Для решения рассматриваемой проблемы и реализации всего необходимого функционала редакции научного журнала было решено использовать новый подход в этой сфере, а именно парадигму портала – универсального инструмента сетевого доступа к корпоративной информации. Портал обеспечивает такие ключевые для поставленной задачи функции, как персонализация доступа, возможность публикации документов, наличие инструментов поиска, незамедлительное оповещение участников документооборота о событиях, меняющих статус обрабатываемых документов, поддержка коллективной работы с документами, автоматизация документопотока и т.п. [1].

В качестве инструментальной платформы для проекта создания электронной редакции научного журнала была выбрана популярная система управления контентом (CMS) Drupal, использовавшаяся для создания сайтов Белого дома, Гарвардского университета и операционной системы Ubuntu. Обоснованием выбора этой свободно распространяемой системы послужило наличие в ее составе большого количества инструментов (модулей) для реализации всех вышеперечисленных функций [2–3].

В процессе работы над проектом был написан оригинальный модуль, обеспечивающий работу редакции журнала: управление поступившими в редакцию рукописями; назначением редакторов и рецензентов в различные секции; назначение рецензентов для поступивших рукописей; формирование выпусков журнала; автоматическую рассылку оповещений по электронной почте [4].

В результате выполнения работ по проекту на портале издаваемого ИГЭУ журнала «Вестник ИГЭУ» разработанный модуль реализует

весь функционал, необходимый главному редактору и редакторам секций журнала, а так же позволяет производить своевременную рассылку электронных писем всем заинтересованным лицам. Модуль предоставляет участникам процесса следующие возможности:

Автору:

- направлять в редакцию в электронной форме рукописи статей и сопутствующие документы (выписка из протокола, рекомендующего рукопись к опубликованию, внешняя рецензия, договор с автором и т.п.);
- следить за продвижением своих рукописей в системе редакционного документооборота;
- получать электронной почтой сообщения об изменении статуса рукописи (на рецензировании, принята к опубликованию, отклонена, требует доработки, будет опубликована в очередном выпуске, вышла из печати) (реализовано авторами);
- получать прикрепленные к этим сообщениям электронные документы (рецензии, бланки договоров и т.п.);
- повторно направлять в редакцию в электронной форме рукописи статей после внесения изменений в соответствии с замечаниями рецензента.

Главному редактору:

- Принимать рукописи авторов к рассмотрению или отклонять их по мотивам несоответствия тематике журнала или требованиям к оформлению (реализовано авторами);
- Направлять рукописи редакторам профильных секций журнала для дальнейшей обработки (реализовано авторами);
- Формировать из прошедших рецензирование рукописей очередные выпуски журнала (реализовано авторами);
- Назначать редакторов секций (реализовано авторами);
- Формировать список рецензентов журнала (реализовано авторами).

Редактору секции:

- Принимать рукописи авторов к рассмотрению или отклонять их по мотивам научной несостоятельности (реализовано авторами);
- Редактировать список рецензентов секции (реализовано авторами);
- Назначать рецензентов для проведения глубокой экспертизы рукописей (реализовано авторами);

Рецензенту:

- Выполнять экспертизу рукописи;

- Определять на основании экспертизы статус ее дальнейшей обработки (принята к опубликованию, отправлена на доработку, отклонена);

- Информировать автора о результатах экспертизы с предоставлением мотивированного обоснования в случае отклонения рукописи (реализовано авторами).

Техническому редактору:

- Размещать на портале вышедшие из печати выпуски журнала.

Электронная редакция журнала «Вестник ИГЭУ» в настоящее время доступна в сети Интернет по адресу [vestnik.ispu.ru](http://vestnik.ispu.ru) и используется в качестве инструмента автоматизации документооборота с 1 января 2013 года. Предполагается ее дальнейшее развитие в направлении создания функций аналитической обработки данных о публикационной активности авторов, тематическом составе рукописей, эффективности аппарата рецензирования и т.п.

#### **Библиографический список**

1. **Г. Галкин.** Изменить лицо IT // Сетевой журнал для IT-профессионалов, №1, 2001 г. (<http://www.setevoi.ru/cgi-bin/text.pl/magazines/2001/1/40>)

2. **CMS Drupal** для создания Интернет-порталов (<http://la.by/blog/cms-drupal-dlya-sozdaniya-internet-portalov>)

3. **А. Графов.** Обзор возможностей Drupal (<http://www.drupal.ru/features>)

4. **В. Джон.** CMS Drupal: система для создания сайтов и управления ими. – М.: ООО «И.Д. Вильямс». 2009.

*Е.Е. Булатова, инж.;*

*рук. И.Д. Ратманова, д.т.н., профессор*

*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПО БАЗАМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ НА ПЛАТФОРМЕ 1С**

**Актуальность.** Возросший в последние годы интерес Министерства образования и науки России к судьбе выпускников вузов объясняется современной структурой экономики страны. Отсутствие обязательного распределения породило здоровую конкуренцию, как среди выпускников, так и среди работодателей.

Вуз в данном случае играет роль посредника между предприятиями и студентами. Первым этапом их взаимодействия является распределение студентов по базам производственной практики, обычно на третьем и пятом курсе [1, 2]. В ходе автоматизации этого процесса возникают следующие задачи:

- Сбор предложений по практике и трудоустройству от предприятий.
- Распространение информации о возможных базах практики среди учащихся соответствующего года обучения.
- Формирование и рассылка «Договоров на проведение производственной практики студентов».
- Издание приказов, утверждающих базы практики.
- Формирование и печать командировочных листов.

Последние две задачи относятся к нормативно-правовой деятельности университета в отношении учащихся, а значит, должны быть реализованы в рамках корпоративной информационно-аналитической системы «Контингент».

**«Контингент» в составе ИСУ ИГЭУ.** Построение эффективной системы управления возможно лишь в условиях существования единого информационного пространства, в состав которого входит интегрированная система управления (ИСУ ИГЭУ). Все ее элементы представляют собой адаптированные типовые конфигурации и самостоятельно разработанные конфигурации на платформах 1С: Предприятие 7.7 и 1С: Предприятие 8. Единство платформ упростило организацию информационного взаимодействия отдельных конфигураций, что особенно важно с точки зрения унификации справочников и построения единой системы управления.

В рамках программы автоматизации деятельности вуза была разработана и внедрена корпоративная информационно-аналитическая система «Контингент». Основное назначение системы – создание единой информационной среды для централизованного управления образовательной деятельностью. Объектом автоматизации является нормативно-правовая деятельность университета в отношении контингента студентов: личные дела, приказы и т.д. [3]

**Модуль «Практика и распределение».** Подсистема «Практика и распределение» является модулем корпоративной информационно-аналитической системы «Контингент» и предназначена для частичной автоматизации работы «Центра производственной подготовки, трудоустройства и распределения молодых специалистов» (далее ЦПП), в том числе следующих процессов:

- распределение студентов по базам производственной практики (кафедра);
- составление сводного приказа о практике (факультет);
- печать приказа о практике;
- составление «Ведомости персонального распределения» (кафедра);
- печать ведомости.

Далее подробно рассмотрим автоматизацию процесса распределения студентов по базам производственной практики.

**Роль Кафедры.** Для формирования макета приказа сотруднику кафедры необходимо создать в ИАС «Контингент» приказ «О практике» без номера и добавить в него список студентов соответствующей специальности / направления. Список формируется автоматически при выборе вида практики (по нему определяется курс) и номера группы.

Далее необходимо указать базы практики, руководителей и отметить галочками проезд и суточные тем студентам, которым они будут предоставлены.

Затем приказ должен быть сохранен (кнопка «Записать») для дальнейшего редактирования или проведен (кнопка «Провести документ»). Проведение макета приказа пользователем с полномочиями кафедры заменяет электронную подпись и делает доступным его добавление в сводный приказ о практике. Отменить проведение может только сотрудник соответствующего деканата.

**Роль Деканата.** Для формирования окончательного приказа «О распределении студентов по базам производственной практики» сотруднику деканата необходимо создать «Сводный приказ», указать дату и номер приказа, выбрать вид приказа «Утверждение баз практики» и добавить в него все кафедральные макеты.

Когда сводный приказ готов, его необходимо сохранить (кнопка «Записать») и провести (кнопка «Провести документ»). Проведение приказа пользователем с полномочиями сотрудника деканата заменяет электронную подпись и делает этот документ видимым для ЦПР.

При нажатии кнопки «Просмотр» открывается печатная версия приказа, которую можно сохранить как документ \*.xls или сразу напечатать для передачи на подпись руководству.

**Роль ЦПР.** Если приказ был проведен сотрудником деканата и его бумажный вариант был подписан руководством, сотрудник ЦПР должен нажать кнопку «Провести документ», т.е. добавить сведения из приказа в базу данных.

После этого приказ не может быть отредактирован, все изменения должны быть оформлены как отдельные приказы в дополнение к оригинальному.

**Инсталляция системы.** Так как данная подсистема является модулем корпоративной ИАС «Контингент» на платформе 1С, то для обеспечения доступа к ее функционалу необходимо:

- установить клиентскую часть платформы 1С;
- обеспечить соединение с сервером по локальной сети;
- добавить в список баз базу данных «Kontingent»; войти в систему под своим паролем (присваивается администратором системы «Контингент»).

**Тестирование.** Подсистема «Практика и распределение» прошла тестирование в ноябре 2012 года на базе факультета «Информатики и вычислительной техники» ИГЭУ.

В ходе тестирования выявлены и исправлены ряд недочетов по оформлению печатной формы приказа о практике.

Подсистема показала свою работоспособность в отношении всех поставленных задач.

**Отчетность.** Все изменения, производимые «проведенными» приказами, фиксируются в базе данных системы «Контингент» и могут использоваться при формировании различных отчетов. Ввиду отсутствия регламентированных форм отчетности, было принято решение создать «гибкий» отчет на основе «Схем компоновки данных», позволяющий пользователю самостоятельно задавать структуру отчета.

**Внедрение.** Полноценное внедрение планируется на март-апрель 2013 года.

#### Библиографический список

1. **Приказ** №1154 от 25.03.2003 г. “Об утверждении Положения о порядке проведения практики студентов образовательных учреждений высшего профессионального образования”.
2. **Положение** о практике студентов от 24.09.2003 г.
3. **Система** управления контингентом обучаемых в университете / И.Д. Ратманова, Л.Н. Булатов, Е.Е. Игнатъева // Сборник научных трудов одиннадцатой международной научно-практической конференции «Развитие инновационной инфраструктуры образовательных учреждений с использованием технологий «1С». – 2011. – ч. 2 – С. 203-208.

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

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ HANDSHAKE (РУКОПОЖАТИЯ) ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРСИИ ПРОТОКОЛА НТТР**

Протокол передачи Гипертекста (НТТР) - протокол прикладного уровня для распределенных, совместных, многосредних информационных систем. НТТР используется в World Wide Web (WWW) начиная с 1990 года.

К нынешнему моменту протокол НТТР/1.1 (действующий протокол на данный момент времени) признан устаревшим по целому ряду причин, главная из которых – медленная работа протокола из-за необходимости устанавливать отдельное соединение между клиентом и сервером для каждого набора данных. Сейчас идет разработка протокола НТТР/2.0. Компания Google уже использует свой новый протокол SPDY, который, однако, не был принят организацией IETF (*Internet Engineering Task Force* – Инженерный совет Интернета) в качестве нового протокола передачи данных. Но SPDY был рекомендован остальным организациям, занимающимся разработкой протокола НТТР/2.0, как базовый протокол, к которому требуется внести коррективы.

Одной из проблем для нового протокола является определение используемой версии протокола. Все браузеры и серверы не смогут поменять протокол одновременно, в связи с этим долгое время будут оставаться сервера, использующие протокол НТТР1.1. Чтобы различать используемые протоколы и «договариваться» между клиентом и сервером, было предложено использовать handshake, прототип которого реализован на C# и выложен в сети ([html5labs.interopbridges.com](http://html5labs.interopbridges.com)).

Handshake (рукопожатие) – важный этап взаимодействия клиента и сервера между собой, представляющий из себя процесс их «знакомства». Дело в том, что изначально клиент не знает, какой протокол поддерживает сервер, и в случае, если сразу отправить фреймы в формате НТТР/2.0, может случиться ошибка, что недопустимо.

Поэтому создан механизм handshake, когда клиент посылает информацию, что он способен поддерживать протокол НТТР/1.1, а также прикрепленный запрос на обновление до НТТР/2.0.

*GET /default.htm HTTP/1.1*

*Connection: Upgrade*

*Upgrade: HTTP/2.0.*

В случае, если сервер не поддерживает данный протокол, он отвечает статусом 200 (ОК) - указывает, что общение с клиентом будет

происходить через HTTP/1.1, демонстрируя невозможность произвести обновление. Дальнейшее взаимодействие будет идти через HTTP/1.1.

*HTTP/1.1 200 OK*

*Content-length: 243*

*Content-type: text/html*

В ином, более благоприятном, случае ответ будет со статусом 101. Сервер немедленно перейдет на использование HTTP/2.0 протокола.

*HTTP/1.1 101 Switching Protocols*

*Connection: Upgrade*

*Upgrade: HTTP/2.0*

[ HTTP/2.0 frame ]

Данный случай изображен на рис. 1.

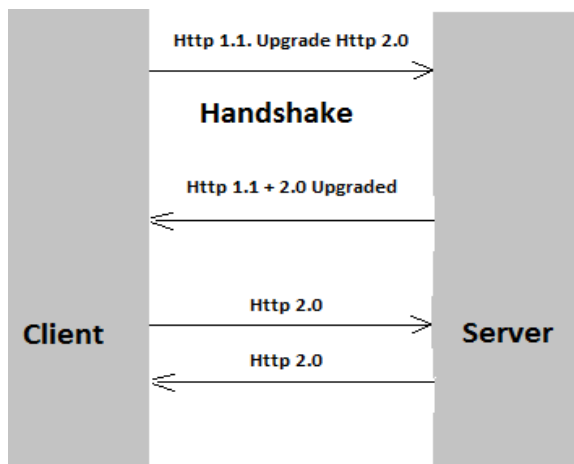


Рис. 1. Взаимодействие клиента и сервера. Этап Handshake

Дальнейшее взаимодействие будет происходить по протоколу HTTP/2.0.

#### Библиографический список

1. **Twist R.** Peon (Google, Inc), A. Melnikov (Microsoft, Inc) «HTTPbis Working Group Internet-Draft, Expires: July 26, 2013». Январь 22, 2013 г. (<http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-httpbis-http2-01>)
2. **M. Belshe;** Twist R. Peon (Google, Inc) «Network Working Group Internet-Draft, Expires: August 4, 2012». Февраль 2012 г. (<http://tools.ietf.org/html/draft-mbelshe-httpbis-spdy-00>)
3. **R. Trace,** A. Foresti, S. Singhal, O. Mazahir, H. Nielsen, B. Raymor, R. Rao, G. Montenegro (Microsoft, Inc) «Network Working Group Internet-Draft, Expires: September 2, 2012». Март 2012 г. (<http://tools.ietf.org/html/draft-montenegro-httpbis-speed-mobility-01>)
4. **Langley (Google, Inc)** «Network Working Group Internet-Draft, Expires: October 31, 2012». Май 2012 г. (<http://tools.ietf.org/html/draft-agl-tls-nextprotoneg-00>)



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

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАЗМЕЩЕНИЯ В ГИС**

В работе рассматривается один из специфических видов задачи размещения – формирование избирательных участков на территории города. Даны  $S$  - множество жителей города,  $N$  - множество потенциальных мест размещения центров участков (количество мест размещения больше или равно количеству участков  $N^*$ ) с определенными координатами и «мощностями» - минимальным и максимальным количеством обслуживаемых избирателей  $C_{\min}$  и  $C_{\max}$  (равны для всех участков), а также  $M$  домов с заданными координатами и количеством жителей  $c_j$  в каждом. При формировании участков для каждого из них формируется подмножество  $M_p$ , где  $p$  - номер участка. Требуется назначить каждому дому центр участка, таким образом, чтобы суммарное расстояние, пройденное всеми избирателями в городе было, минимальным. Т.е множество жителей города  $S$  разбивается на подмножества с примерно с равным количеством избирателей. Тогда критериальная функция и ограничения принимают вид:

$$\sum_{n=1}^{|N|} \sum_{j=1}^{|M_n|} c_j r_{ij} \rightarrow \min, \sum_j c_j > C_{\min}; \sum_j c_j < C_{\max}, \quad (1)$$

где  $p$  – номер избирательного участка,  $j$  – номер дома в избирательном участке,  $c_j$  – количество жителей, проживающих в  $j$ -м доме,  $r_{ij}$  – евклидово расстояние между  $i$ -м участком и  $j$ -м домом на плоскости.

Решение в этом случае заключается в нахождении наиболее оптимального подмножества мест, где стоит открыть избирательные участки, а также в перестановке домов между открытыми участками таким образом, чтобы не нарушались ограничения, и минимизировалось суммарное расстояние для всех жителей. Можно ввести еще ограничение, чтобы  $r_{ij}$  не выходило за некоторое предельное расстояние, и отсеять варианты, в которых участки будут слишком "вытянуты" и некоторые дома могут оказаться далеко от центра избирательного участка.

Специфика данного вида задачи заключается в том, что:

1. Каждый «потребитель» (дом) обслуживается лишь одним «предприятием» (избирательным участком), как в простейшей задаче размещения, и в то же время каждое предприятие может иметь максимальную «мощность» (количество обслуживаемых избирателей) и

иные ограничения, как в задаче размещения с ограничениями на мощность.

2. Поскольку это задача на плоскости, разбиение множества домов на участки, соответствующие избирательным, может осуществляться с использованием эффективных геометрических алгоритмов, специально разработанных для подобного класса задач.

3. Количество домов, равно как и количество потенциальных мест размещения участков могут быть довольно большими, таким образом, вычислительная эффективность решения задачи встает на первый план.

Эта задача является актуальной, так как обычно выбор наиболее подходящих мест для размещения избирательных участков и назначение им домов сейчас является, как правило, трудоемкой рутинной работой. Автоматизация и ускорение этого процесса значительно бы уменьшило человеческие трудозатраты.

В данной работе был использован генетический алгоритм. Его основным преимуществом является множество возможных способов решения и настраиваемых параметров, а также равномерное улучшение решения с течением времени, то есть можно остановиться ровно в тот момент, когда будет найдено приемлемое решение, либо искать дальше. Общий псевдокод генетического алгоритма:

- Задать целевую функцию и способ представления решения
- Создать начальную популяцию случайным образом
- Пока не достигнуто наилучшее решение, выполнять:
  - Выбрать случайным образом родителей, отдавая приоритет лучшим
  - Произвести скрещивание предков
  - Произвести случайную мутацию отдельных особей
  - Сформировать новое поколение, отбросив худших

*Представление решения.* Каждое решение представляется битовой маской длины  $I$  (количество мест для участков),  $i$ -й бит которой означает, открыт ли участок на  $i$ -ом месте.

*Оценочная функция.* Непосредственно следует из целевой функции задачи:  $Fitness(M) = \sum_{j \in J} \min_{i \in I, i \text{ участок } j \in M} r_{ij}$

При оценивании решения каждому дому назначается ближайший избирательный участок.

*Скрещивание.* Случайным образом выбираются два решения посредством пропорциональной селекции:

$$P\{i - \text{выбрано}\} = \frac{f(i)}{\sum_{j \in I_k} f(j)}, \quad (2)$$

где  $f(i)$  – целевая функция, а  $P$  – вероятность выбора  $i$ -го решения.

Затем формируются два новых решения-потомка, в которых каждый бит равновероятно наследуется от одного из родителей.

*Мутация.* Она предназначена для внесения изменений в геном, тем самым поддерживая разнообразие и выталкивая алгоритм из локального минимума. Ее шаги:

1. Случайным образом выбирается одно из решений.
2. Случайным образом выбираются два бита с номерами  $i$  и  $j$  в нем.
3. Выбранные биты  $i$  и  $j$  меняются местами. Это равносильно «переезду» участка на новое место.

Узким местом алгоритма является оценочная функция, а именно назначение каждому дому ближайшего открытого избирательного участка. Прямолинейный алгоритм решения этой задачи будет иметь вычислительную сложность  $O(N * M)$ , в то время как с использованием эффективных алгоритмов она может быть улучшена до  $O((N + M) * \text{Log}_2(N))$ . Для разбиения конечного множества  $I$  на плоскости, при котором каждая область этого разбиения образует множество точек, более близких к одному из элементов множества  $I$ , чем к любому другому элементу множества, используется алгоритм, основанный на построении диаграммы Вороного [1]. Диаграмма Вороного является таким разбиением и может быть построена алгоритмом Форчуна [2] со сложностью  $O(N * \text{Log}_2(N))$ .

Ячейки диаграммы Вороного будут указывать геометрическое место домов, ближайших к конкретному участку (и которым этот участок будет назначен). Поскольку нас интересует не просто разбиение плоскости, а конкретное назначение каждому дому ближайшего участка, сама диаграмма Вороного не используется как таковая, используется лишь алгоритм ее построения, в ходе которого и находится решение задачи.

#### Библиографический список

1. **Ф. Препарата**, М. Шеймос. Вычислительная геометрия: Введение. — М.: Мир, 1989.
2. **М. Ласло**. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++. — М.: Бинум, 1997.

*К.А. Жидовинов, студ.;  
рук. С.В. Косяков, д.т.н., профессор  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РЕАЛИЗАЦИЯ "ОБЛАЧНОЙ" ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ**

**Введение.** В настоящее время актуальной является задача оптимальной доставки грузов в условиях крупного города. Для решения этой задачи разрабатываются специализированные программы, в которых используются базы данных, ГИС и сложные вычислительные методы. Ввиду сложности развертывания и поддержки таких программ на малых предприятиях их использование в виде программных продуктов оказывается слишком дорогим и не эффективным. В данной работе рассматривается программное обеспечение, способное решить задачу доставки грузов с временными окнами (Vehicle Routing Problems with Time Windows, далее **VRPTW**) в облачной информационной системе с доступом пользователей к расчетным программам, базам данных и карте города по сети Интернет.

В **VRPTW** требуется найти маршруты движения автомобилей, развозящих заказы потребителям. Для решения этой задачи был использован алгоритм **MACS-VRPTW**, который реализован в первой версии программного комплекса транспортной логистики [1]. Для решения поставленной задачи данный алгоритм был доработан:

- 1) добавлен локальный поиск;
- 2) добавлена функция расчета в параллельных потоках.

Для организации массового использования данного алгоритма в информационных системах, работающих в сети Интернет спроектирована система, состоящая из:

- 1) веб-сервиса управления задачами;
- 2) очереди выполнения задач;
- 3) модуля решения отдельной задачи **VRPTW**.

В систему также вошли модуль ГИС и сервис авторизации существующего портала с картой города Иваново [www.ivanovomap.ru](http://www.ivanovomap.ru). Структура системы изображена на рис.1.

Выбор интерфейса веб-сервиса сделан в пользу **REST** (Representational State Transfer), так как перед **RPC**(Remote Procedure Call) он обладает следующими преимуществами:

- 1) доступно масштабирование, кэширование запросов на стороне сервера;
- 2) простота протокола, получение ответа возможно в различных форматах, а не только XML;
- 3) меньший объем трафика.

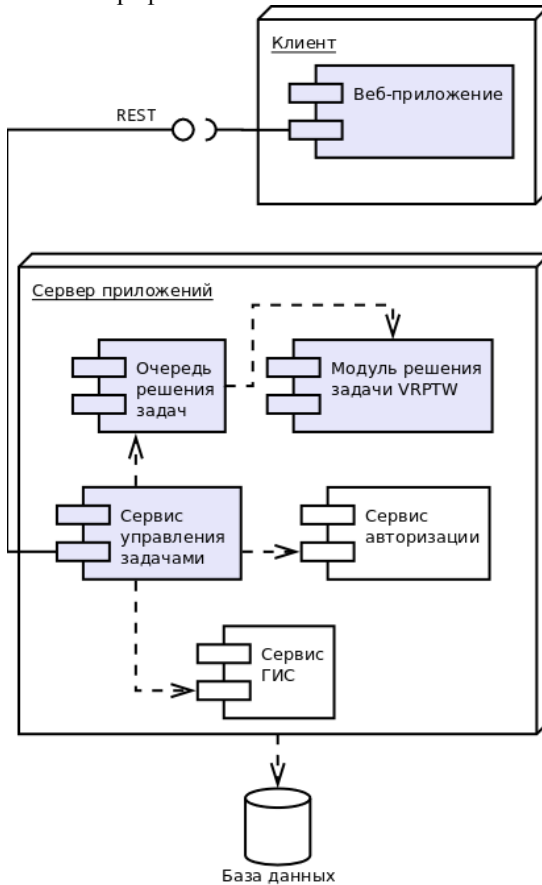


Рис. 1. Структура системы

Сервис управления задачами – сервис, позволяющий пользователям создавать/удалять/редактировать задачи, а также ставить задачу в очередь на выполнение. Очередь решения задач создана для того, что-

бы не перегружать веб-сервер. Алгоритм MACS-VRPTW итерационный и время решения задачи ограничено только настройками аккаунта пользователя. Модуль решения задачи VRPTW отвечает за решение задачи, оптимизирован для работы на многоядерных процессорах. Веб-сервис реализован с использованием бесплатного фреймворка ServiceStack.Net.

В результате выполнения работы создан опытный образец программы, позволяющей пользователям сайта [www.ivanovomir.ru](http://www.ivanovomir.ru) решать задачи оптимального планирования грузоперевозок в облачной информационной системе.

#### Библиографический список

1. **Жидовинов К. А.** Оптимальное планирование доставки грузов с учетом временных окон/ К. А. Жидовинов// Сборник статей и тезисов докладов студенческой научной конференции ИВТФ за 2012 год. 2012.- С. 112-114.

