

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

И Э И

ЭНЕРГИЯ-2016

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

**5-7 апреля 2016 г.
г. Иваново**

ТОМ 5

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

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

«ЭНЕРГИЯ-2016»

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

г. Иваново, 5-7 апреля 2016 года

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ТОМ 5

ИВАНОВО

ИГЭУ

2016

УДК 004.9 + 519.6 + 621.3.07

ББК 32.97

М 34

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ // Одиннадцатая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2016»: Материалы конференции. В 6 т. Т. 5 – Иваново: ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», 2016. – 176 с.

ISBN 978-5-00062-158-5

ISBN 978-5-00062-159-2 (Т.5)

Тезисы докладов 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.

Ответственный секретарь: Вольман М.А..

Секретарь: Иванова О.Е.

Координационная группа: Маршалов Е.Д., Шадриков Т.Е., Смирнов Н.Н., Лапатеев Д.А., Ведерникова И.И., Власов А.М., Шадрикова Т.Ю., Ильченко А.Г.

Секция 25. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

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

М.Ю. Кленюшин, студ.;
рук. И.К. Муравьев, ст. преподаватель
(ИГЭУ, г. Иваново)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ТРЕХКОНТУРНОГО КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА

Котлы-утилизаторы (КУ) – важный элемент технологической схемы большинства ПГУ, выполняющий роль утилизатора теплоты выходящих газов энергетической газотурбинной установки (ГТУ). В зависимости от тепловых схем (от количества контуров рабочей среды) используемых в ПГУ с КУ генерируется пар от одного до трех давлений: низкого, среднего, высокого; подогревается вода и конденсат [1-3].

Использование в ПГУ трехконтурного КУ позволяет дополнительно повысить экономичность установки. Применение данных КУ целесообразно в мощных энергетических ГТУ с высокими параметрами выходящих газов ($T > 5800\text{C}$). Увеличение КПД производства электроэнергии в таких ПГУ обеспечивается, прежде всего, количеством пара, генерируемом на уровне низкого давления (НД). При этом именно в паросиловой части энергоблока создается тот добавок в экономичности, который существенно поднимает конкурентноспособность ПГУ в целом [2,4].

Примером ПГУ с трехконтурным КУ типа П-132 является Киришская ГРЭС. КУ П-132 горизонтального профиля, барабанный, 3-х давлений (высокое, среднее и низкое давление) с естественной циркуляцией в испарительных контурах, с промперегревом [5].

Нормальная эксплуатация барабанных парогенераторов может осуществляться только при условии строгого поддержания уровня воды в барабане в некоторых допускаемых пределах [3]. Поэтому первоочередной задачей настоящей работы является разработка математической модели циркуляционного контура КУ, которая позволила бы в дальнейшем проводить исследование влияния режимных факторов на динамические характеристики объекта. В частности исследовать влияние расхода питательной воды на расход пара и на параметры, влияю-

щие на процессы теплообмена и теплопереноса в барабанах КУ, обусловленные их взаимосвязями согласно тепловой схемы.

Разработка математической модели циркуляционного контура КУ

Сложность моделирования процессов заключается в следующем:

1) тепловая схема содержит три контура КУ: низкого, среднего и высокого давлений;

2) точности расчета значения давления пара в секции НД влияет на максимальную мощность паровой турбины (ПТ). При этом абсолютное давление в третьем контуре во всех режимах работы ПГУ должно быть выше атмосферного [2];

3) необходимо определить структурную сложность математической модели (глубину проработки, порядок и количество дифференциальных уравнений).

В рамках выполнения планов по НИРС подготовлен необходимый задел для реализации поставленных задач. В частности:

1) разработана математическая модель циркуляционного контура КУ П-96 Калининградской ТЭЦ-2. Данная модель взята за основу при разработке модели КУ П-132;

2) проведен анализ подсистем автоматического регулирования КУ, в том числе схем регулирования питания барабанных КУ. Полученные результаты могут быть также использованы при последующем синтезе АСР питания барабанов высокого, среднего и низкого давлений.

Выводы

1. Разработана математическая модель циркуляционного контура НД КУ П-132 Киришской ГРЭС с учетом особенности тепловой схемы.

2. Выполнено исследование подсистемы питания КУ П-132 на основе математической модели.

Библиографический список

1. **Теория** и технология систем управления. Многофункциональные АСУТП тепловых электростанций: в 3-х кн. / ФГБОУВПО "ИГЭУ"; под общ. ред. Ю.С. Тверского. – Иваново: Б.и., 2013. Кн. 1: Проблемы и задачи / Ю.С. Тверской [и др.]. – 2013. – 260 с.

2. **Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н.** Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: [учебное пособие для вузов] / Под ред. С.В. Цанева. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 584 с., ил.

3. **Шельгин Б.Л., Мошкарин А.В.** Котлы-утилизаторы парогазовых установок электростанций: учебное пособие; ФГБОУВПО "ИГЭУ". – Иваново: Б.и., 2012. – 284 с: ил.

4. **Основы современной энергетики:** [учебник для вузов]: в 2 т. / под общ. ред. Е.В. Амелистова. – 4-е изд. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. Т. 1: – 2008. – 472 с., ил.

5. **Тепловые электростанции** // информационный ресурс. URL: <http://ccpowerplant.ru/kotel-utilizator-s-3mya-barabanami/> (дата обращения: 14.01.2016).

*Р.А. Вилесов, студ.; Ю.В. Наумов, ст.преподаватель;
рук. Ю.С. Тверской, д.т.н., профессор
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МЕТОДИКА ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АСР В ЗАМКНУТОМ КОНТУРЕ ПУТЕМ АППРОКСИМАЦИИ В ЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ

Параметрическая оптимизация АСР в замкнутом контуре является одной из важнейших задач современной теории автоматического управления. От выбора параметров настроек регулятора зависит устойчивость и живучесть АСР. Поэтому необходимо уделять особое внимание методам оптимизации АСР [1].

Значительная часть классических методик по расчету вектора параметров настроек регулятора основана на поиске оптимальных по интегральному критерию качества значений параметров при заданных ограничениях на степень колебательности АСР. Широкое распространение получило модальное управление, относящееся к корневым методам синтеза линейных АСР, которое предполагает построение желаемого характеристического полинома, исходя из требуемого расположения его корней в плоскости комплексного параметра [2]. Практика применения модального управления предполагает использование стандартных полиномов, распределение корней в которых удовлетворяет инженерным требованиям качества переходных процессов. Это накладывает определенные ограничения на структуру синтезируемого регулятора, что затрудняет применение методики для классических законов регулирования.

В докладе рассматриваются теоретические и практические аспекты разработки методического обеспечения задачи параметрической оптимизации АСР в замкнутом контуре путем аппроксимации частотных характеристик при варьируемых параметрах линейных законов регулирования.

Оптимизация системы в замкнутом контуре является важным этапом настройки параметров регулятора. Оптимизация АСР проводится при соблюдении следующих начальных условий:

- выполнен структурный синтез АСР (выбрана структура АСР и тип регулятора);
- определена линейная модель объекта управления в виде передаточной функции;
- задан критерий оптимальности АСР и др.

Суть разработанного метода заключается в том, чтобы привести автоматическую систему регулирования к некоторому оптимальному состоянию, которое определяется априори, эвристическим путем на основе заданных переходных процессов в контуре управления.

Данный критерий позволяет получить некоторую желаемую передаточную функцию АСР в замкнутом контуре, которая несет в себе строгие ограничения на показатели качества системы (время регулирования, степень затухания, перерегулирование, интегральные показатели и др.). Такая передаточная функция определяется по эталонному заданному переходному процессу, путем применения методик идентификации.

Методика расчета состоит из следующих этапов:

- 1) построение КЧХ желаемой передаточной функции;
- 2) построение функции невязки, зависящей от множества параметров настройки регулятора (функция невязки представлена в виде суммы квадратов отклонений мнимой и действительной части КЧХ АСР в целом и КЧХ эталонного процесса);
- 3) поиск безусловного минимума отклонения КЧХ АСР в целом (при искомым параметрах настройки регулятора) от КЧХ желаемой передаточной функции.

Для поиска безусловного минимума используется глобально сходящийся метод Ньютона [3].

На основе изложенного метода разработано алгоритмическое и программное обеспечение, реализующее расчет вектора параметров настройки регулятора методом частотной аппроксимации. Описанный метод рассматривается в докладе на примере решения практической задачи параметрической оптимизации АСР разрежения в котельном агрегате.

Библиографический список

1. **Тверской, Ю.С.** Методы интервальной оценки частотных характеристик и робастной настройки систем управления. / Ю.С. Тверской, С.А. Таламанов, Н.А. Агафонова // Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.С. Тверского; ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина». – Иваново, 2010. – 219 с.
2. **Методы** классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т.3: Синтез регуляторов системы автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егулова. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 616 с.; ил.
3. **Бахвалов, Н.С.** Численные методы. / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.Г. Кобельков — 8-е изд.. — М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2000.

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

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОЙ НАГРУЗКОЙ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА ПТВМ-120

Основной задачей современной теплоэнергетики является повышение надежности, экономичности и маневренности действующего оборудования. Решение этой задачи возможно с помощью проведения экспериментальных исследований. Испытания на реальном оборудовании весьма сложны, трудоемки, экономически невыгодны и опасны, так как они приводят к нарушению нормальных режимов работы объекта. Поэтому целесообразным является использование моделей технологических объектов управления [1].

Моделирование таких объектов позволяет осуществлять разработку и отладку систем автоматического управления за счет адекватного отображения процессов, протекающих в реальных объектах [2]. Как правило, реализация систем автоматического управления происходит на линеаризованной модели объекта, хотя она в общем случае представляет собой систему нелинейных дифференциальных уравнений. Учитывая данное обстоятельство, а также действие различных факторов неопределенности, более эффективными представляются нечеткие регуляторы, обеспечивающие приемлемую точность управления и инвариантность к определенным типам возмущений. Применение таких регуляторов повышает степень интеллектуальности САУ и расширяет спектр решаемых ей функциональных задач [3].

В большинстве случаев при настройке регуляторов на реальных объектах параметры регулирования остаются неизменными. При различных внешних (смена нагрузки, смена вида топлива), а также случайных возмущениях необходимо заново производить их настройку. Применение алгоритмов с корректировкой параметров позволяет учесть внешние воздействия с сохранением оптимального режима работы. В данной работе рассматриваются особенности применения нечеткого алгоритма в регулировании тепловой нагрузки водогрейного котла.

Также для обеспечения автоматизированного контроля, управления и пуска оборудования водогрейного котла в данной работе рассматриваются алгоритмы функционально-группового управления (ФГУ). Алгоритмы ФГУ являются последовательностью шагов, на каждом из которых по заданным условиям выполняются заданные технологические

операции (включение и отключение электродвигателей, закрытие и открытие арматуры, включение и отключение регуляторов, контроль исполнения команд и сигнализация).

В проектный перечень алгоритмов ФГУ водогрейного котла входят:

- логический автомат вентиляции топки;
- логический автомат опрессовки газового блока БГ-10;
- логический автомат розжига растопочной горелки.

Для полностью автоматизированного пуска водогрейного котла были изменены существующие алгоритмы ФГУ и разработаны дополнительные:

- логический автомат вентиляции топки;
- логический автомат подготовки к розжигу;
- логический автомат опрессовки газового блока БГ-10;
- логический автомат розжига ЗЗУ растопочной горелки;
- логический автомат розжига растопочной горелки;
- логический автомат отключения растопочной горелки.



Рис. 1. Фрагмент алгоритма ФГУ вентиляции топки

Основной целью данной работы является создание и ввод в работу нечеткого регулятора, модернизированных и новых алгоритмов ФГУ на модели водогрейного котла ПТВМ-120, а также последующая реализация данных алгоритмов на оборудовании Нижнетуринской ГРЭС.

Библиографический список

1. **Теория** и технология систем управления. Многофункциональные АСУТП тепловых электростанций. В 3-х кн. Кн. 1. Проблемы и задачи / Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.С. Тверского; ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2013. – 256 с.
2. **Тверской, Ю.С.** Особенности реализации имитационных моделей непрерывных технологических объектов в составе АСУТП тепловых электростанций / Ю.С. Тверской, С.А. Таламанов, А.Н. Никоноров // Идентификация систем и задачи управления (SICPRO '04). М.: Институт проблем управления, 2004. – С. 660-672.
3. **Искусственный** интеллект и интеллектуальные системы управления / И.М. Макаров, В.М. Лохин, С.В. Манько, М.П. Романов. М.: Наука, 2006.

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

РАЗРАБОТКА ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ АЛГОРИТМОВ ШАГОВЫХ ПРОГРАММ

В процессе пуска энергоблока осуществляются дискретное изменение состояния и пусковое регулирование большого числа параметров. Формализацию процесса пуска, как правило, можно рассматривать как перевод команд оператора, предусмотренных инструкцией по эксплуатации в последовательность этапов и шагов, которая задается системой логического управления [1].

При этом формализация сложных алгоритмов на действующем оборудовании связана с многочисленными испытаниями и рисками, что затрудняет внедрение задач автоматизированного управления [2]. Поэтому для разработки программы автоматизированного пуска котла целесообразно на стадии функционального проектирования применять тренажерный комплекс, например, тренажер энергоблока 250 МВт ТЭЦ-25 ОАО «Мосэнерго» [3, 4].

Проблема построения иерархической структуры шаговых программ заключается в том, что, во-первых, не все шаговые программы автоматизированы, часть из них ручные, а во-вторых, инструкции по эксплуатации недостаточно протестированы, так как изначально не были рассчитаны на автоматический пуск.

В связи с этим актуальной задачей является разработка и внедрение логики шаговых программ, реализованных в автоматизированных системах управления технологическим процессом, при автоматизации пусковых режимов, что позволит снизить влияние человеческого фактора и повысить эффективность пусковых операций.

Иерархическая структура алгоритмов шаговых программ представлена на рис. 1. Шаговая программа общего управления пуском котла с помощью логических операций производит запуск шаговых программ нижележащего уровня.

В составе иерархической структуры часть шаговых программ, таких как пуск ПЭН, вентиляция топки, пуск дымососов, дутьевых вентиляторов, переход с ПЭН на ПТН реализованы в реальной АСУТП и уже реализована в составе тренажерного комплекса. Дополнительно необходима проработка недостающих шаговых программ, таких как пуск конденсатного тракта, опрессовка и продувка, розжиг горелок, которые еще не были автоматизированы.



Рис. 1. Иерархическая структура алгоритмов шаговых программ

Каждая шаговая программа состоит из трех подсистем:

- 1) автоматизации контроля состояния оборудования;
- 2) автоматизации непрерывного управления - пусковые автоматические системы регулирования;
- 3) автоматизации дискретного (логического) управления.

Особое внимание следует уделить системе прогрева паропроводов котла на участке до встроенной задвижки, так как скорость прогрева паропроводов является одним из ключевых параметров в процессе пуска. В подсистеме автоматизации контроля состояния оборудования реализована технологическая сигнализация скорости прогрева паропроводов на участке до встроенной задвижки. В части автоматизации непрерывного управления разработаны пусковой регулятор давления во встроенных сепараторах и регулятор скорости прогрева паропроводов на участке до встроенной задвижки. В автоматизации дискретного (логического) управления разработана и реализована в тренажерном комплексе шаговая программа управления пуском котла.

Библиографический список

1. **Иванов В.А.** Регулирование энергоблоков / В.А. Иванов. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. – 311 с., ил.
2. **Голубев А.В.** Особенности отладки и испытаний алгоритмов автоматического управления нестационарными режимами работы энергоблоков // Вестник ИГЭУ. – 2010. – № 4. – С. 69 – 71.
3. **Тверской Ю.С., Таламанов С.А.** Опыт создания и перспективы развития полигонов полномасштабных АСУТП энергоблоков тепловых электростанций // Вестник ИГЭУ, 2002. № 1. С. 101-107.
4. **Голубев А.В., Егорова К.О.** Исследование реализации систем автоматизированного пуска котлоагрегата [Электронный ресурс] / Голубев А.В., Егорова К.О. // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2015. – № 4. – Режим доступа: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2015/11/2015-№4-Голубев.pdf>

*В.Е. Еришов, студ.;
рук. Ю.В. Наумов, ст. преподаватель
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ЧАСТОТНЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРЫ ПАРА ЗА БРОУ

Существует множество различных методов настройки автоматических систем регулирования: точные и приближенные, аналитические и инженерные, поисковые и беспойсковые, методы, предназначенные для использования на действующем объекте или в лабораторных условиях и т.д. Каждый из методов имеет как преимущества, так и недостатки. Поэтому задача развития методов параметрического синтеза систем автоматического регулирования промышленных объектов остается актуальной [1].

Большое распространение получили классические методы параметрической оптимизации, основанные на минимизации критерия качества при ограничениях на заданный запас устойчивости замкнутой системы по корневому или частотному показателю колебательности [2]. Однако данные методы имеют ряд существенных недостатков. С их помощью сложно получить процессы аperiodического характера. Оптимизацию можно вести только по линейному или квадратичному интегральному критерию. Практически невозможно учесть ограничения на время регулирования в замкнутой системе. Метод синтеза не формализован для произвольных алгоритмов управления, более сложных, чем ПИД-закон регулирования.

В данной работе рассматривается задача параметрического синтеза автоматической системы регулирования (АСР) температурой пара за БРОУ ВД Калининградской ТЭЦ-2, основанного на аппроксимации комплексно-частотной характеристики (КЧХ) оптимального алгоритма управления по математической модели объекта управления (ОУ) $W_0(j \cdot \omega)$ и оценке КЧХ оптимальной системы $W^{opt}(j \cdot \omega)$.

В ходе работы была разработана модель БРОУ ВД Калининградской ТЭЦ-2 блока №1 в среде имитационного моделирования VisSim. Проведенные на модели эксперименты с нанесением ступенчатого возмущения по каналу задания $G_{ТВ} - T_K$ ($\Delta = 10\%$) и последующая обработка результатов в программном комплексе ТЕМП позволила определить линейную модель ОУ в виде передаточной функции:

$$W_0(p) = \frac{12.86}{7.41 \cdot p^2 + 8.04 \cdot p + 1}$$

С помощью классической методики максимума амплитудно-частотной характеристики были получены настройки ПИ-регулятора $k_p = 0.704$, $T_u = 7$, обеспечивающие степень затухания переходного процесса $\psi = 0.95$ и минимум интегрального квадратичного критерия.

Далее проверялась работоспособность методики частотного синтеза, для чего за оптимальный был принят переходный процессполученной замкнутой системы (рис. 1).

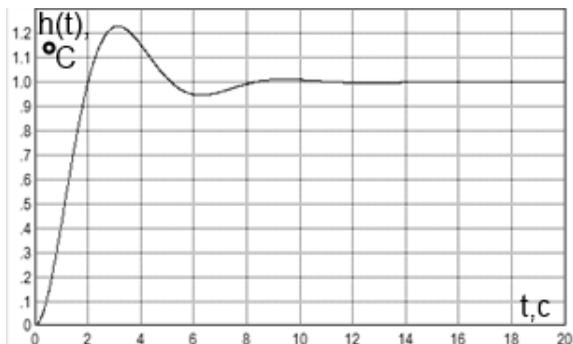


Рис.1. Желаемый переходный процесс

Зная вид желаемой оптимальной КЧХ, КЧХ объекта и ПИ-регулятора, была решена задача поиска оптимальных настроек с помощью метода наименьших квадратов [3]:

$$Q(C) = \sum_{i=0}^n \left(\left(\operatorname{Re}(W^{onm}(j \cdot \omega_i)) + \operatorname{Re}(W^{cum}(j \cdot \omega_i)) \right)^2 + \left(\operatorname{Im}(W^{onm}(j \cdot \omega_i)) + \operatorname{Im}(W^{cum}(j \cdot \omega_i)) \right)^2 \right) \rightarrow \min$$

В результате получены значения настроек регулятора $k_p = 0.703$, $T_u = 7.011$, на основании чего можно сделать вывод о применимости методики.

Библиографический список

1. **Теория и технология** систем управления. Многофункциональные АСУТП тепловых электростанций. В 3-х кн. Кн. 2. Проектирование / Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.С. Тверского; ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина». – Иваново, 2013. – Кн. 2 – 436 с.

2. **Ротач, В.Я.** Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами / В.Я. Ротач. – М.: Изд-во МЭИ, 2004. – 400 с.

3. **Агафонова, Н.А.** Аппроксимация характеристик регулирующих органов нелинейными по параметрам моделями / Н.А. Агафонова, Е.Д. Маршалов, Ю.В. Наумов // Вестник ИГЭУ. – 2007. – №4. – С. 65-69.

*Е.Д. Козлова, студ.;
рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АККУМУЛЯЦИЕЙ ЭНЕРГИИ ВЕТРЯНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

В последнее время многие страны расширяют использование ветроэнергетических установок. Главным недостатком использования энергии ветра является ее нестабильность, поэтому при эксплуатации и наладке современных ветряных электростанций (ВЭС) важное место занимает процесс управления аккумуляцией электроэнергии.

Строительство ветроэлектростанций на данный момент является перспективным направлением развития энергетики в связи с минимальными начальными инвестициями, низким уровнем сложности автоматизации, простотой эксплуатации, практически полным отсутствием человеческого фактора в процессе управления, а так же топливно-независимостью. На практике интеграция данного типа электростанций в единую энергетическую сеть является сложной задачей, причиной чего является неравномерное распределение скоростей ветра в течение рабочего периода ВЭС. В свою очередь это приводит к невозможности соответствовать диспетчерскому графику нагрузки. Другими словами можно сказать, что основная цель строительства электростанций применительно к ВЭС недостижима.

Однако если осуществлять аккумуляцию энергии, появится возможность работы ВЭС наравне с традиционными тепловыми и атомными электростанциями. Поэтому задача исследования управления аккумуляцией энергии на ВЭС является актуальной и востребованной.

Целью работы является исследование различных способов управления аккумуляцией электрической энергии на ветряных электростанциях.

Системы аккумулирования электроэнергии представляют собой устройства для аккумуляции излишков энергии, производимой станцией, и которые предусматривают последующее их использование в случае, если это необходимо для работы в соответствии с диспетчерским графиком, формируемым текущими нуждами конечного потребителя энергии.

Обобщенная схема включения аккумулирующей системы в электрогенерирующую сеть представлена на рис.1.

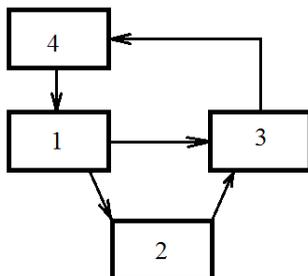


Рис.1. Схема включения аккумуляторной системы в электросеть:
1 – ВЭС; 2 – аккумуляторная система; 3 – потребитель; 4 – диспетчерский пункт.

В соответствии с формой используемой энергии системы аккумулирования электроэнергии подразделяют на механические, электрохимические, химические, электрические и тепловые [1, 2].

В работе были исследованы особенности управления различными типами систем аккумулирования энергии ВЭС. Для этого была разработана математическая и имитационная модели ветроустановки [3], отвечающие требованиям необходимого объема автоматизации [4], а также имитационные модели систем аккумулирования энергии. Полученные модели были объединены путем введения перекрестных связей и добавления контура управления системами аккумулирования. Таким образом, были разработаны пять имитационных моделей управления системой аккумуляции в частности и ветроустановкой в целом. Для сопоставления и анализа эффективности каждой из них при фиксированных погодных условиях работы ветроустановки были получены переходные процессы выходной электрической мощности систем. Соответствие систем предъявляемым требованиям качества работы определялось путем сравнения выходной нагрузки системы с диспетчерский графиком.

Библиографический список

1. White Paper. Geneva: International Electrotechnical Commission, 2011. 78 с.
2. Бут Д.А., Алиевский Б.Л., Мизюрин С.Р., Васюкевич П.В. Накопители энергии: Учебное пособие для вузов. Под ред. Д.А. Бута. М.: Энергоатомиздат, 1991. 400с.
3. Тверской Ю.С., Никоноров А.Н., Пронин Д.А. Прикладное обеспечение полигонов АСУТП электростанций. Под ред. Тверского Ю.С. Иваново: ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», 2012. 174с.
4. ГОСТ Р 51991-2002. Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Общие технические требования. Введ. 2003-07-01. Москва: Изд-во стандартов, 2003. – 8с.

*И.А. Колесов, К.О. Егорова, студ.;
рук. Ю.С. Тверской, д.т.н., профессор, А.В. Голубев, к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТРЕНАЖЕРОВ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Проектирование энергетических объектов является сложной и трудоемкой задачей. Поэтому использование тренажеров тепломеханического оборудования не только для подготовки персонала, но и для решения задач на этапах функционального проектирования прикладного программного обеспечения АСУТП являются современным инструментом новой технологии[1].

Анализ развития компьютерных тренажеров показывает [2], что первое поколение – это полунатурные тренажеры были копией рабочего места оператора с моделью объекта, реализованной на базе аналоговых, а затем компьютерных средств. Далее в тренажерах объект был полностью заменен компьютерной моделью. Современным этапом развития стали многоцелевые полигоны, в них подсистема управления строится на основе базового ПТК АСУТП, а модель объекта «погружается» в среду ПТК[3].

В многоцелевых полигонах появилась возможность использовать модель объекта управления для реализации нового подхода в проектировании АСУТП технологических объектов [4]. Тренажеры, в основном, используются для тренировки и обучения персонала уже после запуска объекта, их роль в этом процессе нельзя недооценивать. Однако, сегодня мы можем использовать тренажеры уже на этапе проектирования АСУТП для отладки и настройки алгоритмов управления. В рамках данной работы ставится задача интегрировать процесс проектирования и разработки прикладного программного обеспечения АСУТП с моделью технологического объекта управления.

Моделирование объекта управления при проектировании прикладного программного обеспечения АСУТП либо не применяется, либо создаются полномасштабные тренажеры объекта управления. В первом случае отладка АСУТП происходит на реальном объекте, во втором – на базе тренажера, но для каждого нового объекта необходимо создавать свой уникальный тренажер, разработка которого требует

значительных затрат. При этом ситуация усугубляется тем, что фирмам-разработчикам прикладного программного обеспечения АСУТП приходится создавать проекты для множества разных технологических объектов. Создание полномасштабных моделей для каждого из объектов является экономически не целесообразным.

Поэтому одним из способов решения является создание гибких и масштабируемых имитационных моделей технологического оборудования. Этого можно достичь путем разделения модели на независимые блоки, отвечающие за определенные технологические участки. Имея библиотеку таких блоков можно смоделировать большое разнообразие объектов.

Для повышения эффективности процесса проектирования необходимо на каждом из этапов проектирования иметь возможность тестирования технических решений и программного обеспечения на соответствие предъявляемым требованиям. Для этих задач можно использовать моделирование технологических процессов и объектов, причем самым эффективным способом является совместное использование моделей с применением реального оборудования АСУТП – контроллеров и исполнительных механизмов[3].

С каждым годом информационные технологии предоставляют все больше возможностей по разработке и использованию имитационных моделей сложных объектов. Это позволяет разрабатывать модели, которые могут быть использованы для проектирования и наладки АСУТП, а затем, для обучения персонала. Считаю, что предлагаемый подход позволит повысить качество проекта АСУТП и даже сократить стоимость его разработки.

Библиографический список

1. **Теория** и технология систем управления. Многофункциональные АСУТП тепловых электростанций. В 3-х кн. Кн. 3. Моделирование / Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.С. Тверского; ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2013. – 208 с.
2. **Тверской Ю.С.**, Никоноров А.Н. Направления развития тренажеростроения в энергетике // Тез. докл. IV Рос. науч.-практ. конф. «Повышение эффективности теплоэнергетического оборудования» / Под ред. А.В. Мошкарин. – Иваново: Изд. ИГЭУ, 2005. – С. 195-197.
3. **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.
4. **Голубев А.В.**, Егорова К.О. Исследование реализации систем автоматизированного пуска котлоагрегата [Электронный ресурс] / Голубев А.В., Егорова К.О. // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2015. – № 4. – Режим доступа: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2015/11/2015-№4-Голубев.pdf>

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЕЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ИГЭУ

Современные АСУТП электростанций представляют собой наиболее динамично развивающиеся системы, это объективно обусловлено стремительным прогрессом в области информационных технологий и аппаратно-технических средств управления (иерархические сетевые структуры ПТК, контроллеры, серверы и расчетные станции, технологии сетевой передачи данных и т.д.) [1].

Поэтому студенты, обучающиеся, по направлению «Управление и информатика в технических системах» должны в том числе иметь знания и умения по информационным сетям и телекоммуникациям. При изучении данного предмета возникает необходимость производить расчеты и проектирование информационных сетей и отдельных блоков, выбирать стандартные средства для проектирования сетей в соответствии с техническим заданием; готовностью осуществлять проверку технического состояния оборудования сетей, производить его профилактический контроль и ремонт с заменой модулей.

Анализируя современные средства моделирования информационных сетей наиболее подходящим для выше изложенных целей подходит программа Boson NetSim. Boson NetSim – программное обеспечение, которое моделирует работу сетевого оборудования Cisco, и разработано, чтобы помочь пользователю в изучении Cisco IOS.

Большинство других программных продуктов, эмулируя поведение системы в заранее подготовленных лабораторных работах, фактически не могут отображать ситуаций, которые действительно могут случиться в информационной сети. В отличие от них, NetSim использует технологии, специально разработанные компанией Boson, которые позволяют обойти этот недостаток и моделировать истинное поведение сети. Эти технологии позволят многим пользователям Boson NetSim выйти далеко за рамки выдуманных лабораторных работ, и лучше понять принципы функционирования сетевого оборудования Cisco IOS.

Расширенные возможности в комплекте с Boson NetSim[2]: поддерживает 42 маршрутизатора, 7 коммутаторов и 3 других устройства; имитирует сетевой трафик с виртуальной пакетной технологией; обес-

печивает режим Telnet или консольный режим; поддержка до 200 устройств на одной топологии сети; позволяет создавать моделируемые сети с конструктором сети Boson и др.

Для практического применения в курсе "Информационные сети и телекоммуникации" было проведено моделирование одной из топологий информационной сети. Целью работы является обучение проектирования и управление цельной локальной вычислительной сетью (на пример, рис.).

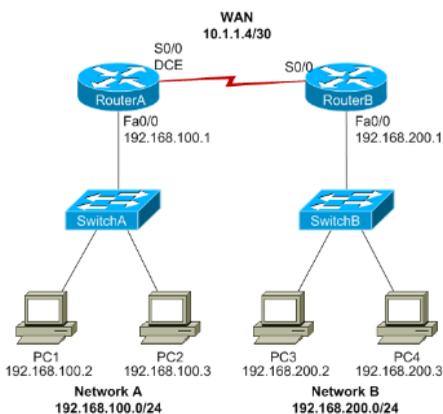
В ходе выполнения данной работы было выполнено моделирование информационной сети, настройка отдельных устройств и сети в целом, диагностирование состояния работы сети. При разработке внимание уделялось настройке роутеров их IP-адресов и масок подсети, настройки коммутаторов и рабочих станций локальной вычислительной сети. Для возможности получения связи из одной подсети в другую была произведена настройка протокола маршрутизации EIGRP на роутерах, объявлены сети связанные с конкретным роутером. С помощью команды ping проведена диагностика и проверка работоспособности сети.

Данный подход к обучению, с использованием виртуальных аппаратных средств вычислительных сетей, позволяет получить полное представление и новые практические навыки по работе с сетевыми устройствами, начиная от обычных управляемых коммутаторов и заканчивая маршрутизаторами 7-го поколения. В дальнейшем данную среду моделирования информационных сетей можно полностью интегрировать в процесс обучения, построив взаимосвязанный цикл лабораторных с изучением локальных вычислительных сетей любого информационного масштаба.

Библиографический список

1. Голубев А.В., Никоноров А.Н., Тверской Ю.С. Полигон АСУТП электростанций» — эффективное средство подготовки специалистов и тестирования сложных систем управления (статья). Теплоэнергетика.-2011.– №10.–С.70-75.

2. Cisco Network Simulator [Электронный ресурс] : офиц. сайт. URL: <http://www.boson.com/netsim-cisco-network-simulator> .



*Д.С. Кузнецов, студ.;
рук. А.Н. Никоноров, к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г.Иваново)*

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Теория автоматического управления является достаточно сложной для восприятия дисциплиной. Существенную помощь в ее изучении способны оказать специализированные программные средства, позволяющие на практике отработать основные принципы автоматического управления технологическими объектами.

Целью работы является создание учебно-методического комплекса, позволяющего решать следующие задачи: ввод и редактирование моделей динамических систем; анализ корневых, временных и частотных характеристик системы; исследование влияния вариаций параметров модели на свойства системы; расчет показателей качества автоматического регулирования.

Программное средство разработано на языке программирования Delphi. В учебно-методическом комплексе представление моделей осуществляется в форме блок-схемы (структурной схемы) с произвольной организацией. Операторами блоков являются передаточные функции элементов динамической системы.

Основными особенностями учебно-методического комплекса являются:

- оформление приложением WINDOWS с соблюдением стандартов среды;
- многодокументный интерфейс с одновременным отображением моделей в различных формах представления;
- возможность расчета в интерактивном режиме сложных моделей высокой размерности;
- дружелюбный интерфейс и минимальное время на освоение программы.

Разработанный учебно-методический комплекс ориентирован на использование в учебном процессе при проведении практических занятий по изучению теории автоматического управления. Также приложение может использоваться в задачах разработки и исследования современных систем управления технологическими объектами.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ ПАРА В БАРАБАНЕ-СЕПАРАТОРЕ ЭНЕРГОБЛОКА АЭС

Тепловые и атомные электрические станции обеспечивают в настоящее время основную генерацию электрической и тепловой энергии. Поэтому решение проблем автоматизации энергетических объектов и управления ими является неотъемлемым решающим фактором безопасной, надежной и эффективной их эксплуатации.

В рамках работы выполнено исследование одной из частей АСУТП энергоблока Смоленской АЭС – локальной системы управления давлением пара в барабане-сепараторе реактора РБМК-1000.

В работе рассмотрены особенности АЭС как объекта управления, выполнен анализ тепловой схемы и разработана PI-диаграмма. В результате анализа технологических особенностей объекта управления составлено техническое задание и сформулированы технологические задачи управления.

Работа включает в себя анализ технических решений системы регулирования давления пара в барабане-сепараторе реактора РБМК-1000. Базовое техническое решение выполнено по одноимпульсной схеме регулирования. В рассматриваемом регуляторе инерционность объекта мала и требуется высокое качество регулирования, поэтому на вход регулятора подают сигнал, учитывающий скорость изменения регулируемой величины, для чего используется дифференциатор. Данное техническое решение реализовано филиалом ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Смоленская атомная станция».

Экспериментальный переходный процесс давления пара в барабане-сепараторе реактора РБМК-1000 получен при использовании отраслевого проекта «Математическая модель динамики реактора РБМК-1000», разработанного в программном комплексе «Моделирование в технических устройствах» (МВТУ) в МГТУ им. Н.Э. Баумана на кафедре «Ядерные реакторы и установки». Найдены оптимальные параметры настройки регулятора и дифференциатора.

Расчет параметров настройки регулятора давления пара в барабане-сепараторе реактора РБМК-1000 выполнен при помощи трех методов: ВТИ, трехшаговой методики настройки и средствами ПМК «ТЕМП System». В ходе сравнения полученных показателей качества можно

сказать, что параметры настройки, полученные по формулам ВТИ корректны и приемлемы, но с помощью трехшаговой методики настройки удалось улучшить качество регулирования. Параметры настройки, полученные средствами ПМК «ТЕМП System» незначительно отличаются от настроек, при помощи трехшаговой методики, однако именно они дают наилучшее качество регулирования.

Выполнен сравнительный анализ базового и альтернативного технического решения системы регулирования давления пара в барабане-сепараторе реактора РБМК-1000 в схемах как с идеальным, так и с реальным регулятором.

Анализируя все полученные показатели качества, можно сделать вывод, что альтернативное техническое решение, реализованное филиалом ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Смоленская атомная станция» как для идеального, так и для реального импульсного регулятора дает более высокое качество регулирования, по сравнению с базовым техническим решением, тем самым можно сказать, что альтернативное техническое решение является достаточно актуальным для регулирования давления пара в барабане-сепараторе реактора РБМК-1000.

На примере базового технического решения было проведено исследование влияния разрядности и чувствительности аналого-цифрового преобразователя на работу АСР для схем как с идеальным, так и реальным регулятором. Установлено, что чувствительность с повышением разрядности АЦП улучшается. Исходя из полученных переходных процессов давления пара в барабане-сепараторе, можно сделать вывод о том, что с повышением разрядности график переходного процесса с учетом погрешности датчика приближается к переходному процессу в схеме с идеальным регулятором. При сравнении переходных процессов для датчика с верхним пределом измерения 100 кгс/см^2 и 160 кгс/см^2 , можно сказать, что для данной системы верхний предел в 160 кгс/см^2 для датчика давления сильно завышен. Следовательно, разрядность аналого-цифрового преобразователя 16 бит и верхний предел измерения датчика давления 100 кгс/см^2 являются оптимальными.

Библиографический список

1. **Тверской Ю.С.** Локальные системы управления. Учебно-методическое пособие. Иваново: ИГЭУ, 2011. – 128 с.
2. **Баклушин Р.П.** Эксплуатация АЭС. Учебное пособие. Москва: НИЯУ МИФИ, 2011. – 304 с.
3. **Пупков К.А., Егунов Н.Д.** Методы классической и современной теории автоматического управления. Том 2. Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления. Учебник в трех томах. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000.
4. **Демченко В.А.** Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС. Одесса: Астропринт, 2001.

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

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ПОЛИГОНОВ АСУТП ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Полигоны АСУТП электростанций – это многоцелевые программно-технические средства, позволяющие решать три класса задач [1]:

- учебные – в качестве тренажерного комплекса для подготовки специалистов, участвующих в процессе создания и эксплуатации АСУТП тепловых электростанций;
- практические – в качестве испытательного стенда для проверки правильности функционирования систем управления;
- научные – в качестве экспериментальной установки для совершенствования функций АСУТП.

Для решения указанных задач необходимо создание высокоточных всережимных динамических моделей, имитирующих работу технологического объекта управления. При этом имитационная модель должна функционировать в реальном масштабе времени.

Учебно-исследовательская лаборатория «Полигон АСУТП электростанций» кафедры Систем управления ИГЭУ позволяет создавать АСУТП на базе современного программно-технического комплекса «Квинт». В состав ПТК «Квинт СИ» входит расчетная станция «Мезон», представляющая собой среду имитационного моделирования с широким перечнем алгоблоков [2].

Главным преимуществом реализации имитационных моделей технологических объектов управления в расчетной станции «Мезон» является отсутствие необходимости дальнейшей связи подсистемы модели и подсистемы управления. В этом случае и модель объекта и управляющая система реализуются и функционируют в единой информационной среде ПТК «Квинт СИ» [3].

Среди особенностей моделирования технологических объектов управления в расчетной станции «Мезон» можно выделить возможность расширения библиотеки алгоритмов за счет добавления новых путем подключения библиотек динамической компоновки (DLL), написанных на языке программирования C#, а также возможность запоминания и в последующем восстановления определенного состояния объекта моделирования [4].

Методика моделирования технологических объектов управления для полигонов АСУТП электростанций отработана путем создания

имитационной модели прямоточного котла ТГМП-1202 энергоблока 1200 МВт Костромской ГРЭС (рис. 1).

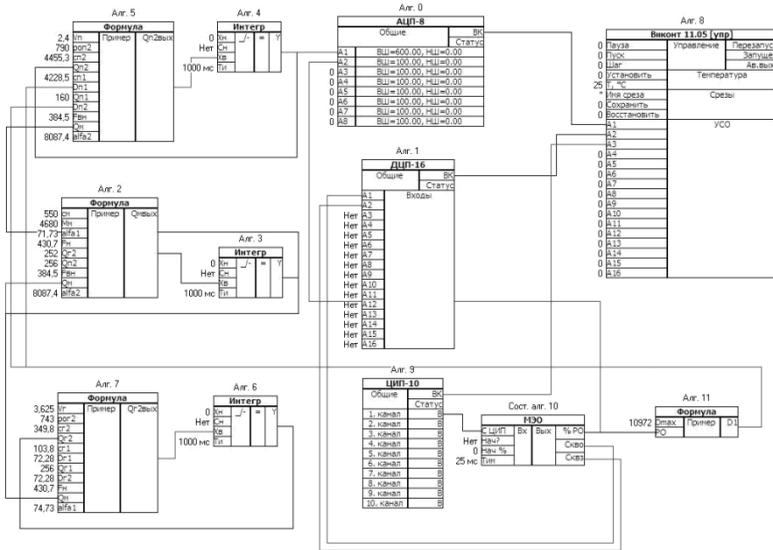


Рис. 1. Фрагмент имитационной модели котла ТГМП-1202, реализованной в расчетной станции «Мезон»

Результаты работы могут быть использованы в учебном процессе, в частности, при выполнении практических работ, связанных с изучением процессов проектирования, наладки и эксплуатации АСУТП энергоблоков электростанций.