*М.С. Колотилова, студ.;*  
*рук. Е.Р. Пантелеев, д.т.н., профессор*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ WEB- СЛУЖБ НА ПЛАТФОРМЕ MICROSOFT .NET**

Вычислительные и коммуникационные программные системы используются все чаще и с каждым днем все глубже входят в нашу повседневную жизнь. Сегодня пользователям необходим доступ к своим приложениям с любого подключенного к Интернету устройства, будь то браузер настольного компьютера, устройство PDA (Personal Digital Assistant) или телефон с поддержкой WAP (Wireless Application Protocol), поэтому компании и отдельные пользователи все больше зависят в своей работе от web-приложений. Web-приложения соединяют различные отделы внутри компаний, различные компании и простых пользователей. Web-приложения очень динамичны, а их функциональные возможности непрерывно растут. В то же время возрастает потоковый трафик средств информации и запросов, формируемых переносными и встроенными устройствами. Вследствие этого возрастает сложность систем такого рода. Очевидно, что для понимания, анализа,

разработки и управления такими системами нужны количественные методы и модели, которые помогают оценить различные сценарии функционирования, исследовать структуру и состояние больших систем. Кроме прочего наблюдаются тенденции к постоянному росту спроса на web-службы. Таким образом, к web-приложениям предъявляются те же требования по производительности, надежности и расширяемости, что и к их настольным аналогам. Все больше внимания уделяется тестированию и настройке производительности на протяжении всего цикла разработки программ, так как серьезные проблемы, связанные с недостаточной производительностью, возникают уже сейчас и будут возникать в будущем, и, в конце концов, они станут преобладающими при планировании и вводе в эксплуатацию новых web-служб.

Web-служба, веб-сервис (web-service) - это технология предоставления совместно используемых функций, не зависящих от устройств, сетей, операционных систем и языков программирования. Web-службы не имеют пользовательского интерфейса, только программный. Протоколы web-служб определяют структуру для предоставления функций через Интернет, они основаны на открытых стандартах, являются взаимосвязанными, расширяемыми и используются для нынешнего поколения web-ориентированных приложений.

Тестирование производительности – это отдельный вид тестирования, объектом которого является производительность приложения. Т.е. это вид тестирования, направленный на получение информации о затрачиваемых ресурсах системы или её частей при определённых условиях (например, заданное количество пользователей, их действия, длительность работы системы в целом и т.д.).

Проблемы производительности на Web-уровне возникают по разным причинам, например из-за проблем конфигурации, недостатка аппаратных ресурсов, плохой архитектуры приложения или неэффективной программной реализации. Именно необходимость выявления проблем производительности, вызванных программной реализацией, стала причиной создания данной работы.

На сегодняшний день для разработки большинства программных продуктов используется Agile подход, а значит основная цель – минимизация рисков путем сведения разработки к серии коротких циклов, называемых, итерациями, которые длятся в среднем 2-3 недели. Каждая итерация сама по себе выглядит как программный проект в миниатюре и включает все задачи, необходимые для выдачи мини-прироста по функциональности: планирование, анализ требований, проектиро-

вание, программирование, тестирование и документирование. При том в конце каждой итерации приложение в целом должно быть стабильным и рабочим. В свете вышесказанного очевидна необходимость тестирования производительности web-служб, являющихся частью программного продукта, в конце каждой итерации для того, чтобы своевременно обнаружить проблемы производительности, вызванные программной реализацией, и принять соответствующие меры тогда, когда продукт еще не ушел конечному потребителю и исправление ошибок не стоит слишком дорого.

Предлагаемая система автоматизированного тестирования производительности web-служб на платформе Microsoft .NET не обладает богатым и сложным функционалом, динамичным и запутанным интерфейсом пользователя, и это, вероятно, один из главных ее плюсов. Система проста и призвана решать одну конкретную проблему – тестировать производительность web-службы после каждой сборки (при Agile подходах это в среднем 1-2 раза в сутки). Для этого разрабатываемая система разворачивается с помощью программного комплекса непрерывной интеграции CCNet.

При создании системы на этапе проектирования требовалось решить, какие метрики использовать для измерения производительности web-служб. Несмотря на то, что время кажется очевидным ответом, это не вполне так, ведь на время получения ответа от методов web-службы может влиять огромное количество факторов, не связанных с программной реализацией самой web-службы. Среди таких факторов могут быть следующие: загруженность центрального процессора, количество свободной оперативной памяти, скорость Интернет-соединения и прочее. Таким образом, очевидно, что опираться при оценке производительности лишь на результаты тестов невозможно – один и тот же код, протестированный в разные моменты времени, может продемонстрировать совершенно разные показатели производительности. Для устранения данной проблемы было принято решение, создать тестовую функцию, которая запускается перед каждой прогонкой тестов производительности web-службы. Код тестовой функции всегда остается неизменным и его выполнение призвано “продиагностировать” текущее состояние системы, в которой будут запущены тесты производительности. Допустим, в теле тестовой функции производится вычисление числа  $\pi$  с точностью до 1000 знаков после запятой, значит, если на предыдущей сборке вычисление тестовой функции занимало 2 минуты, а на текущей сборке это значение 10 минут, то стоит ожидать худших показателей и у тестов производительности



web-службы, понимая, что причиной этого во многом является состояние среды, в которой выполняются тесты, а не программная реализация web-службы. Кроме прочего значения тестовой функции позволяют проводить нормализацию результатов тестов производительности web-службы, делая их сопоставимыми с предыдущими результатами измерений.

Разрабатываемая система автоматизированного тестирования производительности web-служб нацелена не на разовое тестирование производительности (которое мало о чем может сообщить команде разработки, так как полученные результаты не с чем сравнивать, а, следовательно, нет возможности делать выводы “стало лучше” / “стало хуже”), а на постоянную прогонку тестов на идентичном наборе тестовых данных, и, главное, на сборе статистики прохождения тестов, так что проблемы производительности могут быть выявлены в течение суток после их возникновения на основании сравнения текущих показателей производительности приложения с показателями предыдущих сборок. Разрабатываемая система тестирования производительности web-служб позволяет просматривать результаты в простой и удобной форме - в виде таблиц и графиков, наглядно демонстрируя приросты/спады производительности web-службы.

#### **Библиографический список**

1. **Microsoft ACE Team.** Performance testing Microsoft .NET web application, 2000, 352pages.
2. **Henrik Kniberg.** Scrum and XP from Trenches. How we do Scrum, 2007
3. **<http://www.intuit.ru/department/internet/mwebtech/19/2.html>**

*С.А. Шаронова, студ.;*  
*рук. Е.Р. Пантелеев, д.т.н., профессор*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЕБ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ WALL BUILDER**

В настоящее время компьютеры широко используются практически во всех сферах профессиональной деятельности. В связи с этим проблема создания эффективного и надежного программного обеспечения приобретает первостепенное значение.

Особенно актуальным исследование применения технологии компонентного программирования для создания эффективных программ стало в связи с всеобъемлющим использованием сети Internet и разработкой большого количества сайтов. Известно, что web-приложения могут создавать значительную нагрузку на сервер и стать "узким" местом, ограничивающим производительность работы пользователя в сети, а от этого в значительной мере зависят и варианты взаимодействия пользователя с сетью. Приемлемая производительность web-сайтов зависит от многих факторов и, в том числе, от кода используемого приложения и его архитектуры. Массовый пользователь регулярно в процессе своей деятельности сталкивается с необходимостью оценить и, по возможности, спрогнозировать производительность компьютерных систем или отдельных компьютеров. Исследования времени отклика при взаимодействии пользователя с компьютером проводились с момента его появления и, тем не менее, до настоящего времени нет подходящего для массового пользователя решения этой проблемы. Таким образом, система мониторинга и анализа производительности web-приложения также является актуальной.

Любая большая система требует наличия мониторинговой системы, обеспечивающей уверенность в наличии корректных статистических данных, позволяющих судить о соответствии системы нефункциональным требованиям. Планирование, инсталляция, конфигурация и контроль мониторинговой системы осуществляется в рамках определённого Процесса Мониторинга, который имеет следующие преимущества:

- Возможность ввести Соглашение об уровне услуг на уровне сценариев использования.
- Возможность включать и выключать мониторинг периодически или для исправления проблем.
- Даёт возможность построения регулярных отчётов.
- Даёт возможность следить за динамикой поведения системы с течением времени, такой как, например, влияние увеличения нагрузки пользователями и увеличения используемых потоков данных на производительность уровня сценариев использования.

В тестировании производительности различают следующие направления:

- нагрузочное (load)
- стресс (stress)
- тестирование стабильности (endurance or soak or stability)
- конфигурационное (configuration)

Нагрузочное тестирование — это простейшая форма тестирования производительности. Нагрузочное тестирование обычно проводится для того, чтобы оценить поведение приложения под заданной ожидаемой нагрузкой. Этой нагрузкой может быть, например, ожидаемое количество одновременно работающих пользователей приложения, совершающих заданное число транзакций за интервал времени. Такой тип тестирования обычно позволяет получить время отклика всех самых важных бизнес-транзакций. В случае наблюдения за базой данных, сервером приложений, сетью и т. д., этот тип тестирования может также идентифицировать некоторые узкие места приложения. Стресс-тестирование обычно используется для понимания пределов пропускной способности приложения. Этот тип тестирования проводится для определения надёжности системы во время экстремальных или диспропорциональных нагрузок и отвечает на вопросы о достаточной производительности системы в случае, если текущая нагрузка сильно превысит ожидаемый максимум.

Тестирование стабильности проводится с целью убедиться в том, что приложение выдерживает ожидаемую нагрузку в течение длительного времени. При проведении этого вида тестирования осуществляется наблюдение за потреблением приложением памяти, чтобы выявить потенциальные утечки. Кроме того, такое тестирование выявляет деградацию производительности, выражающуюся в снижении скорости обработки информации и/или увеличением времени ответа приложения после продолжительной работы по сравнению с началом теста.

Конфигурационное тестирование — ещё один из видов традиционного тестирования производительности. В этом случае вместо того, чтобы тестировать производительность системы с точки зрения подаваемой нагрузки, тестируется эффект влияния на производительность изменений в конфигурации. Хорошим примером такого тестирования могут быть эксперименты с различными методами балансировки нагрузки. Конфигурационное тестирование также может быть совмещено с нагрузочным, стресс или тестированием стабильности.

Время ответа сервера. Эта концепция строится вокруг времени ответа одного узла приложения на запрос, посланный другим. Простым примером является HTTP 'GET' запрос из браузера рабочей станции на веб-сервер. Практически все приложения, разработанные для нагрузочного тестирования работают именно по этой схеме измерений. Иногда целесообразно ставить задачи по достижению производительности времени ответа сервера среди всех узлов приложения.

Время отображения — одно из самых сложных для приложения для нагрузочного тестирования понятий, так как в общем случае они не используют концепцию работы с тем, что происходит на отдельных узлах системы, ограничиваясь только распознаванием периода времени в течение которого нет сетевой активности. Для того, чтобы замерить время отображения, в общем случае требуется включать функциональные тестовые сценарии в тесты производительности, но большинство приложений для тестирования производительности не включают в себя такую возможность.

Однако тестирование производительности часто не проводится согласно спецификации, так как нет зафиксированного понимания о максимальном времени ответа для заданного числа пользователей. Тестирование производительности часто используется как часть процесса профайлинга производительности. Его идея заключается в том, чтобы найти «слабое звено» — такую часть системы, оптимизировав время реакции которой, можно улучшить общую производительность системы. Определение конкретной части системы, стоящей на этом критическом пути, иногда очень непростая задача, поэтому некоторые приложения для тестирования включают в себя (или могут быть добавлены с помощью add-on'ов) инструменты, запущенные на сервере (агенты) и наблюдающие за временем выполнения транзакций, временем доступа к базе данных, оверхедами сети и другими показателями серверной части системы, которые могут быть проанализированы вместе с остальной статистикой по производительности.

Таким образом, разрабатываемая система мониторинга и анализа производительности web-приложения, в которой будут совмещены основные типы тестирования производительности, их анализ и удобный вывод обработанной информации для пользователя, является необходимой частью разработки любого web-приложения.

#### Библиографический список

1. **Microsoft Corporation.** Тестирование производительности Web-приложений Microsoft.Net. Пер. с англ. М.: Русская Редакция, 2003. — 352 с.
2. [http://www.sibinfo.ru/archive/news/03\\_01\\_08/server\\_testing.html](http://www.sibinfo.ru/archive/news/03_01_08/server_testing.html)
3. [http://www.sibinfo.ru/archive/news/03\\_05\\_15/ms\\_test.html](http://www.sibinfo.ru/archive/news/03_05_15/ms_test.html)

Л.А. Гольцова, студ.;  
рук. В.М. Кокин, к.т.н., доцент, С.В. Гребнов, к.т.н.  
(ИГЭУ, г. Иваново)

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ AMAZON И AZURE ФРЕЙМВОРКА MAPREDUCE НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ BLAST

Облачные вычисления – это новая парадигма, предполагающая распределенную и удаленную обработку и хранение данных.

В данной работе рассматриваются облачные сервисы Amazon Elastic MapReduce и Windows Azure Daytona, а также принципы решения задачи BLAST. Это вебсервисы, которые позволяют с легкостью обрабатывать огромные количества разнообразных данных с помощью парадигмы MapReduce. С их помощью можно выполнять различные ресурсоемкие задачи такие, как веб-индексирование, поиск данных, сортировка данных, финансовый анализ, научное моделирование и исследования в биоинформатике. При помощи данных сервисов можно было бы значительно упростить и ускорить процесс нахождения закономерностей в большом количестве данных, например при решении задачи BLAST.

**Парадигма MapReduce.** *MapReduce* – модель распределённых вычислений, представленная в свое время компанией Google, используемая для параллельных вычислений над большими наборами данных в компьютерных кластерах.

Работа MapReduce состоит из двух шагов: Map и Reduce.

На Map-шаге происходит предварительная обработка входных данных. Для этого один из компьютеров (называемый главным узлом) получает входные данные задачи, разделяет их на части и передает другим компьютерам (рабочим узлам) для предварительной обработки.

На Reduce-шаге происходит свёртка предварительно обработанных данных. Главный узел получает ответы от рабочих узлов и на их основе формирует результат — решение задачи, которая изначально формулировалась.

*Преимущества MapReduce:*

– Данная концепция может считаться универсальной, так как существует большое количество задач, успешно решаемых при помощи данной модели.

– Отказоустойчивость, что позволяет вычислять задачи, даже если некоторые вызовы завершились аварийно.

- Масштабируемость.
- Применение концепции MapReduce позволяет сделать прозрачными для разработчиков механизмы параллелизации, распределения нагрузки, обеспечения устойчивости к ошибкам.
- От программиста не требуется знаний и опыта, специфичного для разработки многопоточных и распределенных приложений.

*Недостатки MapReduce:*

- Не обладает оптимальной производительностью (специализированные решения работают быстрее).
- Неэффективен в маленьких кластерах с небольшим объемом данных (накладные расходы велики)
- Задержки в одном процессе Map или Reduce ведут к задержке всей задачи.

**Amazon Elastic MapReduce.** Сервис основан на совместном использовании Elastic Compute Cloud (EC2) и Simple Storage (S3), а также фреймворка Hadoop.

Amazon Elastic MapReduce позволяет сосредоточиться на анализе данных, не беспокоясь о вводе в эксплуатацию, управлении и настройке кластера Hadoop или увеличении потребляемой вычислительной мощности.

Amazon Elastic MapReduce автоматически разворачивает реализацию Hadoop MapReduce на Amazon EC2, путем деления данных на более мелкие фрагменты, таким образом, чтобы они могли обрабатываться параллельно, и в конечном итоге были скомбинированы в окончательное решение. Amazon S3 служит источником данных, и используется в качестве выходного значения для конечного результата, а также как хранилище исходных данных.

**Windows Azure Daytona.** Проект Daytona представляет собой MapReduce движок, созданный специально под платформу Windows Azure. Для того, чтобы развернуть свое решение на базе проекта Daytona необходимо выполнить следующую последовательность шагов:

1. Разработка аналитического алгоритма. На этом шаге при помощи фреймворка Daytona разрабатывается алгоритм анализа. Сам алгоритм должен быть выполнен как последовательность Map и Reduce задач.
2. Загрузка данных и библиотек в Windows Azure. На втором шаге необходимо загрузить исходные данные в хранилище. На данный момент в качестве основного источника данных для проекта Daytona используется хранилище блобов (Azure Blob Storage).
3. Разворачивание среды Daytona в облаке. На данном шаге появляется возможность настроить количество виртуальных машин, сконфигурировать аккаунт хранилища, где будут накапливаться результаты

функционирования алгоритма, а также средства для тестирования работоспособности системы в условиях Windows Azure.

4. Запуск системы. На последнем шаге среда Daytona разворачивает свой клон на все виртуальные машины после чего подразделяет данные на маленькие порции для того, чтобы они могли быть обработаны параллельно (это собственно и есть *map*-функция). По завершению среда комбинирует полученные результаты в готовое решение и сохраняет его в хранилище блоков (*reduce*-функция).

**Задача BLAST.** BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*) — семейство компью-терных программ, служащих для поиска гомологов белков или нуклеиновых кислот, для которых известна первичная структура (последовательность) или её фрагмент. Используя BLAST, исследователь может сравнить имеющуюся у него последовательность с последовательностями из базы данных и найти последовательности предполагаемых гомологов. Программы серии BLAST производят локальные выравнивания.

После запуска программы BLAST создаёт таблицу всех «слов» (в белке — это участок последовательностей) и сходных «слов».

Затем в базе данных проводится их поиск. Для каждой обнаруженной в базе данных программами BLAST последовательности необходимо определить, насколько она сходна с изучаемой последовательностью (запрос) и значимо ли это сходство. Для этого BLAST вычисляет число битов и величину *E* (*expected value*, *E-value*) для каждой пары последовательностей. Чем больше число битов, тем больше сходство. Чем ниже значение *E*, тем достовернее выравнивание. Пример результата:

```
Score = 31.6 bits (70), Expect = 4.6.  
Identities = 15/25 (60%), Positives = 16/25 (64%), Gaps = 0/25 (0%)  
Query 50 NCATAAAGTGTAAAGCCTGGGGTGC 74  
      H A A G GTA A C+GGGGTG  
Sbjct 28 HDARPAHGRGTAVASRCSGGGGTGL 52
```

Программа BLAST работает только с последовательностями и базами данных в формате FASTA. Скачать базу в этом формате можно с сайта <ftp://ftp.ncbi.nlm.nih.gov/blast/db/>.

Формат FASTA позволяет хранить следующую информацию о последовательности:

- Идентификатор последовательности (например, CCPA\_BACSU )
- Описание последовательности (например, Catabolite control protein A )

– Саму последовательность.

Признаком начала информации о последовательности служит символ "<" в первой позиции строки. Слово в этой строке, начинающееся в позиции 2 и заканчивающееся первым пробелом, считается идентификатором последовательности. Информации из оставшейся части этой строки рассматривается как описание последовательности. Текст во всех последующих строках рассматривается как последовательность белка. Служебные символы - пробелы, концы строки, символы табуляции и т.п. а также цифры, игнорируются.

Допускается хранение в одном файле формата FASTA нескольких последовательностей.

Пример файла с двумя последовательностями:

```
>CCPA_BACSU Catabolite control protein A
MSNITIYDVAREANVSMATVSRVVNGNPNVKPTTRKKVLEAIER
LGYRPNVAVARGLAS
TTTVGVIIIPDISSIFYSELARGIEDIATMYKYNILSNSDQNMEKEL
HLLNTMLGKQV
IVFMGGNITDEHVAEFKRSP
>Q541XYZ Hypotetical protein
MCTREE 6
HTSFDFGGKLLINMRKQFVAEGDYTYDSGLEALQHLMMSLDKK48
```

Задача BLAST является вычислительно сложной, одним из перспективных способов решения этой задачи видится параллельные вычисления с помощью MapReduce. Сравнительный анализ Amazon / Azure позволит сделать вывод о применимости облачных платформ к решению данной задачи и выявить недостатки и преимущества.

Дальнейшее сравнение сервисов Amazon Elastic MapReduce и Windows Azure Daytona планируется провести после запуска поиска гомологов белка в базе данных env\_nr (объемом 6,110,420 последовательности; 1,223,919,330 символа) для файлов с 3, 25 и 50 последовательностями. При проведении экспериментов будет сравниваться удобство использования сервиса, скорость вычисления (при вычислении локально), а также стоимость экспериментов.

#### Библиографический список

1. **Официальный** сайт NCBI [www.blast.ncbi.nlm.nih.gov/](http://www.blast.ncbi.nlm.nih.gov/)
2. **Сайт** BIOINFORMATICS [www.bioinformaticsbox.com/blast-blastall-tutorial/](http://www.bioinformaticsbox.com/blast-blastall-tutorial/)
3. **Сайт** Amazon [www.aws.amazon.com/elasticmapreduce/](http://www.aws.amazon.com/elasticmapreduce/)
4. **Сайт** Windows Azure [www.research.microsoft.com](http://www.research.microsoft.com)



*Бритов И.К., студ.;  
рук. Пантелеев Е.Р., д.т.н., профессор*

## **РАЗРАБОТКА МОДУЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ И РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ДЕКАНАТ ФЗВО»**

«Деканат ФЗВО» – программный комплекс, объектом автоматизации которого являются процессы, составляющие повседневную работу сотрудников деканата.

«Деканат ФЗВО» представляет собой функционирующую и внедренную в корпоративную среду ИГЭУ информационную систему, реализующую широкий диапазон возможностей, существенно облегчающих выполнение соответствующих операций сотрудниками деканата, тем самым увеличивая производительность труда.

Комплекс включает в себя три подсистемы: «АРМ Декана», «Рабочие Учебные Планы», «Журнал Успеваемости Группы».

### **Основные функции подсистемы «АРМ Декана»:**

1. Аккумуляция и хранение информации о студентах
2. Перемещение студентов: перевод в другую группу, на другой курс, в академический отпуск и т.д.
3. Прием заявлений от студентов: заявление на перемещение, заявление на изменение личных данных и т.д.
4. Печать различного рода документов и отчетов: справка-вызов на сессию и дипломное проектирование, личная карточка студента, экзаменационная ведомость и т.д.
5. Прием и выдача зачетных книжек
6. Поиск студентов по базе данных
7. Отслеживание истории перемещения студентов
8. Работа с журналом приказов

### **Основные функции подсистемы «Журнал Успеваемости Группы»:**

1. Ведение журнала оценок группы
2. Отслеживание неуспевающих студентов: не явившихся на сессию, не аттестованных, имеющих задолженности
3. Выдача и прием направлений на пересдачу экзамена или зачета

### **Основные функции подсистемы «Рабочие Учебные Планы»:**

1. Составление учебных планов
2. Привязка учебных планов к группам
3. Импорт и экспорт учебных планов из Excel-файлов

4. Редактирование дат сессий для групп
5. Контроль прохождения учебных дисциплин группой
6. Формирование фактического учебного плана
7. Расчет нагрузки преподавателей по учебному плану
8. Формирование учебных потоков по дисциплинам
9. Экспорт нагрузки и учебных потоков в Excel-файлы

**Актуальные задачи проекта.** В настоящий момент можно выделить одну крупную и наиболее приоритетную задачу. Это – осуществление документно-ориентированного взаимодействия информационной системы «Деканат ФЗВО» с другими подразделениями корпоративной среды ИГЭУ. Важным аспектом информационного взаимодействия деканата ФЗВО с другими подразделениями ИГЭУ является обмен данными в формате электронных документов. Если объектно-событийная интеграция, решения по которой были реализованы в ходе предыдущих проектов, обеспечивает целостность распределенной базы данных ИГЭУ, то обмен структурированными электронными документами позволяет создать адекватный интерфейс ИС «Деканат» на периферии, связывающей его с неавтоматизированными участками деятельности. С другой стороны, наличие у электронных документов внутренней структуры, распознаваемой стандартным программным обеспечением, позволяет использовать их для импорта или экспорта информации из других информационных систем, не предоставляющих иных возможностей для интеграции.

К подобным структурированным электронным документам относятся формы для передачи нагрузки по заочной форме обучения с учетом потоков на выпускающие и профильные кафедры ИГЭУ, в корпоративную систему «Контингент» и в учебно-методическое управление.

**Реинжиниринг системы.** Большое внимание разработчиков так же было уделено задаче реинжиниринга, так как в определенный момент дальнейшее развитие системы было осложнено тем, что ряд направлений перспективного развития ИС «Деканат» не был учтен на начальных этапах создания системы. Это связано как с краткосрочным характером планирования, так и с изменением окружения ИС «Деканат» и возникновением в связи с этим новых потребностей. В силу этих обстоятельств схема внутренних информационных потоков в ИС «Деканат» оказалась переусложнена и избыточна, что создавало определенную угрозу надежности системы при дальнейшем расширении ее функциональности и существенно затрудняло сопровождение системы.

Таким образом, можно обозначить **цели реинжиниринга:**

1. Повышение надежности и устойчивости системы

2. Упрощение дальнейшего масштабирования системы

3. Облегчение сопровождения системы

Задача **реинжиниринга** включала в себя следующие **этапы**:

1. Анализ информационной связности компонентов существующей архитектуры

2. Определение модульной архитектуры, обеспечивающей минимизацию межмодульных взаимодействий

3. Перераспределение функций автоматизации между модулями

4. Перевод делопроизводства в ИС «Деканат» на новую архитектуру

В настоящее время все этапы задачи реинжиниринга уже выполнены, делопроизводство ИС «Деканат» переведено на новую архитектуру без вывода системы из эксплуатации.