Библиографический список

1. **Тверской Ю.С.**, Никоноров А.Н., Пронин Д.А. Прикладное обеспечение полигонов АСУТП электростанций; под ред. Ю.С. Тверского / ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2012. – 174 с.
2. **Квинт СИ.** Программно-технический комплекс для автоматизации производственных процессов: краткие сведения. – М.: ООО «Квинтсистема», 2006. – 52 с.
3. **Теория и технология систем управления.** Многофункциональные АСУТП тепловых электростанций. Кн. 3. Моделирование / Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.С. Тверского / ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2013. – 176 с.
4. **Никоноров А.Н.**, Голубев В.А. Моделирование технологических объектов управления в программно-техническом комплексе «Квинт»: Учеб.-метод. пособие / ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина». – Иваново, 2015. – 68 с.

*С.С. Татарина, студ.;
рук. Е.Д. Маршалов к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-РЕГУЛИРУЮЩЕЙ ПОДСИСТЕМЫ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ

В данной работе был исследован лабораторный стенд измерения технологических параметров воздушных потоков и особенности сопряжения модулей устройств связи с объектом (УСО) с персональным компьютером (ПК).

Стенд служит хорошей материальной и методической базой для изучения принципов метрологических измерений, а также основ автоматического регулирования и управления.

Лабораторный стенд состоит из U-образной вентиляционной трубы, 2-х поворотных заслонок, нагнетателя воздуха (вентилятора), нагревателя. Для измерения технологических параметров используются термометры сопротивления и датчики давления (рис. 1). В составе стенда разработана подсистема сбора информации, состоящая из модулей УСО серии ЭЛЕМЕР-EL-4000. Технологические измерения и дистанционное управление исполнительными устройствами реализованы с помощью модулей аналогового ввода и модулей дискретного ввода-вывода.

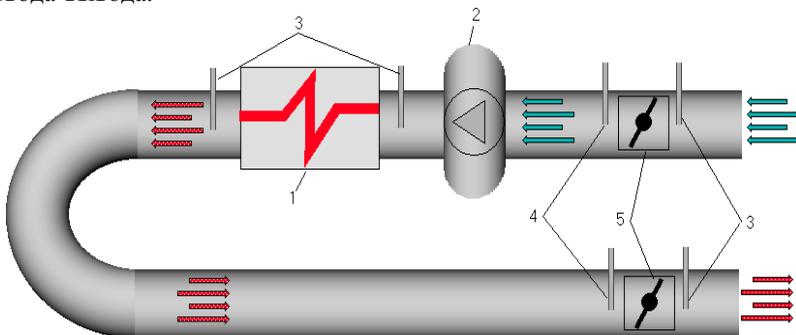


Рис. 1. Схема лабораторного стенда:
1-нагреватель, 2-нагнетатель воздуха, 3- термометры сопротивления,
4- датчики давления, 5- поворотные заслонки.

С помощью вентилятора в трубопровод подается воздух, расход которого может меняться как с помощью изменения числа оборотов,

так и с помощью изменения степени открытия поворотных заслонок. Температура меняется нагревателем. Также разработана PI-диаграмма (рис. 2). На ней схематически изображён стенд, функции и KKS технологических параметров [4].

Для передачи сигналов от модулей УСО на рабочую станцию используется протокол Modbus RTU. Для создания интерфейса использована SCADA система TRACE MODE. TRACE MODE дает решения для управления технологическими процессами в реальном времени [3]. Программный комплекс TRACE MODE позволяет создать операторский интерфейс, реализовать алгоритмы управления в реальном времени и использовать встроенные средства архивирования и логического программирования.

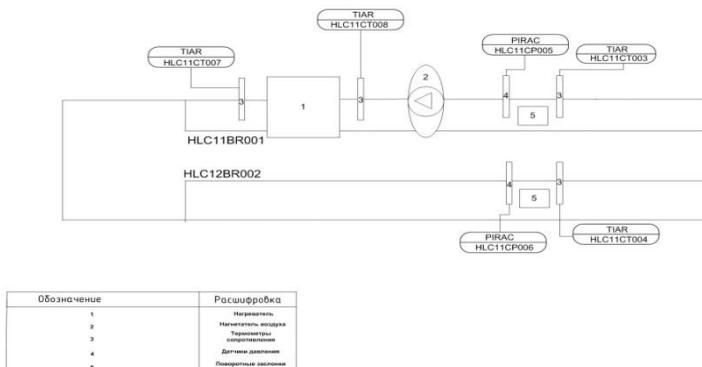


Рис. 2. PI-диаграмма

На данный момент собраны все компоненты стенда, разработана подсистема сбора/обработки информации, реализовано дистанционное управление исполнительными устройствами с рабочей станцией.

Библиографический список

1. **Матросов, Н.М.** Разработка информационно-вычислительной подсистемы сбора и обработки информации // Математическое моделирование и информационные технологии. ЭНЕРГИЯ-2013., ФГБОУВПО "ИГЭУ им. В. И. Ленина". – Иваново.—2013. – Т.5, ч. 1. – С. 25-26.
2. **Федотов, И.А.** Разработка программного обеспечения информационно-регулирующей подсистемы лабораторного стенда на базе TRACE MODE // Математическое моделирование и информационные технологии "ЭНЕРГИЯ-2014". ФГБОУВПО "ИГЭУ им. В. И. Ленина". – Иваново. – 2014. – Т. 5. – С. 44-45.
3. **SCADA-системы для АСУ ТП** [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.adastra.ru/>.
4. **РД 153-34.1-35.144-2002** Рекомендации по применению современной универсальной системы кодирования оборудования и АСУТП ТЭС. Источник: http://www.znaytovar.ru/gost/2/RD_153341351442002_Rekomendaci.html, 2015, 95 с.

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

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЯ В СИСТЕМЕ SIMULINK

Микроклимат помещения характеризуется комплексом параметров, определяющих тепловой режим помещения и газовый состав воздуха в нем. Параметры микроклимата формируются под воздействием на помещение потоков теплоты, влаги и газовых примесей. Перечисленные потоки поступают в помещение через наружные ограждения из наружной среды, через внутренние ограждения из соседних помещений здания и от внутренних источников, действующих в помещении. При взаимодействии с объемом помещения потоки трансформируются и преобразуются, вызывая изменение соответствующих параметров микроклимата [1].

Основное требование к микроклимату помещений – это поддержание условий, благоприятных для проживания находящихся в них людей. Это требование реализуется путем поддержания заданных значений гигиенических параметров микроклимата и воздухообмена. Отклонение параметров от заданных значений должно компенсироваться системами отопления и вентиляции, которые, подают в помещение потоки теплоты, влаги и свежий воздух, нейтрализующие вредные воздействия на микроклимат.

С другой стороны системы отопления и вентиляции зданий должны обеспечивать энергосбережение. Для создания систем отопления и вентиляции зданий, отвечающих как требованиям энергоэффективности, так и поддержания заданных параметров микроклимата, необходима разработка математических моделей микроклимата здания.

Авторами предложена математическая модель микроклимата здания, в основу которой положены уравнения теплового и материального баланса. По мнению авторов, использование математических моделей с распределенными параметрами, для целей управления, в настоящее время не оправдано из-за их высокой вычислительной сложности. Более перспективным подходом, является использование секционных математических моделей с сосредоточенными параметрами, включающих математические модели отдельных частей здания, секций или помещений, складывающихся затем в полную математическую модель всего здания.

Уравнения разработанной математической модели включают:

- уравнения динамики температурного режима здания, с учетом термической массы ограждающих конструкций (стен, окон, пола, потолка);
- уравнения динамики переноса влаги в здании;
- уравнения динамики переноса газа (CO_2).

Используя, за основу, данную математическую модель, авторы разработали компьютерную модель микроклимата в помещении в системе Simulink пакета программ MATLAB. При реализации модели температурного режима помещения были использованы теплотехнические компоненты раздела Thermal библиотеки Simscape. Модели отдельных элементов представлены в виде маскированных подсистем Simulink, что повышает ее наглядность, удобство в работе и позволяет придать моделям более простую, иерархическую структуру.

Система Simulink обладает большими возможностями, как для моделирования систем с переносом тепла, влаги и газовых примесей, так и для моделирования различных возмущений (детерминированных или случайных с различными законами распределения), действующих на систему и отражающих всевозможные штатные или нештатные ситуации, возникающие на практике.

Комбинированные модели переноса тепла и влаги в англоязычной литературе принято называть HAM (Heat, Air and Moisture) моделями [2], а комбинированные модели переноса тепла, влаги и газовых примесей принято называть CHAMPS (Combined Heat, Air, Moisture and Pollutant Simulation) моделями [3]. Для реализации таких моделей разработаны компьютерные программы, наиболее известными из которых являются EnergyPlus, DELPHIN5, IDA-ICE. Однако данные модели и программы используются, в основном, для анализа энергоэффективности при проектировании зданий и непригодны для реализации в системах управления инженерным оборудованием зданий.

Полученная компьютерная модель может быть использована как при проектировании и расчете систем управления микроклиматом зданий, так и для реализации алгоритмов автоматического и оптимального управления микроклиматом здания.

Библиографический список

1. **Кувшинов Ю.Я.**, Самарин О.Д. Основы обеспечения микроклимата зданий: Учеб. для вузов. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2012. - 200 с.
2. **Steskens P.** Modelling of the hygrothermal interactions between the indoor environment and the building envelope. DTU Civil Engineering, Department of Civil Engineering, 2009.
3. **Zhang, J.S.**, Qin M.H. Combined heat, air moisture and pollutant simulations (CHAMPS) for buildings. Building Simulation 4, 2011, pp. 279-282.

Секция 26. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ

Председатель – к.т.н., доцент **Белов А.А.**

Секретарь – доцент **Гвоздева Т.В.**

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛВС КАФЕДРЫ ИТ ИГЭУ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА CISCO PACKET TRACER

На кафедре информационных технологий ИГЭУ развернута достаточно большая локально-вычислительная сеть (ЛВС), состоящая из 44 компьютеров, 3 серверов и 2 сетевых принтеров. Сама сеть представляет собой два локальных сегмента, размещенных на разных этажах здания и объединенных в единую сеть посредством коммутаторов корпоративной сети ИГЭУ.

Важной задачей является исследование сети на кафедре по пропускной способности и надежности функционирования.

Важным инструментом исследования реальной локально-вычислительной сети является математическое имитационное моделирование.

Существует много ПО, позволяющих моделировать локально-вычислительные сети. Например, такие как:

1) NET-Simulator – программа для обучения. Была создана с целью: помочь преподавателям и студентам в изучении компьютерных сетей. Студенты могут смоделировать виртуальную сеть в среде NET-Simulator. Программа поддерживает такие типы устройств как: маршрутизаторы, настольные ПК, переключатели, хабы.

2) NetViz – программа, в которой вы можете построить виртуальную ЛВС абсолютно любой сложности и любой иерархии, представить в 2D или 3D виде, установить логические и физические отношения между элементами сети.

3) GNS3 (Graphical Network Simulator) – это графический симулятор сети, который позволяет смоделировать виртуальную сеть из маршрутизаторов и виртуальных машин. Незаменимый инструмент для обучения и тестов. Работает практически на всех платформах.

4) Cisco Packet Tracer - симулятор сети передачи данных. Позволяет делать работоспособные модели сети, настраивать маршрутизаторы

и коммутаторы, взаимодействовать между несколькими пользователями (через облако). В симуляторе реализованы различные серии маршрутизаторов и коммутаторов Cisco. Беспроводные устройства представлены маршрутизатором, точками доступа и сотовыми вышками. Кроме того есть серверы DHCP, HTTP, TFTP, FTP, DNS и др., рабочие станции, различные модули к компьютерам и маршрутизаторам, IP-фоны, смартфоны, хабы, а так же облако, эмулирующее WAN. Объединять сетевые устройства можно с помощью различных типов кабелей, таких как прямые и обратные патч-корды, оптические и коаксиальные кабели, последовательные кабели и телефонные пары.

В результате анализа целей моделирования ЛВС кафедры был выбран программный комплекс CISCO Packet Tracer, т.к.:

- 1) программа является условно бесплатной;
- 2) интуитивно понятный интерфейс;
- 3) широкие функциональные возможности.

В связи с тем, что программный пакет CISCO Packet Tracer позволяет использовать в процессе моделирования только оборудование CISCO, в процессе моделирования ЛВС кафедры был произведен подбор моделей сетевого оборудования CISCO наиболее схожих с параметрами сетевого оборудования, применяемого на кафедре ИТ ИГЭУ.

В ходе данного исследования была разработана модель локально-вычислительной сети кафедры, проведено ее моделирование с помощью пакета CISCO Packet Tracer. Результаты работы показывают, что ЛВС кафедры ИТ ИГЭУ обладает высокой пропускной способностью и высокой отказоустойчивостью.

Библиографический список

1. **Олифер В.Г.** Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер; 4-е изд. СПб.: Питер, 2010. 944 с.
2. **Кларк К.** Принципы коммутации в локальных сетях Cisco / К. Кларк, К. Гамильтон. М.: Вильямс, 2003. 971 с.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАРКЕТИНГОВЫХ РЕШЕНИЙ CRM

В современной социально-экономической системе рекламная деятельность является разновидностью информационного воздействия, для которой характерно формирование потребностей в основной про-

дукции организации у потенциальных потребителей. Эффективность рекламной деятельности будем определять, как дополнительную прибыль, получаемой при увлечении спроса.

В ходе декомпозиции деятельности рекламного агентства мы выделили функции, одна из этих функций – это рекламная деятельность в сети интернет. В свою очередь эта деятельность охватывает следующие площадки:

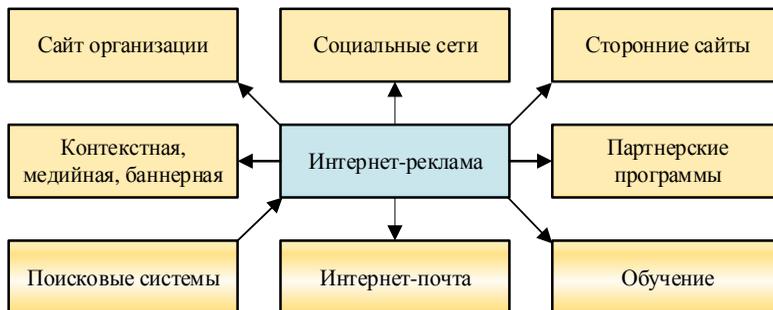


Рис. 1. Площадки для размещения рекламы в сети интернет

В ходе работы собраны данные о реакции объекта воздействия на проведенные маркетинговые решения. С помощью методов социальных исследований определены периоды сбора данных для каждого индивидуального решения, рассмотрены методы формирования базы данных из различных источников, методы обработки этих данных. Для получения данных мы используем API поисковых систем, социальных систем и сторонних ресурсов для импорта данных, для автоматизации этой задачи разработано программное приложение.

В качестве методов анализа данных мы используем корреляционный анализ, модели множественной регрессии, непараметрические проверки гипотез. Процесс выделения классов реализуется дискриминантным анализом. Для прогнозирования используем метод машинного обучения и нейронные сети.

Результаты, полученные в ходе данного исследования, помогут нам в решении целого ряда задач, которые характерны для CRM систем, а именно:

- прогнозирование спроса;
- оценка ценовой эластичности;
- анализ влияния различных факторов на спрос;
- анализ потребности клиентов в расходных материалах, сопутствующих товарах, ремонте;

- предсказание наиболее вероятного поведения потребителя;
- кластеризация товаров, выявление товаров со схожей структурой спроса;
- разбиение клиентов на близкие по структуре и особенностям поведения группы.



Рис. 2. Последовательность процессов исследования

В заключение, отметим, что исследования элементов системы информационного воздействия, в виде рекламы, а именно рекламы в сети интернет является необходимой подготовкой для создания современной CRM системы.

Библиографический список

1. **Белов А.А.** Экономические аспекты информатизации / ГОУ ВПО «ИГЭУ им. В.И. Ленина». Иваново, 2006. 20 с.

*А.А. Ванакова, М.П. Зиминая, студ.; рук. Т.В. Гвоздева, к.э.н.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЕКТОВ В ОАО «ЗАРУБЕЖЭНЕРГОПРОЕКТ»

ОАО ЗЭП – организация, занимающаяся проектированием энергетических объектов. Результатом работы является готовый комплект

проектной документации (Рпроект). Проектирование происходит итерационно, достигая необходимого уровня детализации.

$$P_{\text{проект}} = M(O)_k = D = \{d | d \text{ содержит образ объекта}\}, \quad (1)$$

где $P_{\text{проект}}$ - комплект документации, в котором закреплены решения по проектируемому энергетическому объекту; $M(O)_k$ – модель конкретного энергетического объекта, подлежащего проектированию; D – множество проектных документов; d – проектный документ.

Модель объекта включает в себя атрибуты: объект (элементный состав энергетического объекта и связи между ними) (O), функция (Ф), месторасположение (M):

$$M(O) = \langle O, \Phi, M \rangle, \quad (2)$$

Планирование проектирования заключается в выделении начальной модели объекта $M(O)_0$, которая в процессе проектирования стремится достичь уровня конечной модели $M(O)_k$, то есть созданию на основании $M(O)_0$ графика проекта, установке правил кодирования и классификации проектных документов.

В данный момент отсутствует система информационного обеспечения планирования, что приводит к значительным трудозатратам, задержкам проекта.

Решением может стать создание системы информационного обеспечения процесса проектирования (далее СИО ПланПроект), позволяющей определить начальную модель объекта, модель проекта, а также установить связь между ними. Одним из ключевых решений данной системы является создание инвариантной модели, включающей все возможные элементы энергетического объекта и взаимосвязи между ними. Однако инвариантная модель потребует адаптации под условия конкретного проекта:

$$M(O)_{\text{ид}} \neq M(O)_k, \quad (3)$$

$$M(O)_k \subset M(O)_{\text{ид}}, \quad (4)$$

$$M(O)_k = f(M(O)_{\text{ид}}, M(O)_{\text{сущ}}, \text{Требования}), \quad (5)$$

где $M(O)_{\text{сущ}}$ – модель существующего объекта (исходные данные); $M(O)_{\text{ид}}$ – идеальная (инвариантная) модель будущего объекта; Требования – требования заказчика и нормативные требования.

Модель объекта связана с моделью проекта (которая, в свою очередь, является основой для плана проекта):

$$M(\Pi) = f(M(O)), \quad (6)$$

где $M(\Pi)$ – модель проекта.

Модель проекта включает атрибуты: проектные документы, организационные документы, проектные работы, технологическая последовательность работ, исполнители работ, длительности работ, ресурсы работ, контрольные события проекта.

Руководствуясь действующими стандартами проектной документации, определяются соответствия между элементами модели объекта и проектными документами, и на основании этого перечень работ по созданию $P_{\text{проект}}$, промежуточных организационных документов и контрольных событий проекта. Выяснив начальные данные для проектной работы, задав между ними правила, определяется технологическая последовательность работ (граф). Длительность работ определяется исходя из внутренних стандартов предприятия, исполнители работ – исходя из имеющихся мощностей проектного института.

Процесс проектирования и согласования $P_{\text{проект}}$ предполагает наличие системы классификации и кодирования. В настоящий момент для каждого проекта разрабатываются уникальные правила кодировки, что требует много времени. В связи с этим были разработаны общие принципы кодирования. Кодирование элементов объекта производится на основе ККС (обязательная система кодирования всех элементов объекта), используя группы идентификаторов: функциональный идентификатор, агрегатный идентификатор, территориальный идентификатор. На основе сформированного кода объекта происходит кодирование моделей объекта. Код модели формируется исходя из ее вида (ГОСТ ЕСКД 2.102). Кроме этого к коду работы добавляется символ, отвечающий за идентификацию источника исходных данных для модели и статус модели. Кодирование работ производится на основе кода модели, с которой производится работа, и вида самой работы (проектная или организационная). Полный код работы включает код объекта, код модели, код вида работы.

Средства реализации системы: система по управлению проектами Primavera и БД Access.

*Р.С. Жолобов, студ.;
рук. Н.В. Рудаков
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ФОРМАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

В современных условиях при построении диаграмм и моделей, например, диаграммы использования или диаграммы сотрудничества, функциональной декомпозиции, применяется принцип, согласно которому человек подстраивается под инструментарий, вроде BP Win, Ra-

tional Rose [1]. Пользователь вынужден формулировать объекты, свойства, явления в соответствии с настройками программных средств. При этом возникает риск потерять или исказить семантический смысл элемента.

Альтернативным подходом может стать построение объектно-ориентированной модели на основе анализа исходного естественного текста. В тексте, посвящённом предметной области непременно будут содержаться значимые объекты и принципиально важная деятельность. В грамматике естественного языка возможно создание двух подмножеств терм-множества: нетерминалов – грамматических терминов, ключевых понятий (объектов, свойств, функций) и терминалов – прочих слов, составляющих предложения [2]. Анализ текста должен дать несколько параметров для последующей формализации:

$$G = (V_T, V_N, P, S), \quad (1)$$

где V_N, V_T – конечные терм-множества (словари нетерминалов и терминалов), $V_N \cap V_T = \emptyset$, P – конечное множество правил, каждое из которых имеет вид $(\alpha \rightarrow \beta)$, S – начальный нетерминал грамматики.

Разработанное программное средство «Анализатор лингвистических конструкций» [3] осуществляет распознавание ключевых слов и последующую формализацию следующим образом.

В качестве V_N используются файлы формата txt, в который заносятся объекты (выраженные существительными), свойства (прилагательные), функции (глаголы). Для каждой морфологически изменяемой формы русского языка предусмотрена группа документов с различными падежно-множественными окончаниями.

Словарь V_T формируется на основе V_N в процессе работы программного средства. Термины, ранее используемые в качестве ключевых слов, распознанные как объекты, свойства или функции и одобренные пользователем, фиксируются в отдельном документе. При последующих запусках программы они в обрабатываемом тексте ищутся в первую очередь.

Начальным элементом терм-множества грамматики S всегда является первое слово анализируемого текста.

Множество правил P , используемое в программе сводится к процедурам установления связи между частями лингвистических конструкций:

- 1) отождествления свойств и объектов (по морфологии слов в сочетании «существительное + прилагательное»);
- 2) отождествления функций и объектов (по морфологии сочетания «существительное + глагол»);
- 3) отождествления нескольких объектов, существующих в рамках одного текста (объекты выделяются автоматически, согласованность определяется пользователем).

Формализация результатов анализа текста осуществляется в графической составляющей программы (базирующейся на среде рисования Delphi). Используется набор инструментов, позволяющий отобразить элементы, найденные в тексте и одобренные пользователем, а также связи между ними (по множеству правил P). Применяется метод Delphi, содержащий команды для прорисовки линий (PolyLine), прямоугольников (Rectangle), подписей (TextOut) и других объектов, необходимых для построения диаграмм.

На данный момент программное средство, реализованное на языке Delphi, является локальным средством для построения примитивных схем, иллюстрирующих объекты и связи. Ограниченность среды позволяет лишь получать настраиваемую схему и выводить её на печать. В дальнейшем, при переходе на языки web-программирования и гипертекстовые инструменты класса Canvas можно развить функционал приложения, превратив его в средство формализации предметных областей по их описанию на естественном языке.

Библиографический список

1. Гвоздева Т.В., Баллод Б.А. Проектирование информационных систем: учебное пособие / Т.В. Гвоздева, Б.А. Баллод. Ростов н/Д: Феникс, 2009.
2. Колдаев В.Д. Основы логического проектирования: учебное пособие / В.Д. Колдаев. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2013.
3. Жолобов Р.С., Поликарпов М.А., Королева П.А. Разработка объектно-ориентированного подхода к анализу лингвистических конструкций / Р.С. Жолобов, М.А. Поликарпов, П.А. Королева // Статья из сборника материалов научно-технической конференции «Энергия-2015», ИГЭУ, 2015.
4. Чеснокова О.В. Delphi 2007. Алгоритмы и программы. Учимся программировать на Delphi 2007 / Чеснокова О.В. М.: ИТ Пресс, 2008.

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

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА РАЗАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЯТОГО УПРАВЛЕНЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ

Основным управленческим процессом в деятельности каждого предприятия является принятие решений. На данном этапе задаются цели, стратегия развития и производственные планы предприятия. Однако, для того, чтобы принятое управленческое решение было эффек-

тивным, оно должно быть реализовано в соответствии с определенной технологией, руководствуясь которой, объект управления выполняет последовательность организованных действий, направленных на получение результата (продукта) соответствующего заданной цели. Качество разработанной технологии реализации управленческого решения, во многом, определяет то, насколько заданная предприятием цель будет реализована.

Технология – это структурированная последовательность знаний, представленных в виде упорядоченной совокупности методов и, соответствующих этим методам, средств направленных на получение того или иного продукта. Разработка технологии является ключевым пунктом в процессе решения управленческой задачи. Каждая технология является способом (альтернативой) достижения цели. Достижение цели осуществляется за счёт реализации решений, описанных в конкретной технологии.

Разработку технологии осуществляет ответственное лицо (технолог). Он определяет то, насколько полученная технология будет способствовать эффективной реализации управленческих решений.

Чтобы организовать действия технолога была разработана система информационного обеспечения. Данная система закладывает проблемно-ориентированный подход при создании технологии. В соответствии с этим подходом, каждая технология решает конкретную проблему, которая, в свою очередь, так же может являться частью проблемного пространства (т.е. быть проблемой). Таким образом, технологии решения сложных проблем представляют собой упорядоченный, структурированный набор технологий решения более простых проблем. Само же проблемное пространство образуется за счёт использования при разработке метода декомпозиции.

Цели создания информационной системы сводятся к обеспечению эффективной реализации принятых управленческих решений.

Система информационного обеспечения решает ряд следующих задач:

- предоставляет пользователю инструментальное средство разработки технологии. Данное средство реализуется на основе web - технологий и представляет собой графический интерфейс.

- предоставление интерфейса настройки средства разработки под проблемную область. Аналитик использует этот интерфейс для задания возможных методов и средств, которые соответствуют решению конкретной проблемы.

- осуществляет обеспечение технолога информацией о соответствующих данной проблеме методах и ресурсах. Эффективность техно-

логии поддерживается за счёт предоставления информации о наиболее качественных и актуальных для данной проблематики методах и средствах. Каждому методу соответствует определенный набор ресурсов. Данная задача реализуется с помощью алгоритмов запроса к сторонним подсистемам, а так же за счёт использования результатов работы аналитика (определение методов решения задачи).

- осуществляет создание электронного документа разработанной технологии с целью его использования при реализации управленческого решения. Задача реализована через программное соединение с структурированным шаблоном текстового редактора.

- осуществляет выгрузку технологии в хранилище знаний (в виде электронного текстового документа) и систему организации реализации управленческих решений (в виде метаданных). Задача реализована путём использования прикладного программного интерфейса указанных систем.

Библиографический список

1. Янг С. Системное управление организацией. / С. Янг; пер. с англ. под ред. С. П. Никанорова, С. А. Батасова. М., «Советское радио», 1972. 456 с.
2. Белов А.А. Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика / А. А. Белов; Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина. - Иваново: ИГЭУ, 2009. 423 с.
3. Шашенкова М.А. Документоведение: Конспект лекций /ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина». Иваново, 2010.
4. 37-03 ТК «Технологическая карта на электрообогрев нагревательными проводами монолитных конструкций»

Ю.М. Кухтинова, студ.;
рук. Н.Н. Елизарова, к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)

МЕТОДИКА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАФЕДРЫ

Для реализации функций участников учебного процесса необходимо наличие различных видов программного обеспечения (ПО):

- Системное ПО – это комплекс программ, которые обеспечивают управление компонентами компьютерной системы, такими как процессор, оперативная память, устройства ввода-вывода, сетевое оборудование, выступая как «межслойный интерфейс», с одной стороны которого аппаратура, а с другой – приложения пользователя;

- Прикладное ПО – это ПО, предназначенное для разработки и выполнения конкретных задач (приложений) пользователя.

Прикладное ПО, используемое в учебном процессе, можно разделить на виды:

- общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы, электронные таблицы, интегрированные, CASE-технологии, СУБД, оболочки экспертных систем);
- методо-ориентированные (математического программирования, сетевого планирования и управления и др.).

Первым этапом для совершенствования ПО является сбор данных о потребностях пользователей (U) в учебной деятельности и их подготовка для анализа. Для сбора данных используется метод анкетирования, в ходе которого проводится опрос пользователей ПО. Анкеты формируются для двух групп пользователей:

1) преподавателей, потребности (u_n) которых определяются читаемыми ими дисциплинами и их научными направлениями;

2) студентов, потребности (u_c) которых определяются выполняемыми курсовыми и научными работами.

Результатом данного этапа является формирование 2 множеств потребностей:

$u_c = \{u_{c1}, u_{c2}, \dots, u_{cn}\}$ – множество потребностей студентов;

$u_n = \{u_{n1}, u_{n2}, \dots, u_{nm}\}$ – множество потребностей преподавателей.

Второй этап – выявление наиболее значимых потребностей всех групп пользователей. Результатом данного этапа является формирование двух множеств наиболее значимых потребностей:

$u_{c3} = \{u_{c31}, u_{c32}, \dots, u_{c3k}\}$ – множество потребностей студентов,

$u_{n3} = \{u_{n31}, u_{n32}, \dots, u_{n3l}\}$ – множество потребностей преподавателей.

Исходя из этих множеств, формируется конечное множество потребностей, представляющее собой объединение множеств u_{c3} и u_{n3} :

$$u_k = u_{c3} \cup u_{n3},$$

$$u_k = \{u_{k1}, u_{k2}, \dots, u_{kf}\}.$$

На *третьем этапе* происходит подбор программных средств (ПС) под потребности из множества u_k , с учетом возможностей технических средств их установки.

После подбора ПС производится их ранжирование: наибольший ранг присваивается тем ПС, которые служат для удовлетворения наиболее значимых потребностей или потребностей обеих групп пользователей (студентов и преподавателей). В результате формируется множество всех необходимых для проведения учебного процесса ПС в порядке их значимости, исходя из присвоенного ранга:

$$ПС = \{ПС_1, ПС_2, \dots, ПС_k\},$$

где $ПС_1$ – наиболее значимое ПС для учебного процесса (имеющее наибольший ранг); $ПС_k$ – наименее значимое ПС для учебного процесса (имеющее наименьший ранг).

На четвертом этапе после выявления множества программных средств, необходимо оценить возможность приобретения данных ПС. Для этого происходит сравнение стоимости S_i из множества ПС с выделенным бюджетом S^k и формируется список ПС для покупки в данный календарный период. Результаты третьего этапа могут быть использованы и на следующий год, при выделении денежных средств S^{k+1} программное обеспечение может быть пополнено исходя из множества выявленных ПС.

Пятым этапом является анализ возможностей технических средств (ТС) для установки требуемых в учебном процессе ПС. Происходит сравнение параметров ТС, установленных в аудиториях кафедры с параметрами, требуемыми для установки необходимых ПС.

Данная методика разработана в рамках автоматизированного рабочего места ответственного лица за работу технических и программных средств.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ИМИДЖА БРЭНДА В СОЦИАЛЬНЫХ МЕДИА

В современной практике есть одно сравнительно молодое, но многообещающее направление в социальных исследованиях, которое относится к сравнительному анализу общественных явлений. Вместо того чтобы делать выводы, исходя из набора характеристик объектов исследования, сетевой подход стремится основать выводы на различиях конкретных примеров интересующего взаимодействия. Интернет позволяет исследователям получить достаточное количество данных, чтобы провести анализ подобного рода. Под социальными медиа понимают любые средства прямого и при этом – публичного общения людей посредством Интернета. Социальными сетями пользуются 82% всех интернет-пользователей в мире, это активность №1 в Интернете.

Мониторинг обсуждений в Интернете компании, бренда, персон и конкурентов позволяет узнать частоту упоминания бренда в Интернет пространстве; мнения о компании и продуктах на форумах и блогах; в каких темах упоминается компания, продукт, персона; где размещены прямые ссылки на сайт компании.

Имидж бренда определяется несколькими критериями: число упоминаний за период; число авторов за период; распределение по типам площадок и источникам; характеристики авторов.

Обработка результатов мониторинга состоит из нескольких этапов: фильтрация спама; детектирование перепечатки; определение числа ботов среди авторов; оценка охвата; оценка географии; оценка тональности (позитив/негатив).

После обработки результатов производится анализ: репутационный анализ в конкурентной среде; анализ негатива и возможности улучшения репутации; выявление трендов; анализ информационных всплесков, пост-эффекты; контроль удовлетворенности потребителей работой фирмы.

Найти социальные сети в интернете нетрудно, однако собрать их данные и представить в удобной форме – это всё ещё нетривиальная задача. Чтобы привести в порядок данные, исследователь может использовать необходимый язык программирования. Сегодня наиболее популярные языки, подходящие для решения этой задачи: Python, Perl, и Java. К тому же есть несколько специально созданных для этих целей программ, которые уже сегодня доступны исследователям.

Ключевая технология при разработке программного обеспечения является лингвистический анализ естественного языка (табл. 1).

Таблица 1. Примеры лингвистического анализа.

Функция	Пример
Правильная обработка отрицаний	<i>Думал что он хороший, а оказалось все наоборот (оценка «плохо»)</i>
Различение усиления	<i>«не самый хороший» и «самый не хороший» (разная степень негатива)</i>
«Понимание» сравнений	<i>Vodafone лучше чем bell / bell хуже всех</i>

Последовательность процедур анализа представлена схемой:



Рис. 1. Схема процедур анализа

Воспользовавшись средством babkee.ru было проведено тестовое исследование бренда «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И.Ленина» за период 21.11-22.12.2015.

знать с каким приложением они взаимодействуют и как реализована обработка переданных данных. В рамках SOA не существует ограничений на протокол взаимодействия, им может являться SOAP, CORBA, REST, RPC, RMI и пр. Примерами сервисов в системе УИК КИТ являются системы: материально технического обеспечения, нормативно-обеспечения, кадрового обеспечения, оценки состояний объекта основной деятельности, хранения знаний, формирования проблемного пространства, коллективного принятия решений, актуализации знаний, формирования технологии реализации принятого решения и др.

Возникает проблема взаимодействия сервисов – согласование и данных и форматов передачи данных. Эту проблему в системе УИК КИТ решает отдельное приложение, иногда называемое сервисной шиной [2] (ESB, Enterprise Service Bus), занимающееся так называемой *Оркестровкой* [3] – автоматическим размещением, координацией и управлением сложными компьютерными системами и службами – система доступа к информационным ресурсам предприятия.

Второй проблемой является способ управления вызовом сервисов. Причиной запуска сервиса является необходимость выполнения некоторых операций, которые складываются в наборы операций и бизнес-процессы. Именно для автоматизации бизнес-процессов и контроля за их исполнением проектируются КИС. Представим реализацию бизнес-процесса в рамках SOA, как последовательность вызовов тех или иных сервисов. Имея множество сервисов и набор условий их вызова, мы получаем набор строительных блоков для описания бизнес-процессов. Системой управления бизнес-процессами [4] (BPM, Business Process Management) является система формирования технологии решения принятого управленческого решения. Так как в рамках УИК КИТ используется проблемно-ориентированный подход, в качестве бизнес-процессов выступают проблемы, а в качестве готовых схем выполнения бизнес-процессов – технологии решения проблем. Взаимодействие сервисов, сервисной шины и системы управления бизнес-процессами показано на рис. 1.

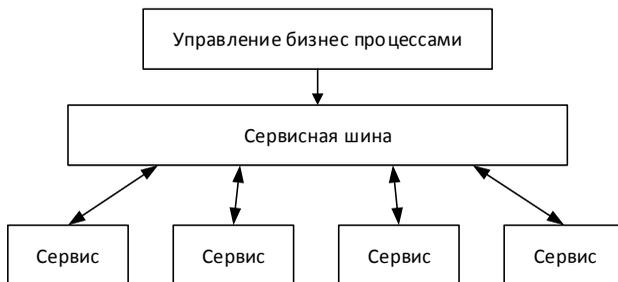


Рис. 1. Взаимодействие сервисов, сервисной шины и системы управление бизнес-процессами

Таким образом достигается высочайшая масштабируемость системы, отказоустойчивость и производительность.

Библиографический список

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/сервис-ориентированная_архитектура
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Сервисная_шина_предприятия
3. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Оркестровка_\(ИТ\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Оркестровка_(ИТ))
3. [https://ru.wikipedia.org/wiki/BPM_\(управленческая_концепция\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/BPM_(управленческая_концепция))

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

ХРАНИЛИЩЕ ЗНАНИЙ КАК ОТКРЫТАЯ СИСТЕМА

В условиях перехода к информационному обществу государственное управление и различные социальные институты, большинство секторов экономики становятся активными потребителями информационных технологий и услуг, а сектор производителей ИТ непрерывно растет. В связи с этим проблема развития и применения открытых систем составляет для каждой страны национальную проблему. Открытая система [1] в теории систем – это такая система, которая непрерывно взаимодействует со своей средой. Существует также достаточное число определений, даваемых различными организациями по стандартизации и отдельными фирмами, например, компания Hewlett Packard обозначает открытую систему как совокупность разнородных компьютеров, объединенных сетью, которые могут работать как единое интегрированное целое независимо от того, как в них представлена информация, где они расположены, кем они изготовлены, под управлением какой операционной системы они работают.

Рассмотрим хранилище знаний с позиции открытой системы. Термин открытая система подразумевает взаимодействие [2] – взаимное воздействие хранилища знаний и окружающей его среды. Средой для хранилища знаний являются все системы информационного портала кафедры ИТ и пользователи системы. Взаимодействие с системами портала кафедры упрощает заполнение метаданных знаний, что облегчает их поиск и сокращает время на добавление знаний сотрудниками кафедры, следовательно, увеличивает эффективность работы хранилища знаний. Использование стандартизированных интерфейсов взаи-

модействия, таких как REST, SOAP, RPC, RMI, между системами дает возможность для повторного использования приложений, увеличивает длительность жизненного цикла информационных систем кафедры и упрощает расширение функционала портала кафедры.

Хранилище знаний взаимодействует не только с подсистемами портала, основным источником знания являются сотрудники кафедры. Именно они формируют основное его содержание, формализуя свои знания с помощью простой формы. Форма ввода знаний представлена в виде ответов на вопросы, что облегчает формализацию знаний сотрудников.

Использование хранилища знаний позволяет сократить утечку знаний из организации при уходе сотрудника. А привлечение новых сотрудников к актуализации знаний позволяет развивать, как интеллект сотрудников, так и хранимые знания.

Таким образом, принцип формирования открытых систем из приложений портала кафедры обеспечивает значительную степень взаимодействия, переносимости и масштабируемости приложений и данных. Благодаря этим свойствам минимизируются затраты на достижение преемственности и повторного использования программно-информационных ресурсов при переходе на более совершенные компьютерные платформы, а также интегрировать разнородные системы и ресурсы в комплексные распределенные системы.

Библиографический список

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Открытая_система_\(теория_систем\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Открытая_система_(теория_систем))
2. **Белов А.А.** Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика/ А.А. Белов; ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». Иваново, 2009. 424 с.

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАКУПОЧНОЙ КАМПАНИИ ФИРМЫ НОРДТЕКС

Корпорация «Нордтекс» – один из лидеров текстильного рынка России. Специализация – ткани, спецодежда и домашний текстиль собственного производства. Все производство – от обработки хлопка до пошива готовой продукции ведется на предприятиях Корпорации. В качестве исследуемого объекта взяли не всю фирму, а небольшой фи-

лиал в г. Родники. В процессе исследования этого небольшого филиала были выявлены недостатки в организации закупочной кампании:

- не своевременная реализация продукции, товар хранятся на складе долгое время;
- отсутствие товара на момент заказа.