Таблица 1. Сравнение статистических показателей старой и новой архитектур

	Старая архитектура	Новая архитектура
Количество модулей	11	13
Общее количество межмодульных связей	62	48
Количество связей, являющихся взаимобратными	32	4

## Секция 28а. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ГРАФИКА

Председатель – к.т.н., доцент **Егорычева Е.В.**  
Секретарь – старший преподаватель **Бойков А.А.**

*А.Е. Ванина, студ. (ИВГПУ, г. Иваново);  
рук. М.Ю. Волкова, к.т.н., доцент, А.В. Никоноров, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В РЕСТАВРАЦИИ ПРЕДМЕТОВ ИЗ МЕТАЛЛА

Для достижения высоких результатов в области научной реставрации требуются не только знания, но и навыки изготовления чертежей. В рамках исследований выполнена не только фотофиксация предмета с целью получения представления об изделии на момент исследования, но и ряд следующих работ:

1. Описание предмета. Помимо общей информации о цвете и форме предмета фиксируются детали, которые не в состоянии передать ни чертёж, ни фотофиксация. Например, запах, который может свидетельствовать о химических реакциях, происходящих с изделием, первое впечатление о происхождении предмета, и предположение о материале изготовления.

2. Обмерные чертежи. Являются важной частью исследовательской работы. Дают представления о форме предмета, его размерах (рис. 1–2).

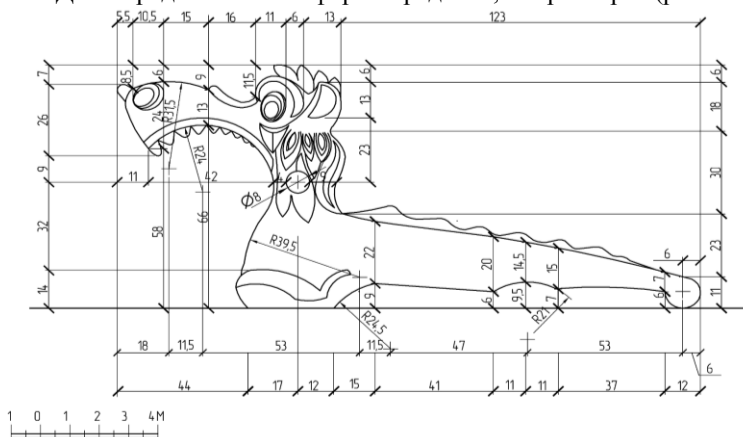


Рис. 1. Пример обмерного чертежа



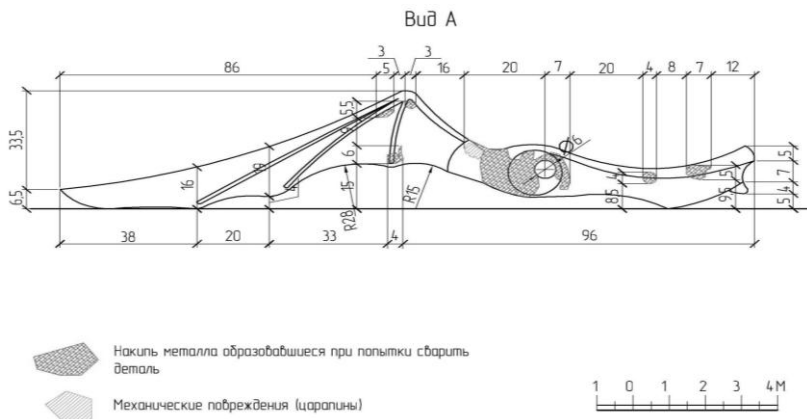


Рис. 4. Пример чертежа фиксации дефектов

Результатом исследований стали следующие выводы:

1. Подробные и качественные чертежи являются основой научных методов реставрации.

2. Наилучшим образом, в ходе проведения опытов, себя зарекомендовали такие способы очистки как обработка в уксусной кислоте, отмачивание в нашатырном спирте, что и было отражено на чертежах проведения работ.

После очистки, изделие обрабатывается ингибиторами коррозии. Они создают на изделии защитную пленку от воздействия окружающей среды и при этом ограждают от временных потемнений.

В ходе работы была подведена теоретическая основа для проведения реставрационных действий, и примерка теоретической модели к конкретной реставрируемой вещи, что позволило обобщить имеющиеся знание, применить общую теорию в конкретном случае, отсекая лишние.

#### Библиографический список

1. **Шемаханская М.С.** Реставрация металла. Метод. рекомендации. ВНИИР. – М.: 1989.

*Т.В. Волкова, студ.;  
рук. М.Ю. Волкова, к.т.н., доцент, А.В. Никоноров, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФРАКТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ

Известно, что слово «фрактал» может употребляться не только как математический термин. Фракталом называют фигуры, обладающие какими-либо из перечисленных ниже свойств:

- Обладают нетривиальной структурой на всех масштабах. В этом отличие от регулярных фигур (таких, как окружность, эллипс, график гладкой функции): если рассматривать небольшой фрагмент регулярной фигуры в очень крупном масштабе, он будет похож на фрагмент прямой. Для фрактала увеличение масштаба не ведёт к упрощению структуры, на всех шкалах видна одинаково сложная картина.

- Являются самоподобной или приближённо самоподобной формой.

- Обладают дробной метрической размерностью или метрической размерностью, превосходящей топологическую.

Фракталы — прежде всего язык геометрии. Фракталы, особенно на плоскости, популярны благодаря сочетанию красоты с простотой построения при помощи компьютера.

Выявлено, что самым главным понятием в исследовании фракталов, кроме вышеупомянутых «самоподобия» и «недифференцируемости», является понятие «хаусдорфовой размерности», введенное Ф. Хаусдорфом в марте 1918 года. Результаты Хаусдорфа, приведенные в той же работе, имели большое значение и в топологии. Однако то, что его определение размерности расширило предыдущее определение, позволив множествам иметь размерность, выражающуюся произвольным ненулевым числом (в отличие от топологической размерности), дало возможность Мандельброту определить фрактал как «множество, хаусдорфова размерность которого строго больше, чем его топологическая размерность».

Размерность Хаусдорфа  $d$ -самоподобного множества связывает его с фрактальной геометрией, хотя, как отмечалось ранее, имеется также много других приложений размерности Хаусдорфа. Пусть имеются отношения  $r_1, r_2, \dots, r_n$  (т.е. первая часть множества подобна целому множеству с коэффициентом  $r_1$ ). Тогда  $d$  удовлетворяет следующим двум уравнениям:

$$r_1^d + r_2^d + \dots + r_n^d = 1 \quad \text{и} \quad Nr^d = 1.$$

Этих уравнений, однако, нет в работах Хаусдорфа, так как они имеют непосредственное отношение к фракталам (и вычислению размерности фрактала), а эти идеи были неизвестны Хаусдорфу. Из этих двух уравнений легко увидеть, как можно получить размерность, которая не является целым числом, так как  $d = \log(N) / \log(\log(1/r))$ .

Рассматривая фрактал (лат. *Fractus* — дроблёный, сломанный, разбитый) как геометрическую фигуру, обладающая свойством самоподобия, то есть составленная из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком. В математике под фракталами понимают множества точек в евклидовом пространстве, имеющие дробную метрическую размерность, либо метрическую размерность, отличную от топологической (рис. 1).

Фрактальная геометрия чётко описывает сложные природные объекты и процессы. Инвариантность по отношению к масштабу имеет



Рис. 1. Пример вариантов фракталов

примечательную параллель в современной теории хаоса, согласно которой многие явления, несмотря на то, что они следуют чётким детерминистским правилам, в принципе оказываются непредсказуемыми. Хаотические явления, такие, как турбулентность атмосферы или ритм сердечных сокращений у человека, проявляют сходные закономерности в вариациях в различных временных масштабах во многом подобно тому, как объекты, обладающие инвариантностью к масштабу, проявляют сходные структурные закономерности в различных пространственных масштабах. Соответствие между фракталами и хаосом не случайно. Скорее оно является симптомом их глубинной связи: фрактальная геометрия — это геометрия хаоса.

В рамках исследований выявлено, что многие объекты в природе обладают фрактальными свойствами, например, побережья, облака, кроны деревьев, снежинки, кровеносная система человека или животных и т.д. Пример фрактальной формы подвида цветной капусты представлен на рис. 2.



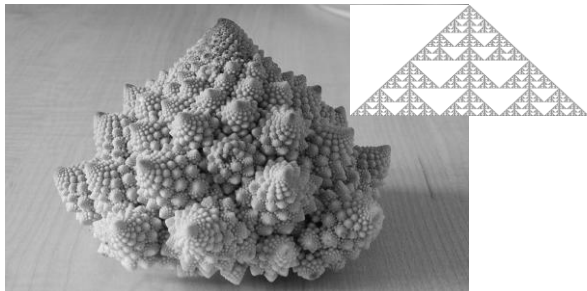


Рис. 2. Фрактальная форма подвида цветной капусты

Исследование природных фракталов позволяет использовать их свойства и структурные закономерности, например, в ювелирной промышленности (рис. 3).



Рис. 3 Пример рукотворной фрактальной композиции

Таким образом, их можно назвать рукотворными фракталами. Они при любом масштабе обладают фрактальными свойствами. На природные фракталы накладывается ограничение на область существования — то есть максимальный и минимальный размер, при которых у объекта наблюдаются фрактальные свойства.

Кроме того отмечено, что геометрические фракталы применяются для получения изображений деревьев, кустов, береговых линий и т. д. Алгебраические и стохастические — при построении ландшафтов, поверхности морей, карт раскраски, моделей биологических объектов и др.

#### Библиографический список

1. **Мандельброт Б.** Фрактальная геометрия природы. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002.
2. **Пайтген Х.-О., Рихтер П. Х.** Красота фракталов. – М.: Мир, 1993.
3. **Фоменко А. Т.** Наглядная геометрия и топология. – М.: изд. МГУ, 1993.

*Т.В. Волкова, студ.;  
рук. Е.В. Егорычева, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗОНЫ ВИДИМОСТИ ОТРАЖЕННЫХ В ЗЕРКАЛЕ ПРЕДМЕТОВ

При составлении композиции и построении отражений в плоском зеркале возникает необходимость определения границ зоны, в которой предметы, расположенные на плоскости основания, будут видимы в зеркале.

Предметы, видимые в зеркале, расположены в отраженной от него части пола, которая имеет следующие особенности:

- ограничена четырьмя прямыми, лежащими в предметной плоскости пола;
- образует некоторый четырехугольник, который сливается с рамкой зеркала.

Следовательно, построение границ зоны видимости сводится к изображению этого четырехугольника, расположенного по другую сторону основания зеркала. Эти фигуры относительно основания зеркала в натуральном виде будут симметричными, стороны и углы между ними будут равны. На картине же эта симметричность, равенство углов и сторон четырехугольников будут отображены в перспективе.

Рассмотрим определение границы зоны, в которой предметы будут видимы в зеркале.

Задано вертикальное зеркало в профильной плоскости (рис. 1, а).

Главная точка картины  $P$  совпадает с основанием зеркала  $AB$ .

При совмещенной точке зрения  $S'$  определяется натуральная величина угла падения  $F_B S'P = \alpha^\circ$  и перспектива угла отражения  $F'_B S'P$  и также величина угла падения  $F_A S'P = \beta^\circ$  и перспектива угла отражения  $F'_A S'P$ .

Страна  $2*1*$  является границей зоны видимости. Точкой схода отрезка  $2*1*$  будет главная точка  $P$ .

Задано вертикальное зеркало в горизонтально-проецирующей плоскости (рис. 1, б).

Построения для определения границы зоны видимости выполняют такие же, как в предыдущей задаче: определяется натуральная величина углов падения  $\alpha^\circ$  и  $\beta^\circ$ , перспектива углов отражения  $\alpha'^\circ$  и  $\beta'^\circ$ .

Страна  $2*1*$  является границей зоны видимости. Точкой схода отрезка  $2*1*$  будет точка схода  $F_2$ .

Таким образом, при выполнении работы необходимо заранее просчитывать границы зоны видимости отраженных в зеркале предметов.

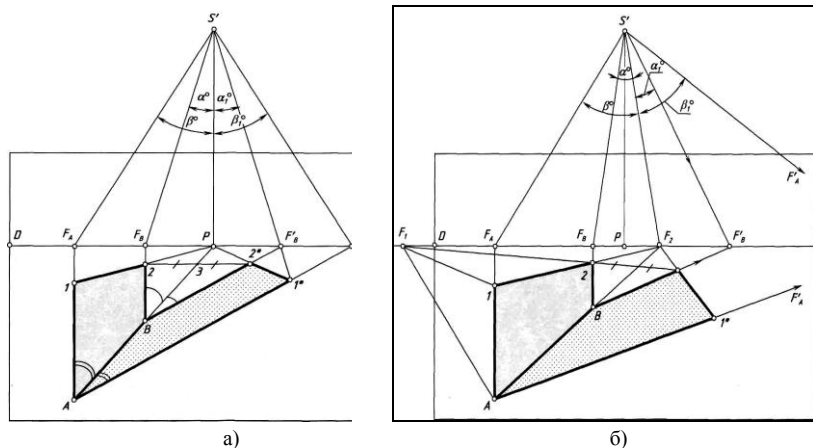


Рис. 1. Построение границы зоны видимости отраженных в зеркале предметов  
а) зеркало в профильной плоскости; б) зеркало в горизонтально-проецирующей плоскости

Зеркальное отражение придает живописность произведению, создает глубину пространства, подчеркивает особенности архитектурного оформления помещений или красоты пейзажа (рис.2).

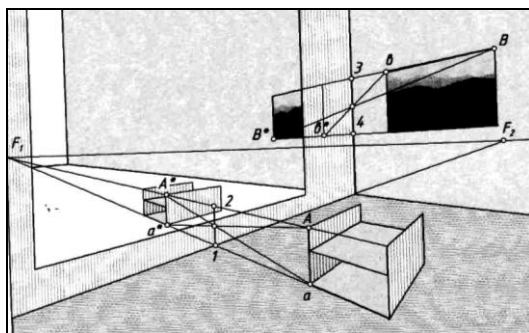


Рис. 2. Построение отражение угла комнаты с учетом границы зоны видимости отраженных в зеркале предметов

#### Библиографический список

1. Климухин А.Г. Начертательная геометрия: Учеб. для вузов. М.: Стройиздат, 1998.
2. Макарова М.Н. Перспектива: учеб. пособ. для студ.в пед. ин-тов по худож.-граф. спец. – М.: Просвещение, 1999.

*А.В. Голякин, А.С. Садовский, студ.;  
рук. Е.В. Егорычева, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОМ ОСВЕЩЕНИИ

Построение падающей и собственной тени предмета связано с условием его освещения. Различают два основных источника освещения: искусственный и естественный.

Естественный источник света условно предполагается расположенным в бесконечности. Такое освещение называют солнечным. При солнечном освещении лучи, падающие на экран, считают параллельными.

Рассмотрим построение солнечных пятен от контуров окон при различных положениях Солнца.

На рис. 1. показано перспективное изображение при расположении Солнца спереди и слева от наблюдателя. Задается условие - световое пятно должно быть полностью видимо на полу.

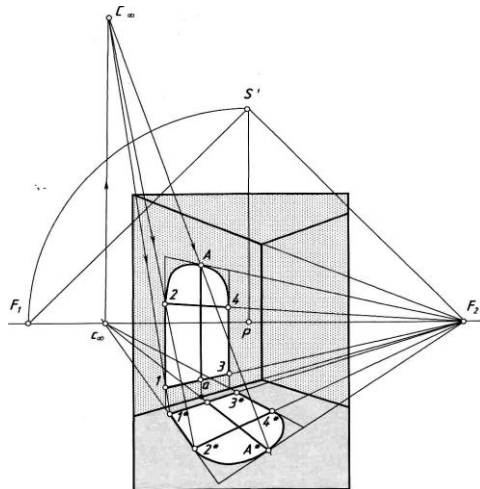


Рис. 1. Перспективное изображение при расположении Солнца спереди и слева от наблюдателя:

$F_1$  и  $F_2$  - точки схода сторон прямого угла;  $P$  - главная точка картины;  $C_\infty$  - точка схода солнечных лучей;  $c_\infty$  - определить основание точки схода солнечных лучей

Для выполнения заданного условия необходимо отметить произвольно тень от самой высокой точки  $A$  окна -  $A^*$ , провести проекцию

солнечного луча  $A^*a$  и определить основание точки схода солнечных лучей  $c_\infty$  на линии горизонта. Определяется точка схода солнечных лучей  $C_\infty$  и выполняется построение контура светового пятна. Для более точного построения контура светового пятна от арочной части окна нужно провести лучи через точки эллипса на диагоналях полуквадрата.

На рис. 2. показано перспективное изображение при расположении Солнца сбоку и слева от наблюдателя.

Задается условие - световое пятно должно быть видимо на полу и стене. Построение такое же, как в рассмотренной выше задаче.

Если угол наклона солнечных лучей невелик (положение солнца соответствует закату), то световое пятно от окна будет падать только на стену.

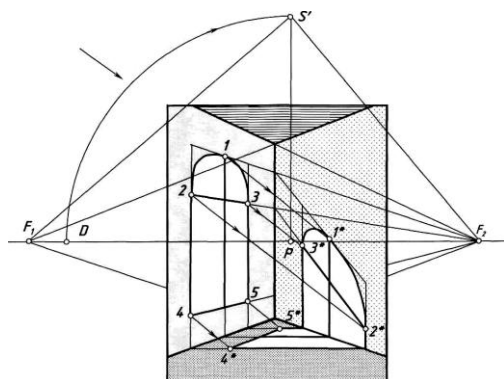


Рис. 2. Перспективное изображение при расположении Солнца сбоку и слева от наблюдателя

На рис. 3. показано перспективное изображение при расположении Солнца сбоку и слева от наблюдателя при условии - световое пятно должно быть видимо только на стене.

Исходя из заданного условия, на правой стене построены два наложенных световых пятна: от внутреннего края проема  $1^*2^*3^*4^*$  и от наружной рамы  $5^*6^*7^*8^*$ . Необходимо отметить, что световое пятно на стене будет значительно меньше величины оконного проема с рамой.

Таким образом, расположение светового пятна зависит от направления солнечных лучей, угла наклона к плоскости основания.



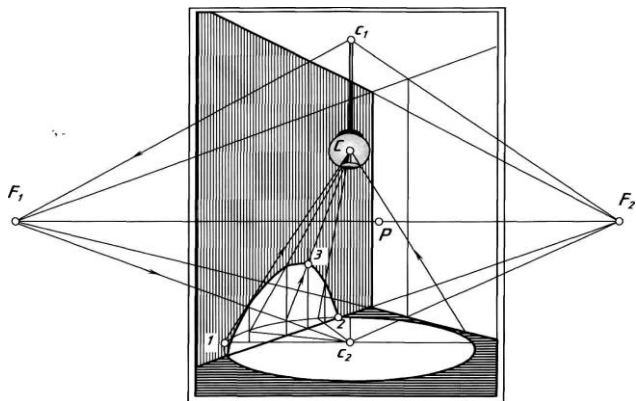


Рис. 1. Построение светового пятна от искусственного источника света:  
 $F_1$  и  $F_2$ -точки схода сторон прямого угла;  $P$ - главная точка картины;  $C$ - световой источник;  
 $c_1$  - проекция источника света;  $c_2$  - основание источника света;  $1$  и  $2$ - точки ограничения  
 гиперболы;  $3$ - вершина гиперболы.

Для построения светового пятна необходимо задать диаметр окружности светового пятна, полученного на горизонтальной плоскости. Если световое пятно играет композиционную роль на картине, то размер диаметра окружности зависит от некоторых заданных условий. Например, лампа с круглым абажуром, освещает часть пола и стену в углу комнаты и находится на определенной высоте над линией горизонта. Световое пятно покрывает почти всю горизонтальную поверхность и частично падает на вертикальную плоскость.

Важным этапом построения светового пятна на полу является определение положения лампы с абажуром  $C$ : место крепления ее шнура к потолку в точке  $c_1$  и основание источника света  $c_2$ . На рис. 2 показана схема определения основания светящейся точки на полу  $c_2$  в случае, когда через светящуюся точку  $C$  проведена плоскость, перпендикулярная к правой стене.

Основание светящейся точки  $c_2$  принимается за центр окружности светового пятна и задается ее горизонтальный диаметр, расположенный параллельно основанию картины с учетом композиционного замысла и заданных условий. Перспектива светового пятна (эллипс) строится способом описанного квадрата. Диаметр отверстия абажура определяется путем проведения лучей в крайние точки диаметра светового пятна из источника света (лампочки).

Построение светового пятна на стене (гиперболы) выполняется путем определения точек ограничения  $1$  и  $2$  ветви гиперболы – это точки пересечения эллипса с плинтусом стены и вершины  $3$  гиперболы, ко-

торая располагается на линии пересечения стены с перпендикулярной к ней горизонтально-проецирующей плоскостью.

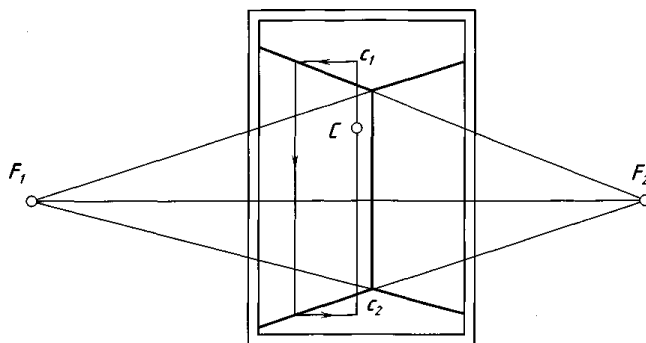


Рис. 2. Схема определения основания источника света на полу  $c_2$

Таким образом, форма и размер светового пятна при искусственном источнике света зависит от многих факторов, но основными являются следующие:

- расположение источника света над линией горизонта (высота);
- размерами светового конуса (диаметром отверстия абажура);
- расположением плоскостей, на которые падает пучок расходящихся световых лучей:
  - если световой конус падает на горизонтальную плоскость, то контуром светового пятна является окружность, которая проецируется в перспективе в виде эллипса;
  - если световой конус падает на горизонтальную и вертикальную плоскости, то контур – окружность и гипербола;
  - если световой конус падает на горизонтальную и наклонную плоскости, то контур светового пятна определяется линией сечения конуса плоскостью общего положения, это могут быть окружность и эллипс, окружность и парабола или окружность и две пересекающиеся прямые.

#### Библиографический список

1. Егорычева Е.В., Ефимов С.В. Перспективные изображения. Учебное пособие: ИГЭУ, 2004.
2. Климухин А.Г. Начертательная геометрия: учеб. для вузов. М.: Стройиздат, 1998.
3. Макарова М.Н. Перспектива: учеб. пособие для студ. пед. ин-тов по худож.-граф. спец. М.: Просвещение, 1999.



*Е.С. Дубровина, студ.;  
рук. А.А. Бойков, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **3D-ИНТЕРФЕЙСЫ ДЛЯ ТРЕНАЖЕРОВ И СИСТЕМ ОБУЧЕНИЯ**

В [1] рассказывается о технологии создания виртуальных тренажеров на основе одной или нескольких фотографий интерфейса системы с указанием активных областей и переходами между экранами интерфейса. Более перспективным представляется разработка виртуальных интерфейсов управления, имитирующих особенности взаимодействия оператора с системой на основе 3D-графики.

Рассматривая создание виртуального интерфейса с общих позиций, можно отметить что большинство технических систем имеют единообразные элементы управления, которые можно представить как совокупность блоков: например, кнопочная панель, рычаги и рубильники, маховики вентиля и заглушек, цифровые табло, стрелочные и уровневые индикаторы, сигнальные лампочки и гудки и т. д. Следовательно, задача создания виртуального интерфейса может быть решена в общем, как задача компоновки терминалов из типовых блоков с указанием граничных условий и добавлением демонов — обработчиков, транслирующих состояние элементов интерфейса в управляющие команды и, наоборот, состояние процесса в изменения интерфейса.

Действия пользователя, регистрируемые интерфейсом, преобразуются в команды, которые могут поступать для анализа преподавателем либо в автоматизированную систему проверки, архитектура этого взаимодействия описана в [2].

В свете бурного развития веб-систем и систем дистанционного обучения реализация виртуального интерфейса кажется наиболее актуальной с ориентацией на Internet-технологии. Это позволяет тиражировать виртуальные тренажеры в неограниченных пределах (от локальной сети предприятия до порталов дистанционного обучения). Это, в частности, дает также принципиальную возможность применения виртуальной панели для управления реальным процессом при наличии соответствующих связей с техническими средствами.

Для реализации механизма создания виртуальных интерфейсов выбрана среда Java, имеющая в своем составе все средства для работы с трехмерной графикой, возможности объектно-ориентированного программирования для описания элементов управления, для генерации и обработки событий при взаимодействии с системами имитации технологических процессов.

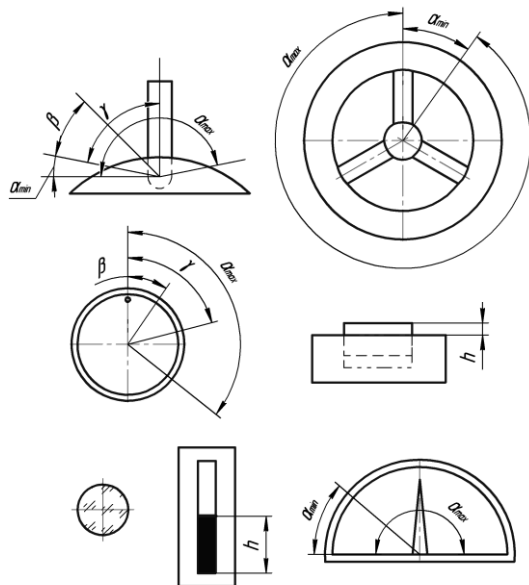


Рис. 1. Некоторые типовые элементы управления технической системой

Рассмотрены следующие базовые компоненты виртуального интерфейса (рис. 1):

- приборная панель — контейнер, допускающий размещение рукояток и индикаторов;
- рычаг или ключ — рукоятка или переключатель, которые могут принимать два и более положений;
- маховик — представляет собой объект, который можно вращать, характеризуется непрерывной величиной между начальной и конечной отметками;
- регулятор — вариант маховика с другим внешним видом и возможностью задания ключевых положений;
- кнопка — представляет собой объект, имеющий два состояния (нажата-не нажата) или одно (возвращается в исходное положение);
- метка — неактивный элемент для подписи назначения других элементов и отделения частей приборной панели;
- световой индикатор — может загораться одним или несколькими цветами;
- индикатор уровня — содержит изображение шкалы, по которой перемещается столбик-указатель;

- стрелочный индикатор — содержит шкалу и вращающуюся стрелку и т.д.

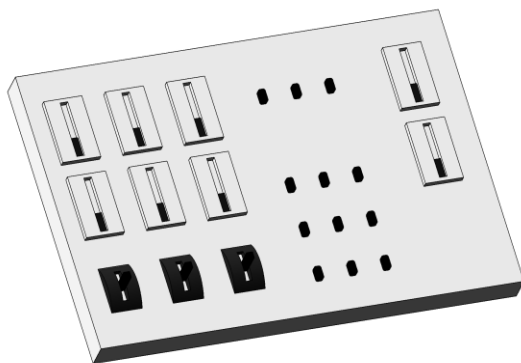


Рис. 2. Пример приборной панели, составленной из типовых блоков

Виртуальный интерфейс содержит одну или несколько приборных панелей (время переключения между панелями задается), на которых закреплены группы индикаторов или манипуляторов (рис. 2). Возможность наложения текстур позволяет приблизить внешний вид виртуальной приборной панели к используемым в реальных системах элементам управления.

#### Библиографический список

1. **Матлин А.О.,** Фоменков С.А. Модель виртуальной лабораторной работы в автоматизированной системе создания интерактивных средств обучения // Вестник компьютерных и информационных технологий. - М.: Изд-во «Машиностроение». - 2012. № 9. - С. 56 — 59.
2. **Бойков А. А.,** Морковкин А. Ю., Пантелеев Е. Р. Инструменты формирования и оценки навыков решения задач в среде WWW // Информационные технологии: материалы Всерос. научно-техн. конф. (г. Воронеж, 24-26 мая 2005 г.). – Воронеж: издательство «Научная книга». – 2005. – С. 52-54.

*Е.М. Кишкович, студ. (ИВГПУ, г. Иваново);  
рук. М.Ю. Волкова, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ЧЕРТЕЖ КАК ЭТАП РЕКОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СЕРЕБРА**

Известно, что к задачам реставрации относятся реконструкции, замещение отсутствующих частей, которые влияют на эстетический облик и читаемость (понимание) объекта. При этом замещения должны быть однозначно отличимы и состоять из материалов, которые можно без последствий убрать.

Предметом реставрации являлась столовая ложка классического образца с удлиненным прямоугольным черенком со скругленными углами (рис. 1). На верхней поверхности черенка нанесена гравировка из двух букв, шрифт витиеватый.

На нижней поверхности черенка имелись 4 клейма: клеймо мастера, клеймо пробирного мастера (с указанием года нанесения клейма), проба металла и клеймо герба города.

Фиксация объекта направлена на решение следующих задач:

Дать полное представление об изделии на момент начала исследования. Сравнить изделие до и после реставрации.

Обмерная фиксация необходима как подоснова для дальнейших этапов работы (схематичное нанесение очагов коррозии, обозначение утрат, отход от изначальной формы) (рис. 2–3).

Фотофиксация служит для сравнительной характеристики проделанной работы, что необходимо для документального обоснования реставрации.

Обмеры являются важной частью исследовательских работ при обследовании изделия. На обмерных чертежах представлено схематичное изображение изделия с нанесением размеров. Также на данных чертежах изображаются утраты изделия и основные очаги коррозии или других повреждений с нанесением размеров (рис. 4). Взвешивание изделия проводилось до начала работ по очистке и расчистке. Это позволило определить, сколько в весовом эквиваленте с поверхности изделия было удалено загрязнений.

Выявлено, что существует множество методов очисток серебряных изделий от продуктов коррозии. Изучались все варианты, и затем они использовались при очистке изделия. Описание внешних повреждений и утрат дает более четкое и подробное представление о состоянии изделия на момент поступления на реставрацию. Так же данный этап позволил предварительно оценить характер поражения металла изделия,

что и является главной задачей реставратора на начальном этапе работы. Описание утрат необходимо для того, чтобы знать, какой первоначальный вид имело изделие, это позволяет избежать возможных ошибочных трактовок формы и назначения деталей изделия.



Рис. 1. Изделие. Фотофиксация

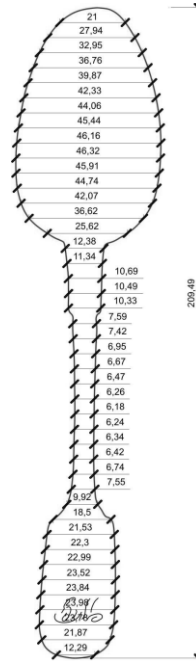


Рис. 2. Обмерочный чертёж

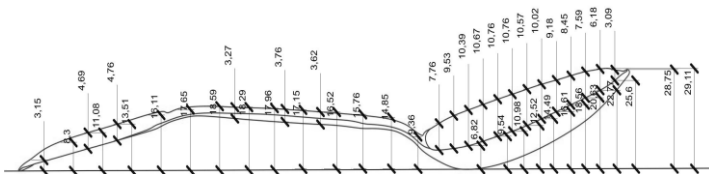


Рис. 3. Обмерочный чертёж. Вид сбоку

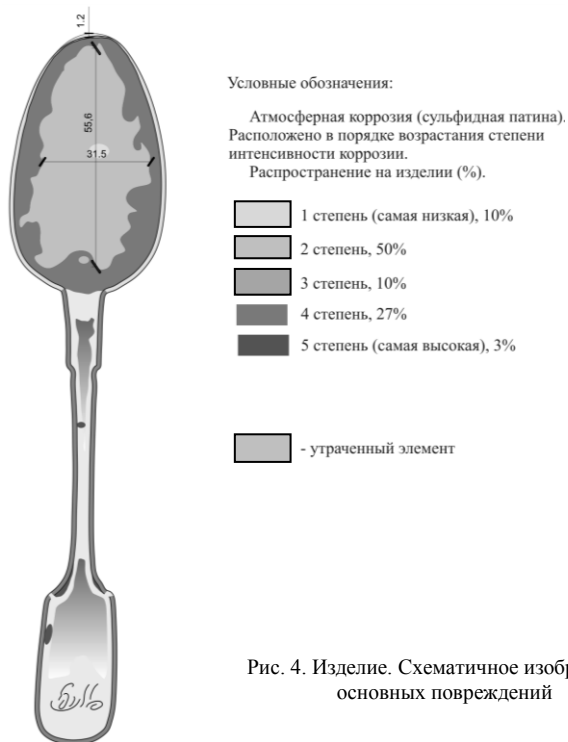


Рис. 4. Изделие. Схематичное изображение основных повреждений

В ходе проделанной работы, были изучены основные методы реставрации изделий из серебра. В соответствии с этими методами был составлен план реставрации, который включал в себя теоретическую часть, как основную опорную базу дальнейшей реставрации, а также практическую часть, в которой на примере выданных по заданию изделий, были применены изученные ранее методы и способы реставрации.

#### Библиографический список

1. Равич И.Г. Металлография начальных стадий межкристаллитной коррозии хрупкого арх. серебра Реставрация памятников истории и культуры ГБЛ. Информкультура, М.: 1984.
2. Томашев Н.Д. Теория коррозии и защиты металлов. М.: АН СССР, 1959.- С 59. .

*Е. П. Козоморов, студ. (ИВГПУ, г. Иваново);  
рук. М.Ю. Волкова, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ПЕЧАТНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Современная научная реставрация требует неукоснительного бережения содержащейся в материальной структуре и художественном образе объекта культурного наследия технологической и культурно-исторической информации, независимо от современных эстетических оценок. Технические средства и материалы реставрации не должны исказить эту информацию, равно как и препятствовать повторным реставрациям.

Несмотря на то, что бумага - один из самых хрупких материалов, именно на ней записана практически вся история человечества и созданы произведения искусства - рисунки, гравюры, акварельные и пастельные картины. Только благодаря правильному уходу можно сохранить все эти бесценные творения для будущих поколений читателей и ценителей искусства.

Целью работы являлась разработка методики реставрации предлагаемого экспоната.

В ходе визуальной оценки были выявлены основные дефекты данного экспоната и определены направления консервационно – реставрационных работ, целью которых было остановить начавшееся разрушение произведения и привести его к экспозиционному виду. Были проведены обмерные и описательные работы, сбор исторического материала (рис. 1–2). Изучены аналоги, рассмотрены современные методы реставрации. Вследствие чего стало возможным определить основные причины, способствующие разрушению изделия. Так же были выработаны рекомендации по дальнейшему хранению и эксплуатации книги. Правильная эксплуатация — залог нормального хранения экспонатов.

Наибольший вред произведению приносит влага, резкие перепады температуры и загрязнённость воздуха. Поэтому необходимо постоянно заботиться о том, чтобы как можно меньше тепла выходило из внутренних помещений наружу, чтобы в помещении была возможно более равномерная температура в течение суток даже при прекращении отопления; воздухообмен должен быть умеренным.

Помещение, в котором будет храниться книга, должно быть светлым, сухим, хорошо вентилируемым, а не темным и сырым. Одним из основных средств, поддерживающих температурно-влажностный ре-







*Е.Е.Лобова, студ.;  
рук. С.А. Новожилова, ст. преподаватель  
(ИВГПУ, г. Иваново)*

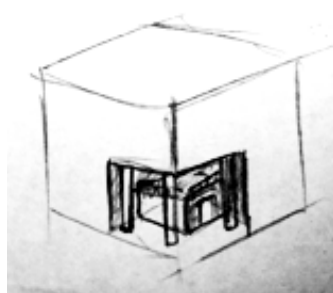
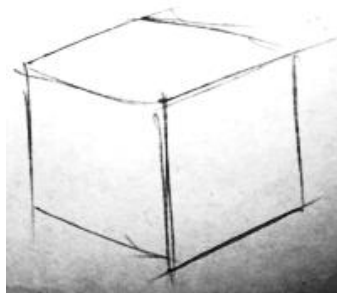
## КУБ ОСНОВА МОДЕЛИРОВАНИЯ

Куб является обыкновенной, ничем непримечательной фигурой, но именно в этом заключается его особенность, так как простота залог успеха.

Куб является истиной, которая все время одинакова, как на нее ни посмотри. Это завершенность, стабильность, статическое совершенство, безукоризненный закон. В традиционной архитектуре куб как символ стабильности используется в качестве фундаментального камня-основания нижней части здания. В алхимии куб олицетворяет соль - продукт кристаллизации серы и ртути. У китайцев куб - божество Земли, тогда как сфера является небесным символом. У евреев куб - это Святая Святынь. В исламе Кааба - это куб, стабильность, статическое совершенство. У майя куб - Земля; Древо Жизни растет из центра куба.

В символоведении трехмерное изображение квадрата, символ прочности и долговечности. А именно эти качества должны встречаться в современной архитектуре. Всегда в начале моделирования за основу берется куб, потом от него начинают отсекаться углы, добавляться выступы, в итоге получая совсем иную фигуру.

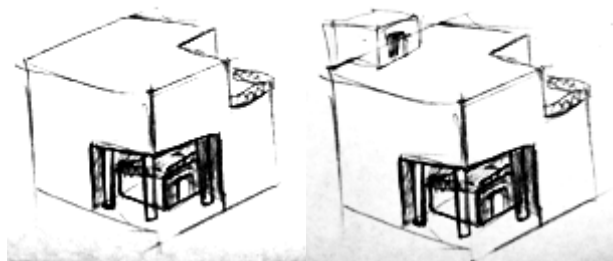
Шаг 1. Берем обычный куб и включаем фантазию.



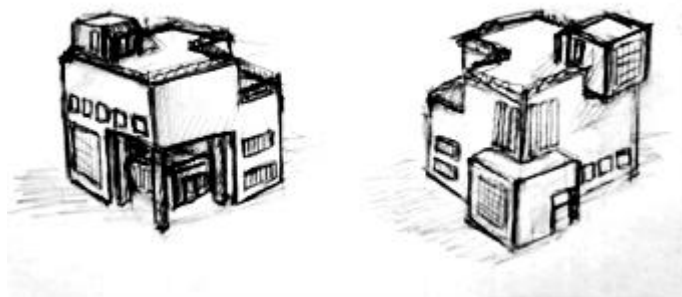
Шаг 2. Вырезаем угол куба, вставляем в него еще один. Добавляем колонны. Делаем входную дверь.

Шаг 3. Вырезаем еще 1 угол. Делаем заборчик, получается просторный балкон.

Шаг 4. Добавляем выступающий куб.



Шаг 5. Приводим наш объект в должный вид, делая в нем окна и дополнительные детали.



В заключении хочется сказать, что все в руках человека. Можно сделать чудо из простых вещей, стоит только включить фантазию и применить необходимые основы знаний.

Высказывания Клода-Никола Леду – предшественника современной архитектуры и графики:

*«Форма куба — это символ незыблемости. На кубах должны восседать боги и герои».*

*«Круг и квадрат — вот буквы алфавита, применяемые авторами в качестве основы лучших произведений...».*

#### Библиографический список

1. Клод Н.Л. Архитектура, рассмотренная в отношении, к искусству нравам и законодательству. Москва: Канон. 2003.
2. <http://www.ligis.ru/librari/2963.htm>

*В.А. Ломиногин, студ.;  
рук. Е.В. Егорычева, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ С РЕЗЬБОВЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

Система трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D обладает всеми необходимыми возможностями для создания параметризованных геометрических моделей. Механизм параметризации при работе с геометрическими моделями позволяет получать набор однотипных моделей изделий на основе спроектированной модели, изменяя конкретные числовые значения переменных, также вносить необходимые изменения в модель путем изменения ее переменных.

Это дает возможность применять параметризованную модель детали в качестве основы для использования в собственной библиотеке изделий. На рис. 1 показано несколько параметризованных моделей деталей.

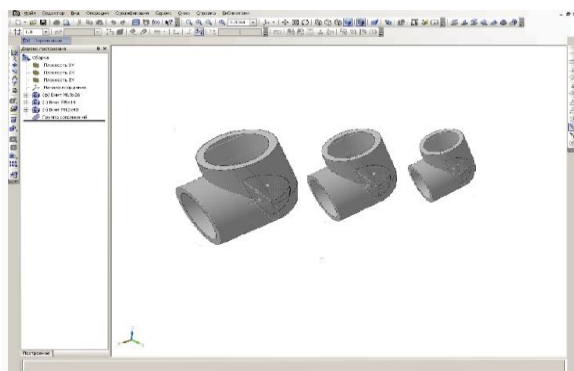


Рис. 1. Параметризованные модели

Нарезать внутреннюю или наружную резьбу на поверхностях 3D моделей достаточно просто. Для решения данной задачи используют кинематическую операцию. Однако, в 95% резьба создается приблизительно, без размеров. Для точного изображения 3D модели резьбы необходимо сначала создать профиль резьбы по определенным параметрам (диаметр, шаг резьбы, рабочая высота профиля, высота исходного треугольник резьбы и т.д.). Важным параметром является шаг резьбы, от которого зависят фаска и сбеги резьбы. Виды профилей различны (рис.2), например профиль метрической резьбы имеет вид равносто-

ронного треугольника, профиль трапецидальной резьбы - вид равнобокой трапеции, профиль упорной имеет вид неравнобокой трапеции.

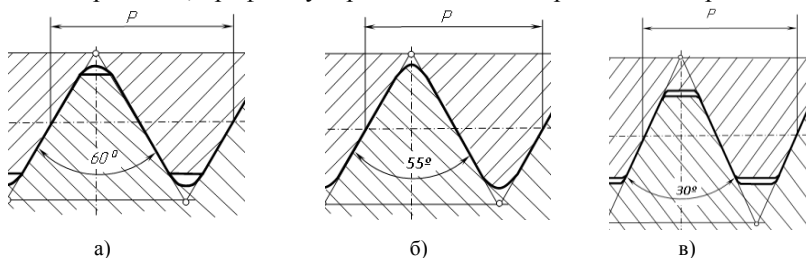


Рис. 2. Профили: а – метрической; б – трубной; в – трапецидальной резьб

Затем используя созданный профиль можно создать резьбу на определенную длину с определенным шагом резьбы (рис.3).

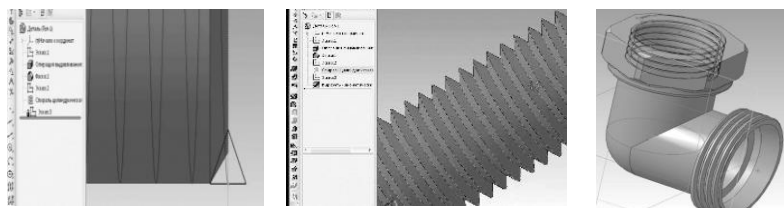


Рис. 3. Создание 3D модели резьбы

Таким образом, рационально создать библиотеку профилей различных типоразмеров для создания 3D моделей резьбовых поверхностей и использовать технологию параметризации применительно к отдельным деталям. Следует отметить, что с помощью технологии параметризации можно модифицировать довольно сложные сборочные единицы. Использование указанной технологии действительно позволяет существенно сократить время, затрачиваемое на разработку, модификацию и редактирование моделей.

#### Библиографический список

1. Егорычева Е.В., Федотов А.М. Конструктивные элементы. Учеб. пособ: ИГЭУ, 2005.
2. [www.overcad.ru](http://www.overcad.ru).

*А.И. Михайлова, студ. (ИВГПУ, г. Иваново);  
рук. М.Ю. Волкова, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ЧЕРТЕЖ КАК ЭЛЕМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ РЕСТАВРАЦИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СЕРЕБРА**

Исследуемым предметом является серебряный сервиз 19 века, включающий следующие предметы: сахарница, щипцы для сахара, молочник, 3 чайные ложки. В качестве предмета комплексного исследования из большого количества предметов сервиза были выбраны щипцы для сахара (рис.1-2).

Фиксация объекта направлена на решение следующих задач:

- Дать полное представление об изделии на момент начала исследования
- Обмерная фиксация необходима как подоснова для дальнейших этапов работы (рис.3- 4).
- Фотофиксация служит для сравнительной характеристики проделанной работы, что необходимо для документального обоснования реставрации.

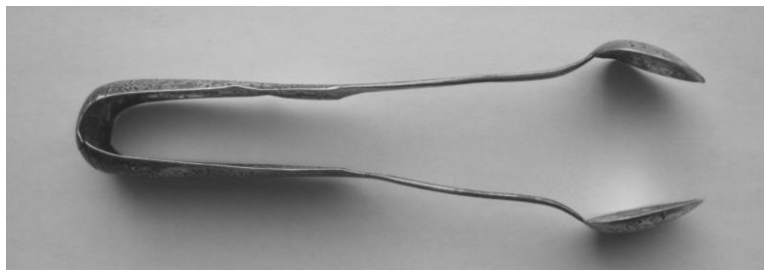


Рис.1. Вид спереди



Рис.2. Вид снизу

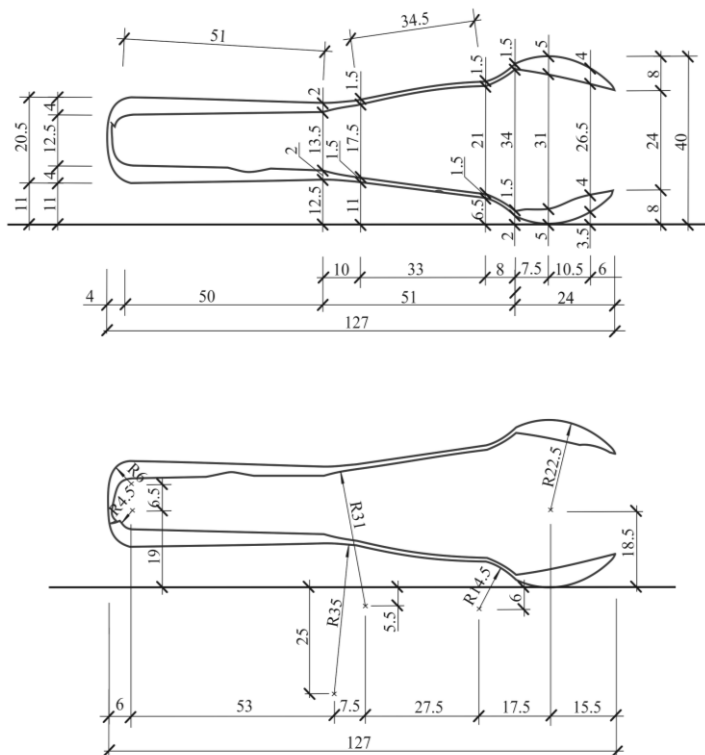


Рис.3. Пример обмерных чертежей

На внутренней поверхности ручки имеются 2 клейма: прямоугольное клеймо мастера с инициалами Н.А., овальное клеймо с указанием года нанесения клейма и пробы.

Металл данного изделия предположительно серебро. Это можно сказать по характерному молочному цвету металла и по наличию клейма.

На данном этапе невозможно определить пробу, так как клеймо с обозначением пробы сильно загрязнено.

Для защиты следует применить следующие способы:

1. Бензотриазол (БТА). Очищенное от загрязнения и обезжиренное изделие погружается в 3% водный раствор БТА на 6 часов. Температура раствора должна быть не менее 20°C.

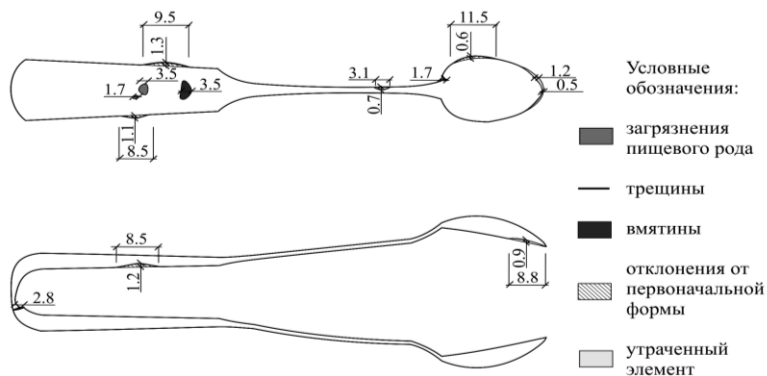


Рис.4. Пример обмерных чертежей с выделением зон повреждений

Затем изделие высушивают и протирают мягкой хлопчатобумажной тканью, смоченной в дистиллированной воде для удаления излишков бензотриазола.

2. Для защиты от потускнения можно применять метод пассивирования (создание на металле пассивной защитной пленки). Для этого серебряное изделие выдерживают в водном растворе дихромата калия, а затем тщательно промывают и высушивают.

Нельзя ни в коем случае приступать к очистке металла до того, как определен характер и степень повреждения коррозией, так как это может привести к необратимым последствиям вследствие непредсказуемой реакции металла и продуктов его коррозии на воздействие применяемых веществ

В ходе проделанной работы, были изучены основные методы реставрации изделий из серебра. В соответствии с этими методами был составлен план реставрации изделия, который включает теоретическую часть, как основную опорную базу дальнейшей реставрации, а также практическую часть, в которой на примере выданного по заданию изделия, были применены изученные ранее методы и способы реставрации.

#### Библиографический список

1. Томашев Н.Д. Теория коррозии и защиты металлов. - М.: АН СССР, 1959.- С 59.
2. М.С. Шемаханская Реставрация металла. Метод. реком. ВНИИР. М., 1989 г.



*Е.С.Осетрова, Н.А. Летунова студ.;  
рук. С.А. Новожилова, ст. преподаватель  
(ИВГПУ, г. Иваново)*

## СКЛАДЧАТЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

Складчатое покрытие представляет собой систему, образованную из наклонных к горизонту (обычно не менее 30 градусов) плоских элементов-граней, верхние и нижние кромки которых соединены по длинным сторонам и работают совместно.

Форма поперечного сечения складок может быть:

треугольная

трапецевидная

полигональная



Рис. 1. Форма поперечного сечения складок

Одной из самых простых и одновременно интересных складок является сводчатая перекрёстная складка, разворачиваемая из плоскости. Возьмём лист бумаги и сложим его по пунктирным линиям в одну сторону, а по сплошным в другую. Совершив все сгибы одновременно получим эту складку:

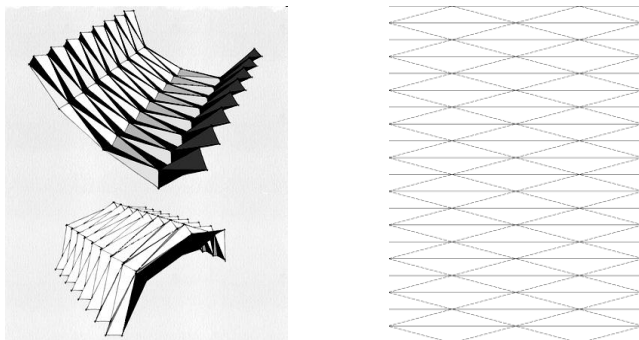


Рис. 2. Сводчатая перекрёстная складка

Изменяя вид развёртки можно получать различные виды складок. Это один из методов формообразования складчатых поверхностей. Помимо него новые складчатые поверхности можно получать методом

профилирования образующих сечений поверхностей, а так же методом компоновки простых складчатых модулей.

Комбинируя отдельные фрагменты поверхностей оболочек, очерченные по единой геометрической поверхности, получают составные пространственные конструкции покрытий зданий с различной конфигурацией плана, обладающие высокими прочностными и архитектурными качествами.