Исправить эти недостатки можно путём оптимизации закупок товара. Для того чтобы оптимизировать закупки воспользовались несколькими методами.

Первый метод, которым воспользовались, является *кластерный анализ*. Большое достоинство кластерного анализа в том, что он позволяет производить разбиение объектов не по одному параметру, а по целому набору признаков. Задача кластерного анализа заключается в том, чтобы на основании данных, содержащихся во множестве X , разбить множество объектов G на m (m – целое) кластеров (подмножеств) Q_1, Q_2, \dots, Q_m , так, чтобы каждый объект G_j принадлежал одному и только одному подмножеству разбиения. А объекты, принадлежащие одному и тому же кластеру, были сходными, в то время как объекты, принадлежащие разным кластерам, были разнородными.

Решением задачи кластерного анализа являются разбиения, удовлетворяющие некоторому критерию оптимальности. Этот критерий может представлять собой некоторый функционал, выражающий уровни желательности различных разбиений и группировок, который называют целевой функцией. Например, в качестве целевой функции может быть взята внутригрупповая сумма квадратов отклонения:

$$W = \sigma_n = \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2 = \sum_{j=1}^n x_j^2 - \frac{1}{n} (\sum_{j=1}^n x_j)^2, \quad (1)$$

где x_j - представляет собой измерения j -го объекта.

Результатами разбиения продукции на кластеры, воспользуемся в следующем методе - *ABC-XYZ анализ*.

ABC-анализ – это метод, позволяющий классифицировать ресурсы фирмы по степени их важности. Этот анализ является одним из методов рационализации и может применяться в сфере деятельности любого предприятия. *ABC-анализ* это инструмент, который позволяет изучить товарный ассортимент, определить рейтинг товаров по указанным критериям и выявить ту часть ассортимента, которая обеспечивает максимальный эффект. Проведение *XYZ-анализа* предоставляет четкую картину спроса на каждую товарную позицию. С его помощью можно выявить наиболее популярные товары и товары, которые по каким-то причинам не востребованы постоянно. Он позволяет создать более полную картину торгового процесса. *XYZ-анализ* также предпо-

лагает разделение ассортимента магазина на группы X, Y и Z, при этом критерием данного анализа является коэффициент вариации:

$$v_{ВПi} = \frac{\sigma_i}{\bar{x}_i} \quad 100\%. \quad (2)$$

Сочетание ABC и XYZ анализов выявляет безусловных лидеров и аутсайдеров продаж. Проанализировав спрос, выбираем товары, для которых проводим оптимизацию закупок, с помощью метода *нелинейного программирования*. Этот метод позволяет определить оптимальный объем заказа продукции (n_{oi}) для каждого товара:

$$n_{oi} = \sqrt{\frac{2c_{1i}N_i}{c_{2i}}}, \quad (3)$$

где c_{1i} – затраты на поставку i -го товара; c_{2i} – затраты на хранение i -го товара; N_i – спрос на i -й товар.

С учетом ограничений на сумму финансирования покупки

$$V = \sum_{i=1}^k n_i z_i. \quad (4)$$

можно получить размер заказа n_i и период поставки товара T_i .

Такой подход позволяет оптимизировать закупочную кампанию фирмы «Нордтекс».

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

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

В период инновационного развития любой организации необходимо иметь в своем составе профессиональных сотрудников, умеющих найти новое, наиболее эффективное решение любой проблемы. Инновационная деятельность, в основе которой лежат современные знания, немислима без постоянного мониторинга актуальных источников знаний. Для того чтобы отслеживать знания и производить их актуализацию необходимо производить анализ мировых информационных ресурсов (МИР). На основе периодических изданий, являющихся наиболее актуальными источниками знаний, путем терминологического анализа формируется эталонное терминологическое множество (M_T^n) [3]. С использованием законов информетрии из полученного множества формируется множество дескрипторов ($M_{КС}^n$), а также понятийное множество ($M_{ИПС}^n$). $M_{КС}^n$ необходимо для поиска и выбора наиболее

подходящего, с точки зрения дидактики, источника знаний (И') по рассматриваемой проблеме. Понятийное множество найденного источника ($M_{\text{ИПС}}^a$), используется для формирования иерархической понятийной структуры (ИПС), необходимой для контроля знаний по рассматриваемой предметной области [1]. Таким образом, в системе управления знаниями осуществляется синхронизация (И' используется как основной источник для получения знаний и как источник для формирования ИПС, другими словами «Что даем – то и контролируем»), позволяющая формировать управленческие воздействия по результатам контроля на разных стадиях образовательного процесса.

Для реализации технологии инновационной образовательной деятельности были созданы программные средства, в частности:

1. Семантический текстовый анализатор, который позволяет в автоматизированном режиме (программное средство – формирование множества / эксперт – редактирование), при обработке любого объема текста получить понятийное множество ($M_{\text{ИПС}}$), а также множество ключевых слов ($M_{\text{КС}}$) для анализируемого источника. В отличие от существующих текстовых анализаторов разработанный позволяет решать требуемые для целевого анализа задачи: подбор параметров анализа, удаление незначимых словоформ, а также концентрация основных терминов, отражающих главный смысл научных текстов. Результаты работы предоставляются пользователю в двух форматах: табличный (перечень понятий с частотой их употреблен) и графический (иллюстрация соблюдения закона Ципфа, а также сокращения мощности множества).

2. IntellectPro [2] – программный инструментарий, использующийся для автоматического контроля знаний по определенной проблеме. Основной особенностью новой версии продукта, безусловно, является переход на web-платформу, это позволит сделать систему кроссплатформенной и общедоступной, однако, также хотелось бы отметить следующие нововведения:

- Увеличение вариативности представления заданий для контроля;
- Предоставление возможности введения в ИПС нейтрального понятия;
- Изменение представления результатов контроля;
- Совершенствование интерфейсов работы программ;
- Взаимодействие с подсистемами кафедрального портала.

Представленные программные средства реализованы на основе современных web – технологий, в частности, основной функционал системы выполнен с использованием PHP фреймворка Yii, а оформление выполнено при помощи HTML, CSS, и JS фреймворка Bootstrap.

Разработанные средства являются универсальными, то есть, при незначительной доработке их можно адаптировать под любые потребности пользователя, независимо от вида профессиональной деятельности.

Библиографический список

1. Белов А.А. Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». Иваново, 2009. 423с.
2. Путилов С.В.; рук. Белов А.А. Совершенствование системы контроля знаний «INTELLECT- PRO» //Десятая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2015»: Материалы конференции. В 7 т. Т. 5. Иваново: ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», 2015. 230 с.
3. Путилов С.В.; рук. Белов А.А. Разработка методики автоматизированного определения терминологической базы иерархических понятийных структур // Девятая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2014»: Материалы конференции. В 7 т. Т. 5. Иваново: ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», 2014. 374 с.

Н.А. Разов, студ.;
рук. Т.В. Гвоздева, к.э.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)

ОРГАНИЗАЦИЯ ДОСТУПА К ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ СЕРВИСНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

В настоящее время, с развитием информационных технологий, претерпевают изменения абсолютно все сферы экономики. Средства информатизации и автоматизации активно применяются как при производственной деятельности, так и при управлении производственным процессом, что, несомненно, приносит определенный эффект как конкретной организации, так и всей экономике страны в целом. Особое внимание стоит обратить на процесс организации производственной деятельности предприятия, который обретает наибольшую значимость при увеличении организационного капитала.

Любому предприятию свойственно наличие проблем, а также их возникновение в процессе производства. Любая проблема несет в себе несоответствие требуемого состояния продукта деятельности и реального состояния продукта, полученного на выходе производственного процесса. На поиск и(или) разработку пути разрешения проблемы направлен процесс принятия управленческого решения (ПУР), результатом которого является технология решения проблемы.

Важнейшим этапом управления производственным процессом является процесс организации реализации управленческих решений (РУР) исполнителями управленческих решений.

Организация РУР – практическое воплощение технологии решения проблемы, посредством проектирования и создания организационных и управленческих структур, определение порядка их функционирования и взаимодействия, обеспечение деятельности необходимыми информационными ресурсами. На данном этапе стоит выделить две глобальные задачи: организация доступности информационных ресурсов предприятия и организация и(или) координация выполнения управленческого решения с помощью разработанной технологии. Рассмотрим сценарно-ориентированный подход к организации реализации управленческого решения.

Сценарий есть кортеж $C = \langle R, F, P, E, L \rangle$, где R есть множество необходимых для решения проблемы, трудовых, материальных, энергетических, информационных ресурсов; F есть множество функций (действий), выполнение которых определяет достижение поставленной цели (указываются как производительные функции, так и функции контроля, согласования, утверждения); P есть множество продуктов деятельности; E есть множество событий (необходимы для отражения степени реализации управленческого решения в текущий момент времени), инициация которых происходит после выполнения функции; L есть множество связей на множестве F , которое определяет упорядоченность производственного процесса в целом. Сценарий, как организационный документ, предоставляется исполнителям РУР в нотации eEPC (Event-DrivenProcessChain). Сценарий РУР должен быть понятен для конечного пользователя (исполнителя), актуален (своевременно обновлен в процессе РУР), изменяем (возможность изменения\дополнения сценария в процессе РУР).

Согласно сервис-ориентированному подходу, информационные ресурсы предприятия есть результат деятельности человека в автоматизированной системе – сервисе, который позволяет с помощью программного интерфейса API получить доступ к информационному ресурсу другим исполнителям РУР одним из методов удаленного вызова (SOAP, REST, RMI и др.). Для реализации отмеченных выше двух задач в настоящее время используются порталные технологии, а именно B2E-портал по классификации агентства Gartner.

Данный подход реализуется на кафедре информационный технологий ИГЭУ. На кафедре существуют следующие системы: формирования проблемного пространства, материально-технического обеспечения, нормативного обеспечения, кадрового обеспечения, оценки со-

стояния студента, хранилище знаний, методического обеспечения, информационного воздействия, разработки технологии решения проблем. Программная реализация портала выполняется на основе трехуровневой архитектуры построения программных комплексов с помощью языков JavaScript и Python (DjangoFramework).

В дальнейшем планируется реализация технологии единой аутентификации пользователей SSO (SingleSignOn) в рамках корпоративного интранет-портала кафедры.

Представленный подход позволяет предприятию приобрести свойство организованности системы, т.е. способность активно и наиболее полно использовать функциональные возможности элементов при распределении и преобразовании доступных ресурсов для достижения функционального единства (гармонии) со средой и как следствие максимального эффекта открытой системы [1].

Библиографический список

1. Белов А.А. Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами/ ГОУВПО ИГЭУ. Иваново, 2009. 424с.

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

СВЯЗУЮЩИЕ СИСТЕМНЫЕ АТРИБУТЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРОБЛЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

Главным системообразующим атрибутом является потребность, появление которой вызывает у независимых ранее элементов реакцию, в виде образования связей и объединения в сложную составную единицу [1]. В процессе исследования функционирования системы потребность бывает сложно сформулировать и выразить формализовано, поэтому для установления отношений между проблемами следует определять по имеющим формализованное представление системным атрибутам [2]. Всего между проблемами может возникнуть 4 типа связей, для которых можно ввести градацию важности ω , для чего используется относительная шкала диапазоном от 0 до 1:

- S-связь или связь по задействованным исполнителям. Имеет самый высокий показатель важности, поскольку сотрудники и имеющийся у них опыт QI либо поддаются копированию лишь путём дли-

тельного обучения, либо не могут быть заменены аналогами по причине отсутствия субъекта с достаточным уровнем знаний [3].

- R-связь или связь по ресурсам. Поскольку всегда существует возможность замены одного материального R на другой (пусть и с потенциальной потерей в эффектах), значимость данной связи высокая.

- P-связь или связь по результату и его характеристикам. Если решение двух проблем даст возможность получить результат с требуемыми характеристиками, то это вовсе не означает, что подобный продукт не получится, если решена лишь одна проблема из двух. Важность связи проблем по продуктовому каналу не является очень существенной.

- Z-связь или связь по целям функционирования системы. Цели для системы задаёт внешняя среда и сама система. Не всегда результатом достижения цели является продукт, иногда система пытается компенсировать недостаток результатов оказанием дополнительных услуг. Это формирует для данной связи низкую степень важности.

Проблемное пространство предприятия представляет собой ряд проблем с выделенными связями, установившимися через другие системные атрибуты, обозначенные для проблемы. Пример подобной структуры представлен на рисунке 1.

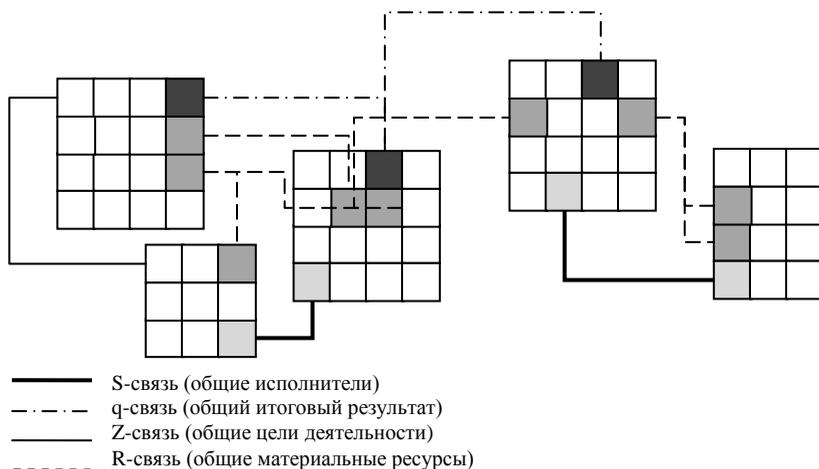


Рис. 1. Структура проблемного пространства предприятия

Связи и степень их важности являются основой для выделения групп W_s и классификации новых проблем W_0 , возникающих в работе

системы. Степень связанности проблемных ситуаций можно вычислить по выражению:

$$D_{\Delta W} = \sum_{i=1}^4 k_i * \omega_i,$$

где k_i – число совпавших элементов для одного из 4 каналов связи.

После кластеризации имеющегося набора проблемных ситуаций возможно дальнейшее преобразование проблемного пространства (за счёт формирования недостающих связей) [4].

Библиографический список

1. **Белов А.А.** Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика / А.А. Белов; Федеральное агентство по образованию, ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И.Ленина». Иваново, 2009.
2. **Афоничкин А. И., Михаленко Д. Г.** Управленческие решения в экономических системах: Учебник для вузов / А.И. Афоничкин, Д.Г. Михаленко. – СПб.: Питер, 2009.
3. **Collins Н.** Tacit and explicit knowledge. The University of Chicago Press, 2010.
4. **Рудаков Н.В.** Разработка инновационно-образовательного портала кафедры для организации учебного процесса / Н.В. Рудаков, Т.В. Гвоздева // Статья из сборника материалов по конференции «Энергия-2012». ИГЭУ, 2012.

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

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АУДИТОРНОГО ФОНДА

Основная цель деятельности вуза – предоставление образовательных услуг, для обеспечения которых требуется соответствующие ресурсы, одним из которых является материальный ресурс. Актуальность оценки состояния аудиторного фонда как одного из составляющего этого ресурса состоит в том, что получение знаний практически невозможно без надлежащих условий. Например, невозможно научиться работать на современном оборудовании без соответствующих тренажеров. Поэтому были рассмотрены: 1) оценка состояния аудиторной по ряду параметров (освещенность, состояния стен, пола, потолка и др.); 2) оценка аудиторного фонда.

Анализируя параметры аудитории, был использован метод *k*-ближайших соседей. Метод *k* ближайших соседей – метрический алгоритм для автоматической классификации объектов. Основным принципом метода *k* ближайших соседей является то, что объект присваивается тому классу, который является наиболее распространённым

среди соседей данного элемента. Соседи берутся исходя из множества объектов, классы которых уже известны, и, исходя из ключевого для данного метода значения k высчитывается, какой класс наиболее многочислен среди них. Каждый объект имеет конечное количество атрибутов (размерностей).

Алгоритм оценка состояния аудиторией включает:

- 1) Определение обучающей выборки, которая будет соответствовать удовлетворительному состоянию аудиторией $\omega_{\text{э}1}$ (класс Ω_1);
- 2) Определение обучающей выборки, которая будет соответствовать неудовлетворительному состоянию аудиторией $\omega_{\text{э}2}$ (класс Ω_2);
- 3) С помощью мониторинга получаем выборку, принадлежность к классу которую будем определять ω_k ;
- 4) Рассчитаем расстояния до каждого класса, предварительно нормализовав измеряемые параметры.

$$R(\omega_k, \omega_{\text{э}i}) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{kj} - x_{\text{э}j})^2}, i = \overline{1, m}; \quad (1)$$

где x_k и $x_{\text{э}}$ – измеряемые параметры исследуемой аудиторией и аудиторией, отнесенной к одному из классов.

- 1) Для определения принадлежности к классам подсчитаем число голосов:

$$v(\Omega_i) = \sum_{j=1}^k \frac{1}{R^2(\omega_k, \omega_{\text{э}i})}. \quad (2)$$

Исходя из полученных результатов, следует отнести к тому или иному классу (Ω_i).

Для анализа аудиторного фонда в целом, был разработан следующий алгоритм:

- 1) Из базы данных *Аудиторный фонд* производится экспорт таблицы «Мониторинг состояния аудиторий и оборудования» в Excel;
- 2) Задается временной интервал, по которому будут отбираться данные и строиться диаграмма;
- 3) С помощью функций Excel производится отбор и подсчет элементов, которые соответствуют заданным условиям.
- 4) На основе полученных результатов строится диаграмма (рис.1).

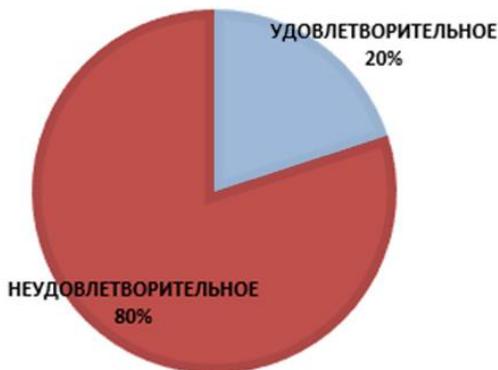


Рис. 1. Состояние аудиторного фонда на 01.12.2015

Полученные результаты могут быть использованы при планировании ремонтных работ в аудиторном фонде университета.

Д.М. Субботин, студ.;
рук. Т.В. Гвоздева, к.э.н.
(ИГЭУ, г. Иваново)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ

Существующие CMS системы, направленные на создание web-ресурсов, строятся по принципам [1], которые не дают возможности организовать эффективное информационное воздействие, для чего требуется особая методика разработки и подачи контента, и направлены, прежде всего, на решение задач класса информационного обеспечения. Кроме того, большинство CMS-систем не предоставляют в составе единого комплекса средств для оценки результатов воздействия и интеграции web-ресурса в корпоративную систему фирмы. Исходя из этого формируется потребность в разработке программного обеспечения, удовлетворяющего принципам информационного воздействия.

Основываясь на задачах, формируемых в разрабатываемой технологии информационного воздействия и требованиях к универсальности разрабатываемой СИВ, в программном обеспечении системы информационного воздействия (СИВ) целесообразно выделить следующие подсистемы:

1) Подсистема представления (web-ресурс). Задача данной системы состоит в категоризации объекта воздействия и последовательная подача контента в соответствии со сценарием информационного воздействия. В инвариантном виде web-ресурс представляет собой шаблон, адаптируемый к конкретной предметной области, что осуществляется посредством следующей подсистемы СИВ.

2) Подсистема управления информационным воздействием.

Программная структура подсистемы включает в себя общие сервисы и модули, выполняющие определенные задачи управления информационным воздействием. Модульный принцип построения подсистемы выбран для облегчения дальнейшего расширения функционала.

1) Модуль адаптации web-ресурса к конкретной предметной области. Важным этапом подготовки является настройка web-ресурса. Процесс настройки представляет собой перевод тезауруса в тезаурус конкретной предметной области, например, настройка категорий делового окружения (поставщики, партнеры, потребители). Кроме того, осуществляется настройка шаблона web-ресурса.

2) Модуль формирования и управления контентом. Посредством данного модуля разрабатывается сценарий информационного воздействия, а также создается контент и его графический образ.

3) Модуль управления учетными записями внутренних пользователей предназначен для задач администрирования системы. Строится на основе концепции Role Based Access Control [2] – управление доступом на основе ролей.

4) Модуль мониторинга и оценки процесса информационного воздействия осуществляет сбор данных мониторинга в подсистеме представления, оценку и анализ результатов информационного воздействия на основе методов математической статистики и интеллектуального анализа данных.

5) Модуль интеграции СИВ в корпоративную информационную систему направлен на решение задачи выгрузки динамически изменяющихся параметров, использующихся в составе контента информационного воздействия, что необходимо для поддержания актуальности предоставляемой информации.

6) Модуль информационного обеспечения процесса формирования контента информационного воздействия. Данный модуль осуществляет оценку степени соответствия тезауруса контента тезаурусу целевой категории объектов воздействия. Также осуществляется сбор, хранение и представление знаний, опыта информационного воздействия.

В качестве основной технологии хранения сценариев и контента информационного воздействия применяется технология построения

документо-ориентированной организации данных. Выбор данной технологии обусловлен высокой сложностью структур данных.

Программное обеспечение СИБ целесообразно разрабатывать на определенной платформе, что значительно облегчает и ускоряет процесс разработки, повышает стабильность работы системы. В качестве такой платформы был выбран фреймворк YIP2, главным преимуществом которого является использование современных web-технологий, объектно-ориентированный стиль. Кроме того YIP2 имеет расширяемую структуру, изначально доступен шаблон структуры приложения, для комплексных web-приложений, которым и является система информационного воздействия.

Библиографический список

1. **Brampton M.** PHP5 CMS Framework Development. Birmingham, UK: PACKT publishing, 2008. 328 p.
2. **Ferraiolo D.F., Kuhn D.R.** Role Based Access Control // 15th National Computer Security Conference, 1992. P. 554-563.

Д.М. Субботин, И.Н. Фролова, студ.;
рук. Т.В. Гвоздева, к.э.н.
(ИГЭУ, г. Иваново)

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ WEB-РЕСУРСА

У каждой фирмы, вне зависимости от рода её деятельности, есть собственное деловое окружение, в рамках которого по ролевому принципу можно выделить такие категории, как поставщики, потребители, бизнес-партнеры. Отдельно можно отметить такую категорию как конкуренты. Между фирмой и её деловым окружением существует множество связей, из которых она извлекает пользу (выгоду). Любая фирма стремится к увеличению собственного выигрыша от формирования качественного делового окружения, что может быть достигнуто путем правильной организации информационного воздействия.

Информационное воздействие – это вид информационной деятельности, заключающийся в формировании потребностей или идентификации проблем у субъектов делового окружения фирмы, подталкивающие их к установлению целесообразных отношений с данной фирмой. Посредством информационного воздействия поддерживается лояльность делового окружения.

Функцию информационного воздействия осуществляет контент – совокупность информационных блоков, представленных в соответствующей форме, построение структуры которого базируется на сценарном подходе.

Одним из инструментов реализации информационного воздействия является web-ресурс. Однако отсутствие какой-либо конкретной методики и средств организации web-ресурсов ведет к тому, что предоставляемая в интернет пространстве информация не оказывает никакого информационного воздействия. Необходимо применение конкретных теоретических и практических исследований и разработок технологии информационного воздействия.

Одним из первоочередных принципов формирования информационного воздействия является принцип ориентированности. Каждая категория делового окружения характеризуется своими особенностями восприятия информации, поэтому при организации информационного воздействия необходимо разделение контента по целевым категориям, а также учет характеристик и тезауруса объектов воздействия при формировании контента.

При воздействии на потенциально полезное деловое окружение фирмы контент информационного воздействия определенным образом показывает преимущества установления целесообразных отношений с фирмой через раскрытие её стратегии, то есть раскрытие параметров продукта фирмы, её функции (производственной технологии) и используемых ресурсов. Однако в силу открытости web-ресурса, доступ к этой информации имеют и конкуренты фирмы. Исходя из этой ситуации формируется следующая особенность организации информационного воздействия: контент должен раскрывать стратегию фирмы в той мере, в которой предоставляемой информации недостаточно для корыстных целей конкурентов. Этим утверждением формулируется суть принципа защищенности информационного воздействия.

Согласно принципу деструктивности информационное воздействие первоочередно должно быть направлено на разрушение существующего представления объекта о предмете отношений с последующим формированием нового образа, вызывающего потребность или актуализирующего конкретную проблему.

Кроме вышеуказанных принципов можно отметить принцип актуальности: контент должен отражать текущее состояние субъекта информационного воздействия. Для реализации данного принципа необходима интеграция СИБ в корпоративную ИС фирмы.

Таким образом, при разработке структуры web-ресурса необходимо учитывать вышеперечисленные принципы синтезируя их с общими

правилами построения web-ресурсов, т.е. организовать предоставление контента объекту воздействия: классифицировать объект, предложить выбор режима просмотра контента, организовать вывода контента в соответствии с установленным сценарием. В процессе взаимодействия с объектом необходимо фиксировать его действия для последующего анализа процесса восприятия.

Для реализации универсальности разрабатываемых средств информационного воздействия необходимы средства адаптации web-ресурса к конкретной предметной области. Для того, чтобы в дальнейшем вносимые в web-ресурс изменения были обоснованными, необходим постоянный мониторинг эффективности информационного воздействия.

Таким образом, можно сделать вывод, что система логически делится на 2 части: web-ресурс и подсистема управления web-ресурсом.

Реализация системы на основе вышеперечисленных принципов способствует осуществлению эффективного информационного воздействия, ведущего к совершенствованию внешних связей фирмы с её деловым окружением.

И.Н. Фролова, студ.;
рук. Т.В. Гвоздева, к.э.н.
(ИГЭУ, г. Иваново)

ОРГАНИЗАЦИЯ WEB-ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА КАФЕДРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ СОБСТВЕННЫХ СЕТЕВЫХ РЕСУРСОВ

Основной деятельностью кафедры ИТ ИГЭУ им. Ленина является оказание образовательных услуг. Рынок образовательных услуг насыщен аналогичными производителями, но и круг потребителей квалифицированных специалистов в сфере ИТ, ежедневно расширяется. Чтобы оставаться конкурентно-способной кафедре информационных технологий необходимо, во-первых, повышать качество используемых ресурсов и технологий для производства продукта и оказания образовательных услуг, во-вторых, расширять круг деловой среды. Для достижения этих целей преимущественно используют инструменты информационного воздействия, способствующие увеличению числа целесообразных отношений субъекта с объектами – его деловым окружением.

Относительно кафедры ИТ основными социально-экономическими объектами ИВ являются четыре группы деловой среды:

1) работодатели или фирмы, на удовлетворение потребностей которых направлено основное функционирование кафедры;

2) родители и/или абитуриенты приобретают образовательную услугу кафедры. В то же время родителей можно рассматривать как поставщиков сырья – абитуриентов, которые удовлетворяют сырьевые и ресурсные потребности кафедры, возникающие в процессе формирования квалифицированных специалистов;

3) деловые партнеры, научные деятели, способные внести свой вклад в развитие интеллектуального капитала кафедры;

4) конкуренты: множество других кафедр выступают в роли конкурента.

Использование современных технологий позволяет увеличивать пространственный масштаб воздействия.

Содержание информационного воздействия определяется согласно:

1) социально-экономической роли кафедры ИТ по отношению к объекту воздействия: поставщик или потребитель. И в том и в другом случае содержание воздействующей информации определяется потенциальной потребностью объекта воздействия;

2) характеру воздействия: адресное или безадресное (массовое);

3) особенностям восприятия каждой группы деловой среды и информационным потребностям объекта воздействия в процессе принятия им решения.

Основным источником для формирования контента, как совокупности информационных блоков, представленных в соответствующей форме, является корпоративная информационная система кафедры, содержащая основную информацию о ее продукции и услугах, образовательных процессах и преимуществах. Дополнительными источниками могут выступить мировые информационные ресурсы. Форма представления определяется содержанием и зачастую требует индивидуального подхода к ее формированию.

Форма представления контента определяется множеством параметров, в том числе целями воздействия, основными психофизическими характеристиками объекта воздействия, мировыми тенденциями визуально представленных форм, особенностями инструментов восприятия и т.д.

В современных условиях развития коммуникаций для достижения большей эффективности информационного воздействия целесообразно применение веб-технологий, позволяющих организовать информационное воздействие, базирующееся на основных принципах и сценарном подходе.

Сценарий для каждой из указанных групп начинается с самоидентификации. Дальнейшее информационное содержание должно раскрывать положительное приращение объекта воздействия при использова-

нии предлагаемых кафедрой услуг и продуктов, а также положительный образ кафедры через указание преимуществ образовательных технологий, ресурсов и достижений кафедры Целевым действием для объекта воздействия задается отправка запроса на установление социально-экономических отношений с кафедрой.

Успешное информационное воздействие определяется установлением целесообразной связи с объектом из деловой среды кафедры и занесением данных о нем в соответствующие подсистемы корпоративной ИС кафедры для дальнейшего взаимодействия.

Установление большего числа целесообразных отношений с деловым окружением кафедры посредством конкуренции, приведет к увеличению качественных показателей поступивших абитуриентов, что в свою очередь приведет к улучшению образовательных технологий, повышению качества выпускаемых специалистов и разрабатываемых ими информационных систем, с дальнейшим положительным приращением качественных и количественных показателей социально-экономической и экологической систем в целом.

Д. Чернышова, студ.;
рук. Н.Н. Елизарова, к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)

МЕТОДИКА АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «СТРОММАШИНА»

В работе предприятия ОАО «Строммашина» используется множество технических устройств, которые помогают сотрудникам выполнять свои функции. Отказы этих устройств могут серьёзно повлиять на сроки выполнения функции сотрудников, что, в конечном счёте, может привести к простоему оборудования для производства строительного оборудования и к несвоевременному выполнению заказов. Надёжное функционирование технических устройств является основной задачей сотрудников отдела ИТ. Для того, чтобы отказы в работе технических устройств стремились к нулю, необходимо чтобы проблемы с техническими устройствами устранялись своевременно. Для этого необходимо периодически определять состояния устройств, и уже по данным проведённого анализа принимать решение о возможности дальнейшей эксплуатации устройства.

Для определения состояний технических устройств в работе используется теория надёжности, которая занимается вопросами обеспе-

чения высокой надёжности технических изделий при наименьших затратах. Надёжность – это свойство изделия сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции, в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и хранения.

На первом этапе для каждого типа устройств определяются сроки службы (календарную продолжительность от начала эксплуатации устройства до списания) и время безотказной работы. Для получения данной информации, необходимо провести анализ по накопленным статистическим данным, экспортируемым из базы учёта устройств предприятия (программы Hardware Inspector) в виде паспортов на устройства в Excel.

По этим данным для выбранного типа устройства подсчитываются их сроки службы и сроки безотказности: 1) среднее, минимально и максимальное значение срока службы устройства; 2) среднее и минимальное значение времени безотказности устройства до первого ремонта; 3) среднее и минимальное значение времени безотказности устройства после первого ремонта.

Зная все эти значения и имея данные об устройстве, состояние которого необходимо определить, можно проводить *второй этап* – анализ состояния устройства. Выбрав устройство для анализа экспортируемым из базы учёта устройств предприятия программы Hardware Inspector следующие данные: 1) дату его установки, 2) количество проведённых ремонтов, 3) даты этих ремонтов.

При анализе состояния устройства происходит сравнение количества дней эксплуатации устройства со значениями сроков службы для данного типа устройства. Также подсчитывается срок безотказной работы устройства и сравнивается со значениями сроков безотказности работы для данного типа устройства.

На основании полученных данных в результате анализа, устройству присваивается одно из следующих состояний: *работоспособное, предельное, требующее профилактики, возможно списание.*

Под *работоспособным состоянием* (работоспособностью) понимают состояние устройства, при котором оно способно выполнять предписанные ему функции, имея значения выходных параметров в пределах норм, оговоренных в технической документации.

Под *предельным состоянием* понимают состояние изделия, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Состояние, требующее профилактики – такое состояние, при котором время эксплуатации приближается к максимальному значению срока службы устройства этого типа, и требуется его профилактика, так как возможна его поломка.

Под *состоянием возможно списание* будем понимать такое состояние, когда велик риск того, что устройство скоро сломается (срок эксплуатации превышает максимальный срок службы устройства этого типа) и будет нецелесообразно его использование.

По результатам анализа устройств оформляется отчет, который будет направлен начальнику отдела ИТ для принятия решения о возможности дальнейшей эксплуатации устройств и составления плана профилактических и ремонтных работ.

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

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Центр социологических исследований – компания, которая занимается разработкой и проведением соц. исследований для получения научных знаний о социальных явлениях, а также их процедур, процессов.

На сегодняшний момент социологические исследования становятся очень мощным инструментом для взаимодействия с социумом. Они требуются в различных областях деятельности. В данной работе рассматривается внедрение ИС для компании, проводящей такие исследования. Благодаря внедрению увеличивается эффективность работы компании и выражается в уменьшении времени на принятие управленческих решений, а также увеличении качества самих исследований. На сегодняшний день существуют типовые решения в области управления контентом, но в них не учитывается специфика предметной области. Поэтому было принято решение создания ИС для объединения всех процессов от получения заказа до формирования отчета исследования [1].

Информационная система относится к ЕСМ системам (англ. Enterprise content management - управление корпоративным контентом). Основным связующим звеном является база данных (рис. 1). К ней посредством web-интерфейса подключены все сотрудники центра, что позволяет организовать общее информационное пространство для совместной работы, тем самым уменьшается время на взаимодействие сотрудников. Также образуется площадка взаимодействия с клиентами посредством сайта компании.

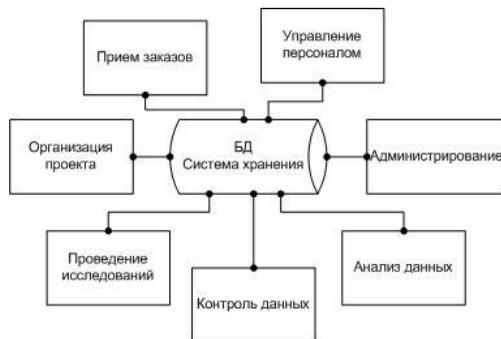


Рис. 1. Модель организации подсистем ИС

Информационная система обеспечивает возможности организации сотрудников для проведения исследования. Создается рабочее пространство исследования, где сотрудники отслеживают ход работы и обмениваются данными. Система дает возможность автоматизировать некоторые виды исследований, например, онлайн-анкетирование. Также средствами оптического распознавания текста, данные бумажных анкет записываются в базу данных. Эти процессы существенно сокращают время проведения исследований. Благодаря системе контроля данных есть возможность получить представление о репрезентативности данных исследования. Проводится проверка анкет на наличие незаполненных полей, некорректных данных, наличие выбросов, что позволяет увеличить качество анализа. Затем система проводит первичный анализ данных исследования. Он заключается в вычислении статистических показателей (таких как мат. ожидание, дисперсия, СКО), проверке ранее заданных гипотез, а также общей визуализации данных путем построения диаграмм и гистограмм.

Результаты этой работы нужны специалисту аналитику для получения образа исследования и принятия решений о проведении более сложных видов анализа в программном пакете STATISTICA. Например, показатель стабильности используя обработку количества голосов, отдавших предпочтение тому или иному уровню шкалы, можно получить количественную оценку этого показателя.

$$I_{\text{ооо}}^i = \frac{n_A^i (1) + n_B^i (0,75) + n_C^i (0,25) + n_D^i (0) + n_E^i (0,5)}{n}, \quad (1)$$

где n – объем выборки, n_A^i – количество голосов, соответствующих уровню шкалы. Также анализ взаимосвязи с использованием линейного коэффициента корреляции Пирсона

$$r_{xy} = \frac{M\left(\overset{\alpha}{X} \cdot \overset{\beta}{Y}\right)}{\sigma_x \cdot \sigma_y}. \quad (2)$$

Таким образом, данная информационная система сопровождает весь производственный процесс центра социологических исследований и позволяет увеличить эффективность работы, что будет являться конкурентным преимуществом данной компании.

Библиографический список

1. Баллод Б.А. Проектирование информационных систем/ Б.А Баллод, Т.В. Гвоздева. Р/нД: Феникс, 2009. 508 с.
2. Баллод Б.А. Методы и средства социологических исследований: учебное пособие. Иваново, ИГЭУ, 2015.

А.Ю. Артемьев, асп.;
рук. В.А. Шакиров, к.т.н., доцент
(БрГУ, г. Братск)

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ РАЙОНОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

В настоящее время ветроэнергетические установки (ВЭУ) широко используются для повышения эффективности электроснабжения удаленных районов, питания автономных потребителей. При анализе решений в области ветроэнергетики помимо хорошо формализуемых технических и экономических аспектов в большинстве случаев затрагиваются экологические, социальные аспекты, интересы нескольких групп лиц, оценка последствий затрудняется неопределенностью будущих условий в рассматриваемом районе. Применение методов системного анализа позволяет осуществить поддержку процесса принятия решения и провести выбор наиболее эффективных альтернатив [1]. Одной из основных задач, возникающих при принятии решений по использованию ВЭУ в районах децентрализованного электроснабжения, является выбор района для использования ВЭУ.

Для решения данной задачи в работе были рассмотрены различные методы принятия решений: метод многокритериальной теории полезности MAUT (Multi-attribute utility theory), метод анализа иерархий, группа методов ELECTRE, группа вербальных методов [2, 3]. Наиболее эффективным для целого ряда задач принятия решений по размещению ВЭУ является MAUT. К преимуществам MAUT следует отне-

сти возможность получения количественной оценки для всех альтернатив, возможность сравнения большого количества альтернатив, эффективное для анализа количество критериев может достигать семи. Метод имеет аксиоматическое обоснование, т.е. при выполнении ряда аксиом получаемое решение будет математически обоснованным.

Поскольку при оценке альтернатив по критериям у лица, принимающего решения (ЛПР), зачастую возникают сложности с точным оцениванием, в работе предлагается совершенствование метода MAUT. Для этого предлагается модифицировать процедуру построения однокритериальных функций ценности. На рис. 1 представлен пример однокритериальной функции ценности одного из показателей оценки альтернатив – чистого дисконтированного дохода проектов за 20 лет эксплуатации ВЭУ.

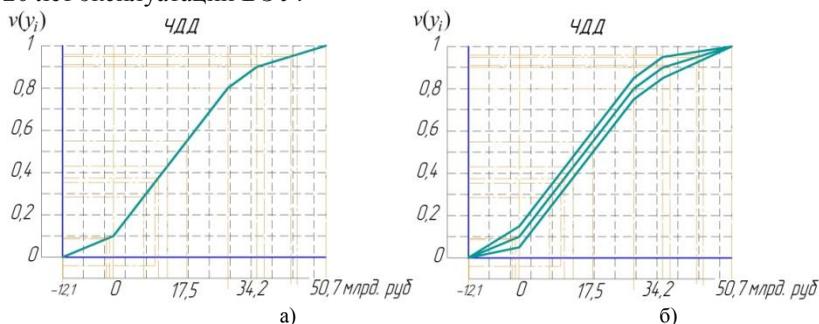


Рис. 1. Однокритериальной функции ценности чистого дисконтированного дохода проекта а) стандартный вид б) модифицированный вид.

Для возможности ЛПР выразить неопределенность в своих оценках предлагается задавать их интервалом, что является естественным решением для отражения колебаний в определении ценности значений критерия для ЛПР.

В примере, границы оценок варьируются в пределах от $-0,05$ до $+0,05$ от основной функции ценности, пределы варьирования могут устанавливаться для каждого критерия индивидуально. Линия излома границ располагается вертикально, в соответствии с ходом рассуждений ЛПР, когда ему необходимо для нескольких значений оценок по критерию установить их ценность от 0 до 1.

Таким образом, в дальнейших процедурах метода каждая оценка альтернативы по критерию будет оцениваться не конкретной ценностью, а интервалом ценности. Заданные ЛПР интервалы в дальнейшем анализе разбиваются на конечное количество точных оценок, что приводит к формированию множества функций ценностей. Таким обра-

зом, многокритериальные оценки альтернатив будут представлены интервалами, которые отразят неопределенность предпочтений ЛПР в отношении оценок по критериям.