Типичным представителем такой конструкции является конструкция, примененная в покрытии универсального спортивного зала «Дружба», который построен в Москве в конце 70-х годов.



Рис. 3. Универсального спортивного зала «Дружба»

Форма покрытия спортивного зала «Дружба» в плане овальная с пролётом по диагонали около 96 м, наибольшая высота здания – 23 м. Конструктивная система здания состоит из центральной пологой сферической оболочки пролётом 48 м, которая опирается по периметру на 28 боковых складчатых оболочек, между нижними ярусами которых расположены витражи, имеющие на фасаде треугольную форму. Пологая оболочка собрана из 312 цилиндрических железобетонных ребристых плит. Все боковые складчатые оболочки сборные, имеют ромбический план с диагоналями 7,5 и 26 м.

Исходя из выше приведенных данных, мы придумали свой проект жилого комплекса, который называется «За пределами мечтаний». Он представляет собой гладкую железобетонную конструкцию, верхняя часть которой имеет складчатую форму в виде цветка в горизонтальной проекции.

#### Библиографический список

1. <http://2optik.livejournal.com/52986.html>
2. <http://architectoram.com/arxitekturnye-novinki/3972-skladchatyj-obem.html>

*С.С. Полиектов студ.;*  
*рук. С.А. Новожилова ст. преподаватель*  
*(ИВГПУ, г. Иваново)*

## ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В НАШЕЙ ЖИЗНИ

Великий архитектор Ле Корбюзье говорил: «Окружающий нас мир – это мир геометрии чистой, истинной, безупречной в наших глазах. Все вокруг – геометрия».

Архитектурные сооружения состоят из отдельных деталей, каждая из которых строится на базе определенных геометрических фигур либо на их комбинации. Кроме того, форма любого архитектурного сооружения имеет своей моделью определенную геометрическую фигуру. В архитектуре используются почти все геометрические фигуры. Выбор использования той или иной фигуры в архитектурном сооружении зависит от множества факторов: эстетичного внешнего вида здания, его прочности, удобства в эксплуатации и т. д. Примером может послужить здание театра Советской Армии, построенное в Москве в советское время. Пытаясь максимально приблизить архитектурный образ к наименованию театра, авторы придали зданию форму пятиконечной звезды.

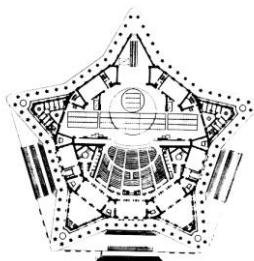


Рис. 1. План здания театра Советской Армии



Рис. 2. Египетские пирамиды

Прочность — одно из важнейших качеств сооружений. Она зависит от свойств материалов, из которых они созданы, и от конструктивных особенностей. А прочность конструкции сооружения в целом, напрямую связана с базовой геометрической формой этого сооружения. Самым прочным сооружением древних времен являются египетские пирамиды. Они, как известно, имеют форму правильных четырехугольных пирамид.

Именно эта геометрическая форма обуславливает наибольшую устойчивость за счет большой площади основания. С другой стороны,

форма пирамиды обеспечивает уменьшение массы по мере увеличения высоты над землей. Именно эти два свойства делают пирамиду устойчивой и особенно прочной. «Рациональность» геометрической формы пирамиды позволяет выбирать внушительные размеры для этого сооружения, придает пирамиде величие, вызывает ощущение вечности. В настоящее время максимальной прочностью обладают каркасные конструкции, которые используются при возведении современных сооружений из металла, стекла и бетона. Примерами таких сооружений могут послужить известные башни: Эйфелева башня в Париже и телебашня на Шаболовке в Москве. Телебашня на Шаболовке, построенная по проекту В. Г. Шухова, состоит из нескольких поставленных друг на друга частей однополостных гиперboloидов. Причем каждая часть сделана из двух семейств прямолинейных балок. Это свойство называется линейчатостью. Оно используется при строительстве различных сооружений из железобетона. Чтобы придать этому материалу нужную форму изготавливают опалубку из прямых досок. Не являясь плоскими, однополостный гиперboloид и гиперболический параболоид могут быть построены с помощью прямых линий.



Рис. 3. Эйфелева башня



Рис. 4. Телебашня на Шаболовке

В моем случае связь между геометрическим моделированием и графикой заключается в строительстве. При выполнении своей курсовой мной был спроектирован секционный дом с двухуровневыми квартирами. При его разработке я использовал широкое разнообразие геометрических фигур. Стены были получены из параллелепипедов, а крыша полученная из пирамид. В проектирование крыльца дома были использованы колонны цилиндрической формы. Внутриквартирные лестницы получились в виде спирали.

#### Библиографический список

1. Бархин Б. Г. Методика архитектурного проектирования. – М.: Стройиздат, 1993.
2. Зиновьев А. А., Зиновьев А. В. Логос египетских пирамид. – Владимир, 1999.

*Е.О. Поспеловский, курсант;*

*рук. Д.А. Ульев, к.т.н.*

*(ИвИ ГПС МЧС России, г. Иваново)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА «AUTOCAD» ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ НА ОБЪЕКТАХ С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ**

В современных условиях резко возрастает необходимость подготовки и осуществления мероприятий по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Динамизм изменения обстановки, неопределенность и неполнота поступающих данных, с одной стороны, и сокращение времени на реагирование и ликвидацию ЧС, необходимость учета характеристик объекта, прогнозирования ситуации, требуют поиска новых форм визуализации информации, представления ее в наиболее удобном для восприятия виде.

Таким образом, использование компьютерных технологий при разработке оперативной документации является актуальной задачей для специалистов МЧС России.

Как показывает практика, основные трудности, с которыми сталкиваются специалисты служб и подразделений, участвующих в ликвидации ЧС, это недостаток информации, значительные затраты времени на оценку ситуации, доведение информации до исполнителей, а также корректировка документации в соответствии с изменением ситуации.

Применение систем автоматизированного проектирования при разработке моделей объектов позволяет значительно упростить задачу по ликвидации чрезвычайной ситуации и ее последствий.

Основные преимущества использования трехмерной модели, это:

- возможность создания модели объектов любой площади;
- высокая степень детализации;
- возможность внедрения в модель интерактивной справочной информации;
- возможность моделирования и оценки произошедших изменений;
- возможность наглядно представить взаимное расположение объектов, увидеть весь объект в комплексе (все этажи, подвальные помещения).

Максимально использовать данные преимущества позволяет программный продукт «AutoCAD». С его помощью авторами выполняются работы по созданию трехмерных моделей потенциально опасных объектов, с последующей визуализацией протекания чрезвычайной ситуации. Разработана библиотека пожарной техники и условных обозначений для нанесения оперативной обстановки. Полученные результаты, разработанные средства и технологии создания моделей позволяют говорить об их практическом применении для моделирования чрезвычайных ситуаций и использовании при ликвидации ЧС.

*Д. А. Сомов, студ.;  
рук. А.А. Бойков, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **HTML5 В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ОБУЧЕНИЯ**

В свете интенсивного развития систем дистанционного обучения актуальны разработки систем обучения дисциплинам, которые ориентированы не только на передачу теоретических знаний, но на воспитание навыков решения задач, принятия решений и пр. К таким дисциплинам относится начертательная геометрия, которая традиционно изучается студентами на первом курсе и является одной из самых сложных для первокурсников. В [1] и [2] показана принципиальная возможность реализации обучающих компонентов на основе графических редакторов и анализа чертежей или геометрических построений пользователей. В [3] и [4] говорится об использовании технологий Java applet и Flash для создания редакторов подобного класса. Обе эти технологии обладают существенными недостатками: технология Java applet имеет ограниченные графические возможности, что позволяет, к примеру, организовывать диалог, создавать чертежи и использовать html-разметку, но не позволяет поворачивать текстовые поля на произвольный угол, а также внедрять шрифты (ГОСТ типа А, Б), которые не являются стандартными в системе; технология Flash обладает широкими графическими возможностями, в том числе по внедрению собственных шрифтов, повороту и масштабированию объектов, организации иерархических структур графических объектов, но Flash-редактор с внедренными шрифтами и иконками занимает свыше 1 Мб и требует повторной загрузки для каждой даже самой простой задачи, к тому же возможности Flash по организации диалога ограничены.

Предварительно выпущенная версия HTML5 (пока еще находится на стадии разработки, хотя поддерживается большинством современных браузеров) содержит средства, которые объединяют достоинства двух этих технологий, а именно — поддержка формата векторной графики SVG и управление svg-объектами в пределах web-страницы посредством Java-команд и сценариев. Язык SVG позволяет внедрять в страницу шрифты, создавать собственные стили линий и заливок, отрисовывать векторные объекты любой сложности, получать и обрабатывать события от созданных объектов, создавать анимации объектов. Генерируемая страница при этом занимает не более 300 Кб, из которых значительная часть Java-код (js-файлы), которые загружаются один раз, что в действительности уменьшает объем страницы до

100 Кб. Такой редактор может использоваться на портативном компьютере или в мобильном устройстве.

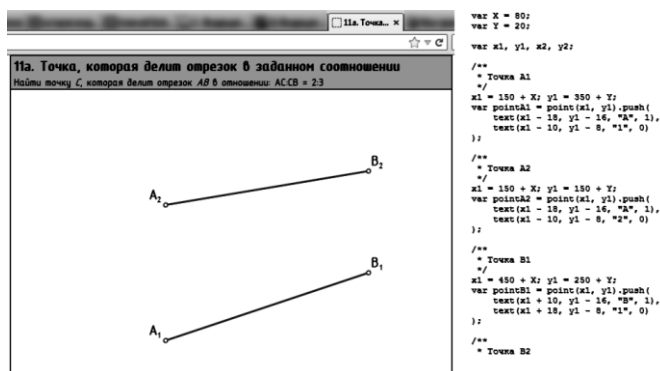


Рис. 1. Чертеж и фрагмент Java-кода созданные графическим редактором

Графический редактор на базе HTML5 (рис. 1) позволяет создавать чертежи, состоящие из графических примитивов, а также базовых объектов начертательной геометрии (проекции точек, прямых), причем, чертеж может сохраняться в виде структуры данных для использования другими модулями системы обучения (форматы JSON и XML), например, автоматизированной системой проверкой решения, либо в формате Java-кода, что удобно для создания пошаговых демонстраций, не требующих обработки на стороне сервера.

### Библиографический список

1. **Бойков А. А.** Разработка методов обучения и контроля в автоматизированном учебном комплексе // Вестник компьютерных и информационных технологий. - М.: Изд-во «Машиностроение». - 2008, № 7. - С. 47-49.
2. **Бойков А. А., Федотов А. М.** Применение шаблонов для анализа геометрических построений при решении задач начертательной геометрии в автоматизированной системе // Вестник компьютерных и информационных технологий. - М.: Изд-во «Машиностроение». - 2011. № 3. С. 29-35.
3. **Бойков А. А., Морковкин А. Ю.** Инструменты формирования и оценки навыков решения задач в среде WWW // Информационные технологии, энергетика и экономика // П-я Межрегиональная науч.-техн. конф. студентов и аспирантов: материалы докладов в 4-х т. – Смоленск: филиал ГОУ ВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Смоленске. – 2005. – Т.2, секция 2. – С. 75-80.
4. **Бойков А. А.** Графический редактор для задач по начертательной геометрии // Тезисы докладов Международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития электротехнологии» (XVI Бенардосовские чтения). Т. 3. - Иваново. - 2011. - С. 365-366.

*А. Ю. Степанов, студ.;  
рук. А.А. Бойков, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## 3D-ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ЗАДАЧ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Одной из самых существенных трудностей у студентов первого курса при освоении начертательной геометрии является сложность сопоставления чертежа (эпюра), как совокупности двух и более проекций с пространственным объектом. Одной из самых частых методических ошибок является то, что проекции точек студенты воспринимают как точки, а пары проекций в их понимании превращаются уже в пары точек, и попытка соотносить с тем, что пара проекций — всего лишь одна точка, ставит их в тупик.

Помочь им понять разницу между точкой и ее проекцией, а также в качестве наглядного пособия при решении задач могла бы 3D-модель, содержащая как точки, так и их проекции, на которую можно взглянуть с разных сторон. Современные web-технологии дают такую возможность. В стандарт HTML5 включена технология включения в состав web-страницы виртуальных моделей, которые размещаются в специальном виртуальном «окне» и дают возможность поворачивать модель перед глазами наблюдателя и рассматривать в удобном режиме.

Разработана система, которая на основе геометрического описания чертежа (список проекций объектов) формирует их пространственное представление (рис. 1).

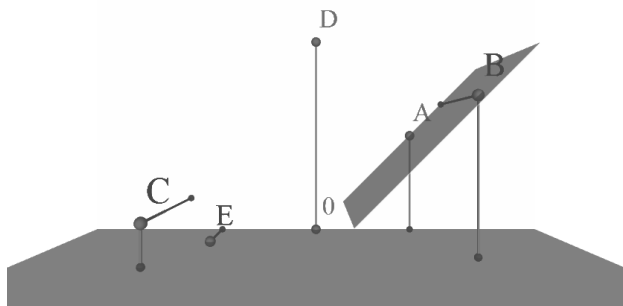


Рис. 1. Виртуальная модель задачи



В качестве исходных данных модели может выступать структура данных (в формате JSON или XML) либо чертеж, подготовленный в программе AutoCAD. В любом случае модуль формирования виртуальной модели получает на входе список проекций объектов с координатами, формирует пространственные объекты, после чего генерирует текстовое представление виртуальной модели в формате Web3D (технология X3D) (рис. 2). Различные настройки позволяют отображать плоскости проекций (в том числе дополнительные), пространственные объекты (точки, прямые, плоскости), их проекции.

```
51 <Transform translation='3 3 0'>
52   <Shape>
53     <Appearance>
54       <Material diffuseColor='0.5 0 0' />
55     </Appearance>
56     <Sphere DEF='sphere' radius='0.1' />
57   </Shape>
58 </Transform>
59 <Transform translation='3 3 0'>
60   <Shape>
61     <Appearance>
62       <Material diffuseColor='1 0 0' />
63     </Appearance>
64     <Sphere DEF='sphere' radius='0.15' />
65   </Shape>
66 </Transform>
67 <Transform translation='3 3 0' rotation='1 0 0 1.5708'>
68   <Shape>
69
```

Рис. 2. Фрагмент описания виртуальной модели в формате X3D

Модели можно использовать в качестве иллюстративного материала к задачам. Перспективным вариантом использования виртуальных моделей представляется совмещение их на одной панели с двумерным графическим редактором. Тогда, строя проекции в редакторе, студент в интерактивном режиме мог бы увидеть результаты своих построений на виртуальной модели.

### Библиографический список

1. **Бойков А. А., Морковкин А. Ю.** Инструменты формирования и оценки навыков решения задач в среде WWW // Информационные технологии, энергетика и экономика // П-я Межрегиональная науч.-техн. конф. студентов и аспирантов: материалы докладов в 4-х т. – Смоленск: филиал ГОУ ВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Смоленске. – 2005. – Т.2, секция 2. – С. 75-80.
2. **Бойков А. А.** Графический редактор для задач по начертательной геометрии // Тезисы докладов Международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития электротехнологии» (XVI Бенардосовские чтения). Т. 3. - Иваново. - 2011. - С. 365-366.

*М.В. Трунова, студ. (ИВГПУ, г. Иваново);  
рук. М.Ю. Волкова к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССА РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ИЗДЕЛИЯ

Исследуемым предметом является солонка – емкость для хранения соли, состоящая из подстаканника на трех ножках и стеклянной чашечки (рис. 1). Данное изделие было изготовлено в 1975 г. Материал – мельхиор с родиевым покрытием.



Рис. 1. Исследуемое изделие «Сахарница»

Мельхиор (искаженное от фр. Maillot-Chorier) — сплав меди с никелем (5—30%). С давних пор мельхиор популярный металл для изготовления столовых приборов. Этот сплав обычно покрывают золотом, серебром или родием, внутренняя поверхность посуды покрывается оловом. Для проведения качественных исследований выполняются обмерные чертежи (рис.2).

Зачастую предметы, используемые в быту, подвергаются загрязнению различного происхождения. Так же на это влияет неправильная эксплуатация и хранение (рис.3).

Чтобы изделие сохраняло свой изначальный вид, хранить его надо в защищенном месте. Изучаемый предмет использовался в кухонном помещении, следовательно, его надо поместить в бумажную коробку, либо обернуть полиэтиленовой пленкой, для защиты от воздуха и по-

ложить в шкаф, чтобы температурные изменения воздуха не влияли на внешние изменения изделия.

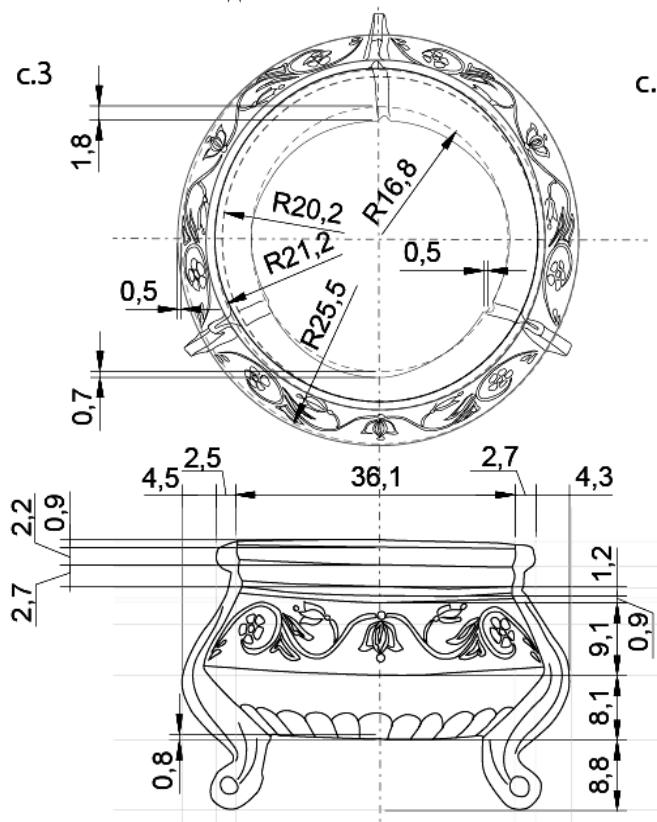


Рис. 2. Пример обмерочных чертежей

Не рекомендуется хранить столовые приборы рядом с бытовой химией или парфюмерией (пары спиртов ускоряют процесс оксидирования).

Не рекомендуется использовать порошки, для чистки этих столовых приборов, особенно содержащие хлор. Чистящим порошком можно повредить полировку, а от хлора ускорится процесс оксидирования серебра. Полированная поверхность становится тусклой, темной.

Существует несколько способов чистки предметов из мельхиора в домашних условиях.

Реставратор имеет дело с веществами, обладающими различными физико-химическими и токсическими свойствами. Знание свойств применяемых химических веществ, методов безопасного обращения с ними, правильная организация работ, когда все операции с химически активными, огне- и взрывоопасными веществами проводятся с соблюдением мер безопасности, помогут избежать несчастных случаев.



Рис. 3. Пример анализа загрязнений

#### Библиографический список

1. **Шемаханская М. С.** Реставрация металла. Методические рекомендации. ВНИИР. М.: 1989 г.
2. **Голдин Н. М.** и др Цветное литье. Москва. Машиностроение: 1989. с.2
3. **Осинцев О. Е., Федоров В.Н.** Медь и медные сплавы. Отечественные и зарубежные марки. Машиностроение: 2004.

*А.В. Ульянов, студ.;  
рук. Е.П. Милосердов, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗОН ГРОЗОЗАЩИТЫ ПОДСТАНЦИЙ

В соответствии с инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122–87 [1] и более поздними директивными документами [2] зоны защиты стержневых молниеотводов рассчитываются следующим образом:

1. Одиночный стержневой молниеотвод

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой  $h$  представляет собой круговой конус (рис. 1), вершина которого находится на высоте  $h_0 < h$ . На уровне земли зона защиты образует круг радиусом  $r_0$ . Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого сооружения  $h_x$  представляет собой круг радиусом  $r_x$ .

1.1. Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой  $h \leq 150$  м имеют следующие габаритные размеры.

Зона А:  $h_0 = 0,85h$ ,  $r_0 = (1,1 - 0,002h)h$ ,  $r_x = (1,1 - 0,002h)(h - h_x/0,85)$ .

Зона Б:  $h_0 = 0,92h$ ;  $r_0 = 1,5h$ ;  $r_x = 1,5(h - h_x/0,92)$ .

Для зоны Б высота одиночного стержневого молниеотвода при известных значениях  $h$  и может быть определена по формуле

$$h = (r_x + 1,63h_x)/1,5.$$

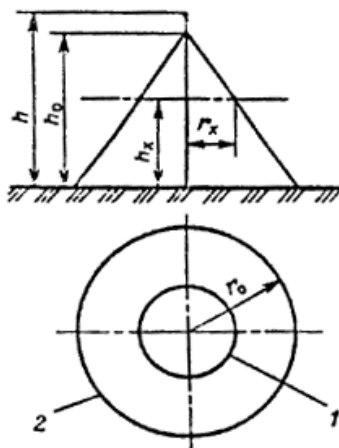


Рис. 1. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода:  
1 – граница зоны защиты на уровне  $h_x$ , 2 – то же на уровне земли

1.2. Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой  $150 < h < 600$  м имеют следующие габаритные размеры.

Зона А:

$$h_0 = [0,85 - 1,7 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h;$$

$$r_0 = [0,8 - 1,8 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h$$

$$r_x = [0,85 - 1,7 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h \left\{ 1 - \frac{h_x}{[0,85 - 1,7 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h} \right\}$$

Зона Б

$$h_0 = [0,92 - 0,8 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h;$$

$$r_0 = 225 \text{ м} \quad r_x = 225 - \frac{225 h_x}{[0,92 - 0,8 \cdot 10^{-3}(h - 150)]h}$$

## 2. Двойной стержневой молниеотвод

2.1. Зона защиты двойного стержневого молниеотвода высотой  $h \leq 150$  м представлена на рис. 2. Торцевые области зоны защиты определяются как зоны одиночных стержневых молниеотводов, габаритные размеры которых  $h_0$ ,  $r_0$ ,  $r_{x1}$ ,  $r_{x2}$  определяются по формулам п. 1.1 для обоих типов зон защиты.

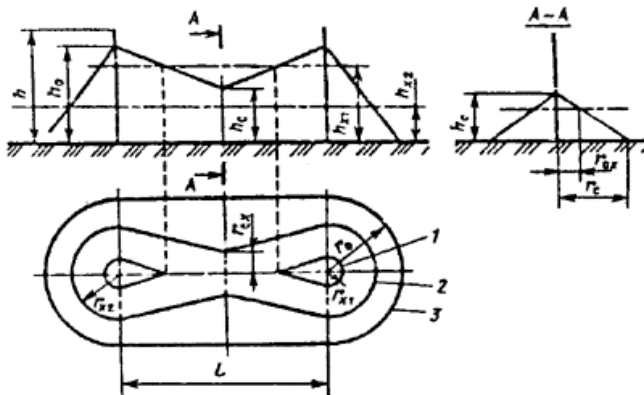


Рис. 2. Зона защиты двойного стержневого молниеотвода: 1 – граница зоны защиты на уровне  $h_{x1}$ ; 2 – то же на уровне  $h_{x2}$ , 3 – то же на уровне земли

Внутренние области зон защиты двойного стержневого молниеотвода имеют следующие габаритные размеры.

Зона А:

при  $L \leq h$

$$h_c = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} h)(L - h);$$

$$r_c = r_0;$$

$$r_{cx} = r_0(h_c - h_x) / h_c;$$

при  $2h < L \leq 4h$

$$h_c = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} h)(L - h);$$

$$r_c = r_0 \left[ 1 - \frac{0,2(L - 2h)}{h} \right];$$

$$r_{cx} = r_c(h_c - h_x) / h_c;$$

При расстоянии между стержневыми молниеотводами  $L > 4h$  для построения зоны А молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

Зона Б:

при  $L \leq h$

$$h_c = h_0; r_c = r_0; r_{cx} = r_x;$$

при  $h < L \leq 6h$

$$h_c = h_0 - 0,14(L - h);$$

$$r_c = r_0; r_{cx} = r_0(h_c - h_x) / h_c;$$

При расстоянии между стержневыми молниеотводами  $L > 6h$  для построения зоны Б молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

При известных значениях  $h_c$  и  $L$  (при  $r_{cx} = 0$ ) высота молниеотвода для зоны Б определяется по формуле

$$h = (h_c + 0,14L) / 1,06.$$

2.2. Зона защиты двух стержневых молниеотводов разной высоты  $h_1$ , и  $h_2 \leq 150$  м приведена на рис. 3. Габаритные размеры торцевых областей зон защиты  $h_{01}$ ,  $h_{02}$ ,  $r_{01}$ ,  $r_{02}$ ,  $r_{x1}$ ,  $r_{x2}$  определяются по формулам п. 1.1, как для зон защиты обоих типов одиночного стержневого молниеотвода. Габаритные размеры внутренней области зоны защиты определяются по формулам:

$$h_c = (h_{c1} + h_{c2}) / 2;$$

$$r_c = (r_0 + r_{02}) / 2;$$

$$r_{cx} = r_c (h_c - h_x) / h_c;$$

где значения  $h_{c1}$  и  $h_{c2}$  вычисляются по формулам для  $h_c$  п. 2.

Для двух молниеотводов разной высоты построение зоны А двойного стержневого молниеотвода выполняется при  $L \leq 4h_{\min}$ , а зоны Б — при  $L \leq 6h_{\min}$ . При соответствующих больших расстояниях между молниеотводами они рассматриваются как одиночные.