Библиографический список

1. **Шакиров В.А.** Принятие решений в условиях нечетких предпочтений на основе многокритериальной теории ценности // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2012. № 3. С. 48-55.
2. **Ларичев О.И.** Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: Учебник. Изд. второе, перераб. и доп. – М.: Логос, 2002. – 392 с.
3. **Кини Р.Л., Райфа Х.** Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения: Пер. с англ./Под. ред. И.Ф. Шахнова. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.

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

ТЕХНОЛОГИЯ ВЛОЖЕНИЯ СИСТЕМ КАК МЕТОД АНАЛИЗА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Технологией вложения систем названа универсальная совокупность методов и приемов решения большинства задач теории систем, основанная прежде всего на современных достижениях алгебры частных [1].

Технология вложения систем предполагает последовательное выполнение трех этапов [1, 5].

На первом этапе формализуется общая структура исследуемой или синтезируемой системы. Это осуществляется приведением математических моделей всех подсистем к специальной конструкции – проматрице $\Omega(p)$ решаемой задачи.

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

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

Центральным этапом созданной технологии вложения систем является построение и использование так называемого тождества вложения, которое формально связывает проматрицу $\Omega(p)$ исследуемой системы, две матрицы вложения $\alpha(p)$ и $\beta(p)$, а также образ $\omega(p)$ этой системы [4].

Будем рассматривать систему, обобщенное уравнение которой имеет вид [2, 3]:

$$\Omega(p)Y(p) = U(p), \quad (1)$$

где $U(p) = \begin{pmatrix} x_0(p) \\ \delta(p) \\ u(p) \end{pmatrix}$ - обобщенный вход, а $Y(p) = \begin{pmatrix} x(p) \\ y(p) \\ u(p) \end{pmatrix}$ - обобщенный

выход.

Соответствующий выбор элементов $\alpha_{ij}(p)$ и $\beta_{ij}(p)$ матриц вложения позволяет получать различные «конструкции» из передаточных функций системы.

Если для определителя проматрицы $\Omega(p)$ вложенной системы выполняется условие $\det \Omega = a$, то числитель скалярного образа передаточной матрицы $F_y^u(p) = C(pI_n - A)^{-1}B$ от управляющего воздействия $u(p)$ к выходу $y(p)$, (для инерционной системы $D=0$), удовлетворяет равенству [1]

$$\det(pI_n - A + B\bar{\alpha}\bar{\beta}C) - a(p) = b(p). \quad (2)$$

Прагматический смысл формулы (2) состоит в том, что определяет способ нахождения отдельных передаточных функций системы без вычисления всей её передаточной матрицы. Если матрицам вложения

$$\bar{\alpha} \text{ и } \bar{\beta} \text{ придать значения } \bar{\alpha} = \begin{pmatrix} 0 & \dots & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \end{pmatrix}^T, \quad \bar{\beta} = \begin{pmatrix} 0 & \dots & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \end{pmatrix},$$

т.е. ненулевыми элементами являются только единицы на i -м и j -м местах соответственно, то в соответствии с равенством (2) передаточная функция системы может быть вычислена по формуле

$$f_{ij}(p) = \frac{\det(pI_n - A + B\Delta_{ji}C) - \det(pI_n - A)}{\det(pI_n - A)}, \quad (3)$$

где $\Delta_{ji} = \bar{\alpha}\bar{\beta}$ - неполная матрица размером $s \times m$ с единицей на (j, i) -м месте.

Рассмотрен универсальный аппарат вложения сложных линейных динамических систем. Он сводится к построению так называемых проматриц для конкретной решаемой задачи теории систем.

Библиографический список

1. Буков В.Н. Вложение систем. Аналитический подход к анализу и синтезу матричных систем. Калуга: Издательство Н.Ф. Бочкаревой, 2006. 720 с.
2. Мисриханов М.Ш. Инвариантное управление многомерными системами. М.: Наука, 2007, 284 с.
3. Мисриханов М. Ш., Рябченко В. Н. Алгебраические и матричные методы в теории линейных ММО-систем // Вестник ИГЭУ. – 2005. – № 5. – С. 187-242.

4. Аллаев К.Р., Мирзабаев А.М., Махмудов Т.Ф. Применение технологии вложения систем для исследования малых колебаний в регулируемой электрической системе // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. –2014. – № 1-2. – С. 10–23.

5. Асанов А.З. Технология вложения систем и её приложения. Уфа : УГАТУ, 2007, 227 с.

*А.С.Пахомова, магистрант;
рук. М.Ф. Носков, д.т.н, профессор
(СШФ СФУ, г.Саяногорск, пгт.Черемушки)*

ИНФОРМАЦИОННО-ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГТС С ИНТЕГРАЦИЕЙ В ВЕРХНЕЕ АСУТП

Назначение системы:

Информационно-диагностическая система (ИДС) предназначена для организации автоматизированного мониторинга гидротехнических сооружений (ГТС) I и II класса Саяно-Шушенской ГЭС (СШГЭС) с целью: ведения баз натуральных наблюдений, проведения оперативной оценки состояния сооружений, своевременного планирования воздействий на базе анализа результатов наблюдений и обследований.

Цели создания системы является обеспечение службы мониторинга ГТС и руководства станции полной, своевременной и достоверной информацией о состоянии ГТС СШГЭС.

Объектом автоматизации системы являются гидротехнические сооружения СШГЭС вместе с комплексом измерительных систем по сбору и обработке данных натуральных наблюдений, включая автоматизированную систему опроса контрольно-измерительной аппаратуры (КИА).

Основные требования, предъявляемые к системе:

- ИДС должна быть создана на базе современных компьютерных и информационных технологий и программно-технического обеспечения;
- ИДС должна строиться на основе современной трехзвенной архитектуры, включающей уровень хранения данных, уровень сервера приложений и уровень представлений;
- уровень хранения данных представляет собой единое хранилище информации верхнего уровня автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) и отдельного файлового хранилища;

- средний уровень строится на основе вычислительных кластеров ВУ АСУТП, является информационным ядром ИДС и обеспечивает: высокоуровневое управление данными, программные интерфейсы и протоколы для информационного обмена с клиентскими приложениями слоя представлений, автоматизацию обработки информации;
- верхний уровень представлений обеспечивает интерактивное взаимодействие пользователей с системой на основе современных интерфейсных технологий и объединяет в своем составе графический интерфейс пользователя.

Состав и содержание работ по созданию системы:

Процесс создания системы должен соответствовать [1-5].

Создание системы осуществляется в 3 этапа:

I этап – Работы по модернизации ИДС (настройка ИДС);

II этап – Работы по модернизации ИДС (обработка и введение данных в ИДС, тестирование ИДС).

Требования к испытаниям ИДС:

Создаваемая ИДС должна быть подвергнута следующим видам испытаний:

- предварительные испытания;
- опытная эксплуатация.

Целью испытаний является:

- Проверка параметров ИДС и отдельных подсистем на соответствие ТЗ;
- Выявление возможных недостатков в функционировании ИДС;
- Определение возможности или невозможности приемки ИДС в постоянную эксплуатацию.

Библиографический список

1. **ГОСТ 34.601-90** Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.
2. **СТО 70238424.27.140.035-2009**. Мониторинг и оценка технического состояния гидротехнических сооружений в процессе эксплуатации Нормы и требования.
3. **РД 03-417-01**. Методические рекомендации по составлению проекта мониторинга безопасности гидротехнических сооружений на поднадзорных Ростехнадзору России производствах, объектах организациях.
4. **РД 03-259-98**. Инструкция о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений предприятий, организаций, подконтрольных органам Госгортехнадзора России.

*Сайлауқызы Ж., докторант;
рук. Садыков А.А., д.т.н., профессор
(ЕНУ им Л.Н. Гумилева, Астана)*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫХ КОДОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОШИБОК В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Возрастающее быстродействие современных вычислительных систем требует увеличения скорости передачи данных. Работоспособность таких систем зависит от достоверности ввода, хранения и обработки информации, а так же от помехоустойчивости передачи ее по каналам протяженностью сотни тысяч километров.

Основным средством обеспечения высокой помехоустойчивости сложной системы является введение избыточности, необходимой для обнаружения и исправления ошибок, возникающих при работе системы и ее элементов. В настоящее время использование кодов, исправляющих ошибки, стало действительно практически осуществимым в системах для передачи данных.

Очень много для помехоустойчивого кодирования сделал Ричард Хэмминг. Идея кодов Хемминга заключается в разбиении данных на блоки фиксированной длины и вводе в эти блоки контрольных бит, дополняющих до четности несколько пересекающихся групп, охватывающих все биты блока. В частности, он разработал код, который обеспечивает обнаружение и исправление одиночных ошибок при минимально возможном числе дополнительных проверочных бит. Для каждого числа проверочных символов используется специальная маркировка вида (k, i) , где k -количество символов в сообщении, i - количество информационных символов в сообщении. Например, существуют коды $(7, 4)$, $(15, 11)$, $(31, 26)$. Каждый проверочный символ в коде Хэмминга представляет сумму по модулю 2 некоторой под последовательности данных. Рассмотрим сразу на примере, когда количество информационных бит i в блоке равно 4 — это код $(7,4)$, количество проверочных символов равно 3. Классически, эти символы располагаются на позициях, равных степеням двойки в порядке возрастания:

первый проверочный бит на $2^0 = 1$;

второй проверочный бит на $2^1 = 2$;

третий проверочный бит на $2^2 = 4$;

но можно и разместить их в конце передаваемого блока данных (но тогда формула для их расчета будет другая). Теперь рассчитаем эти проверочные символы:

$$r1 = i1 + i2 + i4$$

$$r2 = i1 + i3 + i4$$

$$r3 = i2 + i3 + i4$$

Итак, в закодированном сообщении у нас получится следующее:

$$r1, r2, i1, r3, i2, i3, i4.$$

Приведем структурную схему кодера и декодера:

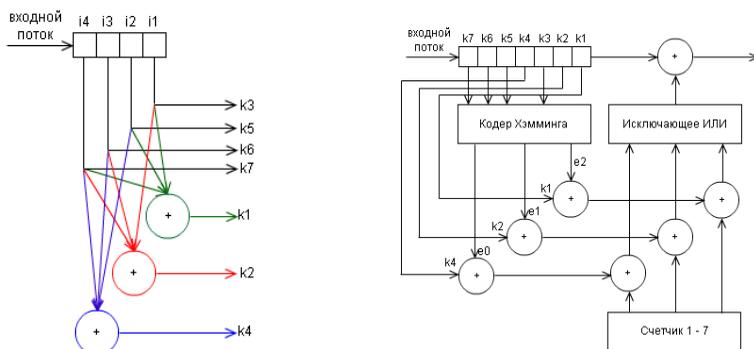


Рис. 1. Структурная схема кодера и декодера

$e0, e1, e2$ определяются как функции, зависящие от принятых декодером бит $k1 — k7$:

$$e0 = k1 + k3 + k5 + k7 \text{ mod } 2$$

$$e1 = k2 + k3 + k6 + k7 \text{ mod } 2$$

$$e2 = k4 + k5 + k6 + k7 \text{ mod } 2$$

Набор этих значений $e2, e1, e0$ есть двоичная запись позиции, где произошла ошибка при передаче данных. Декодер эти значения вычисляет, и если они все не равны 0 (то есть не получится 000), то исправляет ошибку.

Как видите, алгоритм коррекции ошибок Хемминга – достаточно прост и надежен. При этом эффективность кода растет при увеличении информационных блоков.

Алгоритм кодирования Хэмминга - очень популярен и позволяет значительно повысить надежность передачи и хранения информации..

Библиографический список

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Москва. Вильямс, 2003.
2. Питерсон У. Коды, исправляющие ошибки. М.: Мир, 1964.

Секция 27. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

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

*S.A. Demidova, PG student;
Scientific Supervisor S.V. Kosyakov, Doctor of Engineering, prof.;;
English Advisor M. V. Filatova, candidate of Philological Sciences, ass. prof.
(ISPU, Ivanovo)*

DEVELOPMENT OF THE DECISION SUPPORT METHODS IN BUILDINGS ENERGY-SELECTNG SCHEME TO MEET THE URBAN ENERGY BALANCE

Currently, geographic information systems (GIS) are actively implemented in privately and publicly operated enterprises. GIS is an effective tool for storage, study, analysis and visualization of all kinds of the information about the environment and anthropogenic influence on the ambience. As a hardware and software system GIS allows you to investigate effectively the problems and solve cross-cutting aims using techniques of the geoinformation mapping and spatial modeling. The finished products as the thematic spatial databases; digital, vector and raster maps, that are integrated into a unified geoinformation software shell are created by GIS means of development.

The necessity of the GIS technology usage in the field of energy efficiency and conservation is repeatedly highlighted by experts in this field and now GIS have become increasingly supported in domestic and foreign companies. This is connected with the shortage of core energy resources, the increase in the value of their production, as well as with the global environmental problems [1].

Despite the diversity of the increasing energy efficiency means, efforts to solve this problem at the level of a power supply process are not to be practically taken and highlighted; while if the multi-product energy balance of buildings were developed, it would be possible to increase the economic validity of the decisions in choosing the ways of houses power feed, establishing the energy tariffs, decision making in the sphere of the engineering infrastructure development.

The solution to this problem is possible only through an effective information support, i.e. the use of the geographic information systems (GIS). The system of spatial modeling and analysis of an urban multicommodity

balance based on GIS should include not only the multicommodity energy balance distribution across the city with account for the structure of existing energy networks, but also the ability to predict and analyze changes in the energy balance distribution pattern during the implementation of various urban development activities.

At the new buildings design stage it should be taken into account their referencing to the specific areas of the city. The level of certain utilities development, the availability of reserve capacities for different types of energy in specific areas, the existing social and environmental factors in the area may lead to the fact that the energy efficiency of the chosen building power supply scheme will vary depending on the location of the building in the city. To take into account this factor a new method is proposed, which allow to evaluate the possibility of changing the building power supply scheme by reference to the data of the territory engineering infrastructure. The classification of urban areas in the GIS environment by an energy balance range of indicators is used in this method.

This method includes the following operations:

1. Collecting information with the help of GIS about the existing energy balance of each district for all types of consumption energy.
2. Determining the grades based on the different energy types usage hierarchy in each area.
3. Analyzing the energy balance changing possibilities of the building under construction.
4. Providing recommendations for the building power feed technique changing with due consideration of the estimates obtained for the building location area.

This method can be implemented as a specialized GIS, which is supported by the municipal authorities.

References

1. **Энергосбегающие** технологии и способы энергосбережения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://gia.ru/documents/20081205/156573930.html>.
2. **Пичугин И.Л.** Применение ГИС-технологий – эффективный метод мониторинга объектов ЖКХ / И.Л. Пичугин // Вестник ОрелГАУ, 2011. – №4 (31). – С. 76–80.

*Ахалков С.А., студ.;
рук. Косяков С.В. д.т.н.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ МУРАВЬИННОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕМЕНИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЁРА

Муравьиные алгоритмы решения задач дискретной оптимизации серьезно исследуются европейскими учеными с середины 90-х годов. На сегодня уже получены хорошие результаты муравьиной оптимизации таких сложных комбинаторных задач, как задача оптимизации маршрутов грузовиков, задача раскраски графа, оптимизации сетевых графиков, задача календарного планирования и ряд других. На работу муравьиного алгоритма очень сильно влияют регулируемые параметры, т.е. чтобы эффективно использовать муравьиный алгоритм, необходимо правильным образом настроить его параметры.

Целью данного исследования является разработка приложения, которое позволяет автоматически подбирать параметры настройки муравьиного алгоритма, решающего задачу коммивояжера.

Задачи исследования:

1. Реализовать муравьиный алгоритм для решения задачи коммивояжера;

2. Реализовать автоматическую настройку параметров алгоритма;

3. Оценить эффективность работы алгоритма после настройки;

Существует несколько видов муравьиных алгоритмов с различными параметрами. В ходе исследования был реализован классический муравьиный алгоритм с двумя параметрами для настройки:

1. α - сила влияния феромонов на выбор пути

2. β - сила влияния расстояния на выбор пути.

Реализация алгоритма настройки была построена следующим образом – генерируется несколько наборов с городами. Каждый набор является уникальным, т.е. города в этих наборах связаны различным образом (изменяются сами связи и расстояние между городами). Наличие нескольких наборов необходимо для того, чтобы исключить заточку алгоритма под однопредельный набор. Затем происходит запуск алгоритма поиска параметров α и β по очереди для каждого набора. Алгоритм поиска основан на методе градиентного спуска. Скорость его работы была увеличена с помощью распараллеливания вычислений.

В результате правильной настройки параметров, время работы и количество итераций муравьиного алгоритма для поиска решения за-

дачи коммивояжёра уменьшилось. Результат работы поиска оптимального решения можно увидеть на рис. 1.

```
file:///C:/Users/Noil White/Desktop/Projects/AntColony/AntColony/bin/Debug/AntColon...
New best length of 103.0 found at time 8203
New best length of 91.0 found at time 8485
New best length of 85.0 found at time 8603
New best length of 84.0 found at time 8961
New best length of 73.0 found at time 9009
New best length of 69.0 found at time 9552
New best length of 68.0 found at time 9623
New best length of 66.0 found at time 9670
New best length of 65.0 found at time 10034
New best length of 64.0 found at time 10105
New best length of 62.0 found at time 10153
New best length of 61.0 found at time 13409

Time complete. Total time in milliseconds: 23737

End Ant Colony Optimization demo

=====

Best time: 18217
Alpha = 3.5
Beta = 1.75
```

Рис. 1. Результат работы алгоритма настройки

По результатам эксперимента можно сделать вывод, что автоматическая настройка муравьиного алгоритма действительно уменьшила время решения задачи коммивояжёра.

Библиографический список

1. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы // Экспонента Pro. Математика в приложениях, 2003, №4, с.70-75.
2. Гладков Л.А., Курейчик В.М., Курейчик В.В. Генетические алгоритмы. – Ростов-Дону: ООО «Росгиздат», 2004г.

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

ПОИСК И РЕАЛИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМА СЖАТИЯ СИГНАЛОВ ЭМГ

Цель работы заключается в реализации алгоритма кодирования электромиограммы (ЭМГ) в реальном времени. Электромиография — это метод изучения биоэлектрических процессов, развивающихся в мышцах людей и животных во время различных двигательных реакций. Метод основан на записи биопотенциалов скелетных мышц.

Для передачи данных был выбран тип соединения Bluetooth. Реальные замеры скорости Bluetooth соединения с iPad показали, что данные перед отправкой необходимо сжимать не менее чем вдвое.

Учитывая неравномерность сжимаемого сигнала, можно предположить, что традиционные алгоритмы сжатия без потерь не дадут хорошего результата. Тем не менее, можно произвести с данными обратимые преобразования, позволяющие уменьшить значения, а после этого применить арифметический кодер или кодирование алгоритмом Райса. Результат работы этих алгоритмов приведен в таблице 1.

Таблица 1. Алгоритмы сжатия без потерь

	Время работы	Коэффициент сжатия
Арифметический кодер	2.20	1.702
Алгоритм Райса	0.58	1.334

Полученные результаты вероятно можно улучшить, применив более сложные преобразования, однако очевидно, что полученные результаты не обеспечивают приемлемого сжатия, поэтому обратимся к алгоритмам сжатия с потерями. Исходя из специфики данных, рассмотрим три алгоритма: дискретное косинусное преобразование (DCT), вейвлет Добеши 4 порядка и алгоритм Рамера-Дугласа-Пекера.

Алгоритм Рамера-Дугласа-Пекера (RDP) осуществляет сжатие за счет упрощения полигональной цепи. Суть DCT преобразования заключается в разложении вектора состоящего из 8 отсчетов на 8 базисных векторов, представляющих из себя косинусоиды различной периодичности. Само по себе DCT не осуществляет сжатия, однако преобразовывает данные в формат, удобный для дальнейшей операций. Использование вейвлета Добеши D4 также лишь подготавливает данные, однако в качестве исходных данных берутся перекрывающиеся друг друга четверки, и в результате получаются пары коэффициентов. Один из этих коэффициентов – высокочастотный, можно отбросить, так как он обычно либо равен, либо близок к 0.

В процессе работы была создана программа, реализующая все вышеперечисленные алгоритмы и вычисляющая их основные характеристики (таблица 2).

Таблица 2. Алгоритмы сжатия с потерями

	t раб., с	сжатие	p, средн.	p, макс.
RDP, точность 1	1.39	2.218	4,014	469
RDP, точность 2	1.26	3.827	8,223	937
RDP, точность 3	1.20	5.847	13,282	923
DCT, 4/8, Райс	0.26	3.459	4,791	95
DCT, 4/8, RLE, Райс	0.20	4.809	4,791	95
DCT, 4/8, Хаффман	0.36	6.155	4,791	95
DCT, 4/8, RLE, Хаффман	0.35	6.718	4,791	95
DCT, 3/8, Райс	0.20	4.57	5,536	194

DCT, 3/8, RLE, Райс	0.18	5.32	5,536	194
DCT, 3/8, Хаффман	0.31	6.85	5,536	194
DCT, 3/8, RLE, Хаффман	0.32	7.04	5,536	194
D4, 1/2, округление 30, Райс	0.30	2.66	3,301	175
D4, 1/2, округление 30, RLE, Райс	0.45	1.66	3,301	175
D4, 1/2, округление 30, Хаффман	0.45	3.49	3,301	175

Для DCT было оставлено 4 и 3 коэффициента (в таблице 4/8 и 3/8) так как если отбросить больше коэффициентов, то сильно возрастет погрешность (р), увеличение же числа коэффициентов не окажет значительного влияния.

Исходя из результатов, приведенных в таблице, можно заключить, что наиболее эффективным и гибким в настройке является DCT преобразование, его параметры можно задать исходя из конкретной ситуации. На втором шаге для DCT наиболее эффективным оказалось применение алгоритма Хаффмана к данным, предварительно закодированным RLE (при этом RLE следует применять к коэффициентам, начиная со второго). Однако, если критична скорость работы, можно применить алгоритм Райса, т.к. при проигрыше в сжатии он дает выигрыш в скорости.

Библиографический список:

1. Д. Сэломон. Сжатие данных, изображений и звука. – М.: Техносфера, 2004. – 368с.
2. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. - 384 с.
3. Изобретаем JPEG. [Электронный ресурс] // Хабрахабр. URL: <http://habrahabr.ru/post/206264/>
4. Вейвлет-сжатие «на пальцах» [Электронный ресурс] // Хабрахабр. URL: <http://habrahabr.ru/post/169615/>

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

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В СРЕДЕ СВОДНОГО ТЭБ РЕГИОНА

В настоящее время одной из ведущих проблем экономики РФ и регионов является повышение ее энергоэффективности и энергосбережение. На уровне Государственной программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» признано, что сохранение высокой энергоемкости российской экономики угрожает энергетической безопасности России и чревато сдер-

живанием экономического роста. Согласно программе, «выход России на стандарты благосостояния развитых стран на фоне усиления глобальной конкуренции и истощения источников экспортно-сырьевого типа развития требует кардинального повышения эффективности использования всех видов энергетических ресурсов». Программа предписывает снижение энергоёмкости ВВП на 13,5 процентов к 2020 году.

Сложившаяся ситуация обострила интерес к проблемам региональной энергетики. При решении оптимизационных задач в топливно-энергетическом комплексе региона (ТЭК) в первую очередь возникает необходимость оценки его состояния. Однако очевидно, что оценивание требует в первую очередь системного взгляда на сам предмет оценки. В настоящем докладе рассматривается балансовый подход как эффективный способ систематизации данных для последующей аналитической обработки и процедуры принятия решений по развитию и совершенствованию энергетической инфраструктуры региона, а также основные направления анализа и оценки.

Балансовый подход положен в основу Информационно-аналитической системы ведения топливно-энергетических балансов региона (ИАС ТЭБ), разработанной в ИГЭУ. К настоящему времени система внедрена в ряде регионов России, накоплена достаточно объёмная ретроспектива данных. В рамках системы на основе мониторинга балансов поставщиков и потребителей топливно-энергетических ресурсов формируется сводный топливно-энергетический баланс региона, выполняется оценка эффективности энергопотребления [1].

На основе сводного ТЭБ выполняется ретроспективная оценка энергоёмкости ВРП, оценка эффективности функционирования ТЭК, прогнозирование энергопотребления. При использовании балансового метода и накоплении данных оцениваются, в частности, такие показатели, как:

- доля использования дефицитных видов топлива в общем потреблении ресурсов;
- процент использования вторичных и возобновляемых энергетических ресурсов в ТЭК;
- доля потерь электрической и тепловой энергии в сетях в общем отпуске этих видов энергии;
- доля расхода электрической и тепловой энергии на собственные нужды в общей выработке этих видов энергии;
- зависимость ТЭК от поставок ресурса (т.е. процент использования собственных и импортированных ресурсов в производстве энергии и потреблении ресурсов; показатель, зеркальный энергетической самостоятельности ТЭК);
- доля использования попутного газа в общей добыче природного газа.

Формирование сводного баланса выполняется двумя способами, которые взаимно дополняют и уточняют друг друга:

1) данные мониторинга поставщиков и потребителей ТЭР в рамках ИАС ТЭБ;

2) данные из открытых источников информации (периодические отчеты, данные Росстата, данные из сети Интернет).

Сочетание указанных способов позволяет избежать возникновения таких сложностей, как неполнота информации, ее противоречивость. Разработанная методика формирования сводного ТЭБ региона апробирована в ряде регионов РФ.

В целом можно сказать, что балансовый подход открывает перед аналитиком обширные перспективы для оценки, прогнозирования ТЭБ и принятия решений по повышению энергоэффективности. В докладе подробно освещаются некоторые аспекты оценки эффективности энергопотребления на региональном уровне.

Библиографический список

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

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

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ДЛЯ АНАЛИЗА МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ТОРГОВЛИ В ГОРОДЕ ИВАНОВО

Выбор места расположения считается одной из важнейших задач, которая оказывает существенное влияние на успех торгового предприятия по многим причинам. Выбрав правильное местоположение, торговое предприятие может обеспечить себе конкурентное преимущество, лояльность потребителей, а, следовательно, высокую прибыль. Для решения данной задачи разработано веб-приложение для анализа мест размещения объектов торговли в г. Иваново [1], которое позволяет пользователям устанавливать варианты размещения торговых объектов на карте города, выбрать специализацию магазина и его примерную площадь. Однако в этом приложении анализировались только заданные варианты размещения и не учитывались ситуации, когда потенциальные места размещения не известны. Целью данной работы является развитие возможностей приложения на случай поиска новых мест размещения объектов торговли.

Анализ существующих разработок, решающих проблему выбора местоположения торговой точки, показал перспективность использования нового метода поиска решений. В статье [2] изложен подход, примененный в Испании в 2013 году. В нем объединяются модели ГИС и многокритериальные модели теории принятия решений. На основе этого подхода предложено реализовать в приложении процесс принятия решения о выборе места для торговой точки в виде последовательности следующих этапов:

Определение геоспроса и геоконкуренции. Для более точной идентификации геоспроса и геоконкуренции город разделяется на кварталы, что позволяет рассчитать количество жилых зданий и оценить среднее число жителей в квартале (геоспрос). Для г. Иванова информация о численности населения взята на официальном сайте территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ивановской области [3]. Для идентификации геоконкуренции определяются декартовы координаты (x, y) конкурентных торговых точек. Если будущий торговый объект является частью торговой сети, то все магазины сети так же будут являться конкурентами. После определения конкурентов, для каждого из них определяется торговая зона. Согласно статье [4] торговая зона супермаркета определяется как изохрона с учетом площади его торгового зала. Если две или больше торговых зоны накладываются из-за близости двух или больше супермаркетов, то их соответствующие торговые зоны находятся в конфликте. Следовательно, у потенциальных клиентов, живущих в области, образовавшейся в результате наложения, есть больший коммерческий выбор. Таким образом, геоконкуренция классифицируется в три категории: низкая, средняя и высокая. Результаты анализа геоспроса и геоконкуренции представляются в ГИС в виде слоев зонирования.

Определение возможных расположений. Информация, полученная в результате совместного анализа геоспроса и геоконкуренции, сопоставляется для получения третьего слоя. Этот слой показывает области, где у населения нет диапазона коммерческого предложения или где ряд коммерческих услуг беден. Функции ядерного анализа плотности ГИС (разновидность кластерного анализа) позволяют определить области с более высокими концентрациями потенциальных клиентов (возможные местоположения для нового торгового объекта).

Выбор лучшего места. Местоположения, выявленные в ходе предыдущих шагов, оцениваются экспертами согласно методу анализа иерархий (МАИ). Таким образом, возможные варианты расположения ранжируются экспертами и определяется лучшее место.

Изложенный в данной статье метод поиска оптимального варианта размещения объекта торговли, реализуется в рамках новой версии веб-

приложения для анализа мест размещения объектов торговли в г. Иваново. Данное приложение может быть внедрено как публичный сервис на одном из интернет-сайтов города, посвященном инвестициям и объектам недвижимости.

Библиографический список

1. Садыков А. М., Кайзер Д. Д. Разработка интернет-ресурса для анализа мест размещения объектов торговли в городе Иваново // Материалы конференции. Десятая МНТК студентов, аспирантов и молодых учёных «Энергия-2015»: Сборник конкурсных докладов. – Иваново: ФГБОУ ВПО ИГЭУ им. В.И. Ленина, 2015. С.- 142 – 145.
2. Norat Roig-Tierno, Amparo Baviera-Puig, Juan Buitrago-Vera, Francisco Mas-Verdu. The retail site location decision process using GIS and the analytical hierarchy process. *Applied Geography*, 2013, 40, 191 - 198. doi:10.1016/j.apgeog.2013.03.005.
3. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Ивановской области [Электронный ресурс]: - Режим доступа: http://ivanovo.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/ivanovo/ru/census_and_researching/census/national_census_2010/score_2010/score_2010_default.
4. Huff, D. (1963). Defining and estimating's trade area. *Journal of Marketing*, 28, 34 - 38.

Кайзер М.Д.;
рук. Садыков А.М. к.т.н.,
(ИГЭУ, г. Иваново)

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ WEB APPBUILDER FOR ARCGIS

В настоящее время географические информационные системы (ГИС) являются незаменимым инструментом на всех этапах жизненного цикла инженерных сетей: от планирования развития, проектирования и строительства сетей до эксплуатации и управления режимами их работы [1]. В данный момент на предприятии ГУП «ТЭК» Санкт-Петербурга разрабатывается ГИС, в которой хранится и отображается большое количество разнообразной информации об эксплуатации и развития тепловой сети города. При этом у пользователей возникают трудности при поиске, отображении и анализе этой информации ввиду большого разнообразия используемых анализируемых характеристик и большой территории анализа. Целью данной работы была разработка ГИС-приложения для гибкой аналитики и отображения данных в составе корпоративной информационной системы этого предприятия.

Для достижения поставленной цели создана опытная версия веб-приложения, позволяющая анализировать данные об объектах потребления тепловой энергии. Одним из программных продуктов, позво-

ляющих создавать мощные методы для анализа данных, является Web AppBuilder for ArcGIS. Данный продукт обладает определенным набором инструментов аналитики, которые к тому же можно расширять. Поэтому разработка приложения осуществлялась с его помощью. Web AppBuilder for ArcGIS позволяет встраивать в свое приложение различные виджеты, которые определяют его основную функциональность [2].

В разработанном ГИС-приложении были созданы диаграммы, использующие информацию об объектах потребления, а именно: данные об оснащённости объектов узлами учёта, о подключении горячего водоснабжения, о подключении отопления. Для добавления данной функциональности использовался виджет "Диаграмма". Однако, функциональности данного виджета оказалось недостаточно для эффективного отображения результатов аналитики на карте. Например, при наведении курсора мыши на элемент диаграммы, результаты выделялись на карте цветом, но не фиксировались, что не позволяло видеть их при приближении или перемещении по карте. Поэтому было написано расширение виджета "Диаграмма". В результате при щелчке курсора мыши на элемент диаграммы данные аналитики отображаются в виде слоя кластеризации (рис. 1). Кластеризация позволяет более эффективно представлять информацию о результатах аналитики пользователю, разбивая большое количество объектов потребления на группы. Также была устранена проблема с нефиксированным отображением результатов на карте.

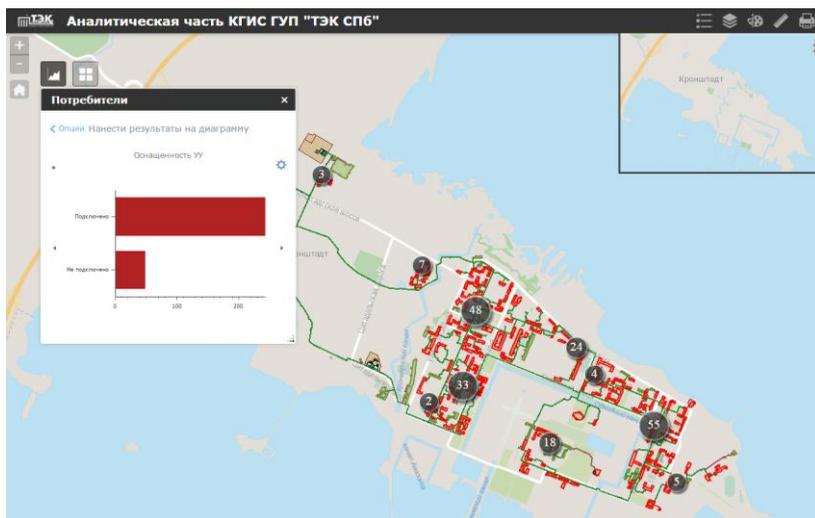


Рис. 1. Отображение результатов анализа данных об оснащённости узлами учёта объектов потребления

Разработанное в рамках данной работы приложение решает указанную проблему отображения большого количества информации в ГИС. Оно внедряется и проходит опытную эксплуатацию в ГУП «ТЭК» Санкт Петербурга. В дальнейшем планируется развивать данное ГИС-приложение и адаптировать его к различным задачам.

Библиографический список

1. Геоинформатика: Учебное пособие / А.В.Скворцов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006. – 336 с.
2. Использование Web AppBuilder for ArcGIS [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://server.arcgis.com/ru/portal/latest/use/widget-overview.htm>

М.И. Крылов, В.Д. Филимонова, студ.;
рук. В. М. Кокин, к.т.н.
(ИГЭУ, г. Иваново)

СОЗДАНИЕ МОБИЛЬНОГО РОБОТА С ГОЛОСОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Интернет вещей – концепция вычислительной сети физических объектов, оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. Ярким примером являются «умные» дома, которые открывают двери при приближении владельца, поддерживают микроклимат и т.д. [1]. Часто управление «вещами» осуществляется посредством портативных устройств: смартфонов, ноутбуков и т.п., которые также являются «вещами».

Проблемой таких устройств является отсутствие мобильности, под которой в данном случае понимается способность передвигаться самостоятельно. Кроме того такие устройства имеют потенциально сложный пользовательский интерфейс: голосовое управление является более простым и безопасным, т.к. исключается возможность нажать «не на ту кнопку», но является не реализуемым для ряда существующих гаджетов. Данные проблемы способно решить принципиально новое устройство – самостоятельно передвигающийся робот, воспринимающий голосовые команды и реагирующий на них.

В качестве основы разрабатываемой робототехнической системы был выбран микрокомпьютер Intel Edison с платой расширения Arduino под управлением ОС Yocto Linux, т.к. данный он соблюдает баланс между энергопотреблением и производительностью. На данном этапе разработки голосовое управление представлено в виде реализации двух отдельных компонентов:

1. Преобразование речи в текст (STT), которое позволяет роботу воспринимать голосовые команды. STT реализовано с помощью встроенных средств командного интерпретатора Bash и возможностей Google сервисов.

2. Преобразование текста в речь (TTS), которое позволяет роботу сообщать о своем состоянии. TTS реализовано средствами фреймворка Festival и библиотеки say.js.

Поскольку робот должен двигаться в разных направлениях, с допущением, что поверхность имеет минимальные перепады высот, была сконструирована трехколесная мобильная платформа, задние колеса которой являются движущими, а переднее направляющим.

Универсального подхода для определения траектории движения в условиях неопределенности нет, поэтому был разработан алгоритм (Рис. 1), на основе алгоритмов движения вдоль линии и внутри лабиринта [2]. Для определения координат, расстояния до цели и угла поворота используются данные GPS-модуля, для определения препятствий – ультразвуковой дальномер.

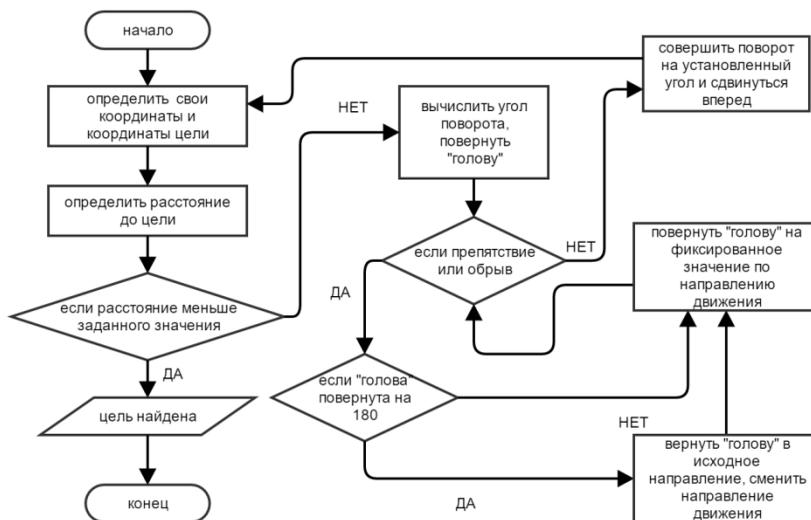


Рис. 1. Блок-схема алгоритма движения робота

Разработанную систему выделяет ее способность к передвижению, голосовое управление и согласованность с концепцией интернета вещей, которая на данный момент является перспективной.

Библиографический список

1. **Wileyfox** – Интернет вещей: что это такое и с чем его едят? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chezasite.com/news/cto-takoe-internet-veshei-82180.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Рус.
2. **Бойко И. А.** Управление мобильными роботами в условиях неопределенности внешней среды [Текст] / И. А. Бойко, Р. А. Гурьянов // Молодой ученый. — 2013. — №5. — С. 39-41.

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

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕНДЕРЕРА ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

В настоящее время наблюдается повсеместное внедрение компьютерной графики: от мультимедийных развлечений до визуализации результатов научных исследований. При этом постоянно возрастают требования к её качеству, которые могут быть выполнены за счет увеличения вычислительных мощностей, используемых для её обработки, с применением специализированного ПО.

В связи с этим встает вопрос о применении дополнительных вычислительных устройств и параллельных вычислений в графических расчётах. Наибольший интерес представляет реализация рендерера с использованием связки технологий .NET Framework и OpenCL. Технология .NET предоставляет такие преимущества, как мультиплатформенность – выполнение вычислений на различных платформах и архитектурах без изменения бинарных кодов программы. Помимо этого .NET обеспечивает простое управление потоками и сетевое взаимодействие между несколькими вычислительными системами по протоколу TCP/IP, что позволяет использовать концепцию распределенных вычислений. OpenCL задействует в обработке графики специализированные устройства (такие как графические адаптеры), одновременно с центральным процессором. В совокупности технологии дают возможность ускорить вычисления всеми доступными способами, например, производя их параллельно как ПК с ОС Linux, так и на графическом процессоре современного смартфона.

Трёхмерные модели представляются в памяти компьютера в виде набора точек – вершин, которые объединены в поверхности – полигоны. Первый шаг визуализации – считывание вершин из файла и выполнение координатных преобразований с ними для достижения желаемого вида, размера, угла поворота модели.

Второй шаг – растеризация полигонов модели, т.е. вычисление координат и отрисовка всех пикселей, составляющих видимые поверхности. Также на этом этапе происходит отсечение невидимых областей с применением z-буфера глубины.

Далее происходит раскрашивание точек цветом, прочитанным из двумерного графического файла – текстурирование. Стоит отметить, что модель не будет смотреться естественно, если все её поверхности выглядят одинаково затененными. Иными словами необходим еще один шаг – расчёт интенсивности освещения модели.

Здесь возможно применение модели освещения Фонга, по которой яркость точки находится из трех компонент: 1) фонового освещения, одинакового для всех точек, 2) рассеянного освещения, зависящего от положения поверхности по отношению к источнику света, 3) глянцевого освещения, добавляющего блики на наиболее освещенные области модели. Дополнительной компонентой также может служить вычисление теней – уменьшение яркости точек, на которые не попадают прямые световые лучи. Данная модель дает достаточно качественную визуализацию при небольшом использовании вычислительных ресурсов, благодаря чему она и получила широкое распространение.

Другой подход – использование модели общего освещения, которая предполагает вычисление яркости поверхности, как суммы световых лучей, падающих на данную поверхность от всех точек источника света, представленного плоскостью или полусферой. Очевидно, что произвести суммирование лучей от бесконечного числа точек невозможно, поэтому, в данном случае, можно упростить вычисления методом Монте-Карло: произвести расчёты только для некоторого числа равномерно распределенных по поверхности источника света точек. Этот метод дает гораздо более реалистичную картинку, но требует огромного количества вычислительных ресурсов и времени. Например, в исследуемом примере потребовалось 1000 итераций рендерера для удовлетворительного качества изображения.

В процессе выполнения данной работы были реализованы описанные алгоритмы и проведен сравнительный анализ скорости рендеринга на различных конфигурациях оборудования. Как оказалось, вычисления, производимые параллельно на всех устройствах в пределах одной вычислительной системы (CPU и GPU), позволяют в разы уменьшить количество требуемого времени, ввиду небольших затрат на организацию процесса вычисления. При задействовании нескольких вычислительных систем накладные расходы заметно возрастают, однако и в таком случае достигается выигрыш в производительности.

Библиографический список

1. The open standard for parallel programming of heterogeneous systems [Электронный ресурс] // Khronos Group, 2013. URL: <https://www.khronos.org/OpenGL/>
2. Краткий курс компьютерной графики [Электронный ресурс] // haqreu, 2015. URL: <http://habrahabr.ru/post/248153/>
2. NET Framework 4 [Электронный ресурс] // Microsoft Corporation, 2015. URL: [https://msdn.microsoft.com/library/w0x726c2\(v=vs.100\).aspx](https://msdn.microsoft.com/library/w0x726c2(v=vs.100).aspx)

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

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ
ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ
ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПУТЕЙ В ГИС**

При решении некоторых задач пространственного анализа в геоинформационных системах (ГИС) используются методы и программное обеспечение (ПО) поиска кратчайших или наиболее выгодных путей на графах, образованных растровой моделью территории. При разработке ГИС, работающих в условиях, когда время на обработку запросов ограничено, например, ГИС, обслуживающих множество аналитических запросов клиентов в облачных средах, важным фактором реализации соответствующего ПО является скорость построения путей на графах большой размерности (сотни тысяч вершин и более). Эффективным методом ускорения работы алгоритмов в этом случае является использование методов и технических средств распараллеливания. Одним из наиболее доступных устройств для реализации параллельных алгоритмов в настоящее время являются графические платы.

Целью работы является реализация быстродействующих алгоритмов поиска путей, использующие средства параллельных вычислений. В качестве возможных базовых алгоритмов построения пути рассмотрены: A^* (A star) [1], алгоритм Дейкстры (Dijkstra's algorithm) [2], алгоритм Форда-Беллмана [3], алгоритм Jump Point Search (JPS) [4].

Для эффективного распараллеливания любого из представленных алгоритмов, необходимо, чтобы каждая следующая итерация не зависела от предыдущей; таким алгоритмом является алгоритм Форда-Беллмана. В данном алгоритме можно просматривать рёбра независимо друг от друга.

Для того чтобы протестировать указанный выше алгоритм и сравнить его производительность с другими, сгенерирован лабиринт с

большим количеством препятствий, используя алгоритм Эллера, размером 4096x4096. Это соответствует представлению территории крупного города с шагом растеризации 2 метра. Данный лабиринт был представлен в виде матрицы смежностей, которая имела 16 777 216 вершин, количество рёбер – 41 943 040.

Результаты тестов представлены в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1. Производительность алгоритмов

Алгоритм	Производительность, млн. дуг/сек
Алгоритм Дейкстры	31,3
Алгоритм A*	70,9
Алгоритм Jump Point Search	94,1
Распараллеленный алгоритм Форда-Беллмана	1654,6

Таблица 2. Время поиска пути от точки (0,0) до точки (4095, 4095)

Алгоритм	Время, сек
Алгоритм Дейкстры	211,5
Алгоритм A*	12,4
Алгоритм Jump Point Search	6,8
Распараллеленный алгоритм Форда-Беллмана	0,7

Таблица 3. Время поиска пути от точки (100, 100) до точки (200, 200)

Алгоритм	Время, сек
Алгоритм Дейкстры	211,5
Алгоритм A*	1,1
Алгоритм Jump Point Search	0,4
Распараллеленный алгоритм Форда-Беллмана	0,7

Данное исследование показало, что использование графических процессоров для поиска кратчайших путей на картах наиболее выгодно. Полученные результаты реализации алгоритма Форда-Беллмана продемонстрировали ускорение решение задачи в 17 раз по сравнению с алгоритмом A*. Данное исследование даёт шанс для решения задач на картах в реальном времени, с необходимой для нас точностью нахождения кратчайших маршрутов.

Библиографический список

1. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ. — 2-е изд. — М.: «Вильямс», 2006. — С. 1296.
2. Левитин А. В. Глава 9. Жадные методы: Алгоритм Дейкстры // Алгоритмы. Введение в разработку и анализ — М.: Вильямс, 2006. — С. 189—195. — 576 с.
3. Бабенко К. И. Основы численного анализа. — М.: Наука. 1986.
4. D. Harabor; A. Grastien. Online Graph Pruning for Pathfinding on Grid Maps — 2011.

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

СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ КАПЧИ НА ОСНОВЕ ОБУЧАЕМОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

В нынешнее время бурного развития компьютерных технологий интернет - среда сильно засоряется. Очевидно, что с таким ростом возможностей вырос и риск автоматического проникновения на веб-ресурсы. От этого очень страдает репутация сайта – его перестают отображать поисковые ресурсы, интернет-провайдеры могут внести его в «черный список». Для решения этой проблемы были придуманы «капчи», сокращение от английской фразы «Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart» — полностью автоматизированный публичный тест Тьюринга для различия компьютеров и людей[2].

Целью данного сообщения является публикация итогов проведения экспериментов по созданию системы распознавания капчи. Задачи данного исследования состоят в следующем: 1) описать работу системы распознавания капчи; 2) алгоритмически обработать капчу, чтобы выделить символы; 3) создать нейронную сеть с возможностью обучения; 4) оценить эффективность распознавания.

Исследование позволило сделать вывод о степени эффективности защиты капчи.

Известно, что традиционная система распознавания капчи работает по следующему алгоритму: указывается ссылка на веб-страницу, где происходит регистрация нового пользователя (как правило, на таких страницах имеется капча); сохранение изображение капчи в памяти. Затем происходит распознавание капчи и отправка результата на веб-страницу.

Следует отметить, что задача сохранения картинки с веб-ресурса является тривиальной задачей, поэтому она подробно не рассматривается.

Сначала изображение необходимо подготовить – сделать его контрастным (черно-белым) и выделить область, на которой находятся символы, что сделать очень непросто: символы могут быть перечеркнуты или сливаться друг с другом. Поэтому в данном исследовании был реализован такой прием: сознательно упростить задачу и работать с капчей, где символы расположены друг за другом, не сливаясь и не перечёркиваясь.

Полученная на прошлом шаге область разбивается на подобласти (сегментируется), на которых находятся отдельные символы. Это было сделано с помощью рекурсивного алгоритма Flood Fill[1]. Последующим шагом сегменты были приведены к одному размеру - 15×15 пикселей.

Распознавание происходит с помощью обучаемой нейронной сети. Имеется обучающая выборка из 100 изображений с символами. На входной слой сети подаются пиксели изображений. Так как изображение черно-белое, то массивы будут заполнены нулями и единицами. Для обучения сети мною был использован алгоритм обратного распространения ошибки. Алгоритм итеративный, поэтому качество распознавания в первую очередь зависит от количества итераций в цикле.

Полученные результаты приведены в следующей таблице:

Количество итераций	Время обучения	Количество выходов в ассоциативном слое	Распознавание по фото, вошедшим в обучающую выборку	Распознавание по фото, не вошедшим в обучающую выборку
100	3 минуты	150	72%	54%
1000	17 минут	150	96%	82%

Прием оказался удачным, и результаты оказались весьма положительными.

По результатам экспериментов можно сделать вывод, что искусственный интеллект вполне способен обойти капчу. Однако качество распознавания капчи во многом зависит от её сложности, которая заключается в том, чтобы получить «чистое изображение» символов. Если символы на капче перечеркнуты, а на самом изображении много шумов, то эффективность распознавания будет очень низкая. Поэтому для повышения эффективности защиты веб-ресурсов имеет смысл установить очень сложную капчу, которую будет сложно распознать нейронной сетью.

Библиографический список

1. Рассел Д., Кон Р. Flood Fill //Bookvika Publishing, 2013
2. Капча [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Капча>
3. Ясинский И.Ф. О совершенствовании процесса обучения нейронной сети при помощи заранее обученных фрагментов //Вестник ИГЭУ. 2012. Вып.5
4. Галушкин А. И. Нейронные сети. Основы теории.- Москва, 2012. – 496 с. (Горячая линия - Телеком)

*А.П. Федорова, студ.;
рук. Пантелеев Е.Р. д.т.н., профессор
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ АНИМАЦИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АЛГОРИТМОВ СЖАТИЯ ДАННЫХ

Основная цель курса «Алгоритмы сжатия информации без потерь», входящего в дисциплину «Алгоритмы и структуры данных», заключается в исследовании и разработке алгоритмов сжатия данных.

В полной мере достигнуть эту цель можно только путем самостоятельной подготовки обучающихся, так как количество часов, отводимых на данный курс в программе, явно недостаточно.

Однако внеаудиторное изучение материала с помощью традиционных учебных пособий также не решает проблему, поскольку в них отсутствуют интерактивность, мощные иллюстративные возможности, различные варианты контроля и оценки полученных знаний и т.д. Поэтому разработка компьютерных обучающих программ для самоподготовки обучающихся является актуальной практической задачей.

Примером такой программы может служить компьютерный учебник, отличительной особенностью которого является наличие мультимедийных материалов, а именно компьютерных анимаций, демонстрирующий на случайно сгенерированных данных решение типовых задач по кодированию и декодированию информации.

Созданная компьютерная анимация, показывающая работу статического алгоритма Хаффмана (описание алгоритма приведено в [1]), представлена на рис. 1.

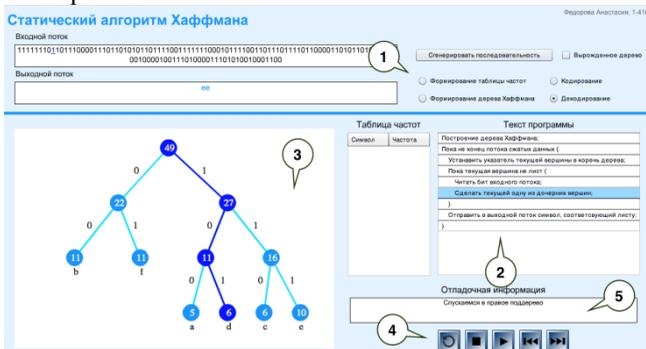


Рис. 1. Разработанная обучающая анимация для статического алгоритма Хаффмана

При ее разработке были изучены существующие аналоги (например [2]). Практически все из них рассматривают и реализуют только один этап алгоритма, а именно построение дерева Хаффмана.

Отличительной особенностью разработанной анимации является то, что в ней происходит детализация алгоритма до уровня конкретных действий – шагов. Это позволяет информировать, что произошло после выполнения того или иного действия, как при этом ведет себя кодер или декодер и т.д.

Для повышения эффективности учебного процесса сюжет анимации был разбит на части: построение таблицы частот, построение дерева Хаффмана, кодирование и декодирование, – для этого были предусмотрены кнопки, отвечающие за шаги алгоритма (1). В анимации имеется возможность многократно инициировать алгоритм при различных значениях исходных данных. Анимация предназначена для непрерывного восприятия, поэтому длины входного и выходного потоков были выбраны не слишком большими, чтобы лучше просматривались шаги выполнения алгоритма.

Анимация совмещает трассировку алгоритма решения поставленной задачи (2) с результатами его применения (3). По ходу проигрывания анимации выделяются цветом или подсвечиваются части экрана или элементы, т.е. те фрагменты, на которых необходимо сконцентрировать внимание обучающегося.

В анимации присутствуют кнопки навигации, позволяющие выполнять шаги алгоритма как в непрерывном, так и в пошаговом режимах с возможностью отката последнего действия (4). Для сброса шага алгоритма в первоначальное состояние предусмотрена кнопка сброса. В анимации представлена строка комментария, поясняющая действия текущего шага (5).

Использование таких анимаций, построенных на математических моделях и показывающих суть происходящего процесса, помогает формировать у обучающихся практические навыки и умения кодирования и декодирования информации, а это способствует достижению цели курса.

Библиографический список

1. **Пантелеев, Е.Р.** Структуры данных и алгоритмы сжатия информации без потерь: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Структуры и алгоритмы обработки данных» / Е.Р. Пантелеев ; Федеральное агентство по образованию, ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина». – Иваново, 2001. – 28 с: ил.
2. **Шаповалов, С.П.** Применение flash-технологии в дистанционном курсе «Теория алгоритмов и математическая логика» / С.П. Шаповалов, И.В. Возная, Е.Н. Жовтя – Сумы : СумДУ, 2011. – Т.1. – С. 165-167.

Секция 28. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Председатель – к.т.н., доцент **Сидоров С.Г.**
Секретарь – старший преподаватель **Чернышева Л.П.**

*П.А. Батырь, студ.;
рук. С.Г. Сидоров, к.т.н., доцент
(ИГЭУ г. Иваново)*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Как правило, какая-либо практическая задача решается путём сведения её к такому математическому представлению, для которого уже известен алгоритм решения. Вот только не всякую задачу удаётся формализовать. В таких случаях для нахождения решения имеет смысл применять искусственные нейронные сети.

Чтобы нейросеть и работала достаточно хорошо, и обучалась достаточно быстро, необходимо подобрать оптимальную архитектуру сети. В первую очередь это такие параметры, как количество нейронов и структура связей между ними.

Для определения архитектуры нейронной сети под конкретную задачу формальных математических методов не существует, поэтому при создании сети важно иметь возможность экспериментировать, составлять различные архитектуры, тестируя их работоспособность и качество результата. С этой целью была разработана программа, позволяющая собирать нейросеть из визуальных элементов с помощью drag-and-drop, отображая структуру сети в наглядном виде (рис. 1).

Построив нейросеть, необходимо проверить её работоспособность. Для этого на вкладке "обучение" выбирается обучающая выборка, и сеть обучается на ней до требуемой точности работы.

Нейросеть обучается методом обратного распространения ошибки.

Изменение весов связей нейронов "скрытых слоёв" производится так:

$$\Delta w_{ij} = -\eta \left(x_i^{n-1} \left(\sum_k w_{jk}^{n+1} \frac{\partial E}{\partial z_k^{n+1}} \right) \frac{\partial y_j^n}{\partial z_j^n} \right),$$

где η – скорость обучения, x_i^{n-1} – значение активационной функции предыдущего нейрона по этой связи, w_{jk}^{n+1} – вес связи от данного

нейрона до нейрона следующего слоя, $\frac{\partial E}{\partial z_k^{n+1}}$ — частная производная функции ошибки нейрона следующего слоя, $\frac{\partial y_j^n}{\partial z_j^n}$ — производная активационной функции данного нейрона.

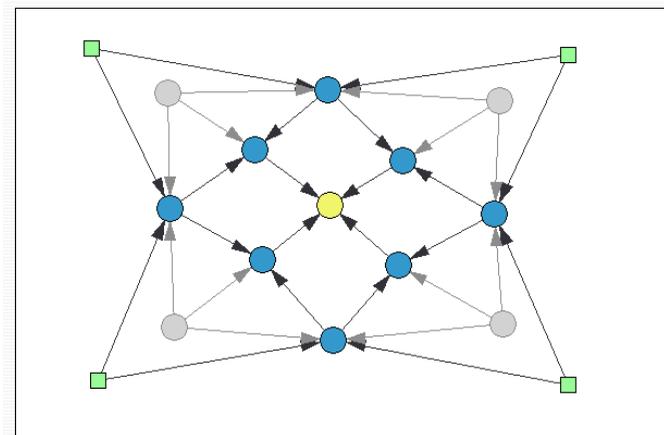


Рис. 1. Создание модели нейронной сети

Нейроны имеют сигмоидальную функцию активации:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}},$$

где x — взвешенная сумма входов нейрона.

Это позволяет достичь высокого качества обучения за счёт гладкости активационной функции. При этом, алгоритм обучения достаточно гибкий, т.к. структура сети представлена не в виде слоёв, а в виде набора связей для каждого нейрона. Это позволяет обучать нейронные сети прямого распространения любой возможной архитектуры.

Также в алгоритме обучения присутствуют элементы оптимизации. Так, к примеру, задействованы будут только те нейроны, результат которых важен для результата нейросети. При первой итерации цикла обучения составляется последовательность нейронов для активации на дальнейших итерациях обучения, при этом вычисление и коррекция ошибок весов нейронов производится в обратном порядке.

Такой метод позволяет эффективно обучать нейросеть за счёт исключения избыточных операций, свойственных внутреннему "слоёному" представлению нейросети.

*А.С. Беляев, студ.;
рук. Гнатюк А.Б., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ РУССКИХ ДАКТИЛЕМ

Дактилология – своеобразная форма речи (общения), воспроизводящая посредством пальцев рук орфографическую форму слова речи, поскольку использует дактильную азбуку. Дактилемы (буквы из дактильного алфавита) – различные положения пальцев воспроизводят знаки, функционально аналогичные буквенному алфавиту.

Распознавание дактильных знаков решает очень важную социальную задачу перевода дактильной речи глухих и слабослышащих людей в текст, понятный всем обычным людям.

Классификация методов распознавания дактилем, в первую очередь, зависит от национальных особенностей их демонстрации, среди которых можно выделить следующие:

-статические шаговые дактилемы, которые можно принять неизменными на время распознавания, а время перехода между ними настолько мало, что допустимо его не учитывать,

-динамические дактилемы, у которых траектория и время перехода достаточно велики и поэтому требуют учета в процессе распознавания.

Учитывая особенности русской дактильной речи, существенно затрудняющие распознавание в реальном режиме времени, в работе предложено использовать шаговый анализ дактилем, что замедляет дактилирование, но позволяет донести мысль до слушателей, не владеющих дактилем. С теоретической точки зрения такая демонстрация дактильной речи позволяет распознавать дактилемы как статические.

Обобщенная структура алгоритма распознавания включает следующие преобразования:

1. Выделение анализируемых кадров обработки видеоизображения $V(t)$ за счет деления их последовательности на постоянный коэффициент q для сокращения объема обрабатываемой информации $Va(t)$.

2. Преобразование полутоновых цветных $Va = \{Var, Vag, Vab\}$ изображений дактилем в формат монохромных полутоновых изображений Var .

3. Преобразование полутоновых изображений дактильных знаков в бинарные (черно-белые) путем отсечения яркости пикселей на определенном фиксированном η уровне.

4. Выделение контуров бинаризованных изображений путем следящего алгоритма “жука” для контурного представления дактилем Vk .

5. Определение направление руки при демонстрации дактильного знака.

6. Удаление неинформативной части дактильных знаков и проверка замкнутости вектор-контуров V_k .

7. Центрирование выделенных знаков дактилем с привязкой их к центру тяжести.

8. Кодирование контуров дактильных знаков (в зависимости от распознающего алгоритма) элементарными векторами

9. Сравнение каждой выделенной дактилемы V_k со всеми эталонными дактильными знаками из сформированной заранее библиотеки дактилем $\Gamma(A, B, \dots, Y) = \{\gamma(n)\}_{0, k-1}$.

Программа разрабатывается на языке C# в среде разработки Visual Studio с использованием платформы .NET.

Библиографический список

1. Дондик Е.М., Пылькин А.Н., Скоробогатова Н.Е. Модели и алгоритмы распознавания русских дактилем, М.: Горячая линия – Телеком, 2014. 162 с.

2. Зайцева Г.Л. Дактилогия. Жестовая речь: учеб. пособие для студентов дефектол. фак. пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1991. 159с.

3. Фурман Я.А. Основы теории обработки контуров изображений: учебн. пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1997.

С.С. Идрисова, А.Д. Стулов студ.;
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель
(ИГЭУ, г. Иваново)

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ПОЛИГОН НА MPI»

Каждому программисту хоть раз в жизни хотелось, что бы его программный продукт работал быстрее, что бы огромные вычисления выполнялись в один миг. Среда параллельного программирования

MPI - это программная среда для обеспечения связей между ветвями параллельного приложения. Именно с помощью MPI мы можем получать значительное ускорение при необходимости больших объемов вычислений.

Разработан программный комплекс, в котором рассмотрены все основные функции и показана реализация каждой функции с подробным описанием. В программном комплексе рассмотрены задачи: решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты, моделирования процесса изменения смещения точек мембраны с помощью геометрического вида параллелизма, вычисления интегра-

ла методом прямоугольников в среднем и методом трапеций, решения уравнения теплопроводности с помощью явной разностной схемы.

Данный программный комплекс размещен на сайте, на котором организован поиск по названию функций, поиск по группам функций и поиск по демонстрационным программам. Сайт предоставляет удобный интерфейс, прост в использовании и интуитивно понятен. Приведены схемы и поясняющие рисунки.

На сайте «Вычислительный полигон на MPI» пользователь может найти необходимую ему функцию с программами, где показаны особенности реализации каждой функции и представлены результаты выполнения программ. Проведено сравнение реализации данных алгоритмов с многопоточными приложениями с использованием технологий параллельного программирования OpenMP.

В программном комплексе представлен новый параллельный алгоритм реализации сортировки больших массивов с помощью технологий параллельного программирования для систем с разделенной и общей памятью. Обработка больших массивов требует значительных затрат машинного времени и памяти. Только использование многопроцессорных вычислительных систем позволяет решать подобные задачи в приемлемое время. Проведено сравнение эффективности последовательного и параллельного алгоритмов сортировки и представлен график ускорения. Наиболее сложные моменты в реализации алгоритма подробно описаны и приведены фрагменты программы.

Разработанный программный комплекс «Вычислительный полигон» может быть использован в учебном процессе, для самостоятельной работы студентов и специалистов, занимающихся параллельным программированием. Настоящая работа будет использована при подготовке учебного пособия по параллельному программированию для студентов университета.

Библиографический список

1. **Гергель В.П.** Теория и практика параллельных вычислений: Учебное пособие. - М.: Интернет-Университет информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 423 с.
2. **Миллер Р., Боксер Л.** Последовательные и параллельные алгоритмы: Общий подход. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 406 с
3. **Чернышева Л.П. Ясинский Ф.Н.** Многопроцессорные вычислительные системы.

С.С. Бокарев, студ.;
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель
(ИГЭУ, г. Иваново)

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СМЕШИВАНИЯ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

Данная работа является продолжением уже опубликованной ранее статьи [1]. Исходные данные и цели задачи те же, а подход к решению задачи несколько другой.

В предыдущей работе задача решалась в системе «вихрь – функция тока», она имеет свои достоинства и недостатки, помимо нее существует не менее распространенное решение задачи в системе «давление – скорость» [2], которая имеет вид:

$$\frac{\partial u_x}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_x}{\partial y} = \mathcal{G} \left(\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial y^2} \right) - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x}; \quad (1)$$

$$\frac{\partial u_y}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_y}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_y}{\partial y} = \mathcal{G} \left(\frac{\partial^2 u_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_y}{\partial y^2} \right) - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y}; \quad (2)$$

$$\frac{\partial P}{\partial t} = -b \left(\frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} \right); \quad (3)$$

где u_x, u_y – скорости по осям x и y ; x, y – координаты; t – время; \mathcal{G} – вязкость; ρ – плотность; P – давление; b – некоторая константа.

(1) и (2) – уравнения Навье-Стокса в проекции на оси Ox и Oy – позволяют найти поле скоростей исходя из поля давления. (3) – представляет собой упрощенный вариант метода слабой сжимаемости – позволяет найти поле давления исходя из поля скоростей.

Начальные и граничные условия для скоростей имеет тот же вид, что и в системе «вихрь – функция тока» [1]. Давление внутри области в начальный момент равно нулю, а на границах пересчитывается по ходу расчета, исходя из значений соседних узлов.

Решаем данную систему с помощью метода сеток, используя явную разностную схему, противоточные производные и 4-х точечный шаблон для повышения устойчивости и точности вычислений.

Реализовав последовательный алгоритм решения, помимо численных результатов, была получена также графическая интерпретация.

Параллельные реализации данной задачи были выполнены на технологиях MPI, OpenMP, CUDA. В каждом случае распараллеливание име-

ло свои особенности, связанные со спецификой данных технологий. В MPI и OpenMP расчетная область «разрезалась» на приблизительно равные полосы, по числу используемых процессов (нитей). В CUDA каждая нить была закреплена за своей точкой расчетной области.

Для оценки эффективности параллельных алгоритмов было проведено нагрузочное тестирование (рис. 1). (CUDA: GPU: Nvidia GeForce GT 750M; OpenMP и последовательный: CPU: Intel Core i5-3337U; MPI: Кластер: «Энергет» (25 проц. AMD Opteron 2,2 GHz)).



Рис. 1

Как видно из полученных графиков, ускорения параллельных вариантов удастся достичь уже на достаточно малых размерах расчетной области, в особенности на технологиях CUDA и MPI.

В перспективе планируется усложнение поставленной задачи за счет моделей турбулентности и использование более эффективных алгоритмов расчета дифференциальных уравнений.

Библиографический список

1. **Бокарев, С.С.** Параллельное моделирование смешивания газовых потоков при поперечном взаимодействии. С. 129-130. // МНПК «Энергия 2015»: материалы конференции. В 7 т. Т. 5 – Иваново: ФГБОУ ВПО «ИГЭУ им. В.И. Ленина», 2015. – с. 230
2. **Филатов Е. Ю., Ясинский Ф.Н.** Математическое моделирование течений жидкостей и газов: Учеб. пособие / ГОУВПО «ИГЭУ им. В.И. Ленина». – Иваново, 2007. – 84 с.

А.А. Гудухина, студ.;
 рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель
 (ИГЭУ, г. Иваново)

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В СИСТЕМАХ С РАЗЛИЧНОЙ ВНУТРЕННЕЙ КОНФИГУРАЦИЕЙ

В данной работе изучается поведение гидродинамических систем при различных граничных условиях и при наличии в системе препятствий потоку.

Для моделирования систем используются уравнения Навье-Стокса, а также уравнение неразрывности, которое означает, что жидкость несжимаемая и ее объем сохраняется при любом движении. Система (1) описывает движение жидкости для двумерного случая.

$$\begin{cases} v \left(\frac{\partial^2 U_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_x}{\partial y^2} \right) - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial x} = -F_x \\ v \left(\frac{\partial^2 U_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_y}{\partial y^2} \right) - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial x} = -F_y \\ \operatorname{div} \vec{U} = \frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial U_y}{\partial y} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

В системе используются три вида границ. Первый – твердая стенка. Проекция скоростей по x и y равны нулю. Приточные и вытяжные отверстия характеризуются тем, что одна из проекций равна нулю, а вторая рассчитывается исходя из параболического профиля: вблизи стенок проекция уменьшается до нуля, а в середине достигает максимального значения.

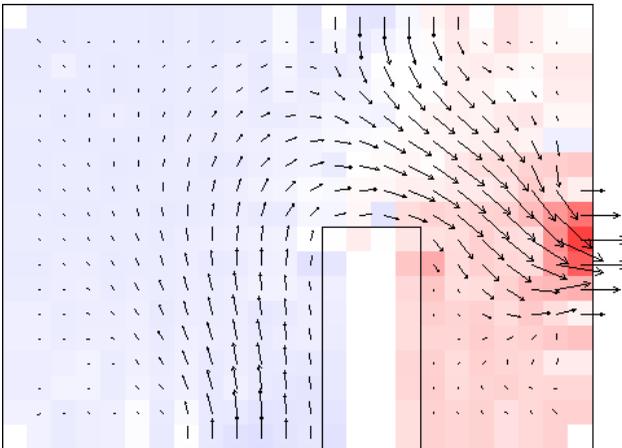


Рис. 1

Моделируются системы с различной внутренней конфигурацией: меняется расположение и количество приточных и вытяжных отверстий, на пути потока располагаются перегородки. Одна из моделей представлена на рис.1. Она имеет два приточных и одно вытяжное отверстие.

Получая результаты расчетов можно выявить нестабильные системы и найти способы их стабилизации.

Исследование моделей систем большой размерности требует серьезных вычислительных мощностей. Так, система 1000x1000 потребует расчета более трех миллионов значений на каждом шаге.

Технология CUDA позволяет распараллеливать систему на сетке процессов. Каждый процесс может просчитывать одну точку или группу точек, поставленную ему в соответствие.

В табл. 1 представлены время (в секундах) расчетов последовательной реализации программы и параллельной на CUDA.

Таблица 1. Замеры времени работы программ

Размерность системы	100	300	500	700	900	1000
Последовательный	7,6	109,9	280,5	548,7	852,9	904,9
CUDA	1	7,68	20,95	40,64	66,57	82,07

Из данных таблицы видно, что данная параллельная реализация сокращает время расчетов более чем в 10 раз.

Моделирование гидродинамических систем – область, которая позволяет проводить экспериментальные исследования, не подвергая опасности реальные системы и экономя денежные средства. Визуализация процессов дает отчетливое представление о направлении течения жидкостей, распределении давления в системе.

Данная реализация позволяет моделировать поведение жидкости в ограниченном пространстве, а параллельная реализация помогает расширить границы обчислительной области, без существенных временных затрат.

Библиографический список

1. Филатов Е. Ю., Ясинский Ф.Н. Математическое моделирование течений жидкостей и газов: Учеб. пособие / ГОУВПО «ИГЭУ им. В.И. Ленина». – Иваново, 2007. – 84 с.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: Учебник для вузов/ Дрофа – М., 2003. – 840 с.

*А.И. Ерофеев, М.Д. Малафеев, студ.; рук. А.С. Мочалов
(ИГЭУ г. Иваново)*

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СПИСКОВ TOP500 И TOP50

TOP500 – международный проект, направленный на составление рейтинга 500 мощнейших вычислительных систем мира. В начале 1990-х годов возникла необходимость получения сравнительных характеристик и метрик суперкомпьютеров. Для определения места в данном рейтинге используется тест LINPACK[1].

LINPACK— программный тест, который содержит в себе алгоритмы анализа и решения систем линейных алгебраических уравнений. Главной проблемой теста, по мнению многих специалистов, неточная оценка реальной производительности компьютеров при решении широкого спектра задач[2].

Для решения данной проблемы в 2013 году был предложен новый программный тест High Performance Conjugate Gradient (HPCG). С 2014 года существует отдельный список ранжирования суперкомпьютеров на тесте HPCG, который схож с рейтингом TOP500[3]. Однако, настоящее время HPCG ещё не применяется для составления рейтинга TOP500.

На текущий момент рейтинг выглядит таким образом (табл. 1)[4]:

Таблица 1. Первые три места рейтинга TOP500 от ноября 2015

№	Название, место	Кол-во ядер	Архитектура, тип процессора	Производитель	Производительность по тесту LINPACK (TFlop/s)
1	Tianhe-2, Китай	3120000	NUDT Xeon E5-2692, Xeon Phi	NUDT	33862,7
2	Titan, США	560640	Cray XK7 Opteron 6274, Tesla K20X	Cray	17590,0
3	Sequoia, США	1572864	Blue Gene/Q PowerPC A2	IBM	17173,2

С июня 2013 года лидирующую позицию занимает китайский суперкомпьютер "Tianhe-2", состоящий из 16 тысяч узлов. На ноябрь 2015 года суммарная вычислительная мощность составляет 418,3 PFlop/s против 308,9 PFlop/s годом ранее[4]. Помимо TOP500 существуют и другие рейтинги суперкомпьютеров. TOP50 — рейтинг суперкомпьютеров СНГ, созданный НИВЦ МГУ и МСЦ РАН в декабре 2004 года по аналогии с общемировым рейтингом TOP500. Основой для рейтинга являются результаты исполнения теста LINPACK (HPL)[5]. Тройка лидеров TOP50 выглядит следующим образом (табл. 2) [6]:

Таблица 2. Лидеры рейтинга TOP50 от сентября 2015

№	Место	Кол-во CPU/ядер	Производительность LINPACK (TFlop/s)	Производительность Пиковая (TFlop/s)	Разработчик
1	Москва, МГУ имени М.В.Ломоносова 2014 г.	1280/37120	1849.00	2575.87	Т-Платформы
2	Москва, МГУ имени М.В.Ломоносова 2012 г.	12422/82468	901.90	1700.21	Т-Платформы
3	Санкт-Петербург, Суперкомпьютерный центр СПбПУ 2014 г.	1424/19936	658.11	829.34	Группа компаний РСК

Лидером списка TOP50 на момент выхода 23 издания списка от 28.09.15 остаётся суперкомпьютер "Ломоносов-2" производства компании "Т-Платформы". Суммарная производительность систем TOP50 на тесте LINPACK за полгода выросла с 6.87 квадриллионов ($*10^{15}$) операций с плавающей точкой в секунду (PFlop/s) до 7.3 PFlop/s. Суммарная пиковая производительность систем списка составила 11.46 PFlop/s (10.81 PFlop/s в предыдущей редакции списка)[6].

На данный момент в списках TOP500 и TOP50 встречаются в основном суперкомпьютеры с двумя видами архитектур: кластеры и MPP. Например, в TOP500 кластеры составляют 426 позиций, MPP 74 позиции[4]. При этом в TOP50 СНГ высок процент систем на базе графических ускорителей.

Анализируя разные редакции рейтинга TOP500 и TOP50 можно сказать, что темпы роста производительности суперкомпьютеров снижаются с каждым годом. Вероятнее всего это связано с нежеланием потребителей обновлять каждый год свои системы ради незначительного прироста в вычислительной мощности. Поэтому потребители ожидают новые типы систем, которые могут показать существенный прирост вычислительной мощности.

Библиографический список

1. **Wikipedia**//Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/TOP500>
2. **Wikipedia**//Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LINPACK>
3. **HPCG-Benchmark**//Рейтинг HPCG [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hpcg-benchmark.org/>
4. **TOP500**//Официальный сайт TOP500 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.top500.org/>
5. **Wikipedia**//Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Топ-50_\(рейтинг_суперкомпьютеров_СНГ\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Топ-50_(рейтинг_суперкомпьютеров_СНГ))
6. **ТОП 50 суперкомпьютеров СНГ**// Официальный сайт TOP50 суперкомпьютеров СНГ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://top50.supercomputers.ru>

*И.В.Зайцев, студ.; рук. Л.П.Чернышева ст. преподаватель,
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА CUDA ПРОЦЕССА ЗАТВЕРДЕВАНИЯ БЕТОННОЙ МАССЫ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОНАГРЕВА

При использовании в строительстве бетона, особое внимание уделяется прочности и долговечности материала. Для того чтобы бетон приобрел необходимые свойства и качества, нужно соблюдать технологию изготовления.

Одним из наиболее эффективных и экономичных методов сушки бетона является электротермообработка, также называемая электронагревом, по сравнению с методами при использовании тепловых пушек или иных средств охлаждения.

Научная новизна работы заключается в том, что создана математическая модель, изучаемого процесса и проведены численные эксперименты с использованием методов вычислительной математике, причем с использованием МВС. Данные, полученные в результате исследования, могут быть использованы для получения качественного продукта в короткие сроки и за меньшую стоимость.

Промоделируем процесс сушки бетонных блоков с помощью технологии параллельного программирования CUDA.

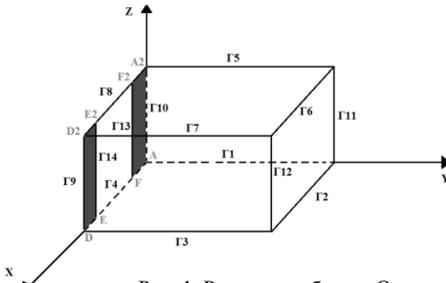


Рис. 1. Расчетная область Ω .

Начальные параметры и значения:

Напряжение подается на участки AFF_2A_2 и EDD_2E_2 . Начальная температура внутри области Ω (рис. 1) равна 283 К. Граничные условия для потенциала второго рода (мягкие), а для температуры и влажности условия третьего рода. Воспользуемся трёхмерным уравнением тепло-

проводности, которое описывает данный процесс:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a^2 \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \hat{C} \frac{\gamma^{-1}}{c \cdot p} (J_x^2 + J_y^2 + J_z^2); \quad (1)$$

Распределение поля потенциалов по осям X, Y и Z:

Если проводимость $\rho = \text{const}$, во всех узлах одинаковая:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0; \quad (2.1)$$

Интегрирование уравнения (2.1) будет осуществляться до установления, т.е. до состояния когда:

$$\max |U_{(x,y,z)}^{n+1} - U_{(x,y,z)}^n| < \varepsilon$$

Если проводимость ρ разная в каждом узле:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} + \frac{\partial \rho}{\partial x} \cdot \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial \rho}{\partial y} \cdot \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial \rho}{\partial z} \cdot \frac{\partial U}{\partial z}; \quad (2.2)$$

Значения токов по оси X, Y и Z соответственно:

$$J_x = -\gamma \frac{\partial U}{\partial x}; \quad J_y = -\gamma \frac{\partial U}{\partial y}; \quad J_z = -\gamma \frac{\partial U}{\partial z}; \quad (3)$$

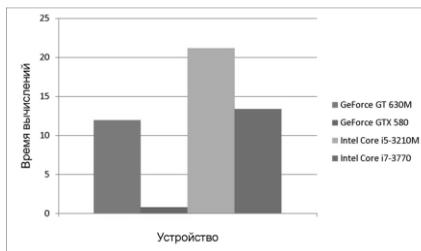
$$\gamma = E_0 \cdot e^{\frac{-b}{T+273}} \cdot N_B; \quad (4)$$

Поглощение воды (испарение жидкости):

$$\frac{\partial N_B}{\partial t} = D_B \left(\frac{\partial^2 N_B}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N_B}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 N_B}{\partial z^2} \right) - M \cdot T^\beta \cdot N_B; \quad (5)$$

Используя технологию параллельного программирования CUDA, разделим вычисления на две части: основные вычисления будем производить на графическом процессоре видеокарты (device), а приготовление, распределение и сбор рассчитываемых значений будем выполнять на центральном процессоре (host).

В начале вычислений проведены расчеты поля потенциалов и проводимости среды. Вычисления продолжаются до тех пор, пока не установятся значения потенциалов. Затем проведен расчет токов по осям X, Y и Z, используя значения потенциалов. Потом на основе токов вычисляем температуру и вычисляем значения влажности на основе полученных температур.



Вычисления проводились на машине №1 (Intel Core i5-3210M 2.5GHz, GeForce GT 630M) и машине №2 (Intel Core i7-3770 3.40GHz, Nvidia GeForce GTX 580). На обеих машинах использовалась технология параллельного программирования CUDA. Вычисления производились с использованием одного центрального процессора. На рис. 2 изображены результаты расчетов при размере блока 16x16.

Библиографический список

1. **Зайцев И.В.** Моделирование процесса сушки бетонных блоков с помощью технологии параллельного программирования CUDA. «Энергия–2014». Т. 5 – Иваново: ФГБОУ ВПО «ИГЭУ им. В.И. Ленина», 2014.
2. **Зайцев И.В.** Ускорение затвердевания бетонной массы с помощью электронагрева. Параллельное моделирование. «Энергия–2015». Т. 5 – Иваново: ФГБОУ ВПО «ИГЭУ им. В.И. Ленина», 2015.
3. **Балаев Э.Ф.,** Нуждин Н.В., Пекунов В.В., Сидоров С.Г., Чернышева Л.П., Ясинский И.Ф., Ясинский Ф.Н. – Численные методы и параллельные вычисления для задач механики жидкости, газа и плазмы. – Иваново, 2003.
4. **Неткачев В.В.** – Технология CUDA и ее использование при решении задач: Учеб. пособие / ФГБОУВПО «ИГЭУ имени В.И. Ленина». – Иваново, 2013.