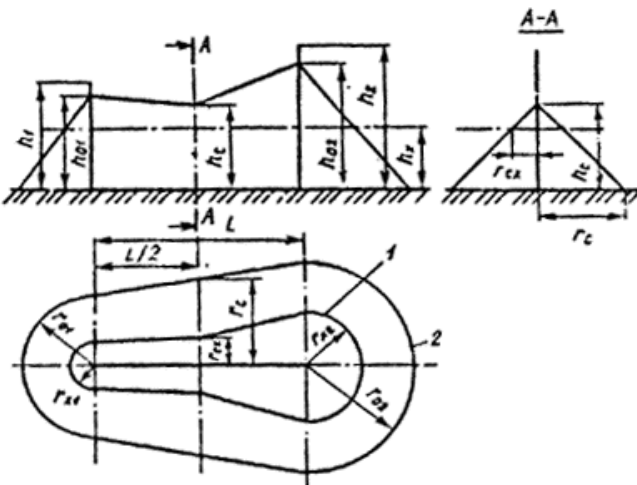


Рис. 3. Зона защиты двух стержневых молниеотводов разной высоты.  
Обозначения те же, что и на рис. 1

### 3. Многократный стержневой молниеотвод.

Зона защиты многократного стержневого молниеотвода (рис.4) определяется как зона защиты попарно взятых соседних стержневых молниеотводов высотой  $h \leq 150$  м (см. пп. 2.1, 2.2).



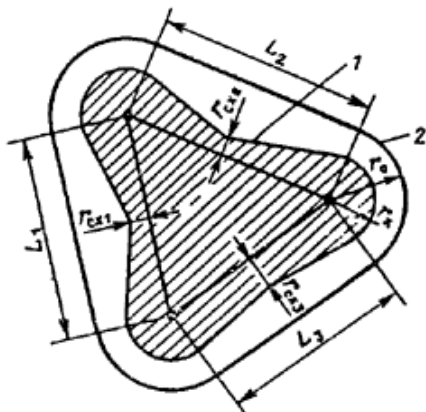


Рис. 4. Зона защиты (в плане) многократного стержневого молниеотвода. Обозначения те же, что и на рис. 1

Основным условием защищенности одного или нескольких объектов высотой  $h_x$  с надежностью, соответствующей надежности зоны А и зоны Б, является выполнение неравенства  $r_{сх} > 0$  для всех попарно взятых молниеотводов. В противном случае построение зон защиты должно быть выполнено для одиночных или двойных стержневых молниеотводов в зависимости от выполнения условий п. 2.

В соответствии с этими условиями в среде AutoCAD 2009 были построены трехмерные геометрические модели нескольких типовых схем подстанций и рассмотрены зоны защиты для различных конфигураций стержневых молниеотводов. Результаты моделирования в виде совокупности трехмерных моделей можно рекомендовать для учебного и промышленного проектирования компоновки ОРУ подстанций 35-220 кВ.

#### Библиографический список

1. **Инструкция** по устройству молниезащиты зданий и сооружений (РД 34.21.122-87), Государственный научно-исследовательский энергетический институт им. Г.М. Кржижановского, Москва, 1987
2. **Инструкция** по устройству молниезащиты зданий и сооружений и промышленных коммуникаций СО-153-34.21.122—2003 М.: Издательство МЭИ, 2004.-57с.

*Е.А. Черкасов, студ.;  
рук. А.А. Бойков, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ФИЛЬТРАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ДАННЫХ НА ВХОДЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ**

В самом общем виде задача предварительной обработки пользовательских данных ставится перед разработчиком всякий раз, когда требуется организовать человеко-машинное взаимодействие. Причина в том, что «естественные» данные, с которыми как правило имеет дело пользователь и внутренние форматы данных автоматизированной системы различны, причем первые, как правило, избыточны, что компенсирует возможность появления «шума» и ошибок данных.

В [1] показан способ автоматизированной проверки решений графических задач, подготовленных студентами в популярном пакете AutoCAD. Проверка основана на сопоставлении построенных студентами объектов с заранее заданным эталонным набором. Общая ресурсоемкость проверки (в количестве попарных сравнений объектов) оценивается как  $n! / (n - n_0)!$ , где  $n$  – число объектов (точек, прямых, плоскостей и пр.) в чертеже, а  $n_0$  – эталонное число объектов. Даже после разделения объектов на классы и выполнение проверки только среди классов (объекты-точки не сравниваются с объектами-прямыми), оценка примет вид  $S n_i! / (n_i - n_{i0})!$ , где  $n_i$  – число объектов класса  $i$  (точек, прямых, плоскостей и пр.) в чертеже, а  $n_{i0}$  – эталонное число объектов класса  $i$ . Очевидно, чем большее число объектов построил пользователь, тем больше времени потребуется на проверку.

Уменьшение числа проверяемых объектов таким образом ускоряет процесс проверки. Одним из способов сокращения числа проверяемых объектов является фильтрация объектов чертежа и удаление заведомо некорректных. Блок фильтрации проверяет допустимость объектов с точки зрения правил предметной области. Так для задач начертательной геометрии правила можно указать следующие правила:

- проекции точки с индексами  $i$  и  $j$  лежат на одной линии связи относительно оси с соответствующими индексами ( $\langle x \rangle_{i,j}$ );
- оси с индексами 1.2 и 2.3 помечаются маркером важности;
- если на чертеже имеется проекция плоскости  $\langle X \rangle_i$ , то для всех осей  $\langle x \rangle_{i,j}$  в чертеже проекция  $\langle X \rangle_j$  запрещена либо выполняется условие  $\langle X \rangle_i \perp \langle x \rangle_{i,j}$  и  $\langle X \rangle_j \perp \langle x \rangle_{i,j}$ ;
- если на чертеже имеется проекция прямой  $\langle X \rangle_i$ , и эта проекция представляет собой точку либо  $\langle X \rangle_i \perp \langle x \rangle_{i,j}$ , то для второй проекции выполняется условие:  $\langle X \rangle_j$  – точка либо  $\langle X \rangle_j \perp \langle x \rangle_{i,j}$ ;

- для точек с проекциями  $\langle X \rangle_i$  и  $\langle X \rangle_j$  при наличии осей  $\langle x \rangle_{i,k}$  и  $\langle x \rangle_{j,k}$  выполняется условие равенства расстояний  $\langle X \rangle_i \leftrightarrow \langle x \rangle_{i,k} = \langle X \rangle_j \leftrightarrow \langle x \rangle_{j,k}$ ;
- для прямых и плоскостей с проекциями  $\langle X \rangle_i$  и  $\langle X \rangle_j$  при наличии осей  $\langle x \rangle_{i,k}$  и  $\langle x \rangle_{j,k}$  выполняется условие равенства для двух произвольно взятых точек;
- если на чертеже есть ось  $\langle x \rangle_{i,j}$  с маркером важности и существует проекция объекта (точки, прямой или кривой линии)  $\langle X \rangle_i$ , то должна существовать проекция  $\langle X \rangle_j$  и др.

Блок фильтрации сообщает пользователю обо всех нарушениях, допущенных им на чертеже. На выходе из блока фильтрации остаются только корректные объекты, сгруппированные по именам (все проекции одной точки, прямой), которые и подвергаются автоматизированной обработке.

В контексте обучающей системы список предварительных ошибок имеет методическое значение, так как, к примеру, рассмотренные выше ошибки линий связи или неполных проекций показывают не только плохое решение конкретной задачи, но элементарное незнание основ предметной области. Пока студент не выучит эти базовые принципы, ему просто не следует браться за решение задач. И система фильтрации сообщает ему об этом.

Кроме того предварительная обработка подготавливает последующее создание структур данных, которые значительно расширяют возможности дальнейшей обработки: корректные и избыточные данные позволяют формировать пространственное представление объектов (автоматически генерировать 3D-модель), построенных на чертеже, повышают отказоустойчивость автоматизированной системы.

#### Библиографический список

1. **Бойков А. А.**, Черкасов Е. А. Автоматизированная проверка заданий по начертательной геометрии в связке с пакетом AutoCAD / Вестник научно-промышленного общества. - М.: «Алев-В». - 2012. Выпуск 19. - С. 64-70.

## **Секция 29. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ**

Председатель – д.ф.-м.н., профессор **Ясинский Ф.Н.**  
Секретарь – старший преподаватель **Чернышева Л.П.**

*А.А. Гудухина, студ.;*  
*рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

### **АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СПИСКОВ ТОП500**

В начале 1990-х годов возникла необходимость получения сравнительных характеристик и метрик суперкомпьютеров, а так же в обеспечении надёжной основы для выявления и отслеживания тенденций в области высокопроизводительных вычислений. Так возникла идея начать ежегодно сравнивать суперкомпьютеры при помощи единой методики. В начале 1993 года Джек Донгарра принял участие в этом проекте со своим тестом Linpack. Первая версия списка была готова в мае 1993 года.

LINPACK – программная библиотека, написанная на языке Фортран, которая содержит набор подпрограмм для анализа и решения плотных систем линейных алгебраических уравнений. Тест состоит в решении системы линейных уравнений. Основное время затрачивается на векторные операции типа FMA (умножение и сложение). Производительность определяется как количество "полезных" вычислительных операций над числами с плавающей точкой в расчете на одну секунду и выражается в Мфлоп/с (миллионах операций в секунду). Именно на результатах этого теста был построен первый список 500 самых мощных компьютерных систем. С июня 1993 года данный список издается дважды в год при помощи экспертов в области высокопроизводительных систем, ученых, разработчиков, а также пользователей Интернет, среди которых проводятся анкетные опросы. В первом списке топ500 США заняли 8 из 10 первых мест. В сверхкомпьютере, занявшем первое место, было 1024 ядра, которые обеспечивали максимальную практическую производительность 60 Гфлоп/с, то есть 60 миллиардов операций в секунду. Однако теоретически она равнялась 131 Гфлопу/с. Для сравне-

ния производительность современного среднестатистического ПК около полутора миллиардов операций в секунду.

По данным на ноябрь 2012 года самый мощный компьютер неизменно находится в США. Ныне это Титан. Однако, за почти 10 лет количество ядер увеличилось в 550 раз, и стало составлять 560640! 2688 из них находятся в новейшей видеокарте NVIDIA. По разным оценкам ускорители Nvidia обеспечивают порядка 85% – 90% всей вычислительной мощности. Отказ от них в пользу наращивания числа процессоров потребовал бы увеличения занимаемой площади примерно в 4 раза и во столько же увеличил бы энергопотребление. Практическая производительность такой машины 17,59 Пфлоп/с, что, в свою очередь в несколько миллионов раз больше чем у первого лидера Top500. А теоретическая производительность её на 10 Пфлоп/с больше. Значение его потребляемой мощности составляет 8,2 МВт. Для сравнения, третий суперкомпьютер в Top500 потребляет около 12,7 МВт энергии.

Таблица 1. **ТОП 500**

№	Название супер-компьютера	Страна	Ядра	Процессор	Произв-ть по LINPACK (Тфлоп / с)
1	Титан	США	560640	Cray XK7, Opteron 6274 16C 2.200GHz	17590,0
2	Sequoia	США	1572864	Power BQC 16C 1.600GHz	16324,8
3	<i>K computer</i>	Япония	705024	SPARC64 VIIIfx 8C 2.000GHz	10510,0
4	Мира	США	786432	Power BQC 16C 1.600GHz	8162,4
5	JUQUEEN	Германия	393216	Power BQC 16C 1.600GHz	4141,2
6	SuperMUC	Германия	147456	Xeon E5-2680 8C 2.700GHz	2897,0
7	<i>Stampede</i>	США	204900	Xeon E5-2680 8C 2.700GHz	2660,3
8	<i>Tianhe-1A</i>	Китай	186368	Xeon X5670 6C 2,9300 ГГц	2566,0
9	<i>Fermi</i>	Италия	163840	Power BQC 16C 1,60 ГГц	1725,5
10	<i>DARPA Trial Subset</i>	США	63360	Power 775 8C 3.836GHz	1.515

Лучшая отечественная ЭВМ, находящаяся в МГУ имени Ломоносова занимает 22 место среди суперкомпьютеров. Его максимальная практическая производительность 0,9 Пфлоп/с. По данным ТОП 50 в СНГ лучшие 5 компьютеров имеют следующие характеристики (табл. 2).

Таблица 2. Топ 50, пятёрка мощнейших суперкомпьютеров СНГ

	Место	Ядра	Процессор	Произв-ть по LINPACK (Гфлоп / с)
1	Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова	82468	2xXeon 5570 2.93 GHz	901.90
2	ФГБУН Межведомственный суперкомпьютерный центр Российской академии наук Российская академия наук	13004	2xXeon X5670 2.93 GHz	119.93
3	РНИЦ Курчатовский институт	10304	Xeon E5472 3 GHz	101.21
4	Южно-Уральский государственный университет	8832	Xeon X5680 3.33 GHz	100.35
5	Институт математики и механики УрО РАН	5544	2xXeon X5675 GPU 8xTesla M2050 3.06 GHz	75.20

Всего в Топ500 вошли 213 суперкомпьютеров, использующих системы IBM. Почти 80% (327 из 500) супер-ЭВМ работают на чипах Intel. В общей сложности 62 системы в списке используют графические процессоры NVIDIA для ускорения вычислений. Если посмотреть на статистику увеличения производительности суперкомпьютеров, то можно заметить, что приблизительно каждые 3 года учёные делали серьёзный рывок вперёд, увеличивая производительность в 3, а порой и в 4 раза. Однако за последние два года производительность выросла почти в 8 раз. Следует и дальше ожидать такого роста, так как в настоящее время математическое моделирование, основанное на применении супер ЭВМ, является инструментом обеспечения конкурентоспособности современного общества и государства. Основная причина – возрастающая экономическая эффективность математического моделирования по сравнению с натурными испытаниями. А значит, это область, которая будет развиваться и далее.

#### 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. **Parallel**//Информационно-аналитический центр по параллельным вычислениям [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://parallel.ru/>

*М.А. Корнилов, асп.;*  
*рук. Е.Е. Корочкина, к.т.н., доцент*  
*(ИГТА, г. Иваново)*

## **АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Повышение сложности систем автоматики и радиоэлектроники на производстве приводит к возникновению вопроса о надежности таких систем, так как часто этой аппаратуре приходится работать в неблагоприятных условиях: повышенная температура, влажность и т.д., например условия красильно-отделочного производства. Это приводит к уменьшению надежности работы аппаратуры в целом и увеличению числа её отказов. В результате сложное технологическое оборудование, например тканепечатные машины, вынуждено чаще простаивать.

Целью работы является разработка способов моделирования теплового режима на этапе проектирования для повышения надежности работы электронной аппаратуры. В качестве показателя надежности используется понятия интенсивности отказов. Согласно сведениям, приведенным в [1] изменение температуры воздуха внутри блока на 10 градусов приводят к увеличению интенсивности отказов на 25%. Поэтому вопрос о моделирования теплового режима на этапе проектирования остается актуальным до настоящего времени.

Для моделирования теплового режима был разработан программный комплекс на основе существующего программного обеспечения с открытым кодом. Данный программный продукт был разработан с использованием языка программирования Python и представляет собой модуль для открытой интегральной программной платформы «Salome». Salome - это платформа, предоставляющая функции предварительной и окончательной обработки задачи (*pre-processing* и *post-processing*), т.е. есть определения геометрии, построения сеток, определение «траектории» вычислений, визуализацию результатов и т.д. Достоинством программных продуктов с открытым кодом доступа является возможность их адаптации пользователем к решаемой им задаче.

Для решения задачи моделирования теплового режима управляющего электронного оборудования тканепечатных машин был используется решатель Sythes. Для реализации задачи конвективного теплообмена при граничных условиях третьего рода используется решатель Code\_Saturne.

Одним из важных вопросов при проектировании теплового режима электронного оборудования является интеграция между системами проектирования печатных плат (ECAD) и механическими системами проектирования (MCAD), т.к. в основном электронное оборудование разрабатывается с использованием первых, вторые же в свою очередь содержат необходимый вычислительный аппарат для решения тепловых задач.

Разработанный программный продукт является двунаправленным транслятором данных в формате IDF между системами проектирования печатных плат (ECAD) и Salome. Он позволяет, импортировать и экспортировать информацию посредством файлов IDF формата (промышленный стандарт для обмена данными между ECAD системами [2]). При импорте данных он создает в Salome трёхмерную сборку, состоящую из печатной платы и элементов. Если элементная база печатной платы имеется в библиотеке электронных компонентов, то транслятор будет использовать библиотечные детали и размещать их на печатной плате в соответствии с заданными в IDF файле координатами. При отсутствии компонента в базе данных программный продукт автоматически создает его габаритную модель (прямоугольный параллелепипед) и размещать его на печатной плате. Создаваемая модель будет готова к моделированию теплового режима, что поможет освободить инженера от времени затратного проектирования подверженного дополнительным ошибкам. Для выполнения расчетов программный продукт создает несколько видов сеток для разного вида анализа модели методом конечных элементов. В дальнейшем полученные сетки используются решателями.

Таким образом, разработанный программный продукт позволяет выполнять моделирование теплового режима электронного оборудования. Оптимизировать вычисления для моделирования теплового режима работы радиоэлектронной аппаратуры работающей в неблагоприятных условиях.

Для проверки адекватности моделей теплового режима радиоэлектронного оборудования была создана лабораторная установка, которая позволяет измерять температуры элементов с внутренними источниками теплоты при различных режимах загрузки процессора.

#### Библиографический список

1. Дульнев Г.Н. Тепло – и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. - М.: Высш. шк., 1984.
2. Спецификации обмена механические данными для проектирования и анализа печатных сборок подключения, Версия 3.0, Ревизия 1, Октябрь 31, 1996 Refernces
3. Dul'nev G.N. Тепло – i massoobmen v radioelektronnoy apparature. - М.: Vysshaya shkola, 1984.
4. Mechanical Data Exchange Specification for the Design and Analysis of Printed Wiring Assemblies, Version 3.0, Revision 1, October 31, 1996



*О.С. Наумов, студ.;  
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ**

Со времен появления компьютеров человеку всегда хотелось общаться с ним на одном языке. В связи с этим было разработано множество способов взаимодействия с электронными устройствами, таких как компьютерная мышь, клавиатура, джойстик. Некоторые манипуляторы, такие как джойстик, были узконаправленными на конкретный тип работы с устройством, другие же стали стандартом если и не для всех типов устройств, то для большинства. На самом деле данные манипуляторы нельзя назвать удобными, они просто стали привычными для пользователей компьютеров. Почему? Давайте дадим клавиатуру и мышь человеку, который ни разу не пользовался компьютером и спросим понравилось ли ему управление. Всего вернее мы получим ответ что нет. Если клавиатура и не вызовет у него особого дискомфорта, т.к. способ управления посредством нажатия на кнопку встречается повсеместно, то с мышью все обстоит немного сложнее. Человеку непривычно просто двигая манипулятор видеть как на экране двигается курсор, человек теряет его, не понимает на какую кнопку каким пальцем необходимо нажимать, не знает как правильно держать манипулятор. Для того, чтобы научиться управлять компьютером с помощью вышеперечисленных манипуляторов, человеку необходимо не только поработать с ними некоторое время, но и необходим инструктор который в самом начале использования устройства покажет как им нужно управлять.

В связи с этим в последнее время стали появляться естественные методы управления компьютером (Natural User Interface - NUI) и электронными устройствами. Естественные методы управления – методы управления, которые позволяют пользователю с наименьшим количеством дополнительных устройств общаться с компьютером на естественном для пользователя языке. Одним из самых ярких примеров является Touch/Multi-Touch устройства. Управление по средствам надавливания на экран стало стандартом почти для всех мобильных устройств. Далее, с приходом широкополосного доступа в Интернет с мобильных устройств появился новый формат голосового управления, с более высоким качеством распознавания речи за счет обработки данных в облаке. Оставался еще один метод управления, воспетый почти во всех фантастических фильмах, в котором успехи не были такими же

ошеломляющими. Этот метод управления – управление компьютером средствами своего тела. Несомненно, экспериментов было поставлено огромное количество, было написано огромное количество библиотек, в которых были реализованы сотни алгоритмов по распознаванию изображения, но, увы, распознать конкретные контуры какого либо объекта на изображении имея лишь массив цветов пикселей не всегда представляется возможным. В действительности, если у нас есть четкое разделение цветов в изображении, либо есть ярко выраженный задний фон, либо у камеры есть возможности автофокуса, то качество распознавания будет намного выше, но все равно будет лишь удовлетворительным. Были даже написаны приложения, с помощью которых можно управлять компьютером средствами объекта, чей цвет резко отличается от цветов объектов, окружающих его. Еще одной проблемой в данном случае является то, что перед непосредственным распознаванием контуров объекта изображение необходимо правильно обработать, т.е. применить к нему определенные цветовые фильтры, уровни, наложить различные маски – в зависимости от конкретной задачи, что отнимает не мало ресурсов, поэтому распознавание в реальном времени упирается в аппаратные ресурсы устройства. Для снижения нагрузки как правило ищут компромисс между разрешением входной картинки и качеством распознавания, т.е. если мы будем распознавать объекты размером с четверть всего изображения, то не имеет смысла брать изображение самого высокого разрешения, в противном же случае – если мы решили на расстоянии 10 метров от объекта распознать объект размером со спичечный коробок, то нам необходимо взять картинку более высокого разрешения. С сфере потребительского распознавания изображения, на мой взгляд, переворот, произошел с выпуском компанией Microsoft сенсора Kinect.

В 2009 году состоялась презентация на которой Microsoft впервые представила данное устройство. Изначально оно предназначалось в большей степени для индустрии компьютерных развлечений и выпускалось в качестве дополнительного контроллера для игровой приставки Xbox 360. Для пользователей игровых приставок это стало совершенно новым опытом в играх, но наибольший резонанс данное устройство получило в разработчиков ПО. Сразу же после выхода устройства на потребительский рынок в 2010 году появилось первые драйвера для PC, разработанные свободным сообществом. Позднее Microsoft и сама выпустила драйвера и пакет SDK для Kinect.

Что же такого интересного в этом устройстве?

Когда я добрался до этой строчки, я понял, что все равно не смогу описать устройство лучше, чем это написано в Интернет-энциклопедии Wikipedia и решил привести небольшой кусок текста оттуда:



Рис. 1. Microsoft Kinect

«Kinect – это горизонтально расположенная коробочка на небольшом круглом основании, которую помещают выше или ниже экрана. Размеры – примерно 23 см в длину и 4 см в высоту. Состоит из двух сенсоров глубины, цветной видеокамеры и микрофонной решетки. Проприетарное программное обеспечение осуществляет полное 3-х мерное распознавание движений тела, мимики лица и голоса. Микрофонная решетка позволяет Xbox 360 производить локализацию источника звука и подавление шумов, что дает возможность говорить без наушников и микрофона.

Датчик глубины состоит из инфракрасного проектора, объединенно с монохромной КМОП-матрицей, что позволяет датчику Kinect получать трёхмерное изображение при любом естественном освещении.

Диапазон глубины и программа проекта позволяет автоматически калибровать датчик с учётом условий игры и окружающих условий, например мебели, находящейся в комнате».

Подключается сенсор к компьютеру через интерфейс USB.

В США устройство продается за \$149. За эти деньги пользователь получает камеру, которая фактически выдает цветное изображение в формате RGB с дальностью до каждого пикселя. На разных web-ресурсах подобный формат возвращаемого изображения называется по-разному, но мне очень понравилось название RGBD, где D – distance, дистанция, поэтому далее в тексте такой формат изображения будет называться RGBD.

Кроме двух потоков с изображениями (один поток – RGB-изображение, второй – карта дальности), устройство также возвращает данные о скелете человека при условии присутствия человека в кадре. Данные о скелете фактически представляют массив положений костей человека.

На самом деле наибольший интерес в данном устройстве представляет RGBD изображение. Имея сырые данные о глубине каждого пикселя изображения мы фактически имеем трехмерный слепок пространства перед сенсором. В данном случае мы можем распознавать изображение локализуя дистанцию до объекта, тем самым снижая затраты аппаратных ресурсов в разы. Например, мы хотим распознать коробку на изображении, зная что она находится на расстоянии от 2 до 3-х метров от сенсора, мы можем выполнить предобработку изображения, оставив лишь пиксели на изображении, дистанции до которых попадают в заданный диапазон значений. В свою очередь, распознавая изображение, мы можем учесть тот факт, что расстояние до всех пикселей объекта должно быть одинаковым (естественно, с определенной погрешностью).

Сейчас подобные устройства появились и у других компаний, например Asus Xtion и Intel Creative Camera, но хотелось бы немного подробнее остановиться не на них, а на еще одном конкуренте, новом контроллере для PC/Mac Leap Motion.



Рис. 2. Leap Motion

Данный контроллер отличается от аналогов невероятной точностью позиционирования объекта в трехмерном пространстве, которая составляет 0,01 мм, тогда как у Microsoft Kinect она почти в 100 раз хуже. Принцип действия такой же как и у прочих подобных устройств. На момент написания статьи на официальном сайте устройство доступно для пред заказа. В принципе, данное устройство реализует все стандартные функции управления компьютером своими пальцами.

Именно это мы и попробуем реализовать в преддверье выхода Leap Motion на устройстве Kinect.

На самом деле подобных экспериментов в Интернете можно найти огромное множество, но все они как правило реализуют только одну-две функции, весьма трудоемки в установке/сборке из исходного кода, и совершенно не кроссплатформенны.

Во-первых: почему распознавание. Те данные о скелете человека, которые возвращает сенсор не содержат данных о пальцах человека, а эффективное управление компьютером на мой взгляд, возможно только пальцами человека, т.к. точность пальца человека, как указателя, наибольшая.

Суть проекта состоит в том, чтобы реализовать возможность управления компьютером с помощью пальцев рук, рук, а так же всевозможных жестов рук.