*Н.В. Киселева студ., Е.М. Вотякова асп.;
рук. А.Б. Гнатюк, доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МЕТОДИКА НАХОЖДЕНИЯ НАИЛУЧШЕГО КОМПОНОВОЧНОГО СОСТАВА ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ И ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Цифровая подстанция - это устройство нового типа, представляет собой оборудование для управления энергосистемой, состоит из интеллектуального первичного и вторичного оборудования, объединённого в сеть для обеспечения информационного обмена и взаимодействия на основе стандарта IEC 61850. Это подстанция, оснащённая комплексом цифровых устройств, обеспечивающих функционирование систем релейной защиты и автоматики, учета электроэнергии, АСУТП, регистрации аварийных событий по протоколу МЭК 61850.

Строительство таких подстанций – современное направление в энергетике, и в связи с этим возникает необходимость в разработке состава этих сложных технических средств (задача компоновки) таким образом, чтобы они отвечали существующим технологическим требованиям, российским и международным стандартам, дополнительным условиям при реализации конкретного проекта и критерию приемлемой стоимости. Эта проблема особенно остро стоит в условиях экономического кризиса и существующих на данный момент санкций, т.к. комплектующие цифровых подстанций первоначально представляли собой оборудование европейских фирм (Siemens, ABB и др.). В настоящее время осуществляется их импортозамещение на комплектующие российских и китайских производителей.

При определении наилучшего компоновочного состава сложных технических систем, состоящих из большого числа объектов, может применяться метод анализа иерархий (МАИ). И так как в данном случае при рассмотрении задачи компоновки фактически решается задача классификации, то целесообразно объединить в одну методику МАИ и применение искусственных нейронных сетей [1]. Методика реализуется на основе принципов объектно-ориентированного проектирования [2]. Определение наилучшего набора объектов, входящих в состав цифровой подстанции, производится на основе свойств объектов и требований к проектируемой подстанции. Ранг объекта в МАИ рассчитывается как:

$$P_i = \sum_{j=1}^n g_j v_{ij}, \quad (1)$$

где: n – число требований, g_j – коэффициенты (веса) важности требований, v_{ij} – показатели предпочтения i -го объекта по j -му требованию.

Модель однонаправленной нейронной сети описывается как:

$$y = f\left(\sum_{i=0}^N w_i u_i\right), \quad (2)$$

где: w_0 - пороговое значение, w_i – синаптические веса соответствующих входов, u_i – входные сигналы данного нейрона ($u_0 = -1$), y – выходной сигнал, N – число входов нейрона.

В компоновочный состав проектируемого устройства включаются объекты, имеющие максимальный в своем классе ранг, таким образом решается задача выбора наилучшей компоновки цифровой подстанции с учетом поставленных требований.

Рассмотренная методика предложена на основе анализа ряда проектов цифровых подстанций. В ходе развития работы разрабатывается нейронная сеть для решения задач компоновки.

Библиографический список

1. Прилипка В.А., Карпов В.Я., Красовский В.Е. Модификация метода анализа иерархий для задач проектирования аппаратных средств АСУТП. Режим доступа: <http://www.ineum.ru/modifikaciya-metoda-analiza-ierarkhij-dlya-zadach-proektirovaniya-apparatnykh-sredstv-asutp>
2. Глотова Т.В. Объектно-ориентированная методология разработки сложных систем: Учебное пособие. – Пенза: ПГУ, 2001.
3. Яхьяева Г.Э. Основы теории нечетких множеств. – М.: БИНОМ, 2006.
4. Павловский В.Е., Глухов А.В. методика и технология разработки программно-технических комплексов СМ ЭВМ для АСУТП // Препринт №67, ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. – 2006, окт.

*О.А. Лапина, студ.;
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ

1. Метод Гаусса. На первом этапе – прямой ход метода Гаусса – исходная система уравнений при помощи последовательного исключения неизвестных приводится к верхнему треугольному виду.

$$a'_{kj} = a_{kj} - \left(\frac{a_{ki}}{a_{ii}}\right) \cdot a_{ij},$$

$$b'_k = b_k - \left(\frac{a_{ki}}{a_{ii}}\right) \cdot b_i, \quad i \leq j \leq n-1, \quad i < k \leq n-1, \quad 0 \leq i < n-1$$

На обратном ходе метода Гаусса (второй этап алгоритма) осуществляется определение значений неизвестных.

$$x_{n-1} = \frac{b_{n-1}}{a_{n-1,n-1}},$$

$$x_i = \frac{b_i - \sum_{j=i+1}^{n-1} a_{ij}x_j}{a_{ii}}, \quad i = n-2, n-3, \dots, 0$$

В многопроцессорном варианте программы была использована модель геометрического параллелизма.

Результаты

Размерность системы	Последовательный вариант	MPI	Ускорение
500*500	1.159973	0.822934	1.4096
1000*1000	8.671684	4.117468	2.1061

2. Метод простой итерации

$$Ax = b,$$

$$A = A^- + D + A^+,$$

где D - диагональная матрица с диагональными элементами матрицы A , A^- - матрица с элементами части матрицы A , лежащей ниже главной диагонали, A^+ - матрица с элементами части матрицы A , лежащей выше главной диагонали.

В данном методе итерационный процесс строится в виде:

$$Dx^{k+1} = -(A^- + A^+)x^k + b$$

Новые значения переменных:

$$x^{k+1} = D^{-1}(A^- + A^+)x^k + D^{-1}b$$

Расчетные формулы имеют следующий вид:

$$x_i^{k+1} = \frac{1}{a_{ij}} \left(b_i - \sum_{j=1, j \neq i}^n a_{ij}x_j^k - \sum_{i=1}^n a_{ij}x_j^k \right)$$

Начальные значения устанавливаются либо случайно, либо некоторыми значениями для всех переменных.

Останов итерационного процесса происходит по следующему условию:

$$\max |x_i^{k+1} - x_i^k| < \varepsilon,$$

где ε - заданная точность.

В многопроцессорном варианте программы была использована модель геометрического параллелизма.

Результаты

Размерность системы	Последовательный вариант	MPI	Ускорение
500*500	0.532544	0.013622	18.8163
1000*1000	2.489571	0.068735	36.2199

3. Метод Гаусса-Зейделя

$$Ax = b,$$

$$A = A^- + D + A^+,$$

где D - диагональная матрица с диагональными элементами матрицы A , A^- - матрица с элементами части матрицы A , лежащей ниже главной диагонали, A^+ - матрица с элементами части матрицы A , лежащей выше главной диагонали.

В данном методе итерационный процесс строится в виде:

$$Dx^{k+1} = -(A^- + A^+)x^k + b$$

Новые значения переменных:

$$x^{k+1} = D^{-1}(A^- + A^+)x^k + D^{-1}b$$

Расчетные формулы имеют следующий вид:

$$x_i^{k+1} = \frac{1}{a_{ij}} \left(b_i - \sum_{j=1, j \neq i}^n a_{ij} x_j^k - \sum_{i=1}^n a_{ij} x_j^{k+1} \right)$$

Начальные значения устанавливаются либо случайно, либо некоторыми значениями для всех переменных.

Останов итерационного процесса происходит по следующему условию: $\max |x_i^{k+1} - x_i^k| < \varepsilon$,

где ε - заданная точность.

Отличие от метода простой итерации заключается в том, что новые значения вектора вычисляются не только на основных значениях, полученных на предыдущих итерациях, но и с использованием уже вычисленных значений координат.

В многопроцессорном варианте программы была использована модель геометрического параллелизма.

Результаты

Размерность системы	Последовательный вариант	MPI	Ускорение
500*500	0.667546	0.035477	18.8163
1000*1000	2.502256	0.084059	29.7679

Тестирование программ производилось на кластере ИГЭУ на 4 процессорах.

Библиографический список

1. В.П. Гергель Высокопроизводительные вычисления для многоядерных многопроцессорных систем. М.: Издательство МГУ, 2010. 544 с.

*А.С. Назарова, студ.;
рук. Л.П. Чернышева ст. преподаватель,
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ ТЕЛА ПРИ УДАРЕ

В настоящее время численное моделирование процессов разрушения тела при ударе применяется при решении следующих задач: разрушение тел при ударе; движение газа при невысокой плотности; при рассмотрении различных процессов в космосе; при использовании авиационных и реактивных двигателей и др. Многие задачи аэромеханики можно решать, если представить, что мы работаем не со сплошной средой, а рассматриваем движение множества частиц.

Данная работа посвящена рассмотрению вопроса о разрушении твердого тела при ударе о неподвижное препятствие. Тело представлено множеством частиц N , где N очень велико. Из множества частиц выделим две - i и j , которые взаимодействуют с силой, зависящей от расстояния между этими частицами:

$$\vec{F}_{ij} = \left(\frac{A_1}{r_{ij}^{n_1}} - \frac{A_2}{r_{ij}^{n_2}} \right) \cdot \frac{\vec{r}_{ij}}{|r_{ij}|},$$

где A_1, A_2 – константы,

n_1, n_2 – константы, описывающие степени (большие числа), в которые возводится расстояние между частицами r_{ij} ,

$|r_{ij}|$ – модуль расстояния между частицами,

\vec{r}_{ij} – вектор расстояния между двумя частицами, равный разности

вектора расстояния от начала координат до частицы i и вектора расстояния от начала координат до частицы j .

В ходе выполнения работы создана математическая модель процесса соударения тела о препятствие. Выведены расчетные формулы, учитываются граничные условия, представляющие собой координаты стенки, за которые частицы не могут вылететь.

Разработан последовательный алгоритм движения частиц. Для ускорения вычислений программа реализована на МВС и разработан параллельный алгоритм с использованием технологии параллельного программирования OpenMP. Для однопроцессорного и многопроцессорного варианта программы проведены вычислительные эксперименты, в ходе которых получены числовые результаты координат и скоростей частиц в каждый момент времени. Представлена графическая иллюстрация процесса движения частиц до и после столкновения тела с

препятствием. На основе данных, полученных при проведении вычислительных экспериментов, проведен анализ результатов, представляющий собой сравнение времени выполнения расчетов с помощью однопроцессорной и многопроцессорных программ. По итогам работы сделаны выводы и указано ее практическое применение.

Рассмотрение системы из большого количества частиц является сложно реализуемой задачей без применения МВС. В данный момент программа моделируется на параллельной технике с использованием технологии параллельного программирования CUDA.

Библиографический список

1. Ясинский Ф.Н., Чернышева Л.П., Пекунов В.В. Математическое моделирование с помощью компьютерных сетей. Иваново: «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». 2000.
2. Балаев Э. Ф., Численные методы и параллельные вычисления для задач механики жидкости, газа и плазмы: учеб. пособие/Э. Ф. Балаев и др.; ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». Иваново, 2003.
3. Белов Н.Н., Демидов В. Н., Ефремова Л. В., Жуков А. В. и др. Компьютерное моделирование динамики высокоскоростного удара и сопутствующих явлений // Известия вузов. Физика. – Т. 35, №8, 1992. – С. 5 – 48.

Д.Э.Никулин, А.А.Бакалдин, студ.;
рук. А. С. Мочалов.
(ИГЭУ г. Иваново)

РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НА БАЗЕ ВИДЕОКАРТ

Самыми популярными технологиями для параллельных вычислений на базе GPU являются CUDA и AMD Stream.

ATI Stream Technology (ранее как ATI FireStream и AMD Stream Processor) — API с открытым исходным кодом, который предоставляет возможность разработчикам использовать вычислительные возможности GPU. Он предоставляет возможность использования шейдеров графического процессора для запуска вычислительных программ. Интерфейс программирования осуществляется как через OpenCL, так и с помощью официального компилятора AMD. Это дает возможность ускорения вычислений, и может быть использовано, в том числе, в игровой сфере, для ускорения просчетов физики, если движок физики поддерживает OpenCL[1][2].

CUDA (от англ. *Compute Unified Device Architecture*) — программно-аппаратная архитектура параллельных вычислений, разработанная

компанией NVIDIA, которая позволяет существенно увеличить вычислительную производительность благодаря использованию GPU[5].

Рассмотрим их отличия:

1. Бесплатное программное обеспечение CUDA и огромный выбор среди видеокарт компании NVIDIA, когда у AMD часть программного обеспечения платная и ассортимент ниже.

2. Открытая архитектура Stream Technology в отличие от CUDA.

3. Управление памятью в CUDA программисту приходится брать на себя, в отличие от AMD Stream[3].

4. Принцип работы AMD Stream отличается от CUDA. Графический процессор все так же берет на себя параллельные задачи, собирает свои потоковые процессоры в кластеры и считает задачи одновременно. Но если чип NVIDIA может справляться с появляющимися вдруг в коде гетерогенными задачами, чип ATI передает эти задачи центральному процессору. В теории это должно замедлять процесс из-за времени передачи в CPU и из него, но на практике скорость получается выше, поскольку потоковые вычисления CPU выполняет быстрее, чем GPU.

5. Скорость выполнения выше у AMD, чем у CUDA (рис.1), но точность ниже[4].

Поэтому в зависимости от типа задачи следует выбирать правильный тип распараллеливания, учитывая, что для AMD Stream требуется видеокарта AMD, а для CUDA видеокарта NVIDIA.

Технология CUDA является перспективной, так как её очень активно развивает NVIDIA: добавляет новые технологии, которые упрощают процесс программирования. Например, в 6-ой версии CUDA компания внедрила новую модель унифицированной памяти, что сделало доступ к данным, хранящимся в памяти GPU, столь же простым, как и к данным, размещённым в обычной оперативной памяти. Ранее перемещение данных из основной памяти в видеопамять для обработки с помощью GPU и их обратное возвращение к лишним трудозатратам. Теперь же, с моделью унифицированной памяти, программистам не приходится специально заботиться о перемещении данных[6]. Также NVIDIA постоянно сотрудничает с научными организациями, организывает выставки и т.д. Возможно, в ближайшем будущем большая часть научных вычислений будет выполняться именно с помощью CUDA.

У Stream Technology так же есть потенциал и возможность для совершенствования, но из-за низкой популярности, по сравнению с CUDA, AMD Stream используют реже, поэтому компании AMD следует продвигать эту технологию, занимаясь её оптимизацией, устранением багов и усилением рекламной политики, устраивая большее количество презентаций программ на базе Stream Technology.

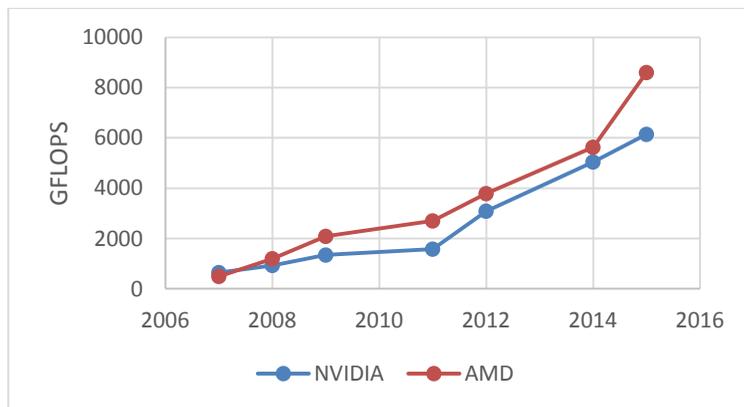


Рис.1. Сравнение производительности (Гфлоп/с) видеокарт NVIDIA и AMD[7][8].

Библиографический список

1. **Wikipedia**//Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/AMD_FireStream
2. **Wikipedia**//Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/AMD_FireStream
3. **Нестор**//Онлайн Журнал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/kg/2010/07/kg00703.html>
4. **Игромания**//Онлайн Журнал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.igromania.ru/print/index.php?ID=96718>
5. **Wikipedia**//Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/CUDA>
6. **3DNews Daily Digital Digest**//онлайн-издание, посвященное цифровым технологиям [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.3dnews.ru/778802>
7. **Radeon**//Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://radeon.ru/reference/nvidia/cardtable/>
8. **Radeon**//Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://radeon.ru/reference/cardtable/>

С.В. Сапожников, студ.;
рук. С.Г. Сидоров, к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)

БЕСПРОВОДНАЯ ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ МЕЖДУ КОМПЬЮТЕРАМИ ПО ВИДЕОКАНАЛУ

Обычно для беспроводной передачи информации между компьютерами применяют технологии Bluetooth или Wi-Fi [1]. В представляемой работе рассматривался разработанный метод передачи информации, использующий экран компьютера и web-камеру.

В качестве компьютеров для обмена информацией применялись ноутбуки, оснащенные встроенными web-камерами. Каждый их компьютеров располагался напротив друг друга, таким образом, чтобы web-камера каждого из ноутбуков видела экран противоположного компьютера (см. рис. 1).

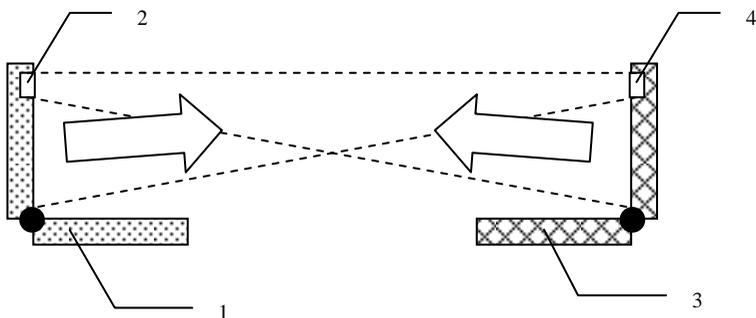


Рис.1. Расположение ноутбуков при оптической передаче информации
1 - ноутбук "А", 2 - web-камера ноутбука "А",
3 - ноутбук "Б", 4 - web-камера ноутбука "Б"

При передаче информации (файла или текстового сообщения) от ноутбука "А" к ноутбуку "Б" происходило ее кодирование на экране ноутбука "А" в виде цветowych вспышек с определенной частотой. Ноутбук "Б" в этот момент снимал происходящее на web-камеру, расшифровывал последовательность цветowych вспышек и переводил их в цифровые коды, из которых восстанавливались передаваемые файлы или текстовые сообщения.

Для организации такой передачи была разработана специальная компьютерная программа, при создании которой потребовалось решить большое количество сопутствующих задач, в частности:

- разложение выбранной информации на отдельные биты;
- кодирование отдельных бит цветowymi вспышками на экране;
- синхронизация цветowych вспышек по таймеру;
- захват изображения с web-камеры;
- распознавание на захваченном изображении области передачи;
- декодирование цвета в области передачи (приема);
- сборка информации из декодированных бит;
- внедрение служебной информации для правильной сборки;
- контроль целостности передаваемой информации.

Разработанная программа должна быть установлена на каждом из компьютеров, участвующих в коммуникациях. Возможны варианты, когда передача может вестись на одном компьютере, а прием осуществляться на нескольких компьютерах. К примеру, на лекции, с применением проекционной аппаратуры может передаваться необходимая для студентов информация, а каждый из студентов может принимать ее на свой мобильный телефон, планшет или ноутбук.

Для практического применения предлагаемого метода передачи информации необходимо продолжить работу в следующих направлениях:

- стандартизовать процесс передачи в соответствии с моделью взаимодействия открытых систем OSI;
- повысить скорость передачи информации за счет: увеличения одновременно используемых оптических каналов, расширения цветового интервала, повышения частоты импульсов, применения методов сжатия информации, разработки быстрых алгоритмов передачи;
- повысить надежность передачи (контрольные суммы, коды корректирующие ошибки и т.п.);
- ввести дуплексный режим передачи;
- внедрить адаптивные алгоритмы подстройки сети каналов и контроля передачи;
- разработать мобильные версии приложения для операционных систем Android, Windows Phone и т.п.

Библиографический список

1. В.М. Вишнеvский. А.И. Ляхов, С.Л. Портной, И.В. Шахнович. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. Москва: Техносфера, 2005 - 592 с.

*Е.Л. Сироткин, студ., Н.Л. Сигов, студ.;
рук. Л.П. Чернышева, ст.пр.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПОИСК ЭФФЕКТИВНОГО РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ НА МВС. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Задачи электроэнергетики, теплоэнергетики, механики жидкостей и газов требуют решения уравнений в частных производных на больших исследуемых областях. Проведение расчетов на традиционной технике требует большого времени выполнения. И только использование многопроцессорных вычислительных систем позволяет получить эффективное время решения по сравнению с однопроцессорными вариантами.

Проведено исследование для нахождения наиболее эффективного решения задач математической физики с использованием различных технологий параллельного программирования и различных алгоритмов распараллеливания. Для наглядности полученных результатов выполнена визуализация расчетов.

В работе произведены расчеты распространения тепла для случая двумерной пластины с помощью уравнения теплопроводности:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = a^2 \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right)$$

При этом использованы следующие расчетные формулы:

$$\frac{U_{ij}^{k+1} - U_{ij}^k}{\tau} = a^2 \left(\frac{U_{i-1j}^k - 2U_{ij}^k + U_{i+1j}^k}{h_x^2} + \frac{U_{ij-1}^k - 2U_{ij}^k + U_{ij+1}^k}{h_y^2} \right)$$

Смоделирован процесс изменения смещения точек мембраны с использованием волнового уравнения:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = c^2 \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right)$$

При этом использованы следующие расчетные формулы:

$$\frac{U_{ij}^{k+1} - 2U_{ij}^k + U_{ij}^{k-1}}{\tau^2} = c^2 \left(\frac{U_{i-1j}^k - 2U_{ij}^k + U_{i+1j}^k}{h_x^2} + \frac{U_{ij-1}^k - 2U_{ij}^k + U_{ij+1}^k}{h_y^2} \right)$$

Решена задача Дирихле:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = -\omega(x, y)$$

Для решения использованы расчетные формулы метода Либмана и метода Якоби.

Использованы следующие технологии параллельного программирования для оптимизации и ускорения вычислений: MPI, CUDA. Выполнена визуализация произведенных вычислений с помощью технологии OpenGL. Проведено сравнение времени выполнения программ с использованием различных технологий параллельного программирования. Программы реализованы с различными наборами исходных данных.

В работе проведен анализ комбинаций различных технологий, различных видов параллелизма при решении задач математической физики и указаны наиболее эффективные алгоритмы решения поставленной задачи.

Библиографический список

1. Филатов Е. Ю., Ясинский Ф.Н. Математическое моделирование течений жидкостей и газов: Учеб. пособие / ГОУВПО «ИГЭУ им. В.И. Ленина». – Иваново, 2007. – 84 с.
2. Ясинский Ф.Н., Чернышева Л.П., Пекунев В.В. Математическое моделирование с помощью компьютерных сетей: Учеб. пособие / ГОУВПО «ИГЭУ им. В.И. Ленина». – Иваново, 2000. – 200 с.

*В.С. Трунов студ., А. Стахеев студ.
рук. А.С. Мочалов, ст. преподаватель
(ИГЭУ, г. Иваново)*

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКА ДЛЯ СКАНИРОВАНИЯ 3D ОБЪЕКТОВ

Устройство для сканирования 3D объектов может быть эффективно использовано многими работниками в сфере программирования и дизайна. При этом процесс создания 3D модели объекта, образец которого уже имеется как физическое тело, будет весьма упрощен. Целью данной работы является создание устройства и программного обеспечения к нему, способного сканировать 3D объекты и загружать модель в 3D редактор. Форма модели должна быть полностью идентична своему объекту без каких-либо изменений и искажений.

Аппаратный комплекс состоит из следующих частей:

- Плата Intel Edison, управляющая системой;
- Шаговый двигатель;
- LCD дисплей;
- Лазерная указка;
- Рассеивающая линза;
- Корпус и прочие детали;
- Web-камера;
- Аппаратная система равномерного распределения светового потока.

Для системной платы Intel Edison разработана программа на языке Processing, которая позволяет по запросу основной программы произвести поворот вала шагового двигателя на 1 градус, вращающего платформу, на которой установлен предмет, а также осуществляет вывод системной информации на встроенный LCD дисплей. Лазерная указка и Web-камера равноудалены от оси вращения, образуя угол φ . С помощью технологии OpenCV изображение, получаемое с камеры, преобразуется и определяется положение лазерной линии. Все координаты точек лазера сохраняются, после чего преобразуются относительно третьей координаты (координаты z , которая изначально была равной нулю) согласно следующим формулам:

$$x_{conv} = (x - x_0) * \cos \alpha$$

$$y_{conv} = y$$

$$z_{conv} = (x - x_0) * \sin \alpha$$

Где: x_{conv} , y_{conv} , z_{conv} - новые значения координат;

x, y - координаты точек лазера;
 x_0 - координата оси вращения тела;
 α - угол поворота тела

Данные расчеты проводятся параллельно на нескольких потоках. Для распараллеливания используется технология OpenMP.

В результате вычислений получается облако точек объекта. Для визуализации объекта необходимо преобразовать координаты точек, согласно выбранным углам поворота аксонометрической проекции. Преобразование происходит за счет умножения матрицы координат на матрицу преобразования, представленную ниже:

$$\begin{bmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi \sin \theta & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & 0 & 0 \\ \sin \varphi & -\cos \varphi \sin \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

где φ – угол поворота объекта по оси x
 θ – угол поворота объекта по оси y

Последним этапом работы является построение модели. Построение также выполняется параллельно с использованием средств многопоточного программирования языка C#.

Все поставленные задачи в данной работе выполнены, полученная 3D модель полностью повторяет контур исходного объекта, учитывая каждую его неровность. С помощью средств параллельного программирования удалось сократить время выполнения задачи в 1.5 раз.

В дальнейшем планируется создать аппаратно-программный комплекс для клонирования объектов. Планируется создание 3D принтера, программное обеспечение которого будет содержать задачи, решенные с помощью технологий параллельного программирования.

Библиографический список

1. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики М.: Мир, 2001. 555 с.
2. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики М.: Мир, 1989. 503 с.

*В.С. Трунов студ.;
рук. Чернышева Л.П., ст. преподаватель
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ DES

Алгоритм шифрования DES (Data Encryption Standard) был принят в США в качестве федерального стандарта еще 1976 году. До сих пор он остается одним из популярных стандартов шифрования в виду высокой степени защищенности данных, закодированных этим алгоритмом.

В течение многих лет криптография использовалась исключительно в военных целях. Но в современном мире, в котором информация является особой ценностью, ее защита должна находиться на должном уровне. Например, в сфере бизнеса, где конфиденциальной информацией компании могут воспользоваться ее конкуренты. Важным критерием алгоритма кодирования является эффективность в использовании. Необходимо также, чтобы программа, реализующий данный алгоритм, могла как можно быстро обрабатывать (кодировать и декодировать) большой объем данных.

Целью работы является разработка параллельного алгоритма, способного эффективно и быстро кодировать и декодировать большие объемы данных.

Алгоритм шифрования DES применяется к блоку данных, т.е. исходное сообщение делится на блоки по 64 бит каждый, затем каждый блок кодируется и на выходе получается 64 бит зашифрованной информации.

Алгоритм DES является симметричным алгоритмом: ключ для шифрования расшифровки должен быть одним и тем же, длина которого составляет 56 бит.

На простейшем уровне алгоритм не представляет ничего большего, чем комбинация двух основных методов шифрования: смещения и диффузии. Фундаментальным строительным блоком DES является применение к тексту единичной комбинации этих методов (подстановка, а за ней - перестановка), зависящей от ключа. Такой блок называется этапом. DES состоит из 16 этапов, одинаковая комбинация методов применяется к открытому тексту 16 раз (рис.1).

Параллельный алгоритм представляет собой шифрование и расшифровку блоков на разных процессах и состоит из 3-ех этапов:

1. Рассылка блоков каждому рабочему процессу;
2. Обработка блоков (кодирование или декодирование) на каждом рабочем процессе;

3. Сбор полученных результатов с каждого рабочего процесса на один процесс.

Поставленная задача выполнена, параллельный алгоритм кодирования информации DES разработан, ускорение работы программы увеличивается по мере увеличения числа блоков.



Рис. 1. Краткий алгоритм шифрования DES

В дальнейшем планируется разработать параллельные алгоритмы для других алгоритмов кодирования, таких как RSA, RC-5, A-5, LOKI, IDEA, GOST и др. Провести анализ их эффективности и сравнить с эффективностью алгоритма DES.

Библиографический список

1. **Шнаер Б.** Прикладная криптография. М.: Мир, 2001. 741 с.
2. **Коблиц Н.** Курс теории чисел и криптографии М.: Научное издательство ТВЦ, 2001. 254 с.

Д.А. Туманов, студ.;
рук. И.Ф. Ясинский к.т.н., доц.
(ИГЭУ, г. Иваново)

ПОСТРОЕНИЕ ГИБРИДНОГО МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Прогнозирование – есть суждение о возможном состоянии какого-либо объекта в будущем, а так же исследование перспектив развития какого-нибудь процесса.

В выпускной квалификационной работе бакалавра[1] уже были рассмотрены два метода прогнозирования: МГУА и нейронные сети, а так же был построен гибридный метод на их основе.

Для увеличения точности решено взять новый метод прогнозирования и создать более сложный гибрид.

Модели экстраполяции временных рядов по выборке максимального подобия[2].

В основу модели положена идея о развитии истории по спирали: этапы повторяются, но с изменяющимися свойствами.

Если приложить указанную идею к временным рядам, то можно сказать так: в фактических значениях временного ряда, если их достаточно много, наверняка есть отрезок, который очень похож на то, что происходит накануне прогноза.

На рис. 1 представлена часть временного ряда $Z(t)$, для которого без специальных вычислений заметны похожие отрезки. Назовем отрезок временного ряда, имеющий начало в отметке времени t и длину (число отсчетов) M , выборкой временного ряда (time series pattern) и обозначим Z^m_t .

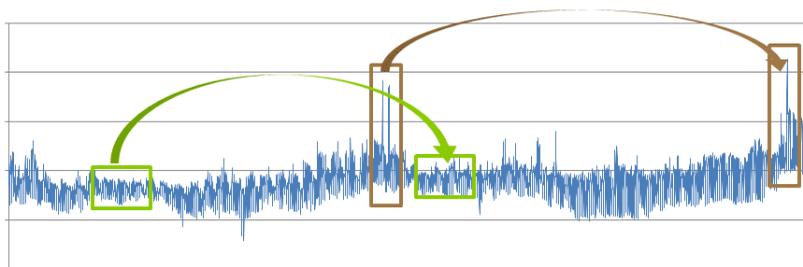


Рис. 1. Часть временного ряда $Z(t)$.

Всякая модель прогнозирования исходит из некоторого предположения. В модели по выборке максимального подобия предполагается, что если история повторяется, то для каждой выборки, предшествующей прогнозу, есть подобная выборка, содержащаяся в фактических значениях этого же временного ряда. Формально это называется гипотеза подобия.

Библиографический список

1. Туманов Д.А. Построение гибридного метода прогнозирования на базе методов А.Г. Ивахненко и нейронных сетей. Параллельная реализация. Иваново, ИГЭУ. 2015.
2. Чучуева И.А. Модель прогнозирования временных рядов по выборке максимального подобия. МГТУ, Москва. 2012.

Н.В. Фролов, студ.;
рук. к.т.н. С.Г. Сидоров
(ИГЭУ, г. Иваново)

ПОСТРОЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ РЕАЛИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

В последнее время наблюдается повышенное проявление интереса к искусственным нейронным сетям (ИНС), которые успешно применяются в самых различных областях: технике, физике, геологии, бизнесе, медицине. ИНС (далее в тексте будет использована аббревиатура НС) вошли в практику везде, где нужно решать задачи прогнозирования, классификации или управления.

Целью данной работы является разработка модели искусственной нейронной сети (ИНС), позволяющей вычислять математические функции, и анализ эффективности применения такой модели в сравнении с существующими программными и аппаратными реализациями. Также в рамках данной работы реализована многопроцессорная (параллельная) модель ИНС. При большом числе искусственных нейронов это должно приводить к большему ускорению по времени вычислений по сравнению с однопроцессорной реализацией ИНС. Время выполнения приведено в таблице 1:

Таблица 1. Время выполнения программ

	Время вычисления $y = \sin(x)$, сек.	Время вычисления $y = 7 \cdot \sin(2.5 \cdot \cos(x))$, сек.
Сопроцессор	0,051084	0,068627
Итерационное разложение в ряды	2,856197	2,931289
Рекуррентное разложение в ряды	10,5048106	10,710761
Последовательная ИНС	2,235292	2,646032
Параллельная ИНС	9,520283	9,846267

Проведенные эксперименты позволяют сделать вывод, что точность вычисления нейросетью значения функций прямо пропорционально зависит от соответствия размеров нейросети и сложности функции. Однако из опытов следует, что число нейронов на одном слое нейронной сети, превышающее число входных параметров более чем в 20 раз, ухудшает стабильность вычислений, что может привести к «параличу сети», т.е. веса связей между нейронами могут стать за пределами большими, что не дает получить требуемый результат.

Таблица 1 демонстрирует, что скорость вычисления функций стандартными методами на порядок превосходит предложенный метод вы-

числения с помощью нейронных сетей, однако следует учитывать, что стандартные функции заложены в аппаратную реализацию вычислительного устройства, поэтому более корректное сравнение методов требует аппаратной реализации нейросетевых технологий. Как видно из этой же таблицы, программная реализация вычислений значений функции с помощью нейронных сетей работает быстрее, чем программная реализация вычисления с помощью разложений в ряды. Кроме того, при увеличении точности в традиционных методах возникает проблема вычисления факториала больших чисел, что требует использование рекуррентных формул, что приводит к значительному росту времени вычислений, так как пропадает возможность распараллеливания.

Вычисление значений нейросетью с использованием технологий параллельного программирования, а именно технологии OpenMP, не дало желаемого ускорения, т.к. размер нейросети для решаемой задачи оказался слишком маленьким для распараллеливания, следовательно, затраты на открытие и закрытие параллельных секций были несоизмеримо больше времени самих вычислений.

Использование нейросети, которая на входе получает не один аргумент, а, например, аргумент, представленный в двоичном виде, позволит значительно увеличивать размер нейронной сети, что может дать возможность получить выигрыш во времени за счет параллельности. Кроме того, для увеличения точности вычислений более сложных функций требуется увеличение нейронной сети, в таком случае время на организацию параллельных вычислений становится сопоставимым с самими вычислениями.

Проведенные эксперименты позволяют сделать предположение, что нейронная сеть, выполненная аппаратно, значительно ускорит вычисление математических функций и заменит собой существующие технологии. Один из способов аппаратной реализации нейронной сети связан с использованием нейропроцессоров. Они могут работать совместно со стандартными сопроцессорами и реализовываться в виде отдельных микросхем, а также являться составной частью современных процессоров.

Библиографический список

1. Головкин В.А. Нейронные сети: обучение, организация и применение. ИПРЖР, 2002г.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. Вильямс, 2006г.
3. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. Горячая Линия – Телеком, 2001г.
4. Д.Рутковская. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. Горячая Линия – Телеком, 2007г.

*А.А. Харитонов, студ.;
рук. А.Б. Гнатюк, доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Анализ проблемы. Задачей разрабатываемой системы является прогнозирование потребления электроэнергии на региональном уровне на основе известной информации.

Проблема является актуальной, так как представляет собой один из подходов к улучшению качества прогнозирования. Перед началом проектирования и разработки системы необходимо выявить, какие проблемы предметной области должны быть устранены в результате внедрения автоматизированной системы.

Разрабатываемая система будет построена на основе нейросетевого подхода, реализующая для поставленной задачи метод обратного распространения ошибки, и осуществлена ее последовательная и параллельная программная реализация. Нейронная сеть позволяет получить результаты с достаточно высокой точностью и выявить внутренние зависимости рассматриваемой проблемы.

Структуру многослойной нейронной сети без обратных связей можно видеть на рис 1.

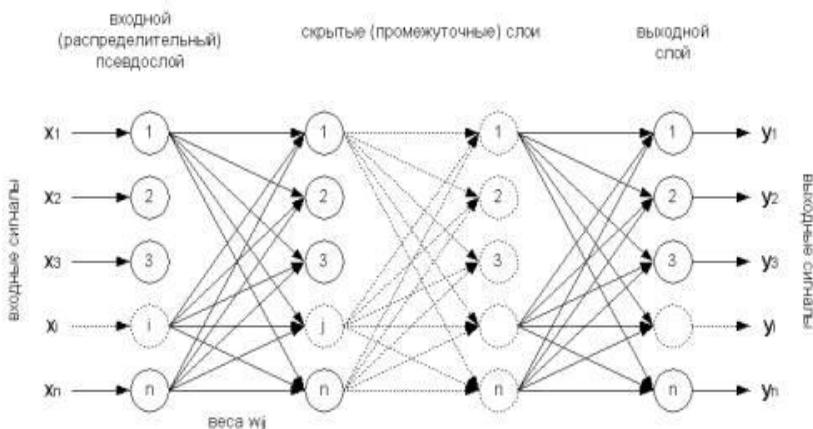


Рис. 1. Структура нейронной сети

Сеть состоит из одного входного, одного или нескольких промежуточных и одного выходного слоев. Каждый слой состоит из нейронов. Каждый такой нейрон связан со всеми нейронами предыдущего слоя. А связи между нейронами имеют при этом определенный вес.

Для обучения сети используется алгоритм обратного распространения ошибки. Основная идея этого метода состоит в распространении сигналов ошибки от выходов сети к её входам, в направлении, обратном прямому распространению сигналов в обычном режиме работы.

На промежуточных слоях может использоваться сигмоидная функция активации [1]. Она обладает свойством усиливать слабые сигналы лучше, чем сильные, и предотвращает насыщение от сильных сигналов. Эти особенности важны для поставленной задачи. Нейроны должны «распознавать» слабо различающиеся входные сигналы. Это делает данную функцию наиболее применимой.

На последнем слое применим полулинейную функцию активации, которая представлена выражением (1).

$$\Psi = F(\psi) = \begin{cases} \psi, \psi > 0, \\ 0, \psi \leq 0. \end{cases} \quad (1)$$

Полулинейная функция наилучшим образом соответствует сущности данной задачи. Ее областью определения является диапазон $(0, \infty)$. Это позволяет, получать значения любой величины на выходе, равные их фактической сумме, без отрицательных значений.

Система будет представлять собой приложение, работающее с базой данных, в которой хранятся данные о существующем и прогнозируемом энергопотреблении. Для работы необходимо выполнить вход в систему. Приложение будет позволять редактировать данные в базе данных и выполнять прогнозирование.

Библиографический список

1. Ясинский, И.Ф. Введение в нейросетевые технологии: учеб. пособие/ И.Ф. Ясинский. – Иваново, ИГТА, 2010. -120 с.
2. Яхьяева Г.Э. Основы теории нечетких множеств. – М.: БИНОМ, 2006.

С.Ф. Харитонов, студ.;
рук. Л.П. Чернышева, ст. преподаватель
(ИГЭУ, г. Иваново)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЗДУХА ВОКРУГ ОТДЕЛЬНО СТОЯЩЕГО ЗДАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ CUDA

Полную систему, которой можно описать движение воздуха вокруг здания составляют уравнения Навье-Стокса для двух проекций и уравнение неразрывности вместе с граничными условиями:

$$\begin{cases} v \left(\frac{\partial^2 U_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_x}{\partial y^2} \right) - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial x} = -F_x \\ v \left(\frac{\partial^2 U_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_y}{\partial y^2} \right) - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial x} = -F_y \\ \operatorname{div} \vec{U} = \frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial U_y}{\partial y} = 0 \end{cases}$$

где U_x, U_y – проекции скорости \vec{U} на оси Ox и Oy соответственно, ρ – плотность, P – давление. Уравнение неразрывности означает, что если жидкость несжимаемая, то при любом движении ее объем сохраняется.

div – дивергенция – скалярный дифференциальный оператор векторного поля, который показывает, насколько поле имеет тенденцию расходиться из данной точки.

Будем использовать метод сеток. Для простоты примем рассматриваемую область прямоугольной. Наложим на область сетку размером $N_x \times N_y$. Узлы с индексами 0 и N_x и 0 и N_y будем считать граничными, а остальные – внутренними. Шаг сетки возьмем равным h , одинаковым по горизонтали и вертикали.