Для распознавания изображения и нахождения контуров объектов используется библиотека OpenCV. Выбор пал на эту библиотеку из-за кроссплатформенности, популярности и легкости подключения и настройки.

В качестве драйверов для Microsoft Kinect используется Free Kinect. Для других подобных устройств будет использоваться OpenNI 2. Первая библиотека была оставлена т.к. OpenNI очень большой, а из всех его функций используется только получение изображений с камеры, а, поскольку тестировать приложение я все равно смогу только на Kinect, т.к. других устройств у меня нету, то на этапе разработки приложения я не вижу смысла подключать OpenNI.

OpenCV в последних версиях тоже поддерживает работу с подобными камерами, но, на мой взгляд, во-первых каждая библиотека должна заниматься своим делом, во-вторых данная возможность добавлена относительно недавно и, при всем моем уважении к сообществу Open Source, я не верю что на всех платформах это будет работать одинаково хорошо со всеми типами устройств, поэтому эти функции OpenCV я не использую.

Само по себе распознавание можно разбить на несколько этапов. Рассмотрим каждый из них:

**Этап 1.** Получаем карту дальности с сенсора и обрабатываем её, отбрасывая места, в которых данные не будут попадать в нужный нам диапазон расстояния до сенсора. Поскольку человек преимущественно управляет компьютером находясь в непосредственной близости к нему, я взял расстояние от 0 (на самом деле в данном случае 0 это не

нулевое расстояние, это нижняя граница определения расстояния Kinect – приблизительно 0.5 м) и до 2,5 метров.

На самом деле на данном этапе ничего интересного не происходит – карту нам отдает Kinect по средствам установленных драйверов, в нашем случае Free Kinect, чистим все что не попадает в заданный диапазон глубины и отправляем дальше.

**Этап 2.** Определяем контуры всех объектов. Вызываем функцию OpenCV `cv::findContours` для получения контуров, передаем туда картинку, полученную на выходе из прошлого этапа и получаем в ответ список контуров объектов.

**Этап 3.** Определяем контуры ладоней. Для начала избавляемся от шума – оставляем только те контуры, размер которых больше определенной константы. Определяем точку центра ладони. И снова нам здесь помогает OpenCV и его функция `cv::moments`, которая определяет момент контура. Фактически мы находим сумму координат всех пикселей в пространственных координатах.

**Этап 4.** Теперь, когда мы знаем центр ладони, можно определить пальцы. Если внимательно посмотреть на палец человека, то можно заметить что кончик пальца можно представить в виде треугольника, одна вершина которого является местным экстремумом контура, а две другие – точки, где значения косинуса угла при первой вершине максимальны. Т.е. нам необходимо разбить весь контур ладони на маленькие промежутки и посчитать в промежутках косинус угла.

**Этап 5.** Определяем общее количество пальцев, расстояние от центра ладони до пальцев, размер пальцев и поворот ладони. Зная точки возможных позиций пальцев и центра ладони, отбрасываем точки, не соответствующие кончикам пальцев. На самом деле предыдущий этап дал нам почти в 2 раза больше кончиков пальцев чем нужно, экстремумы относительно центра ладони и будут нашими кончиками пальцев, а остальные точки – вершины треугольников между пальцами. Зная примерную геометрию руки человека, соотношение размеров пальцев человека и порядок их следования можно точно сказать какие пальцы отсутствуют на картинке, зная дальность до каждого пикселя картинки можно сказать как с точки зрения перспективы расположена рука и восстановить реальный размер всех её элементов, зная положение пальцев относительно ладони можно сказать в какую сторону повернута рука, зная порядок следования пальцев можно определить правая рука или левая.

На этом распознавание ладони закончено. Теперь когда у нас есть положение ладони и пальцев в пространстве можно приступить к рас-

познаванию жестов. Представим, что жест это последовательность положений какого-либо объекта. Тогда мы можем просто сравнить контур, описанный нашим объектом с эталонным контуром.

Не стоит забывать, что объектов может быть несколько, в нашем случае – 5 пальцев и центр ладони, а если используются две руки, то количество объектов увеличится еще в 2 раза.

В общем случае алгоритм будет такой:

1. Каждый кадр отмечаем на специальном изображении текущее местоположение объекта.

2. Нормализуем изображение относительно эталонного изображения, т.е. координаты контуров на обоих изображениях должны быть одного порядка.

3. Находим моменты контуров эталонного и текущего изображения и сравниваем их, если они равны, жест распознан.

4. Если жест распознан, то чистим изображение, если жест распознан не был, то удаляем точки на изображении, чье время пребывания на изображении больше чем максимальное время ожидания жеста.

В заключение хочу сказать, что компьютерное зрение, которое еще не так давно было окружено огромными математическими формулами и ассемблерными вставками для обеспечения должного быстродействия, сейчас претерпело большие изменения. Все самые распространённые алгоритмы и методы вынесены в библиотеки, подключение и использование которых не составляет большого труда, последние новинки потребительской электроники не устают радовать потрясающим качеством получаемых с них изображений, а встраивание в камеры датчиков глубины позволяет разработчикам придумывать потрясающие вещи, которые раньше можно было увидеть только в фантастических фильмах.

В данной работе реализовано распознавание руки, пальцев и определение их положения в пространстве. Кроме того реализовано распознавание жестов человека.

#### Библиографический список

1. <https://www.leapmotion.com/>
2. <http://opencv.org/>
3. <http://www.openni.org/>
4. [http://openkinect.org/wiki/Main\\_Page](http://openkinect.org/wiki/Main_Page)
5. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Kinect>
6. <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>
7. <http://www.kinecthacks.com/>
8. <http://www.ferra.ru/ru/digihome/news/2010/11/08/igrovaya-sistema-microsoft-kinect-cto-vnutri/>

*А.Н. Метлушко, студ.;  
рук. С.Г. Сидоров, к.т.н. доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **К ВОПРОСУ О КОДИРОВАНИИ ГРАФИЧЕСКОЙ И ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Неправомерное искажение или фальсификация, уничтожение или разглашение определенной части информации наносят серьезный материальный и моральный урон многим субъектам (государству, юридическим и физическим лицам). Возникает вопрос «Как защитить информацию?». Есть множество способов ответить на данный вопрос.

Хранение частной информации в изображении мне показался одним из лучших способов защиты информации. Программы, представленные в интернете, которые мне удалось найти, искажали изображение (появление полос, изменение цвета и т.д.). Посоветовавшись с научным руководителем, я решил написать программу, которая кодировала текст с минимально возможным искажением изображения.

Я разработал алгоритм, который заключается в том, что несколько битов каждой составляющей цвета, отдельно взятого пикселя, заменялись битами символов. В результате программа кодирует текст с минимальным искажением изображения. Человек не в состоянии отследить изменение так, как происходит незначительное изменение оттенка цвета, яркости и контрастности.

В программе отслеживается количество символов, которое можно закодировать в изображении, и в случае превышения количества символов максимума, цвет текста измениться из черного в красный.

Эффективность программы заключается в том, что если изображение находится в альбоме, его сначала необходимо отыскать (большие затраты времени на поиск), и необходимо знать алгоритм кодирования, что бы получить информацию, следовательно данные защищены.

Дальнейшая работа заключается в создании многопоточного приложения, что бы ускорить работу программы на многоядерных компьютерах.



*И.А. Закурин, асп.;*  
*рук. С.Г. Сидоров, к.т.н., доцент*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ-СТОКСА С ПОМОЩЬЮ ПЛАТФОРМЫ NVIDIA CUDA ДЛЯ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ В ПОЛОСТИ**

Переход ламинарного течения в турбулентное и развитие турбулентности является актуальной задачей современной гидродинамики, которая до сих пор полностью ещё не решена. Численное экспериментирование – это один из путей рассмотрения данного перехода[6]. В данной работе делается попытка исследовать этот переход, используя для моделирования систему вихрей. Ввиду сложности происходящих процессов применяется распараллеливание и использование графических ускорителей.

Для вычисления использовалась математическая модель, составленная из уравнения Навье-Стокса, уравнения неразрывности и уравнения плоского вихря. Расчётная область имеет вид замкнутой полости. Граничные условия для всех четырёх поверхностей состоят в обращении в ноль составляющих скоростей и нормальной составляющей градиента давления к плоской поверхности[10].

При вычислении задачи на платформе NVidia CUDA пространство и время делаются дискретными. Для этого вводится шаг по времени  $\tau$  и шаг по пространству  $h$ . Таким образом, при разложении математической модели в разностную схему получают расчётные формулы, используемые при вычислениях на ЭВМ.

Для повышения устойчивости при вычислении конвекционных членов уравнений был использован способ «противоточной производной», состоящий в вычислении производной методами вычислительной математики с учётом направления движения потока жидкости.

В ходе работы была создана программа для вычисления полей скоростей и давлений на платформе NVidia CUDA при задании на начальном этапе нескольких вихрей, проанализировано поведение системы при разных параметрах. Ускорение по сравнению с однопроцессорным вариантом составило приблизительно 4 раза. В дальнейшем планируется более детально приблизиться к переходу ламинарного течения в турбулентное, используя вихревую теорию турбулентности, а также совершенствовать реализацию алгоритмов вычислений с помощью технологии NVidia CUDA для достижения большей эффективности.

**Библиографический список**

1. **Кочин Н.Е.**, Кибель И.А., Розе Н.В. Механика жидкости и газа. – М.:Физматлит, 1963.
2. **Лойцянский Л.Г.** Механика жидкости и газа. – М.:Наука, 1970.
3. **Марчук Г.И.** Методы вычислительной математики. – М.:Наука, 1977.
4. **Калиткин Н.Н.** Численные методы. – М.:Наука, 1978.
5. **Самарский А.А.** Введение в численные методы. – М.:Наука, 1978.
6. **Роуч П.** Вычислительная гидродинамика. М.:Мир, 1980.
7. **Ясинский Ф.Н.**, Кокорин А.С. Математическое моделирование процессов вентиляции и отопления в больших производственных, культурных и спортивных помещениях // Вестник ИГЭУ. – 2010. - №3. – С.90-92.
8. **Боресков А.В.**, Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. – М.:ДМК Пресс, 2011.
9. **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.
10. **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. Учеб. пособ. – ИГЭУ, 2003.

*А.С. Мочалов, асп.;*  
*рук. Ф.Н. Ясинский, д.ф.-м.н., профессор*  
*(ИГЭУ, г. Иваново)*

**ПРИМЕНЕНИЕ ГИС СИСТЕМ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ  
СИСТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ  
РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

Порой перед учёным в рамках общего научного задания возникает следующая задача: моделирование какого-либо процесса не просто в абстрактном пространстве, но и на реальной местности с учётом её параметров, таких как, например, положение объектов, тип объектов, рельеф местности.

Подобная задача возникла при разработке системы моделирования лесных пожаров кафедрой ВВС ИГЭУ[11–12].

Решение данной задачи сводится к разработке подсистемы ГИС для своего программного продукта. Разработка данной подсистемы ГИС – далеко не всегда тривиальная задача. В итоге учёный встает перед выбором:

- 1) Реализовать указанную подсистему в виде написанной с нуля ГИС.
- 2) Реализовать указанную подсистему в виде плагина к какой-либо известной ГИС системе.

3) Использовать один из бесплатных ГИС движков с открытым исходным кодом.

Именно третий вариант, предоставляемый учёному, является наиболее привлекательным. Дело в том, что в настоящее время существует множество систем с открытым исходным кодом и удобными лицензионными условиями.

В качестве примера бесплатного ГИС движка можно привести «DotSpatial»[1], использованный при разработке системы моделирования лесных пожаров кафедрой ВВС ИГЭУ[11–12].

Заметим, что в ряде задач нет необходимости использовать массивный ГИС движок, так как иногда требуется лишь реализация ряда подзадач.

Одна из подобных подзадач – пересчёт координат из одной проекции в другую. В качестве примера готовых программных компонентов можно привести Proj.4 [2] написанный C++ и его порт на C# DotSpatial.Projections [3].

Также достаточно распространена ситуация, когда учёному необходимо считать данные из файла в распространённом географическом формате. В данном случае рекомендации сильно зависят от поставленной задачи, но, в качестве примера для работы с распространённым форматом KML можно привести свободные модули LibKml [4], написанный на C++ и SharpKML [5], написанный на C#. Заметим, что многие бесплатные ГИС движки поддерживают стандартные географические форматы, такие как ShapeFile, KML, MIF и т.д.

Стоит рассмотреть вопрос с исходными данными. К сожалению, учёному могут не быть предоставлены данные о местности, на которой необходимо смоделировать какой-либо процесс. В этом случае карту местности придется доставать самостоятельно. В качестве одного из вариантов выхода из данной ситуации можно использовать проект OpenStreetMap [6]. Обратите внимание, что на страничке известного портала GIS-Lab выкладываются карты OpenStreetMap для территории РФ, в том числе и в стандартном формате ShapeFile[14].

Также, для реализации задачи могут быть необходимы данные о рельефе местности. Всегда есть возможность получить очень точные данные практически по всей планете, благодаря SRTM.

SRTM (Shuttle radar topographic mission) – осуществленная в феврале 2000 года с борта космического корабля многооразового использования "Шаттл" радарная интерферометрическая съемка поверхности земного шара [7].

Существует 4 версии SRTM. SRTM четвертой версии получена благодаря альянсу CGIAR (the Consultative Group on International

Agricultural Research)[7] и поставляется в виде набора GeoTIFF и ASCIIGRID файлов. Рекомендуется использовать именно последнюю (четвёртую) версию SRTM.

Данные SRTM являются простым 16 битным растром (без заголовка), значение пиксела является высотой над уровнем моря в данной точке, оно также может принимать значение -32768, что соответствует значению no data (нет данных). Референц-эллипсоид данных – WGS84.

Получение и применение данных рельефа в общем случае сводится к решению следующих задач:

- 1) Определение нужного фрагмента (или фрагментов) SRTM;
- 2) Перепроецирование фрагмента (фрагментов) SRTM в нужную картографическую проекцию при необходимости;
- 3) Загрузка выбранных фрагментов SRTM в ГИС систему и их отображение;
- 4) Получение данных о высоте из GeoTIFF файла.

Первый пункт просто выполняется благодаря представленному на странице CGIAR [7] KML файлу.

Формат KML поддерживается множеством других ГИС систем. Для простоты автор рекомендует использовать именно «Google Планета Земля». Открыв указанный KML файл в «Google Earth», мы увидим разметку с подписями, обозначающими имя нужного нам фрагмента SRTM. Например, город Иваново принадлежит к фрагменту: «srtm\_45\_01». Файл, содержащий указанный фрагмент, принято называть аналогично. Нужный фрагмент можно скачать с сайта CGIAR[7] или с портала Gis-Lab [8].

По умолчанию файл находится в проекции WGS84. Далее, чтобы наложить выбранный фрагмент на рабочую карту, может потребоваться сменить проекцию SRTM файла. Многие популярные ГИС системы имеют функцию перепроецирования растровых файлов. В качестве одного из вариантов может быть использована бесплатная ГИС-система Quantum GIS [16]. Далее остаётся загрузить преобразованный SRTM файл в ГИС-систему и приступить к его использованию. В случае, если используемая ГИС-система поддерживает GDAL[13], с этим не должно возникнуть проблем. В качестве программного движка с открытым исходным кодом, поддерживающим работу с SRTM, можно привести уже упомянутый, «DotSpatial» и открытую ГИС систему «MapWindow 6», написанную на его основе [9–10].

Задача моделирования с учётом параметров местности и отображение результатов моделирования на карте была успешно решена в Системе Моделирования Лесного Пожара, разрабатываемой на базе движка DotSpatial кафедрой ВВС ИГЭУ (рис.1) [11–12].

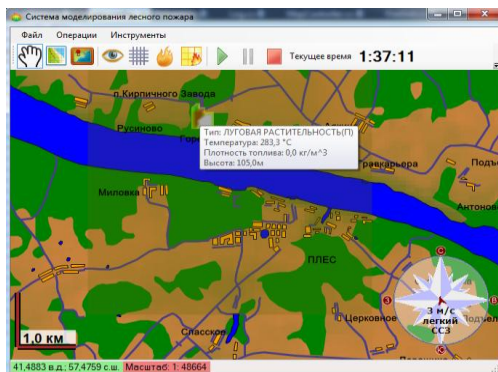


Рис. 1. Использование данных SRTM в Системе Моделирования Лесного Пожара

Решение подобной задачи может быть востребовано при разработке множества программных систем, в том числе и связанных с электроэнергетикой.

#### Библиографический список

1. **DotSpatial**//Официальный сайт ГИС движка «DotSpatial»[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dotspatial.codeplex.com/>
2. **PROJ.4** - Cartographic Projections Librarary// Официальный сайт проекта PROJ.4. Режим доступа: <http://trac.osgeo.org/proj/>
3. **DotSpatial.Projections**// Официальный сайт проекта DotSpatial. Режим доступа: <http://dotspatial.codeplex.com/wikipage?title=DotSpatial.Projections>
4. **LibKml** // Официальный сайт проекта LibKml. Режим доступа: <http://code.google.com/p/libkml/>
5. **SharpKml**// Официальный сайт проекта SharpKml. Режим доступа: <http://sharpkml.codeplex.com/>
6. **OpenStreetMap** // Сайт проета OpenStreetMap [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.openstreetmap.org/>
7. **SRTM 90m Digital Elevation Data**//Сайт CGIAR[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://srtm.csi.cgiar.org/>
8. **Описание** и получение данных SRTM// GIS-Lab — неформальное сообщество специалистов в области ГИС и ДЗЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/srtm.html>
9. **Страница** проекта Quantum GIS[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.qgis.org>
10. **MapWindow 6**//Официальный сайт ГИС системы «MapWindow 6»[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mapwindow6.codeplex.com/>
11. **Мочалов А.С.** Проектирование на географическую карту модели развития лесного пожара//Сборник трудов межвузовской научно-технической конференции аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (Поиск – 2012), Иваново, 2012г., ИГТА.
12. **Неткачев В.В.** Моделирование распространения лесного пожара на компьютерах с графическими ускорителями//Сборник трудов межвузовской научно-технической конференции аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (Поиск – 2012), Иваново, 2012г., ИГТА.
13. **GDAL**// «Википедия» электронная энциклопедия[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/GDAL>
14. **Данные** OpenStreetMap в формате Shape и PostGIS// GIS-Lab — неформальное сообщество специалистов в области ГИС и ДЗЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://gis-lab.info/projects/osm\\_shp.html](http://gis-lab.info/projects/osm_shp.html)

**В.В. Неткачев, студ.;**  
**рук. Ф.Н. Ясинский, д.ф.-м.н., профессор**  
**(ИГЭУ, г. Иваново)**

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ CUDA ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТИ И ГАЗА С ПОМОЩЬЮ НЕЯВНЫХ СХЕМ

Существует ряд методов численного решения дифференциальных уравнений. Многие из них удачно распараллелены на различных параллельных архитектурах. В том числе: системы с разделенной памятью, с общей памятью и массивно-параллельные системы.

Связующее звено между методом и его реализацией на конкретной параллельной архитектуре назовем *подходом к распараллеливанию*. Разработка подхода к распараллеливанию является сложной наукоёмкой задачей. Решая дифференциальные уравнения для моделирования тех или иных процессов численными методами, мы сталкиваемся с разработкой разных подходов для разных задач.

Подход к распараллеливанию состоит из *наложения программной модели* на данные задачи и *организации взаимодействия* различных ее частей.

Программную модель определяет разработчик той или иной архитектуры или интерфейса, взаимодействующего с ней. Остается лишь решить какой вид параллелизма использовать в конкретной задаче, например, геометрический – по данным или функциональный – по задачам.

Организация взаимодействия частей программной модели подразумевает операции передачи данных или синхронизации, помогающие одним параллельным процессам получить доступ к данным других процессов.

В данной работе разрабатываются подходы к распараллеливанию метода прогонки для массивно-параллельных систем. Выбор метода прогонки обусловлен его высокой устойчивостью.

**Метод прогонки.** Метод прогонки состоит из следующих этапов:

- Наложение разностной сетки
- Разложение уравнения по соответствующему измерению в виде:

$$\alpha_{\text{текущий}} Q_{\text{предыдущий}}^{\text{новый}} + \beta_{\text{текущий}} Q_{\text{текущий}}^{\text{новый}} + \gamma_{\text{текущий}} Q_{\text{следующий}}^{\text{новый}} = Q_{\text{текущий}}^{\text{старый}}$$

- Прямая и обратная прогонка по каждому измерению
- Прямая прогонка заключается в вычислении прогоночных коэффициентов  $L$  и  $M$

$$L_{\text{следующий}} = -\frac{U_{\text{текущий}}}{\beta_{\text{текущий}} + \alpha_{\text{текущий}} L_{\text{текущий}}}$$

$$M_{\text{следующий}} = \frac{Q_{\text{текущий}}^n - \alpha_{\text{текущий}} M_{\text{текущий}}}{\beta_{\text{текущий}} + \alpha_{\text{текущий}} L_{\text{текущий}}}$$

- Обратная прогонка заключается в вычислении нового значения величины по прогоночным коэффициентам

$$U_{\text{текущий}}^{\text{новый}} = L_{\text{текущий}} U_{\text{следующий}}^{\text{старый}} + M_{\text{текущий}}$$

Количество пар «прямая прогонка – обратная прогонка» зависит от количества измерений вычисляемого поля.

**Модель массового параллелизма.** Программная модель массового параллелизма представляет собой наличие большого количества потоков, соизмеримого с размерностью задачи. Все потоки выполняют одну и ту же, как правило небольшую, инструкцию, то есть используется концепция SIMD (одна инструкция – множество данных).

Технология Nvidia CUDA реализует идеи массового параллелизма в виде сетки потоков. Сетка разделяется на блоки потоков. Данное разделение сетки на блоки, а блоки на потоки обусловлено типом используемой на каждом уровне памяти.

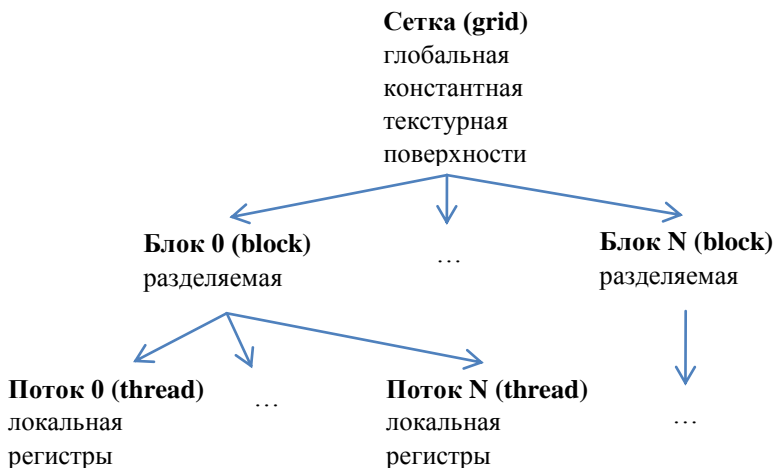


Рис. 1. Программная модель и память CUDA

Поток не может делиться локальной памятью или регистрами. Может делиться данными с другими потоками своего блока через разделяемую память или со всеми остальными потоками через глобальную

память. Существуют особенности использования каждого типа памяти. Например, доступ к глобальной памяти считается очень медленной операцией, следовательно количество таких операций нужно сокращать. Причем существует встроенный механизм объединения запросов к такой памяти в транзакции, что приводит к ускорению выборки больших объемов данных. Доступ к разделяемой памяти очень быстрый, но его можно дополнительно ускорить, избегая конфликтов доступа к ней. Локальная память медленная, но данные в нее попадают только если закончатся быстрые регистры, поэтому стоит экономно объявлять локальные переменные.

Учитывая такие особенности можно создавать подходы для решения целых классов задач.

**Прямой подход.** Посмотрим теперь каким образом можно наложить программную модель CUDA на метод прогонки. В методе прогонки после расщепления по какому-либо направлению, например, по строкам или по столбцам, компоненты рассчитываются независимо. То есть достаточно выделить сетку равную, например, размеру поля по X и провести прогонку по Y, каждый столбец при этом рассчитывается отдельно (рис. 2–3).

Недостатки подхода:

- нагрузка на один поток ограничена только размерностью поля по соответствующему направлению, которая может быть бесконечно велика;
- задействовано слишком мало потоков. Модель массового параллелизма предполагает работу соизмеримого с размерностью задачи количества потоков.

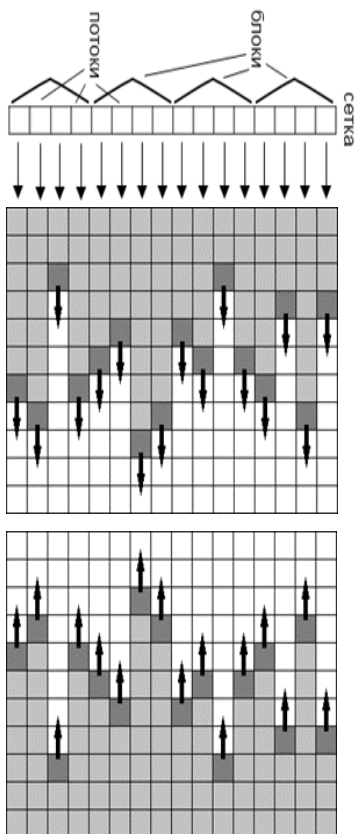


Рис. 2 Прогонка вдоль оси Y



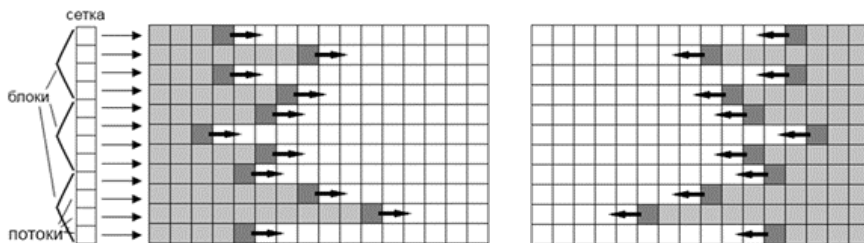


Рис. 3. Прогонка вдоль оси X

**Улучшенный подход.** Улучшенный подход заключается в выделении для потока не целой строки или столбца, а его части. Другую часть строки рассчитывает другой поток, другого блока и т.д. (рис. 4–5). Таким образом, каждый поток получает константное количество точек для расчета.