При исследовании системы производятся многочисленные расчеты. На каждой итерации цикла для каждой точки вычисляются значения четырех параметров, описанных сложными уравнениями. Вычисления этих параметров в каждой точке зависят от значений, вычисленных на прошлой итерации, следовательно, каждый параметр может быть рассчитан одновременно для всех точек расчетной области. Для решения данной задачи отлично подходит технология параллельного программирования CUDA. Распараллеливание по точкам системы хорошо ложится на процессорную сетку. Каждая нить будет рассчитывать свою точку расчетной области – нить с координатами i, j будет вычислять параметры соответствующего узла с координатами i, j .

Пример работы программы представлен на рис 1. Начальная скорость $V_x = 15, V_y = 20$.

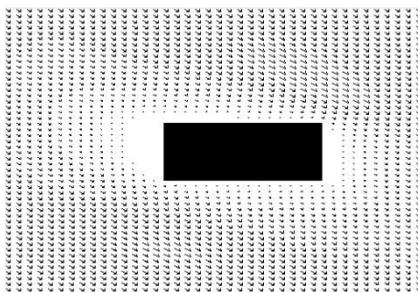


Рис 1. Пример работы программы

На рис. 2 представлено время (в секундах) расчетов последовательной реализации программы и параллельной на CUDA. Как можно заметить использование технологии CUDA значительно сокращает время расчетов (в среднем в 10 раз).

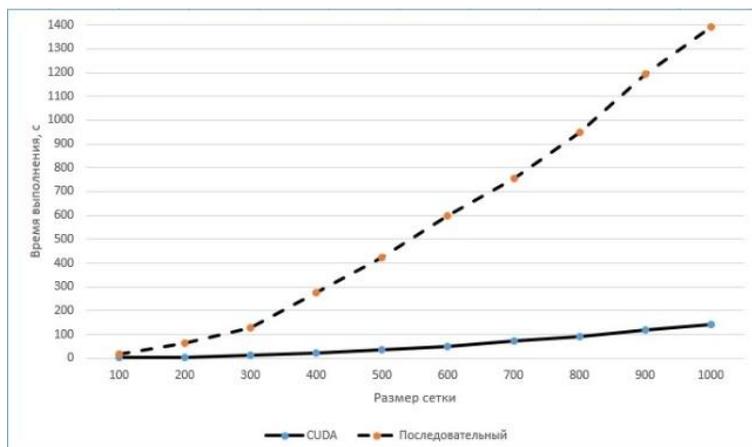


Рис 2. Сравнение результатов

Библиографический список

1. Филатов Е.Ю., Ясинский Ф.Н. Математическое моделирование течений жидкостей и газов: Учеб. пособие / ГОУВПО «ИГЭУ им. В.И. Ленина». – Иваново, 2007. – 84 с.
2. Борсков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. – М.: ДМК Пресс, 2011.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: Учебник для вузов/ Дрофа – М., 2003. – 840 с.

Н.И. Чуваков, маг.;
рук. А.В. Евсеева, к.т.н., ст. преподаватель
(ИГЭУ, г. Иваново)

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НА ЯЗЫКЕ C# В СРЕДЕ MICROSOFT .NET

В настоящее время основным языком программирования при разработке параллельных программ является язык C++. В тоже время уже достаточное развитие получили технологии управляемых сред, например, среда .NET и язык C#.

Первоначально поддержка многопоточного или параллельного программирования была достаточно ограничена в .NET, однако со временем спрос на необходимость параллельной обработки данных заставил разработчиков платформы добавить технологии с возможностями параллельной реализации. В основе подхода, используемого в .NET, лежат идеи функционального параллелизма, представленные в виде библиотеки TPL (Task Parallel Library). Кроме того был введен особый класс *System.Threading.Tasks.Parallel*, который реализует геометрический вид параллелизма [1].

Для проверки возможностей параллельного программирования и визуализации результатов на языке C# была поставлена задача моделирования процесса распространения тепла в однородном стержне и однородной пластине с возможностью выбора схемы решения и однопроцессорного или параллельного варианта.

В результате была разработана следующая программа с интуитивно понятным интерфейсом.

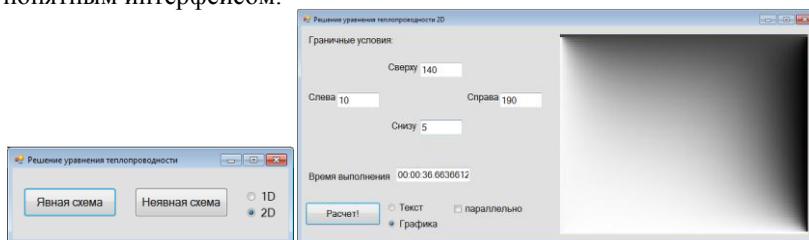


Рис.1. Интерфейс программы

На нескольких формах реализован выбор решения одномерной или двумерной задачи методами явной или неявной схемы. Пользователь имеет возможность вводить граничные условия, выполнять расчеты параллельно или последовательно, при этом контролируя время выполнения расчета. Полученные результаты можно увидеть в графическом виде или в виде таблицы.

Стоит отметить, что при решении поставленной задачи наиболее интересным в плане реализации параллельного алгоритма является использование неявной схемы в двумерном случае, при описании которого была использована следующая математическая модель [2]:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = a^2 \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right),$$

где $U(t, x, y)$ – внутренняя температура, t – время, a – коэффициент теплопроводности, x, y – координаты.

В качестве исходных данных были установлены граничные условия первого рода:

$$U|_{\Gamma_s} = f_s(t); \quad s = 1, 2, 3, 4.$$

В случае реализации неявной схемы вычисления проводились с помощью метода переменных направлений, в котором шаг по времени разбивается на два полушага и проводится прогонка сначала в направлении оси X , а затем в направлении оси Y .

При создании параллельного алгоритма исходили из того, что все необходимые для обработки данные находятся в двумерном массиве в одной области памяти. Поэтому было принято решение о выполнении прогонки, сначала параллельно по всем строкам, затем – по всем столбцам. В результате, были подготовлены процедуры, которые, принимая номер строки или столбца, осуществляют прогонку, либо в горизонтальном, либо в вертикальном направлении.

В результате выполнения программы получено ускорение вычислений пропорциональное числу задействованных ядер по сравнению с последовательной реализацией. С помощью средств мониторинга видно, что во время выполнения параллельной части программы используются все ядра процессора. Тенденция увеличения ускорения в большей степени зависит от размеров рассчитываемой области, в то же время увеличение или уменьшение количества итераций, влияющих на прогрев рассчитываемой области – на ускорение практически не влияют.

Библиографический список

1. [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/dd537608\(v=vs.100\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/dd537608(v=vs.100).aspx) – Параллелизм данных (библиотека параллельных задач)
2. Э.Ф. Балаев, Н.В. Нуждин, В.В. Пекунов, С.Г. Сидоров, Л.П. Чернышева, И.Ф. Ясинский, Ф.Н. Ясинский. – Численные методы и параллельные вычисления для задач механики жидкости, газа и плазмы. – Иваново, 2003.

Секция 29. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ МАТЕМАТИКИ

Председатель – д.э.н., профессор **Коровин Д.И.**
Секретарь – ведущий математик **Кириллова Э.Р.**

А.С. Беляев, студ.:
рук. Коровин Д.И., к.э.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)

ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ВНЕДРЕНИЯ IT ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ ROV МЕТОДА ОЦЕНКИ

Одним из видов оценки инвестиционных проектов является метод реальных опционов. Основой для его разработки стал финансовый опцион. Это ценная бумага, торгуемая на бирже, которая дает своему владельцу право купить или продать в течение установленного срока определенное количество акций или других ценных бумаг по заранее зафиксированной цене. Существуют два типа опционов: «колл» (право купить по фиксированной цене) и «пут» (право продать по фиксированной цене).

Для оценки стоимости реальных опционов изначально были применены формулы, которые в 1973 году предложили Фишер Блэк (Fisher Black), Майрон Шоулз (Myron Scholes) и Роберт Мертон (Robert Merton) в своих работах, по оценке стоимости финансовых опционов. А в 1984 году вышли работы Стюарта Майерса (Stewart Myers) «Финансовая теория и финансовая стратегия» и Карла Кестера (Carl Kester) «Опционы сегодня для роста завтра». Их и принято считать отправной точкой развития практики применения метод реальных опционов.

Использование метода реальных опционов для принятия решений по IT проектам позволяет компаниям учесть возможность гибкого реагирования на изменяющиеся внешние условия:

Применение метода реальных опционов к оценке IT проектов целесообразно, когда выполняются следующие условия:

1. результат проекта подвержен высокой степени неопределенности;
2. менеджмент компании способен принимать гибкие управленческие решения при появлении новых данных по проекту;
3. финансовый результат проекта во многом зависит от принимаемых менеджерами решений. При оценке проекта по методу дисконти-

рованных денежных потоков значение NPV отрицательно или чуть больше нуля.

Расчет стоимости реального опциона осуществляется по формуле Блэка-Шоулза, разработанной для оценки финансовых опционов типа «колл»:

$$C = N(d1) \times S - N(d) \times PV(X),$$

- где C — стоимость реального опциона;
- $N(d)$ — интегральная функция нормального распределения;
- $PV(X)$ — приведенная стоимость инвестиций на осуществление проекта или ликвидационной стоимости при отказе от проекта;

В рамках данной работы проведена оценка стоимости внедрения реального IT проекта с помощью ROV метода оценки. Также разрабатывается программа, способная автоматически подсчитывать стоимость внедрения IT проектов с помощью ROV метода оценки. Программа разрабатывается на языке C# в среде разработки Visual Studio с использованием платформы .NET.

Библиографический список

1. Грязнова А.Г., Федотова М.А. Оценка бизнеса, М: Финансы и статистика, 2009, 736с.
2. Балдин К.В., Рукусов А.В., Передерьев И.И., Голов Р.С. Инвестиционное проектирование. – М.: Дашков и К, 2010, - 365 с. (Рекомендовано УМО).
3. Чусавитина Г.Н., Лапшина В.Б. Практикум по основам финансовой математики (учебное пособие) Магнитогорск: Изд-во МаГУ, 2005. – 181 с.
4. Лимитовский М.А., Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. – М.: «ДЕЛО», 2004.
5. Климов В.В. Визуализация деревьев биномиальной модели оценки стоимости реальных опционов // Молодой ученый. – 2010. – №9(20). – С. 130-133. – 0,25 п.л.
6. Костюхин Д.И. Методы оценки инвестиций в ИТ: блеск и нищета [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.topsbi.ru/?artID=49>

*И.Л. Голополов, студ.;
рук. Киселе В.Ю., к.ф.-м.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

РАСЧЁТ ЧИСЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОТЫ N-ЯДЕРНОГО ПРОЦЕССОРА НА ОСНОВЕ МАРКОВСКИХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Для реализации процесса параллельного выполнения задач более эффективно интегрировать два ядра или более в одном микропроцессоре. Такая многоядерная конфигурация на одном кристалле процессора обеспечивает более высокую скорость обмена между ядрами, чем

использование внешних шин, коммутаторов и других составляющих в многопроцессорных системах.

Операционная система рассматривает каждое из исполнительных ядер, как дискретный процессор со всеми необходимыми вычислительными ресурсами. Поэтому многоядерная архитектура процессора, при поддержке соответствующего программного обеспечения, осуществляет полностью параллельное выполнение нескольких программных потоков.

Сравнение производительности процессоров с различной архитектурой на основе тактовой частоты неправомерно. К примеру, основываясь на тактовой частоте, не совсем корректно сравнивать производительности процессоров с разным размером кэш-памяти, или производительности процессоров, поддерживающих и не поддерживающих технологию Hyper-Threading.

Для оценки процессоров и последующего сравнения можно использовать следующие числовые характеристики:

1. Среднее число работающих ядер;
2. Средняя потребляемая мощность;
3. Среднее число переключений потоков между ядрами;
4. Вероятность отказа в обработке потока инструкций;
5. Время обработки потока инструкций.

Данные характеристики могут быть рассчитаны, если рассмотреть работу многоядерного процессора как случайный процесс (например, марковский) на основе входящих потоков информации от различных источников и устройств.

В рамках данной работы проведено моделирование марковского случайного процесса для работы многоядерного процессора. Также разрабатывается программное обеспечение, способное рассчитывать числовые характеристики процессора, сохранять полученные результаты и сравнивать их для различных архитектур. Программа разрабатывается на языке C# в среде разработки Visual Studio.

Библиографический список

1. **Киселев В.Ю.**, Калугина Т.Ф. Исследование операций. Случайные процессы и системы массового обслуживания: учеб. пособие / Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 2007. – 161с.
2. **Калугина Т.Ф.**, Лекции по теории вероятностей / Т.Ф. Калугина, В. Ю. Киселев; Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 1999.
3. **Ланина Э.П.**, Многоядерность, как способ увеличения производительности вычислительной системы / Иркут. гос. тех. ун-т. – Иркутск, 2008. – 50с.

*Е.В. Басова, студ.;
рук. Д.И. Коровин, д.э.н., к.ф.-м.н., доцент
(ИГЭУ, г.Иваново)*

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В РАМКАХ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ

Проблема составления наиболее правильного учебного плана является особенно актуальной в настоящее время, т.к. высшие учебные заведения выпускают первых бакалавров. Поэтому необходимо проверить успевают ли студент получить всю необходимую информацию за эти четыре года обучения.

При планировании учебного процесса возникает ряд проблем. Во-первых, в процессе обучения студенту приходится сталкиваться с разными дисциплинами. Формирование у студентов независимых друг от друга предметных знаний затрудняет возможность пользоваться ими в дальнейшей познавательной и профессиональной деятельности. Поэтому очень важным критерием при планировании учебного процесса является согласованность всех дисциплин. Что и является основным принципом построения сетевого графика, следовательно, для планирования учебного процесса разумнее использовать именно методы сетевого планирования.

Во-вторых, время освоения должно регулироваться в зависимости от реакции на процесс, т.е. если все студенты успевают освоить материал за курс обучения, тогда дополнительных часов учебная нагрузка не требует, иначе в учебный план необходимо добавить дополнительное количество занятий.

Целью данной работы является разработка метода сетевого планирования учебного процесса и проверка на оптимальность составленного учебного плана.

В рамках работы для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- Проанализировать учебный план профиля «Математическое моделирование и вычислительная математика»;
- Разработать систему связей между учебными дисциплинами, основанную на информацию из рабочих программ, а именно на темы всех предметов;
- Разработать метод сетевого планирования учебного процесса;
- Произвести анализ полученных результатов.

Новизна данной работы состоит в создании программного продукта.

С использованием необходимой литературы и помощью научного руководителя, удалось разработать метод сетевого планирования учебного процесса, создать программный продукт и проанализировать учебный план.

Результаты научной работы могут быть использованы в дальнейшем при анализе построения новых учебных планов. Данный подход сокращает время составления учебного плана, что благоприятно сказывается на всем учебном процессе.

Для моделирования учебного процесса был взят учебный план первых выпускающихся бакалавров группы 47 (математическое моделирование и вычислительная математика). Для получения более правдоподобного результата по некоторым предметам использовались данные нескольких групп, имеющих те же дисциплины.

Было проанализировано время обучения студентов и получены данные, которые дали основу сетевого планирования, а именно количество дополнительных дней, которые потребовались студенту для изучения всего материала по какому-либо предмету. Вместо стандартного практического метода сетевого планирования, было решено использовать имитационное стохастическое моделирование. С помощью преобразования Смирнова была получена последовательность случайных величин. Т.е. была разработана технология построения информативной матрицы междисциплинарного баланса, в основу которой положен учет времени изучения каждого предмета и использованы разделы из рабочих программ всех дисциплин. Используя эти данные был построен сетевой граф, в написанном приложении автоматизирующем его построение. Для анализа результата построена гистограмма.

Статистический анализ показал, что без учета времени отведенного на каникулы, студенты за 4 года находятся в стадии обучения 1151 день. С помощью гистограммы распределения времени критического пути можем увидеть, какова вероятность изучения всего материала этого учебного плана студентом за годы обучения. Получаем 69%.

Биографический список

1. **Архангельский С.И.** Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. – М.: «Высшая школа», 1980. 368 с.
2. **Егоров В.Н., Коровин Д.И.** Основы экономической теории надежности производственных систем. – М.: Наука, 2006.
3. **Новицкий Н.И.** Сетевое планирование и управление производством. – М.: Новое знание, 2004г., 159 с.

*А.Е. Шилков, студ.;
рук. В.И. Варламов, к.ф.-м.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОБОЯ МАГНИТОЖИДКОСТНОГО УПЛОТНЕНИЯ

Магнитожидкостное уплотнение (МЖУ) — это механическое уплотнение, в котором роль уплотняющего элемента выполняет магнитная жидкость. Магнитожидкостные уплотнения используют в технологическом оборудовании для передачи вращательного движения при одновременной герметизации путем физического барьера в форме магнитной жидкости. Магнитная жидкость удерживается на месте с помощью постоянного магнита.

Магнитная жидкость — жидкость, сильно поляризуемая в присутствии магнитного поля. Ферромагнитные жидкости представляют собой коллоидные системы, состоящие из ферромагнитных или ферримагнитных частиц нанометровых размеров, находящихся во взвешенном состоянии в несущей жидкости, в качестве которой обычно выступает органический растворитель или вода. Для обеспечения устойчивости такой жидкости ферромагнитные частицы связываются с поверхностно-активным веществом (ПАВ), образующим защитную оболочку вокруг частиц и препятствующем их слипанию из-за магнитных сил.

Магнитожидкостные уплотнения работают без обслуживания и при очень небольшом натекании. МЖУ для промышленности и науки чаще всего устанавливают во вводы вращения, которые состоят из центрального вала, шарикоподшипников и наружного корпуса. Шарикоподшипники выполняют две важные функции: центрируют вал в зазоре уплотнения и держат внешние нагрузки. Подшипники — единственные изнашиваемые механические детали ввода вращения. Так как уплотняющая среда — это жидкость, практически отсутствует трение между вращающимися и стационарными деталями, так что уплотнение не изнашивается. Поэтому срок службы и межремонтные циклы МЖУ обычно очень длительны, а момент трения очень низок. МЖУ стабильно работают в сверхвысоком вакууме, очень высоких температурах, десятках тысяч об/мин и при давлении до нескольких атмосфер.

Пробой будет исследован с помощью уравнения Навье-Стокса. Это система дифференциальных уравнений в частных производных, описывающая движение вязкой ньютоновской жидкости. В векторном виде для несжимаемой жидкости они записываются следующим образом:

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -(\vec{v} * \nabla) \vec{v} + \nu \Delta \vec{v} - \frac{1}{\rho} \nabla P + \vec{f},$$

$$\nabla * \vec{v} = 0,$$

где ∇ - оператор набла, Δ - векторный оператор Лапласа, t - время, ν - коэффициент кинематической вязкости, ρ - плотность, P - давление, \vec{v} - векторное поле скоростей, \vec{f} - векторное поле массивных сил.

Решим систему дифференциальных уравнений методом интегральных соотношений. Уравнения для определения скорости на оси канала пробоя запишутся в виде:

$$\frac{dt}{dx} = \frac{f_1(x,u,t)}{g(x,t)}, \quad \frac{du}{dx} = \frac{f_2(x,u,t)}{g(x,t)}.$$

Система уравнений имеет особую точку в начале координат, а также может иметь особенности в области, где происходит переход дозвукового режима течения в сверхзвуковой при течении газа в канале переменного сечения со сходящимися и расходящимися стенками.

Библиографический список

1. Орлов Д.В. Магнитные жидкости в машиностроении: Под общей ред. Д. В. Орлова, В. В. Подгорнова. — М.: Машиностроение. 1993. 288 с.
2. Брук Э. Т., Фертман В. Е. Магнитные материалы: от твёрдого тела к жидкости. — М.: Высшая школа, 1983. 347 с.

Секция 30. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ГРАФИКА

Председатель – к.т.н., доцент **Егорычева Е.В.**

Секретарь – доцент **Бойков А.А.**

*А.Н. Пущен, студ.; (ИвГПУ, г. Иваново);
рук. М.Ю. Волкова, к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАРИННОЙ ИКОНЫ

Реставрация старинных икон – сложный и кропотливый процесс. Она требует от реставратора не только опыта и глубоких познаний в иконописи, но и высокого уровня мастерства.

В рамках учебной работы исследовалась старинная икона Христа Пантократора (рис.1). Был проведён визуальный осмотр объекта, проведена фото фиксация, сделаны обмеры. Найдены аналоги, установлено примерное время создания, возможный автор. Также изучены методы консервации и реставрации аналогичных изделий, на основе этого предложены методы сохранения и восстановления данной иконы



Рис. 1 Геометрическое исследование иконы

Визуальный осмотр выявил: Деревянная основа рассохлась и частично расколота. На изображении имеется выжженная часть. На изображении, в области головы, есть потёртости и сколы. На металлической накладке имеются следы коррозии и трещины. При визуальном осмотре отмечено, что оклад снимался, об этом свидетельствуют следы от гвоздей.

Отмечены и зафиксированы площади утраченных зон.

В рамках исследования выявлена последовательность этапов работы:

- Укрепление красочного слоя и/или левкаса
- Расчистка – удаление старых лаков, загрязнений, следов бытования

- Восстановление утрат левкаса
- Восстановление утрат позолоты
- Восстановление или тонировка утрат живописи
- Консервация (покрытие защитным лаком)

Этапы подготовки оклада к реставрации:

1. Вынимаются ржавые гвозди, крепящие оклад к иконе;
2. снимается оклад с иконы;
3. оклад очищается от грязи и пыли тампоном, смоченном водой или просто вымыть в воде кистью, щеткой;
4. икона сушится с соблюдением температурно-влажностного режима.

Кроме того выявлено, что процесс реставрации исследуемой иконы следует начать с восстановления расколовшейся и рассохшейся деревянной основы. Оклад иконы сдерживает деревянную часть, при снятии оклада возможно полное разделение деревянной основы, т.к. трещина проходит насквозь и сквозь неё просматривается оклад.

Для склеивания древесины и приготовления пасты из опилок используют преимущественно клеи животного происхождения (мездровый, столярный, казеиновый).

В результате проведенного анализа и исследования выявлено, что икона представляет собой хромолитографию, наклеенную на доску, сверху имеется металлический оклада. Предположительно медный. Икона нуждается в реставрации, так как имеются множественные повреждения изображения, имеется выжженная часть. Деревянная основа нуждается в заклеяке, оклад имеет трещины.

Библиографический список

1. «Рекомендации по ведению реставрационных работ на произведениях монументальной живописи – объектах культурного наследия», Часть 3, СРП-2007.3

В.И. Светцова, студ.;

рук. И.Г. Молдаванова

(КарГТУ, г. Караганда, Республика Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УДАРНО-КЛИНОВОГО УСТРОЙСТВА С НЕГАБАРИТОМ ПРИ ЕГО РАЗРУШЕНИИ

Анализ современных способов и средств разрушения породных и рудных негабаритов показал, что наиболее перспективным направлением следует считать механический способ их разрушения с использованием ударных рабочих органов, обеспечивающих необходимую энергию единичного удара.

В качестве объекта исследования рассматривалась система «ударно-клиновое устройство – негабарит» (рис. 1).

Здесь F , N и R – соответственно осевая, нормальная и радиальная силы, возникающие при ударе бойка ударника по хвостовику клина; $F_{\text{тр}}$ – сила трения между клином и плашкой; $F_{\text{уп}}$ – сила упругости, возникающая в негабарите при его деформации в момент удара и стремящаяся вытолкнуть клин из шпура после снятия внешней нагрузки; α – угол заострения клина. Самоторможение клина, т.е. предотвращение его выталкивания из шпура, обеспечивается при выполнении условия: $F_{\text{тр}} \geq F_{\text{уп}}$. Угол α принят равным 6° , так как для выполнения условия самоторможения он не должен превышать 7° , а уменьшение угла заострения клина снижает прочность последнего.

Поскольку в производственных условиях проведение экспериментов по дроблению горных пород затруднительно по экономическим и техническим причинам, предпочтение было отдано машинному эксперименту. Была рассмотрена конструктивная схема взаимодействия ударно-клинового устройства с породным негабаритом, и с использованием программного комплекса ANSYS LS-DYNA выполнено моделирование процесса разрушения негабарита. В силу симметричности постановки задачи модель представлена в виде половины объекта моделирования (рис. 2).

При моделировании негабарита использовался специальный материал *plastic kinematic*, в котором учитываются нелинейные свойства материала и критическая деформация, приводящая к разрушению, что позволяет обеспечить адекватность модели реальному процессу.

Для построения сетки в качестве конечного элемента выбран объемный элемент типа 3-D Solid 164. Моделирование процесса возникновения и распространения трещины разрушения происходит за счет отмирания элементов. Критерием отмирания элемента служит достижение эквивалентным напряжением в элементе значения, равного со-

противлению породы разрушению при растяжении, а последовательное отмирание элементов приводит к формированию и распространению трещины разрушения. После выхода трещины разрушения на свободную поверхность негабарита происходит его раскалывание.

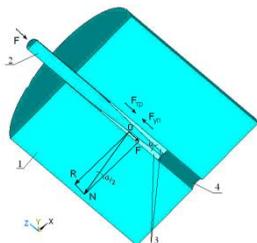


Рис. 1. Схема взаимодействия ударно-клинового устройства с негабаритом (1 - негабарит; 2-клин; 3-клиновые плашки; 4-шпур)

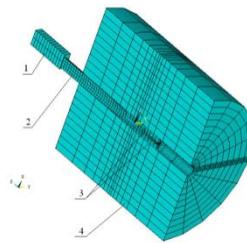


Рис. 2. Конечно-элементная модель исследуемой системы (1 - боек ударника; 2 - клин; 3 - плашки; 4 - негабарит)

Модель, показанная на рисунке 2, работает следующим образом. При ударе бойка по хвостовику клина последний погружается в шпур раздвигая плашки, наружная поверхность которых повторяет внутреннюю поверхность шпура, а внутренняя поверхность плашек – поверхность клина. Воздействуя на плашки и через них на стенки шпура, клин создает на поверхностях контакта плашек с негабаритом сжимающие напряжения, максимальные значения которых, имеют место в плоскости симметрии XOZ . В плоскости YOZ при этом возникают максимальные растягивающие напряжения.

Поскольку порода сопротивляется разрушению при растяжении значительно слабее (в 10-50 раз), чем при сжатии, то очевидно, что трещина разрушения будет формироваться и распространяться в зоне растягивающих напряжений.

Для моделирования условий контакта, задавались статический и динамический коэффициенты трения между компонентами боек ударника – клин, клин – плашка и плашка – негабарит.

Анализ результатов моделирования позволил изучить закономерности изменения напряженно-деформированного состояния негабарита и клинового устройства после каждого удара, что затруднительно получить при аналитическом исследовании, а также дал возможность проследить перемещение клина и бойка ударника, что позволило установить количество ударов, необходимых для полного разрушения породного негабарита, коэффициент полезного действия передачи энергии удара в негабарит и удельные энергозатраты на его разрушение в каждом конкретном случае.

*А.М. Орлов, студ.; (ИвГПУ, г. Иваново);
рук. М.Ю. Волкова, к. т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

В задачи проекта входили:

- 1) Разработка идеи, соответствующей заданной теме;
- 2) разработка внешнего вида дома в соответствии с законами объемно-пространственной композиции;
- 3) выбор рационального конструктивного решения

Представлен дом для людей нового, экологически нравственного поколения. В доме есть все необходимое для комфортабельной жизни, и не более того, что соответствует современным идеям об экологичном жилье.

Экодом – это система с положительным экологическим ресурсом. Она состоит из дома нулевого энергопотребления и приусадебного участка. Участок предназначен для биологической переработки и утилизации всех жидких и твердых органических отходов и выращивания сельхозпродукции с помощью биоинтенсивных методов. Эти методы позволяют наращивать экологический ресурс приусадебного участка быстрее, чем в естественных природных условиях. Экодом должен быть доступен по цене большей части населения.

При строительстве экодома возможный вред природной среде сведен к минимуму. А при его эксплуатации происходит максимальное улучшение природной среды.

Проект решенный в стиле «эко» использует прямые линии и формы. Силуэт здания максимально простой и читаемый. Широкое применение стекла, металла придают зданию легкость, изящность.

Основные цвета: бежевый, коричневый, белый (в контрасте с черным или темным деревом), нежные пастельные тона. Возможно использование природных цветов: бледно-зеленый, бледно-голубой, цвета травы, воды, камня, дерева, почвы.

Дизайн максимально функционален, отсутствуют мелкие детали. Уют создается, главным образом, за счет сочетания форм и открытости внутреннего пространства за счет панорамного остекления. Все окна оборудованы системой жалюзи, что позволяет создавать различные сценарии освещения.

Вентиляция помещений предусмотрена естественная. При естественной вентиляции воздухообмен осуществляется из-за разницы давления снаружи и внутри здания. Под естественной системой вентиля-

ции понимается воздухообмен в помещении, происходящий за счет разности давлений внутреннего и наружного воздуха и действий ветра через неплотности ограждающих конструкций, а также при открывании форточек, фрамуг и дверей.

В помещениях кухни, бойлерной, с/у предусмотрена принудительная вентиляция через специально устроенные приточные и вытяжные проемы, степень открытия которых регулируется. Для создания пониженного давления в вентиляционном канале может использоваться дефлектор.

Канализационная система отводится к городским канализационным сетям. Кроме этого на прилегающем участке возможно обустройство автономной системы на основе новейших экологически чистых технологий.

Водоснабжение осуществляется от центральной водонапорной сети. Возможна организация системы сбора и очистки дождевой воды. Макет дома представлен на рис. 1.

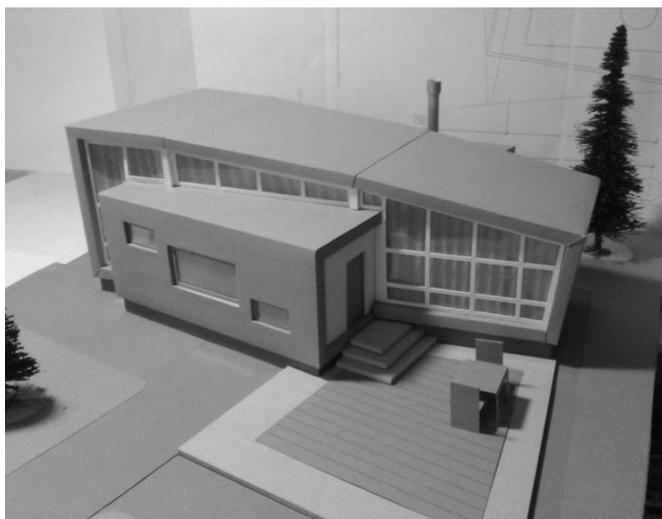


Рис. 1 Макет индивидуального жилого дома

Библиографический список

1. Хассел, Э.Б. Современная архитектура / Э.Б. Хассел. - М. : Арт-Родник, 2010. - 289 с.
2. Шерешевский, И.А. Жилые здания/ И.А. Шерешевский . -Архитектура-С, 2005. -124 с.
3. Маклеод В. Современная архитектура жилых зданий в деталях/ В. Маклеод . - Питер-Юг, 2005. - 232 стр.

К.Н. Бубнов, студ.;
рук. Е.В. Егорычева, к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Любая геометрическая модель содержит описание формы моделируемого изделия и описание связей элементов модели. Для возможности редактирования и создания подобных моделей в геометрическую модель включают дерево построения с последовательностью и способами построения модели.

В данной работе рассматривался вопрос параметрического моделирования модели пробкового крана в системе Компас-3D. Особое внимание было уделено образованию внутренней поверхности корпуса изделия. Данная поверхность образуется путем пересечения цилиндрической и конической поверхностей, с частичным усечением профильно и горизонтально проецирующими плоскостями (рис. 1).

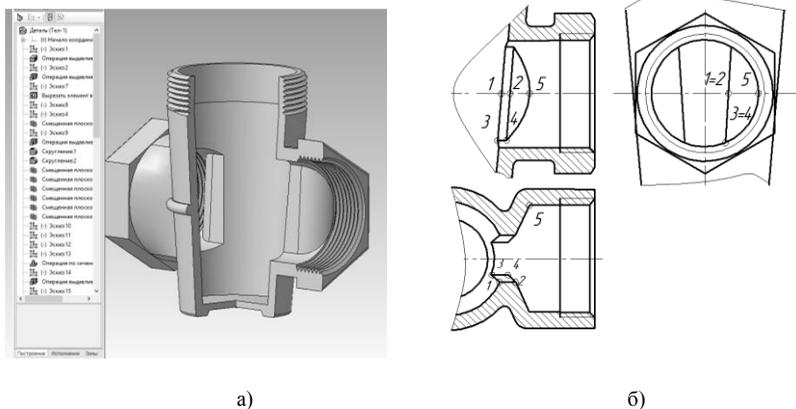


Рис.1. Образование внутренней поверхности : а – модель; б – чертёж

Между элементами модели устанавливаются геометрические ограничения, то есть вариационные связи, которые определяют совпадение точек, осей и плоскостей, принадлежность объекта плоскости, касание поверхностей и многие другие зависимости.

При параметризации, переменными величинами для моделирования внутренней поверхности корпуса изделия, служат размеры поверхностей вращения, которые определяют ее конфигурацию. Измене-

ние данных параметров влечет за собой корректировку размеров и геометрической формы всего моделируемого изделия.

При выполнении модели сборки, взаимосвязанными должны быть размеры не только одной детали, но и размеры всех деталей, входящих в изделие (рис. 2).

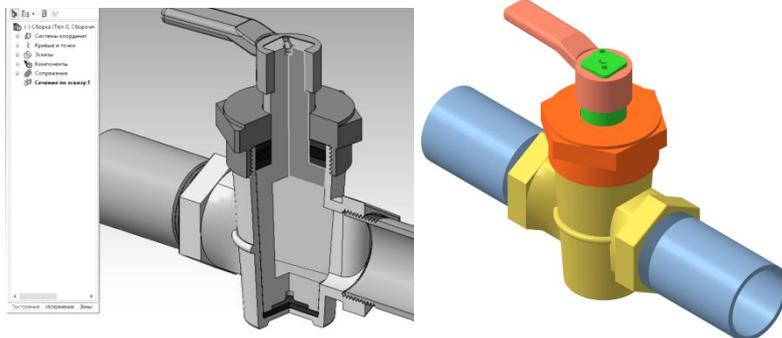


Рис.2. Модель сборки изделия

Наличие таких связей позволяет достаточно легко редактировать геометрические модели изделий, а также создавать подобные модели.

Библиографический список

1. **Кудрин А.И.** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования. Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. – 123 с.
2. **Егорычева Е.В.** Геометрическое моделирование в современных технологиях обучения курсу "Инженерная и компьютерная графика" / Е.В. Егорычева, С.А. Новожилова, Е.П. Милосердов // Новый университет. Серия "Технические науки": Журнал.– Йошкар-Ола: ООО "Коллеквиум".– 2013.– №7.– С.4 – 8.
3. **Егорычева Е.В., Бубнов К.Н.** Применение параметрического моделирования для решения задач по начертательной геометрии / Е.В. Егорычева, К.Н. Бубнов // VI Всероссийская научно-практическая конференция "Надежность и долговечность машин и механизмов" 16 апреля 2015 г.: материалы конференции / Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.— Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.— 2015. – С.225 – 226

*Галкин Е.А., Клепиков М. студ.,
рук. Милосердов Е.П. к.т.н. доцент
(ИГЭУ, Иваново)*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА В ПРОСТРАНСТВЕ ПО СОВОКУПНОСТИ НАПРАВЛЕНИЙ НА ОБЪЕКТЫ С ИЗВЕСТНЫМИ ПОЛОЖЕНИЯМИ

Проблемы определения положения объекта в пространстве в достаточно легко решаются, когда объект находится на поверхности Земли или в окрестностях Земли различными методами, среди которых в первую очередь следует выделить методы спутниковой навигации. Однако, при большом удалении от Земли на расстояниях в десятки или сотни астрономических единиц (диаметров орбиты Земли) все традиционные методы становятся непригодными вследствие необходимости поддерживать связь с объектами, находящимися на Земле или в окрестностях Земли. Поэтому координаты самого далекого искусственного аппарата Voyager 1 можно определить в лучшем случае с погрешностью в пятьсот тысяч километров.

Но в будущем, когда полеты к далеким планетам станут возможны, космическая навигация станет острой необходимостью. Известен метод астрономической навигации, который может быть использован главным образом в дальних космических полетах. Он основан на наблюдении светил на небесной сфере и во многом аналогичен используемому штурманами морских кораблей и самолетов. С помощью оптических приборов измеряются азимуты (углы) между какими – либо известными условно-неподвижными звездами. По совокупности угловых расстояний между парами звезд с известными расположениями могут быть определено положение объекта относительно этих звезд.

Предлагается графический метод определения положения объекта, как принадлежащего поверхностям, являющимися геометрическими местами точек, из которых отрезки, соединяющие в пространстве выбранные для навигации звезды видны под измеренными углами: нетрудно показать, что в пространстве такими поверхностями будут закрытые торы, образованные вращением окружностей возле хорд, образованных отрезками, соединяющими звезды, причем каждая хорда соответствующей поверхности тора видна с поверхности под измеренным углом. На рис.1 для наглядности показаны только две пары звезд и, соответственно, две поверхности торов. Линия пересечения поверхностей определяет возможное положение объекта.

Очевидно, что для точного определения положения объекта необходимо взять как минимум еще две пары звезд, в этом случае третья поверхность тора позволит определить две либо четыре возможные точки, а поверхность четвертого тора однозначно определит положение объекта

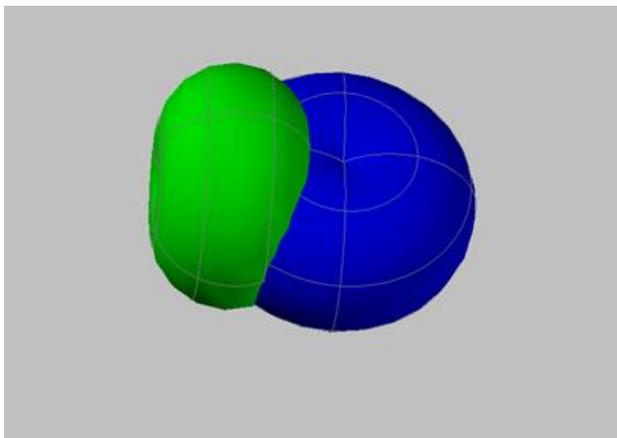


Рис. 1 Определение положения объекта суперпозицией геометрических мест возможных расположений

В соответствии с предложенной методикой реализован аналитический расчетный метод определения положения объекта в системе выбранных звезд с известными положениями и разработан алгоритм расчета и визуализации положения объекта. Для упрощения расчетов алгоритм осуществляет попарное сравнение поверхностей торов и определение возможных точек расположения объектов методами итерации.

Библиографический список

1. Абалякин В.К., Краснорылов И.И., Плахов Ю.В. Геодезическая астрономия и астрометрия. Справочное пособие. М.: Картоцентр-Геодезиздат, 1996. 435с.
2. Халхунов В.З. Сферическая астрономия. М., "Недра", 1972
3. Уралов С.С. Курс геодезической астрономии. М., "Недра", 1980
4. Руководство по астрономическим определениям. М., "Недра", 1984

**Е.Е. Лобова, студ.; (ИвГПУ, г. Иваново);
рук. М.Ю. Волкова, к.т.н., доцент (ИГЭУ, г. Иваново)**

ПРОЕКТ АВТОСАЛОНА С ПРЕДПРИЯТИЕМ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ АВТОМОБИЛЕЙ

В настоящее время автомобили занимают неотъемлемую часть жизни человека. В связи с выросшим спросом, строительство автосалонов стало весьма перспективным направлением развития бизнеса, тем более что все меньшей популярностью пользуется торговля автомобилями на улице, все серьезные продавцы обзаводятся крытыми просторными помещениями, показывая солидность предложенной продукции.

«Orel» зарекомендовала себя на российском рынке как хороший доступный автомобиль с лаконичными формами. Именно поэтому выбор проекта пал на автосалон для этой фирмы (рис. 1). Основой проекта стала эмблема – молния в круге. Экстерьер автосалона и автоцентра в определенной степени представляет собой визитную карточку конкретного бренда, поэтому должен соответствовать корпоративной концепции, быть не только ярким, но и узнаваемым.