Такой подход обеспечивает массовость действующих одновременно потоков, что лучше соответствует программной модели CUDA.

При таком подходе появляется проблема синхронизации границ отдельных блоков. Чтобы не нарушить сходимость метода прогонки на границах можно воспользоваться схожими по сходимости схемами, например, схема Головичева или Дюфорта-Франкеля.

Недостаток подхода заключается в том, что схема Головичева, как и схема Дюфорта-Франкеля использует для расчета позавчерашние значения. Это приводит к необходимости хранить прошлое поле данных, полученное на предыдущей итерации, на что нужно много дополнительной памяти.

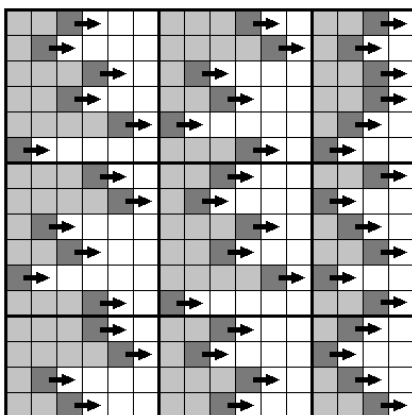


Рис. 4. Прогонка вдоль оси X (улучшено)

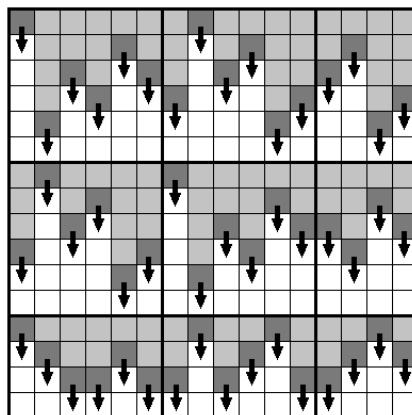


Рис.5. Прогонка вдоль оси Y (улучшено)

**Результаты применения.** Упрощенная схема была реализована и успешно применяется в задаче прогнозирования лесного пожара, где с помощью метода прогонки рассчитывается прогноз распространения лесного пожара (рис. 6).

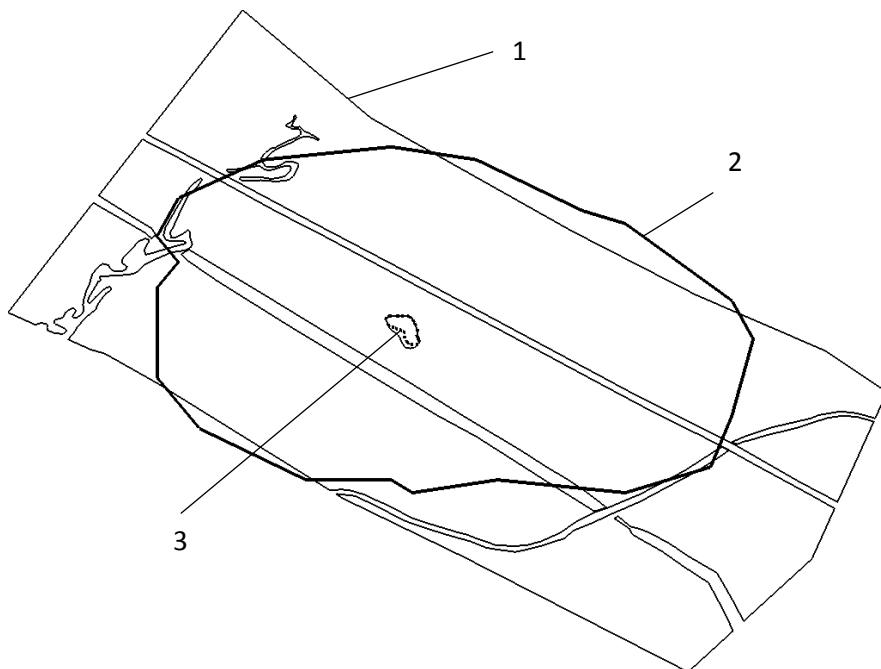


Рис. 6. Применение подходов к распараллеливанию для решения задачи прогнозирования пожара (1 – область леса, 2 – область прогноза пожара, 3 – область очага пожара)

Производительность параллельного варианта в среднем в 5 больше, чем последовательного (рис. 7). Исследования проводились для разных размерностей поля.

В настоящее время:

- Ведутся доработки улучшенного подхода к распараллеливанию (результатов для него пока нет)
- Решается проблема с хранением позавчерашних значений поля в улучшенном подходе
- Ведется работа над применением подходов для распараллеливания задачи распределения воздушных потоков в больших промышленных, культурных, спортивных и др. помещениях.

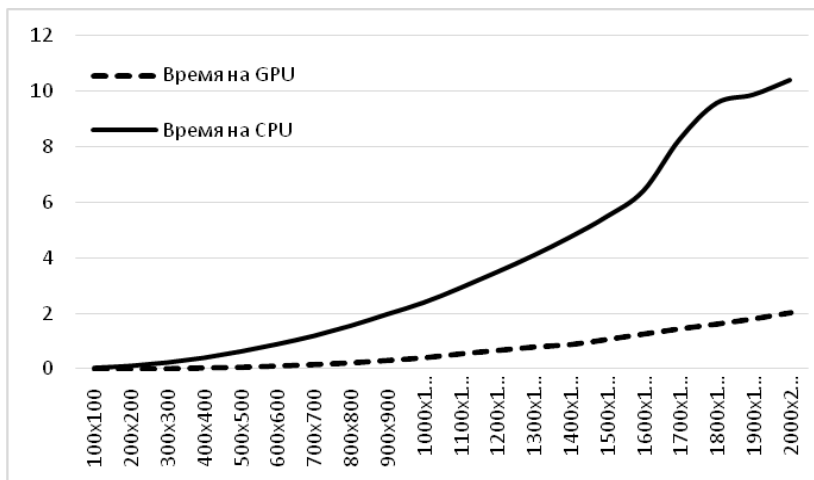


Рис. 7. Сравнение времени работы программы на CPU и GPU (зависимость сек. от размеров поля)

#### Библиографический список

1. **Численные** методы и параллельные вычисления для задач механики жидкости, газа и плазмы. Учебное пособие / Э.Ф. Балаев, Н.В. Нурдин, В.В.Пекунов, С.Г. Сидоров, Л.П. Чернышева, И.Ф. Ясинский, Ф.Н. Ясинский; Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 2003.
2. **А.А. Самарский** Введение в теорию разностных схем. – М.: Наука, 1971
3. **CUDA C Programming guide**, PG-02829-001\_v5.0 | October 2012 Design Guide
4. **Вержбицкий В.М.** Основы численных методов: учебник для вузов. - М.: Высш. шк., 2002.
5. **Неткачев В.В.** Моделирование распространения лесного пожара на компьютерах с графическими ускорителями. Сборник трудов межвузовской научно-технической конференции аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (Поиск – 2012). - Иваново, ИГТА, 2012
6. **А.С. Мочалов** Проектирование на географическую карту модели развития лесного пожара. Сборник трудов межвузовской научно-технической конференции аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (Поиск – 2012). - Иваново, ИГТА, 2012
7. **I.A. Maliy, O.V. Potemkina, I.F. Yasinskiy, F.N. Yasinskiy, S.G. Sidorov, A.S. Mochalov, V.V. Netkachev & L.P. Chernysheva** Prediction and modeling of the forest using neural networks and supercomputers // Third International Conference on Modeling, Monitoring and Modeling of Forest Fires “Forest Fires 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Секция 26. Системы управления и автоматизация*

<i>Гаврилова И.А.; рук. Голубев А.В. Исследование системы управления мощностью энергоблока .....</i>	<i>3</i>
<i>Богачёва Д.Ю., Прохоров А.В.; рук. Козлов А.А. Процесс сбора и анализа результатов испытаний ЖРД МТ .....</i>	<i>6</i>
<i>Колодкина А.С.; рук. Марьясин О.Ю. Компьютерное моделирование и автоматическое управление тепловым режимом здания .....</i>	<i>9</i>
<i>Михайлова А.А.; рук. Марьясин О.Ю. Компьютерное моделирование систем горячего водоснабжения с использованием солнечных коллекторов.....</i>	<i>13</i>
<i>Рябиков И.А., Хохлов И.С.; рук. Маршалов Е.Д. Методика исследования динамических характеристик датчиков температуры .....</i>	<i>16</i>
<i>Савельев Н.А.; рук. Голубев А.В. Разработка модульной системы расчетов.....</i>	<i>18</i>
<i>Барашкова А.Ю., Демичева А.В.; рук. Маршалов Е.Д. Разработка учебного видеоролика о средствах измерения температуры и давления .....</i>	<i>20</i>
<i>Алексеев И.А., Воробьев А.С.; рук. Никоноров А.Н. Разработка проекта модернизации стенда исполнительных устройств.....</i>	<i>22</i>
<i>Матросов Н.М.; рук. Голубев А.В. Разработка информационно-вычислительной подсистемы сбора и обработки информации .....</i>	<i>25</i>
<i>Вилесов Р.А.; рук. Голубев А.В. Особенности интеграции станций контроля качества с ПТК «КВИНТ» по технологии ОРС .....</i>	<i>26</i>
<i>Колосова Ю.С.; рук. Голубев А.В. Исследование эффективности систем регулирования ГТУ .....</i>	<i>29</i>
<i>Вьюгина М.С., Соколова А.А.; рук. Захарова Е.В. Динамическая информационно-вычислительная модель нагрева металла .....</i>	<i>33</i>
<i>Турик А.И., Турик С.И.; рук. Маршалов Е.Д. Анализ способов измерения расхода технологических сред .....</i>	<i>34</i>
<i>Готовкина Е.Е.; рук. Голубев А.В. Исследование возможности реализации систем АСАРБ на современных ПТК .....</i>	<i>38</i>
<i>Колесов И.А., Добров А.В.; рук. Никоноров А.Н. Разработка интерактивных иллюстративных материалов по курсу «Теория автоматического управления» ...</i>	<i>41</i>
<i>Колесов И.А., Добров А.В.; рук. Никоноров А.Н. Разработка проекта развития стенда ПТК «Квинт» .....</i>	<i>43</i>
<i>Скурихина А.П.; рук. Голубев А.В. Исследование системы автоматизированного пуска паровой турбины Т-250/300-240.....</i>	<i>46</i>
<i>Ахмедьянов А.Ф.; рук. Муравьев И.К. Модернизация системы стабилизации уровня в барабане котла-утилизатора энергоблока ПГУ .....</i>	<i>49</i>
<i>Лебедев К.С.; рук. Маршалов Е.Д. Модернизация АСУТП котла-утилизатора энергоблока с парогазовой установкой .....</i>	<i>54</i>

<i>Стрельченко А.В.; рук. Маршалов Е.Д.</i> Разработка лабораторной установки измерения технологических параметров воздушных потоков .....	57
<i>Ахметгалиев Л.Ф., Гибадуллин А.Р., Сабиров Р.Р.; рук. Ахметвалеева Л.В.</i> Исследование таймерных режимов микропроцессорных систем в среде программирования LABVIEW .....	60
<i>Егоренков И.В.; рук. Строев К.Н.</i> Создание и подготовка математических моделей программными средствами для моделирования антенн в программе MMANA-GAL .....	62
<i>Лапето А.В.; рук. Кузьмицкий И.Ф.</i> Особенности синтеза систем управления объектами с запаздыванием .....	66
<i>Литвин Е.А.; рук. Кобринец В.П.</i> Разработка энергоэффективной системы управления процессом сушки древесины в аэродинамической установке .....	70
<i>Лузгин А.В.; рук. Ягодкина Т.В.</i> Применение диаграммы состояний в системе управления гидроагрегатом .....	75
<i>Никерова Е.А.; рук. Амелина М.А.</i> RS-триггер для моделей ШИМ-контроллеров .....	78
<i>Попов Б.Д.; рук. Коломейцева М.Б.</i> Разработка имитационной модели, аппаратных и программных средств для управления импульсным источником напряжения в рамках испытательного стенда силовой электроники .....	80
<i>Рандин Д.Г.; рук. Абакумов А.М.</i> Система управления активной виброзащитой на базе магнитореологического демпфера .....	85
<i>Ртищев Г.В., Баженов А.В., Говоров А.А.; рук. Говоров А.А.</i> Супервизорные системы регулирования .....	89
<i>Сафина Э.А.; рук. Анисимов Д.Н.</i> Разработка алгоритмов управления нелинейными динамическими объектами на примере автономной МигроГЭС .....	92
<i>Сидорова Ю.С.; рук. Скибицкий Н.В.</i> Проектирование, анализ, моделирование и сравнение методов пуска синхронных двигателей .....	96
<i>Фоменкова Е.О.; рук. Амелина М.А.</i> Моделирование ШИМ-контроллера UCC3800 для управления импульсными источниками питания .....	100
<i>Шевлягина С.В.; рук. Полотнов М.М.</i> Разработка подсистемы бюджетного управления водными ресурсами в Аналитической информационной системе МГУП «Мосводоканал» .....	103

### *Секция 27. Информационные технологии в управлении*

<i>Беляков М.Я.; рук. Гвоздева Т.В.</i> Совершенствование информационных технологий организации учебного процесса на базе дистанционных технологий .....	109
<i>Гурбатова В.В.; рук. Баллод Б.А.</i> Обзор и анализ методов сегментации клиентских баз данных .....	113
<i>Гайнутдинов А.Р.; рук. Садыков М.Ф.</i> Лазерный стрелковый тренажер .....	117

<i>Нурғалиева Н.М., Шағалиханов Р.Ф., Герасимов В.Л.; рук. Садыков М.Ф.</i>	
Система создания объемной модели для распознавания лиц .....	118
<i>Кулджоткина М.А.; рук. Елизарова Н.Н.</i>	
Система информационного обеспечения управления запасами сырья на основе 1С: Управление торговлей .....	119
<i>Иванин О.А.; рук. Директор Л.Б.</i>	
Программа для расчета оптимальных режимов работы малых энергетических комплексов .....	124
<i>Мотова В.Э.; рук. Сонин Д.О.</i>	
Разработка методики и инструментальных средств управления запасами .....	127
<i>Кудряшова Ю.В.; рук. Франтасов Д.Н.</i>	
Повышение точности информационных систем расчета потерь электроэнергии .....	131
<i>Сидорова Е.В.; рук. Елизарова Н.Н.</i>	
Оценка финансового состояния банка ..	135
<i>Тихонов В.В.; рук. Баллод Б.А.</i>	
Разработка методики анализа предметной области при построении ИС управления производством .....	137
<i>Григорьева О.В.; рук. Гвоздева Т.В.</i>	
Информационная технология управления и ведения проектной деятельности в рамках проблемно-ориентированной технологии обучения .....	138
<i>Картычев А.А.; рук. Рудаков Н.В.</i>	
Разработка методики формализации знаний при решении общей проблемной ситуации специалистами различного уровня теоретической подготовки .....	143
<i>Розьева А.С.; рук. Белов А.А.</i>	
Разработка методики формирования контента .....	147
<i>Бирюкова Т.М.; рук. Баллод Б.А.</i>	
Разработка системы информационного обеспечения принятия решений по заявкам бюджетных учреждений отделом Управления Федерального Казначейства .....	151
<i>Гладышева Ю.А.; рук. Белов А.А.</i>	
Система поиска знаний при осуществлении инновационно-образовательной деятельности .....	153
<i>Грохотова Д.А.; рук. Елизарова Н.Н.</i>	
Разработка информационной системы в 1С: Предприятие .....	157
<i>Корякова Ю.А.; рук. Баллод Б.А.</i>	
Интеллектуализация подсистемы CRM на предприятии .....	158
<i>Кузнецова А.А.; рук. Белов А.А.</i>	
Методика построения структурированного проблемного пространства в рамках инновационного проектирования .....	162
<i>Феофилова Н.И.; рук. Елизарова Н.Н.</i>	
Реализация метода ABC- XYZ анализа в программе 1С: Управление торговлей .....	165
<i>Беляева С.С.; рук. Сонин Д.О.</i>	
Подсистема управления знаниями в ECM системе .....	169
<i>Паначина Я.В.; рук. Сонин Д.О.</i>	
Системы управления потоками работ .....	171
<i>Николаев М.А., Путилов С.В.; рук. Мурин А.В.</i>	
Особенности построения и функционирования ЛВС кафедры информационных технологий ИГЭУ .....	176
<i>Зайцева Н.Е.; рук. Данилова С.В.</i>	
Особенности разработки системы сбалансированных показателей для машиностроительного предприятия .....	179
<i>Жафяров Р.Ш.; рук. Журавлев А.Ю.</i>	
Аспекты создания рабочей информационной среды .....	183

<i>Романова А.В.; рук. Журавлев А.Ю.</i> Инструмент анализа информатизации региона как процесса стимулирующего экономическое развитие .....	185
<i>Голяков А.С.; рук. Денисов С.Л.</i> Алгоритм формирования транспортного комплекта на основе ИКТ .....	188
<i>Багузова О.В.; рук. Дли М.И.</i> Разработка аппарата нечетких пирамидальных сетей для проведения финансового анализа предприятия .....	194
<i>Панкратьев П.С.; рук. Шакиров В.А.</i> Многокритериальный выбор площадки под строительство ГЭС .....	197
<i>Подобед М.Ю.; рук. Карнович Д.С.</i> Особенности применения комплексных навигационных систем .....	200
<i>Стружков П.В.; рук. Швецов А.Н.</i> Информационные технологии предприятий....	202
<i>Товстыко А.В.; рук. Барашко О.Г.</i> Дополнительные модули в составе ERP-систем.....	206
<i>Фадеев В.А.; рук. Шакиров В.А.</i> Модель последствий строительства ТЭС в изолированном районе .....	208
<i>Будз О.М.; рук. Данилова С.В.</i> Анализ аналитических инструментов управления персоналом на базе современных ИТ .....	212

### *Секция 28. Разработка информационных систем и программ компьютерной графики*

<i>Немчинов А.С.; рук. Косяков С.В.</i> Автоматизация процесса формирования избирательных участков .....	216
<i>Тихомиров А.С.; рук. Гадалов А.Б.</i> Разработка и модернизация генетического алгоритма решения задачи маршрутизации транспорта с временными окнами..	218
<i>Алиев Д.И., Огарков А.А., Смирнова А.П.; рук. Васильков Ю.В.</i> Энергоэффективные технологии обучения .....	219
<i>Громов А.А., Смирнов В.Г.; рук. Алыкова А.Л., Гадалов А.Б.</i> Система обмена данными между конфигурациями 1С через СУБД Microsoft SQL Server.....	221
<i>Ордин И.Ю.; рук. Алыкова А.Л.</i> Разработка системы домашней автоматизации.....	222
<i>Саков А.В.; рук. Пустовалова Н.Н.</i> Автоматизация расчета параметров электротехнических устройств.....	224
<i>Кабанова Д.С.; рук. Кокин В.М., Карпов М.А.</i> Разработка кроссплатформенной системы для интеллектуального анализа и интерактивной визуализации многомерных статистических данных.....	227
<i>Фролов А.А.; рук. Кокин В.М., Карпов М.А.</i> Разработка интерактивных инструментов для работы с трехмерной графикой в веб-браузере на базе облачной платформы Windows Azure.....	232
<i>Закатов А.В., Прокудин А.В.; рук. Косяков С.В.</i> Разработка программы планирования поездок на городском пассажирском транспорте .....	235

<i>Садыков А.М.; рук. Косяков С.В.</i> Метод поддержки принятия решений по размещению промышленных объектов на основе моделей зонирования .....	238
<i>Ефремов М.Ю., Карцев М.С.; рук. Пантелеев Е.Р.</i> Разработка портала научного журнала .....	240
<i>Булатова Е.Е.; рук. Ратманова И.Д.</i> Разработка программного обеспечения автоматизированной системы распределения студентов по базам производственной практики на платформе 1С .....	243
<i>Жаркова А.А.; рук. Кокин В.М.</i> Использование Handshake (рукопожатия) для определения версии протокола HTTP .....	247
<i>Амирбеков А.А.; рук. Косяков С.В.</i> Разработка алгоритмов и программных средств решения задач размещения В ГИС .....	249
<i>Жидовинов К.А.; рук. Косяков С.В.</i> Реализация "облачной" информационной системы для оптимального планирования доставки грузов .....	252
<i>Колотилова М.С.; рук. Пантелеев Е.Р.</i> Система автоматизированного тестирования производительности web-служб на платформе Microsoft .NET .....	254
<i>Шаронова С.А.; рук. Пантелеев Е.Р.</i> Система мониторинга и анализа производительности веб приложений для системы безопасности Wall Builder... ..	257
<i>Гольцова Л.А.; рук. Кокин В.М.</i> Сравнительный анализ Amazon и Azure фреймворка Mapreduce на примере решения задачи Blast .....	261
<i>Бритов И.К.; рук. Пантелеев Е.Р.</i> Разработка модульной архитектуры и расширение функционала информационной системы «Деканат ФЗВО» .....	265

### *Секция 28а. Геометрическое моделирование и графика*

<i>Ванина А.Е.; рук. Волкова М.Ю., Никоноров А.В.</i> Исследование графических методов в реставрации предметов из металла .....	268
<i>Волкова Т.В.; рук. Волкова М.Ю., Никоноров А.В.</i> Исследование фрактальных методов формообразования .....	271
<i>Волкова Т.В.; рук. Егорычева Е.В.</i> Определение границ зоны видимости отраженных в зеркале предметов .....	274
<i>Голякин А.В., Садовский А.С.; рук. Егорычева Е.В.</i> Перспективные изображения при естественном освещении .....	276
<i>Голякин А.В.; рук. Егорычева Е.В.</i> Исследование формы и размеров светового пятна в перспективе .....	278
<i>Дубровина Е.С.; рук. Бойков А.А.</i> 3D-интерфейсы для тренажеров и систем обучения .....	281
<i>Кишкович Е.М.; рук. Волкова М.Ю.</i> Чертеж как этап реконструкции изделий из серебра .....	284
<i>Козоморов Е.П.; рук. Волкова М.Ю.</i> Использование графических методов для реконструкции печатных изделий .....	287
<i>Лобова Е.Е.; рук. Новожилова С.А.</i> Куб основа моделирования .....	290



<i>Ломиногин В.А.; рук. Егорычева Е.В.</i> Параметрическое моделирование деталей с резбовыми поверхностями .....	292
<i>Михайлова А.И.; рук. Волкова М.Ю.</i> Чертеж как элемент исследования при реставрации изделий из серебра .....	294
<i>Осетрова Е.С. Летунова Н.А.; рук. Новожилова С.А.</i> Складчатые поверхности .....	297
<i>Полиектов С.С.; рук. Новожилова С.А.</i> Геометрические модели в нашей жизни .....	299
<i>Поспеловский Е.О.; рук. Ульянов Д.А.</i> Применение программного продукта «AutoCAD» для моделирования чрезвычайной ситуации на объектах с массовым пребыванием людей .....	301
<i>Сомов Д.А.; рук. Бойков А.А.</i> HTML5 в автоматизированных системах обучения .....	302
<i>Степанов А.Ю.; рук. Бойков А.А.</i> 3D-представление чертежей задач начертательной геометрии .....	304
<i>Трунова М.В.; рук. Волкова М.Ю.</i> Графическое представление процесса реконструкции промышленного изделия .....	306
<i>Ульянкин С.В.; рук. Милосердов Е.П.</i> Моделирование зон грозозащиты подстанций .....	309
<i>Черкасов Е.А.; рук. Бойков А.А.</i> Фильтрация пользовательских данных на входе автоматизированной системы .....	314

## *Секция 29. Численные методы и параллельные вычисления*

<i>Гудухина А.А.; рук. Чернышева Л.П.</i> Анализ развития высокопроизводительных вычислительных систем на основе списков ТОП500 ...	316
<i>Корнилов М.А.; рук. Корочкина Е.Е.</i> Аппаратно-программный комплекс моделирования теплового режима электронного оборудования .....	319
<i>Наумов О.С.; рук. Чернышева Л.П.</i> Машинное зрение .....	321
<i>Метлушко А.Н.; рук. Сидоров С.Г.</i> К вопросу о кодировании графической и цифровой информации .....	328
<i>Закурин И.А.; рук. Ясинский Ф.Н., Сидоров С.Г.</i> Решение уравнений Навье-Стокса с помощью платформы NVIDIA CUDA для течения вязкой несжимаемой жидкости в полости .....	329
<i>Мочалов А.С.; рук. Ясинский Ф.Н.</i> Применение ГИС для разработки систем моделирования на примере разработки Системы Моделирования Лесных Пожаров .....	330
<i>Неткачев В.В.; рук. Ясинский Ф.Н.</i> Применение технологии CUDA для численного решения уравнений механики жидкости и газа с помощью неявных схем .....	334

# **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Восьмая международная научно-техническая конференция  
студентов, аспирантов и молодых учёных  
**«ЭНЕРГИЯ-2013»**

## **МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ**

*Печатается в авторской редакции*

Составитель – к.т.н. Маршалов Е.Д.

Компьютерная верстка – Дыдыкина Н.Н.

Подписано в печать 5.04.2013. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub> .

Печать плоская. Усл. печ. л. 20,11. Уч.-изд. л. 22.

Тираж 170 экз. Заказ № 115.

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический  
университет имени В.И. Ленина».

Отпечатано в УИУНЛ ИГЭУ

153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34.