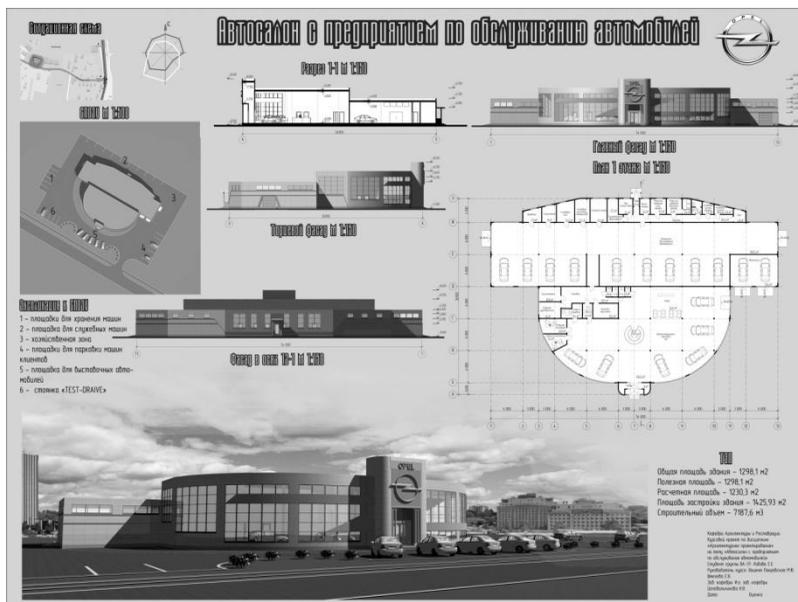


Рис. 1 Проект автосалона

Автосалоны превратились в многопрофильные комплексы, при проектировании которых учитывается обязательное наличие нескольких функциональных зон, таких как:

- Шоу-рум (выставочно-демонстрационный зал)
- Сервисные участки ТО и ремонта транспортных средств
- Зона ожидания для клиентов
- Административные и складские помещения
- Зоны парковки и стоянки автомобилей
- На генеральном плане в состав территории включены:
 - площадки для парковки машин клиентов;
 - площадки для хранения машин (отремонтированных, сервисного обслуживания);
 - площадка для служебных машин;
 - платформы выставочного автомобилей;
 - стоянка «TEST-DRAIVE;
 - хозяйственная зона.
- Несущими конструкциями здания являются колонны.
- Стены – сделаны из сэндвич-панелей. Сэндвич-панель — строительный материал, имеющий трёхслойную структуру, состоящую из двух листов жёсткого материала (металл, ПВХ, ДВП, магнетитовая плита) и слоя утеплителя между ними. Все детали сэндвич-панелей склеиваются между собой с помощью горячего или холодного прессования. Перегородки – гипсокартонные на металлическом каркасе с заполнением тепло, звукоизолирующим материалом, толщиной 120 мм.
 - На фасадах используются светло-серые и желтые панели – отличительные цвета салонов «Opel».
 - Кровля – плоская.
 - Сток ливневых и талых вод осуществляется по внутренним трубам водопровода.

Проект представляет собой автосалон с предприятием по обслуживанию автомобилей, имеющий комфортабельные условия для посетителей и являющийся экономически выгодным, а также уникальным проектом. Это достигается главным образом применением новых технологий и материалов в постройке здания.

Библиографический список

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Сэндвич-панель>
2. ВСН 01-89 «Предприятия по обслуживанию автомобилей»

*Е.С. Осетрова, студ.; (ИвГПУ, г. Иваново);
рук. М.Ю. Волкова, к.т.н., доцент (ИГЭУ, г. Иваново)*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖИЛОГО СЕКЦИОННОГО ДОМА СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ

Известно, что строительство комфортных для человека жилых домов является актуальным вопросом. Повсеместно распространена проблема нехватки помещений для хозяйственных нужд, помещений, являющихся личным пространством человека. Эстетическое восприятие дома также немало важно.

Целью работы стала разработка секционного жилого дома, состоящего из трех секций, отделенных друг от друга стенами без проемов, с квартирами одной секции, имеющими выход на одну лестничную клетку. В плане имеет прямоугольную форму и располагается таким образом, чтобы ориентация квартир отвечала требованиям инсоляции – обеспечивала максимальное прямое попадание солнечных лучей. Передний фасад дома ориентирован на юго-запад (рис.1).

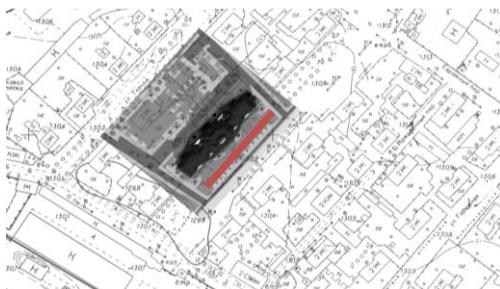


Рис. 1 Ситуационная схема

Планировка дворовой зоны соответствует всем необходимым требованиям и располагает детскими площадками, спортивной зоной, хозяйственной площадкой, площадкой для отдыха взрослых, а также для выгула собак, автостоянкой.

Для решения эстетической стороны здания, а именно пластики фасада предусмотрена стилизация под классический стиль. В проекте фасада здания применены такие основные черты классицизма, как симметрия, четкость, геометризм форм, строгие вертикальные и горизонтальные повторяющиеся линии, сдержанный декор, лепнина, использование качественных материалов. Белый цвет лепнины служит для выявления архитектурных элементов, являющихся символом активной тектоники (рис.2).



Рис. 2 Главный (юго-западный) фасад

С точки зрения функциональности дома оптимально организованное пространство: уменьшена площадь коридоров в квартирах, созданы компактные комнаты пропорционально комфортные для человека. Также для удобства и правильного назначения добавлены гардеробные и складские помещения, а закрытые утепленные террасы можно использовать для рабочей зоны или зоны отдыха. Спроектированы квартиры разными, по-своему уникальными, подходящие людям со своими разными вкусами и предпочтительностью в зависимости от их образа жизни (рис.3).

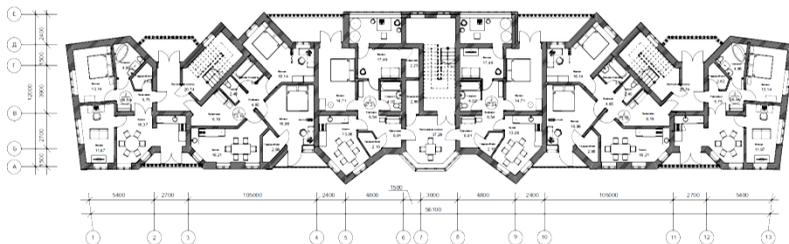


Рис. 3 План типового этажа

Таким образом проектируя жилое здание средней этажности для малых и средних по величине семей были учтены все поставленные вопросы для улучшения жизнедеятельности людей.

Библиографический список

1. Архитектурное проектирование секционного жилого дома средней этажности: методические указания / сост. Б. Л. Крундышев; СПбГАСУ. – СПб., 2009. – 43 с.

*И.О. Чуркин, студ.; (ИвГПУ, г. Иваново);
рук. М.Ю. Волкова, к.т.н., доцент (ИГЭУ, г. Иваново)*
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ**

Как известно, био-тек или бионика – название современной «нео-органической» архитектуры, где выразительность конструкций достигается заимствованием природных форм. В начале XX в. считалось, что это архитектура будущего, которая в своей конечной цели стремиться к синтезу природы и современных технологий.

Прямое копирование природных форм не приносит положительных результатов, так как в архитектурном сооружении появляются нефункциональные зоны. Концепция биоурбанистики предполагает не только опосредованное, но и прямое использование форм живой природы в архитектуре (в виде элементов природного ландшафта, живых растений). Возрождение интереса к органической архитектуре в начале XXI века связано со становлением эстетики био-тека, которая признаёт возможность и значимость прямых внешних аналогий архитектурных форм с формами органической природы. Органическая архитектура заключается в создании зданий и сооружений, раскрывающих свойства естественных материалов и органично вписанных в окружающий ландшафт.

Цель современной архитектуры – найти связь человека и природы через призму архитектуры и дизайна. Неспециалисту уловить в очертаниях известных сооружений бионический стиль достаточно сложно. Тем не менее Останкинская башня в Москве это строение – самый яркий представитель «живой» архитектуры (рис. 1).



Рис. 1 Сравнение останкинской башни с лилией

В конце XIX века Эйфелева башня во Франции поражала всех своей ажурной воздушностью. А спустя 50 лет инженеры сделали неверо-

ятное открытие: конструкция Эйфелевой башни — «копия» большой берцовой кости, которая с легкостью выдерживает тяжесть человеческого тела (рис.2).



Рис. 2 Сравнение структуры Эйфелевой башни с берцовой костью

В процессе проектирования любого объекта использование достижений бионики и золотых пропорций является секретом успеха. Логарифмическая спираль (рис. 3) построенная по закону золотого сечения помогает понять принципы и природу современного формообразования.

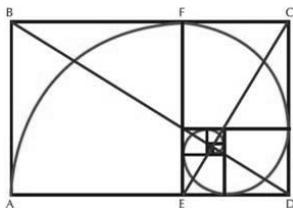


Рис. 3 Логарифмическая спираль, полученная золотым сечением

В результате проведенного исследования выявлено: 1) человек вдохновляется природой; осознанным этот процесс начался в 20 веке; 2) современное зодчество многое заимствует у природы: гармоничные и приятные формы, прочные и легкие конструкции, способы защиты от неблагоприятного воздействия внешней среды; 3) город становится не «баррикадой», а «мостом». Архитектура – одна из фундаментальных вещей, которая «строит» образ жизни человека.

Библиографический список

1. **Жданов Н.В.** Бионика. Бионическое формообразование в дизайне// Жданов Н.В., Уваров А.В., Червонная М.А., Черныйчук И.А. – М. 1.10.2014 г.

**В.И. Кочуров, курсант;
рук. И.А. Легкова к.т.н., доцент
(ИПСА ГПС МЧС России, г. Иваново)**

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКИ

Компьютерные технологии широко используются в современном процессе обучения. Применение графических пакетов оказывает огромную помощь в восприятии и понимании рассматриваемого материала. Наиболее наглядным средством представления информации является трехмерная графика. Современное программное обеспечение дает возможность создавать демонстрационные трехмерные модели различных геометрических образов. Внедряя 3D технологии в процесс обучения, реализуется, прежде всего, принцип наглядности. Показ трехмерных моделей обеспечивает наибольшую эффективность восприятия обучающимися излагаемого материала, способствует развитию их пространственного мышления [1].

Наиболее удобной для использования является графическая система КОМПАС, разработанная специалистами российской фирмы АО «АСКОН» (Санкт-Петербург, Москва и Коломна). Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D дает возможность выполнять следующие виды работ: проектирование и редактирование внешней формы изделий; получение и просмотр реалистичных полутоновых изображений проектируемых объектов; решение компоновочных задач и т.п. Система КОМПАС-3D располагает широкими возможностями создания трехмерных моделей самых сложных конструкций [2].

При изучении дисциплины «Инженерная графика» рассматривается тема «Разъемные и неразъемные соединения». Для наглядного представления материала в рамках научного общества обучающихся в системе трехмерного моделирования Компас-3D нами были созданы трехмерные модели различных разъемных соединений деталей (рис. 1 и 2).

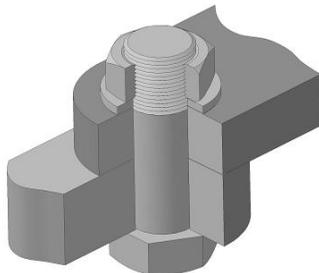


Рис. 1. Болтовое соединение

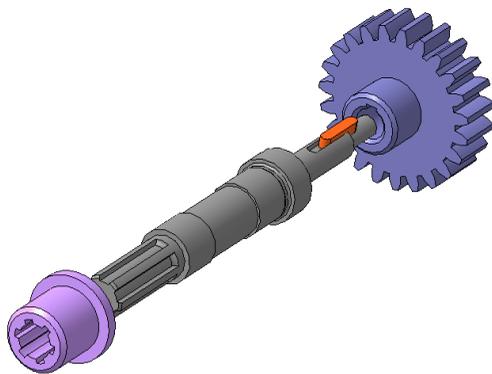


Рис. 2. Шлицевое и шпоночное соединения

Для наглядности резьбовое соединение деталей болтом на рисунке 1 показано с разрезом, а шпоночное и шлицевое соединения на рисунке 2 представлены в разобранном виде. Трехмерную модель можно рассмотреть с любой стороны, поворачивая и вращая ее. Это позволяет сделать материал более запоминающимся.

В процессе создания трехмерных моделей принимали участие студенты и курсанты, эта работа повышает интерес обучающихся к изучаемому предмету и способствует развитию их исследовательских навыков.

Библиографический список

1. **Легкова, И.А.** Применение информационных технологий для развития пространственного мышления обучающихся / И.А. Легкова, С.А. Никитина, А.В. Топоров, А.А. Покровский. – Информационные технологии в обеспечении федеральных государственных образовательных стандартов: материалы международной научно-практической конференции. – Елец, 2014.
2. **Легкова, И.А.** Визуализация учебного материала средствами системы Компас-3D / И.А. Легкова, С.А. Никитина, В.П. Зарубин, В.Е. Иванов. – Современные проблемы высшего образования: материалы международной научно-методической конференции. – Курск, 2011.

*А.А. Лысенко, курсант;
рук. В.Е. Иванов, к.т.н.; И.А. Легкова, к.т.н., доц.; П.В. Пучков, к.т.н.
(ИПСА ГПС МЧС России, г. Иваново)*

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПОЖАРНОЙ ОХРАНЕ

Сегодня с развитием науки и техники трехмерное моделирование получило широкое распространение в различных областях деятельности человека. 3D графика используется в игровой индустрии, телевидении, рекламе, мультфильмах, фильмах, при моделировании архитектуры, интерьера, экстерьера и др. направлениях. Трехмерная графика позволяет создавать объекты различной сложности и с высокой детализацией окружающей среды, а реалистичная анимация персонажей, взрыва, частиц, спецэффектов эффектно дополняет сцены виртуальных моделей (рис. 1).



Рис. 1 Виртуальная модель чрезвычайной ситуации

С развитием 3D-моделирования и возможностей современных программ и техники в области построения виртуальных информационных моделей Министерством МЧС было принято решение по созданию трехмерных моделей потенциально-опасных объектов и объединения их в единую базу с целью оперативного реагирования при происхождении чрезвычайной ситуации, и разработаны рекомендации по созданию трехмерных геоизображений (моделей) территорий и объектов жизнеобеспечения, потенциально-опасных, критически важных для национальной безопасности утвержденные 25 февраля 2009 года Заместителем Министра РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий генерал-полковником П.А. Поповым.

Для целей по созданию трехмерных моделей с детальной визуализацией объекта защиты, а так же возможности выполнения расстанов-

ки сил и средств, привлекаемых к тушению крупных пожаров можно выделить программы САПР, такие как ArchiCAD и Sketchup. Данные программы просты в усвоении, позволяют выделить, наиболее вероятные для возникновения пожара, элементы здания. 3D-моделирование зданий и сооружений в данных графических системах позволяет отразить особенности их строения и создать не только одиночное сооружение, но и единую информационную модель определенного участка города с детальной проработкой в масштабе 1:1. Трехмерная модель проста для восприятия и позволяет детально погрузиться в возможную обстановку пожара (рис. 2).



Рис. 2 Моделирование ликвидации пожара

Созданная 3D модель позволяет отработать возможные версии возникновения пожара на объекте защиты, произвести сбор информации в сложившейся обстановке и на их основе принять тактически грамотные управленческие решения, которые в следствии могут быть использованы в тушении реального пожара.

Используя готовый виртуальный макет можно проводить анализ, моделирование, прогнозирование аварийных и чрезвычайных ситуаций и проводить отработку действий по их устранению как в реальных условиях, так и на учебных занятиях.

Библиографический список

1. Компьютерное проектирование в архитектуре. Archicad 11 – М.: ДМК Пресс, 2007. – 800 с.
2. Легкова И.А. Визуализация учебного материала средствами системы КОМПАС-3D / Легкова И.А., Никитина С.А., Зарубин В.П., Иванов В.Е. // Современные проблемы высшего образования: материалы VII Международной научно-методической конференции. – Курск, 2015. – С.34 – 38.

*Мальков Е.А., студ.;
рук. Милосердов Е.П., к.т.н. доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ГРАФИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ ПЛОСКО-ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПОЛЕЙ

Для решения актуальной задачи расчета распределения электрических потенциалов в плоскопараллельных полях системы проводников применяются различные методы [1]. В том случае, если система проводников ограничена замкнутой оболочкой заданного потенциала, то распределение потенциалов в пространстве между проводниками описывается плоским случаем эллиптического уравнения в частных производных (уравнение Лапласа) с граничными условиями первого типа (условия Дирихле) :

$$\frac{\partial U^2}{\partial x^2} + \frac{\partial U^2}{\partial y^2} = 0$$

где: $U(x, y)$ - потенциал в области x, y , как правило задают относительные значения граничных условий 0 на замкнутой границе области и 1 на проводнике (условия Дирихле)

В общем случае решение уравнения Лапласа не может быть найдено аналитическими методами, однако существующие численные методы (метод сеток) достаточно успешно решают эти задачи. С этой целью область представляется в виде как правило квадратной сетки с большим числом узлов, причем граничные узлы располагаются непосредственно на контурах оболочки и проводников. При расчете граничным узлам задаются постоянные потенциалы равные 0 (на оболочке) и 1 (на проводниках) а для каждого внутреннего узла составляется разностное соотношение:

$$U_{i,j} = (U_{i-1,j} + U_{i+1,j} + U_{i,j-1} + U_{i,j+1})/4$$

Решение системы уравнений для неизвестных потенциалов узлов дает значения потенциалов.

Разработка программы расчета для решения уравнения Лапласа методом сеток сопряжено с рядом трудностей. Это, прежде всего, трудность формирования сеточной области и описания граничных условий для особых узлов. При этом, даже небольшое изменение условий задачи требует существенных изменений исходного кода и наборов исходных данных.

В соответствии с доказанным в [2] утверждением, потенциал каждой точки может быть определен в ходе статистического эксперимента случайного блуждания из заданной точки до достижения внешней или

внутренней границы области. Отношение числа выхода на внутреннюю границу области – границу проводника, к общему числу блужданий при большом числе экспериментов устойчиво стремится к значению потенциала точки.

Предлагается проводить оценку распределения потенциала по двумерной области плоско-параллельного поля с помощью построения графического фрактала, заполняющего заданную область. Алгоритм заполнения каждого участка области включает в себя следующую последовательность операций:

- выбор начальной точки участка области;
- стохастическое изменение координаты пиксела на растровой решетке (случайное блуждание);
- проверка принадлежности новой точки границам области;
- добавление 0 или 1 для значения потенциала участка области в случае выхода на границу, иначе опять стохастическое изменение;
- добавление 1 в буфер числа испытаний (предельные значения 100 или 1000);
- повторение случайного блуждания с начальной точки до выхода на предельное значения буфера;
- определение относительного значения потенциала участка;
- закрашка участка в соответствии с относительным значением потенциала;
- повторение статистического испытания по изложенному алгоритму для другого участка области;
- проверка окончания заполнения (закраски) для всей области;
- вывод (визуализация) распределения потенциалов.

Разработанная программа позволяет осуществлять интерактивный ввод границ расчетной области и расположения проводников непосредственно на экране дисплея

По разработанной программе проведен расчет плоско-параллельных полей для ряда заданных областей, в том числе и для областей с известными значениями распределения потенциалов. Результаты сравнения показали устойчивую сходимость значений при достаточном числе статистических испытаний (100 случайных брожений для каждой точки)

Библиографический список

1. Ю.Я. Иоссель, Э.С. Кочанов, М.Г. Струнский Расчет электрической емкости. Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1981.
2. Д.В. Разевиг. Методы теории вероятности в технике высоких напряжений. Учебное пособие. М. МЭИ, 1975.

*Анучин И.А., Козлов Е.Г., студ.;
рук. А. А. Бойков, ст. преп.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ТРЕНИРОВКИ НАВЫКОВ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

В свете широкого внедрения технологий дистанционного обучения актуальны разработки систем обучения дисциплинам, которые ориентированы 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] было показано создание специализированного графического редактора для задач начертательной геометрии, внедряемого в интернет-страницу. Результатом работы этого редактора является JavaScript-код, однако, для машинной проверки необходимо представление чертежа в форме менее избыточной и не требующей дополнительной обработки. Кроме того редактор не имеет возможности создавать размерные объекты и элементы оформления в соответствии с требованиями ЕСКД.

Авторами была поставлена задача разработки редактора для чертежей задач инженерной графики. В качестве инструментальной базы был использован формат векторной графики SVG и бесплатная библиотека SVG.JS. Для реализации процедур построения плоских фигур были использованы методы вычислительной геометрии [2-4]. Интерфейс создавался с учетом адаптации к мобильным устройствам [5]: так, для указания привязки вначале выбирается фигура, затем указывается точка привязки среди подсвеченных. Таким образом, процесс построений дробится на клики — наиболее подходящие жесты для работы с сенсорной панелью мобильного устройства. Пример чертежа задачи на определение натуральной величины отрезка, построенного средствами разработанного авторами редактора, и интерфейс панели инструментов приведены на рис. 1.

Геометрическая модель представляется JSON-структурой, которая может без изменения передаваться серверу для обработки (автоматической проверки решения) — любой серверный язык содержит средства работы с JSON-данными как с собственными.

В рамках работы авторами были исследованы современные графические интернет-технологии, формат векторной графики SVG, язык сценариев JavaScript, аналитические основы начертательной геометрии; был создан редактор, который внедряется в интернет-страницу, позволяет строить точки, прямые, окружности и выполнять любые по-

строения, основанные на этих фигурах (как известно, этого достаточно для построения точек лекальных кривых второго и более высоких порядков, выполнения преобразований чертежа), среди инструментов редактора реализованы измерения в плоскости чертежа и построение размерных объектов. Дальнейшая разработка позволит расширить набор инструментов для повышения удобства построения чертежей и решения новых классов задач.

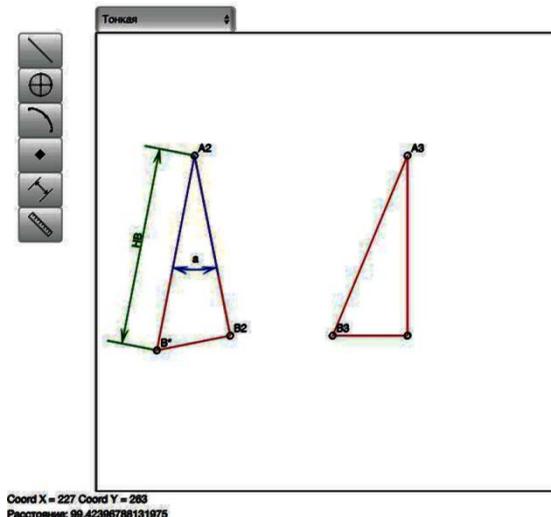


Рис. 1. Редактор чертежей для задач инженерной графики

Библиографический список

1. Сомов Д. А. HTML5 в автоматизированных системах обучения // Восьмая международная научно-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2013»: Материалы конференции. В 7 т. Т. 5, Ч. 1. Иванов: ФГБОУ ВПО Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина, 2013.
2. Соснин, Н. В. Компьютерная графика. Математические основы. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Н. В. Соснин. Красноярск: ИПК СФУ, 2008. 138 с.
3. Роджерс, Д. Алгоритмические основы машинной графики. – М. : Мир, 1989. – 512 с.
4. Фролов С. А. Автоматизация процесса графического решения задач. Мн.: Вышш. школа, 1980. 256 с.
5. Бойков А. А. Интерфейс САПР-редактора для устройств с сенсорным вводом // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. 2014. Т. 20. № 5. С. 51-54.

**А.А. Бойков, доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)**

ЭЛЕМЕНТЫ ИСЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ КАК ОСНОВА В РАЗРАБОТКЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА

Ключевую роль в современном машиностроении играют системы создания трехмерных моделей изделий. Значительная часть инструментов трехмерного моделирования формирует элементы на основе плоских заготовок: выдавливание, вращение и др. Поэтому возможности систем трехмерного моделирования во многом определяются возможностями плоских редакторов в их составе. Анализ последних показывает, что инструменты в них довольно однообразны и широкие возможности моделирования кривых не используются. Все это говорит об актуальности разработки методов плоского моделирования.

Рассмотрим моделирование точки, прямой и окружности на основе параметров. Эти фигуры составляют основу всех построений на плоскости, в том числе при конструировании линий высших порядков.

Выделим типы параметров [1]: числовой (v), точечный (p) и линейный (t). Будем брать составлять комбинации параметров, исследуя их содержание. Для точки допустимы только параметры v и t . Инцидентность линий уточняется величиной угла: $t(0)$ означает параллельность прямых и касание, $t(90)$ — перпендикулярность и др. Если точка имеет статус особой (параметраж линии больше 2), то на плоскости она связывает 2 параметра: выделим тип p_0 для особых точек.

Параметраж точки на плоскости равен 2. Комбинации: vv , vt , tv , tt . Здесь vv — пара числовых значений — координаты (x/y) или угол и радиус (r/α°); tt — точка на пересечении. Комбинации vt и tv обозначают принадлежность и уточняющее число, например, величину u в параметрическом уравнении линии ($x = x(u)$, $y = y(u)$).

Параметраж прямой на плоскости равен 2. Комбинации: pp , pt , pv , tp , tt , tv , vp , vt , vv . Здесь pp — прохождение через точки; vv — задание парой чисел (например, k и b в уравнении $y = k \cdot x + b$), pt и tp — прохождение через точку, под углом (в том числе касательно и нормально) к линии; pv и vp — прохождение через точку с уточняющим числом, например, углом наклона; tv и vt — инцидентность линии с уточняющим числом. Биссектриса относится к случаю $t(\alpha^\circ)t(\alpha^\circ)$.

Параметраж окружности на плоскости равен 3, из которых 1 — параметр формы (радиус, диаметр, длина окружности и др.), остальные — положения (координаты центра). Комбинации с особыми точками определяют построение по центру и произвольной точке (p_0p), по цен-

тру и углу к линии (в том числе, касательной; p_0t), по центру и числовому значению (p_0v). Построение окружности по концам диаметра относится к p_0p — здесь первая точка выполняет роль произвольной (p), но вторая — «противоположная», т. е. особая ($+180^\circ$). Собственный независимый параметр только один (радиус), поэтому параметров типа v не может быть больше одного. Комбинации, исключая симметричные: ppr , ppt , ppv , ptt , ptv , ttt , ttv . Здесь ppr — окружность по трем точкам, ttt — по трем углам к кривым (например, три касательные); остальные — сочетания инцидентных точек, углов к линиям и числовых параметров.

Рассмотрим вычислительные процедуры, связанные с построением фигур, например, для окружности. Прохождение окружности через точку с координатами (x_A, y_A) определяется уравнением:

$$x^2 + y^2 - r^2 - 2 \cdot x_A \cdot x - 2 \cdot y_A \cdot y + x_A^2 + y_A^2 = 0 \quad (1)$$

Окружность под углом φ° к прямой ($a \cdot x + b \cdot y + c = 0$):

$$a \cdot x + b \cdot y + c \pm r \cdot \cos \varphi^\circ = 0, \quad a^2 + b^2 = 1 \quad (2)$$

Окружность под углом φ° к другой радиусом R с центром (x_C, y_C) :

$$x^2 + y^2 - r^2 - 2 \cdot x_C \cdot x - 2 \cdot y_C \cdot y + 2 \cdot R \cdot r \cdot \cos(180^\circ - \varphi^\circ) + x_C^2 + y_C^2 - R^2 = 0 \quad (3)$$

Два уравнения вида (1) или (3) сводятся к линейному виду (2) и одному квадратному. Для всяких двух уравнений вида (2) одно заменяется на линейное относительно x и y (без r). Автоматизация геометрических вычислений осуществляется путем реализации вычислительных блоков (рис. 1). Последовательность блоков является параметрической моделью или геометрической машиной [2], которая преобразует значения и координаты на входе построения и формирует фигуры на выходе.

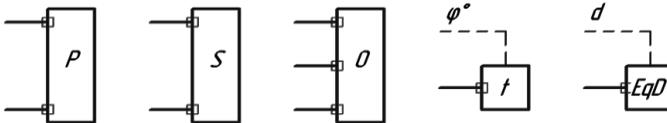


Рис. 1. Типовые блоки геометрической машины

Выводы: были исследованы с позиций исчислительной геометрии базовые фигуры плоских построений, получены соотношения для любых комбинаций параметров, реализованы вычислительные блоки для автоматических вычислений. Добавление в модель точечного ряда и пучка линий сделает возможным автоматическое построение кривых высших порядков для задач трехмерного моделирования.

Библиографический список

1. Рыжов Н. Н. Параметрическая геометрия. М.: МАДИ, 1988. 56 с.
2. Вальков К. И. Введение в теорию моделирования. Л.: ЛИСИ, 1973. 152 с.

*Майоров И.А., студ.;
рук. А.А. Бойков, ст. преп.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ МАНИПУЛИРОВАНИЯ ПРОЕКЦИЕЙ

Одной из самых заметных трудностей у студентов при освоении инженерной графики является сложность сопоставления чертежа, как совокупности двух и более проекций с пространственным объектом.

В качестве наглядного пособия при решении задач могла бы быть использована 3D-модель, ассоциированная с чертежом. Современные web-технологии дают такую возможность [1, 2]. В стандарт HTML5 включена технология внедрения в состав web-страницы виртуальных моделей, которые размещаются в виртуальном «окне» и дают возможность поворачивать модель и рассматривать в удобном режиме.

Разработана система, которая позволяет составлять трехмерную модель из простых фигур путем указания их параметров и размещения в поле плоского чертежа (рис. 1). Фигуры размещаются путем добавления слева или справа. После добавления компонент может быть удален или изменен, чертеж и модель автоматически обновляются.

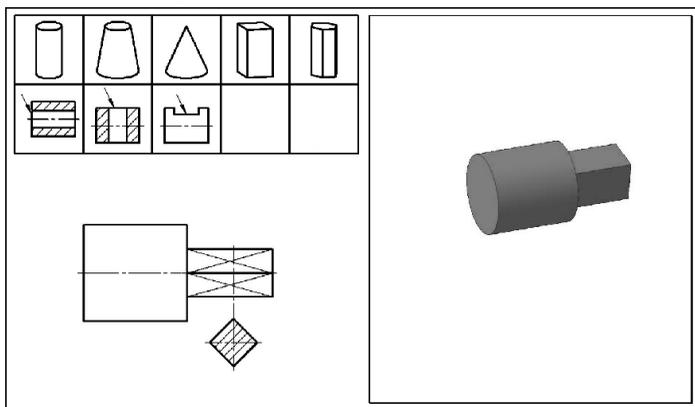


Рис. 1. Редактор трехмерных моделей

В качестве инструментальной базы использован язык JavaScript и библиотека создания трехмерных моделей THREE.JS. Для реализации теоретико-множественных операций (вычитание) используется библиотека CSG.JS. Для объединения возможностей библиотек используется модуль ThreeCSG.js. Все библиотеки распространяются бесплатно и могут применяться для создания учебно-методических модулей.

Модель составляется из примитивов (цилиндр, конус, четырехгранная и шестигранная призма) и модификаторов (продольное отверстие, поперечное и лыска) в соответствии с принципами конструирования [3]. Пример модели, созданной с применением разработанного редактора показан на рис. 1.

В рамках работы были исследованы современные интернет-технологии трехмерного моделирования и создано учебно-методическое пособие (интерактивный редактор) для развития пространственного воображения и воспитания навыка работы с проекционными чертежами. Редактор моделей может быть внедрен в любую веб-систему или сайт.

Библиографический список

1. **Сомов Д. А.** HTML5 в автоматизированных системах обучения // Восьмая международная научно-техн. конф. 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.
2. **Степанов А. Ю.** 3D-представление чертежей задач начертательной геометрии // восьмая международная научно-техн. конф. 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.
3. **Полозов В. С.** Автоматизированное проектирование / В. С. Полозов и др. М.: Машиностроение, 1983. С. 28-55

*А.А. Сидоров, к.п.н.
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАГЛЯДНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ИЗУЧЕНИИ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Общеизвестно, что начертательная геометрия дает основу для последующего овладения черчением и другими техническими дисциплинами. Она широко применяется при решении различных задач пространственной статики и кинематики механизмов, разработке оптических систем и составлении схем геометрической оптики, в картографии, физико-химическом анализе и многих других областях.

Изучение начертательной геометрии представляет большие трудности для многих студентов. Большинству из них в силу индивидуальных качеств не хватает времени для освоения той или иной темы. Чем больше накапливается непонимания на ранних этапах изучения предмета, тем сложнее дальнейшее его освоение. Во многом это связано с неразвитостью пространственного мышления, без которого трудно обойтись в практической деятельности.

В числе различных упражнений по развитию пространственного воображения, наиболее простым является демонстрация геометрических предметов, изображенных на чертеже, образцами или моделями из проволоки (каркасные модели), листового материала, пластмасс, представляющими геометрические понятия, пространственные элементы. Однако, на наш взгляд, большое преимущество представляют пособия, с помощью которых может добиться такого же результата любой студент во внеурочное время, при самостоятельном изучении предмета.

Одним из таких пособий может являться короткий видеофильм, созданный с помощью программ трехмерного моделирования, демонстрирующий в анимированном виде пространственные элементы, геометрические формы и объясняющий основные принципы построения или преобразования того или иного объекта. В отличие от различных статических изображений трехмерная компьютерная модель может быть рассмотрена с любой точки, с ней можно выполнить любые преобразования, приложив при этом незначительные усилия. Современные графические пакеты трехмерного конструирования имеют в своем распоряжении эффективные средства моделирования, которые позволяют создавать трехмерные модели самых сложных деталей и сборок.

Другим средством, способствующим развитию пространственного мышления, является стереоскопическая (анаглифная) иллюстрация. На наш взгляд, такая иллюстрация проще модели. Стереоскопическая иллюстрация дает более точное представление о геометрических объектах. Пространственная иллюстрация создает возможность значительного сокращения доказательств и главным образом объема объяснений. Такой наглядный материал, требует достаточно сложной технической подготовки и оборудования (специальные стереоочки).

Анаглифные иллюстрации выполнены в двух цветах (чаще красный и синий), так, чтобы с использованием стереоочков каждый глаз наблюдателя воспринимал лишь предусмотренное для этого глаза изображение. Анаглифное изображение также может быть не статичным, что даст еще больший эффект и ощущение реальности происходящего.

Важным условием эффективности использования наглядных пособий является применение на занятии достаточного и необходимого количества наглядного материала. Если наглядные средства применять там, где этого совсем не требуется, то они могут играть и отрицательную роль, уводя в сторону от поставленной задачи.

Библиографический список

1. Виноградов В.Н. Начертательная геометрия. М.: Просвещение, 1989. 239 с.
2. Пал И. Начертательная геометрия с анаглифными иллюстрациями. Будапешт. Издательство технической литературы, 1961. 195 с.

*Д.Е. Чистов, курсант;
рук. П.В. Пучков, к.т.н., В.Е. Иванов, к.т.н.
(ИПСА ГПС МЧС России, г. Иваново)*

ТРЕХМЕРНАЯ ГРАФИКА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

В 21-ом веке невозможно себе представить квалифицированного инженера, не владеющего основами работы в какой-либо системе автоматизированного проектирования (САПР). САПР позволяют работать с плоской (двумерной) графикой при разработке технологических, электрических архитектурно-строительных и других чертежей, а также создавать трехмерные модели различных деталей, устройств и объектов. Система автоматизированного проектирования существенно сокращает сроки выполнения конструкторской и технической документации, позволяет автоматизировать большинство действий при выполнении чертежа и обеспечивает наибольшую эффективность восприятия изображаемого объекта.

Использование САПР в современном техническом ВУЗе является неотъемлемой частью образовательного процесса при подготовке высококвалифицированных специалистов.

Графические программы трехмерного моделирования способны оказать неоценимую помощь будущим специалистам при выполнении курсовых и расчетно-графических работ, графической части дипломных проектов т.п. Использование САПР значительно повысит качество технической и графической документации и уровень самих разработок. Можно выделить следующие преимущества трехмерной графики перед двумерной:

1. трехмерные модели позволяют получать наиболее полное представление о конструкции, дизайне, текстуре, фактуре и цвете объекта.
2. Трехмерные модели позволяют человеку со слабым пространственным воображением наиболее точно и однозначно представить конструкцию и устройство объекта.
3. Различные системы автоматизированного проектирования позволяют не только визуализировать трехмерный объект, но и просчитывать их параметры: массу, объем и другие и др.

Например, на рисунке 1 представлено трехмерное изображение устройства для испытания пожарных напорно-всасывающих рукавов, которое было выполнено при помощи 3-х мерного модуля программы AutoCAD-2013. Данная трехмерная модель позволяет получить наиболее полное представление о конструкции разработанного устройства, материале из которого оно изготовлено, цвете и т.д. Зачастую двумерный чертеж какого-либо проекта (см. рис.2) является не достаточно

наглядным и информативным, особенно для зрителя (заказчика, клиента) не обладающего пространственным воображением и не обладающего соответствующей технической грамотностью. Поэтому трехмерное изображение объекта позволит зрителю, рецензенту, заказчику и т.п. дать полную и однозначную информацию о представляемом проекте.

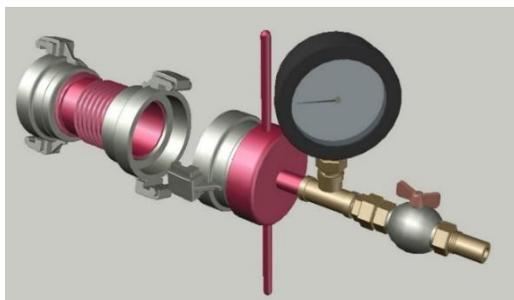


Рис.1. Трехмерное изображение устройства для испытания пожарных напорно-всасывающих рукавов.

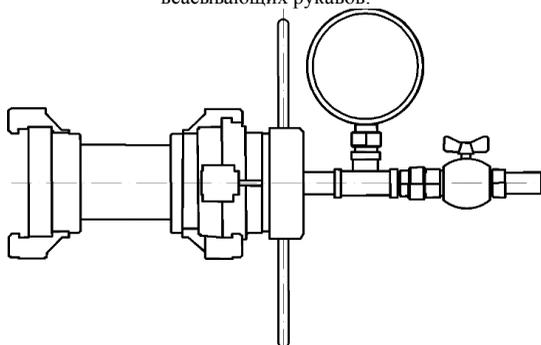


Рис.2. Двумерное изображение устройства для испытания пожарных напорно-всасывающих рукавов.

Библиографический список

1. **Легкова, И.А.** Применение информационных технологий для развития пространственного мышления обучающихся / И.А. Легкова, С.А. Никитина, А.В. Топоров, А.А. Покровский. – Информационные технологии в обеспечении федеральных государственных образовательных стандартов: материалы международной научно-практической конференции. – Елец, 2014.
2. **Легкова, И.А.** Визуализация учебного материала средствами системы Компас-3D / И.А. Легкова, С.А. Никитина, В.П. Зарубин, В.Е. Иванов. – Современные проблемы высшего образования: материалы международной научно-методической конференции. – Курск, 2011.

*Л.А. Шарипов, А.В. Беляев, студ.;
рук. Е.В. Егорычева, к.т.н., доцент
(ИГЭУ, г. Иваново)*

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТОВОГО ПОТОКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ФАР

Внешние световые приборы автомобиля имеют первостепенную задачу оптимально освещать дорожное полотно, чтобы обеспечивать безопасное движение. Тем самым фары, включая и их источники света, являются важными для безопасности деталями автомобиля. Неправильное направление светового потока может быть не только причиной плохого освещения, но и спровоцировать аварийную ситуацию на дороге.

В данной работе, для определения оптимального распределения света на дороге была разработана геометрическая модель. Модель разработана в системе "Сinema 4D" и показывает распространения светового потока от автомобильных фар на участке дороги с встречным движением (рис. 1).



Рис. 1. Распространение светового потока при различных вариантах регулирования фар

На основании анализа различных вариантов положения светового потока, можно сделать вывод, что наиболее рациональное распространение наблюдается в том случае, когда верхняя часть светового пучка светит параллельно плоскости дороги (рис. 2).

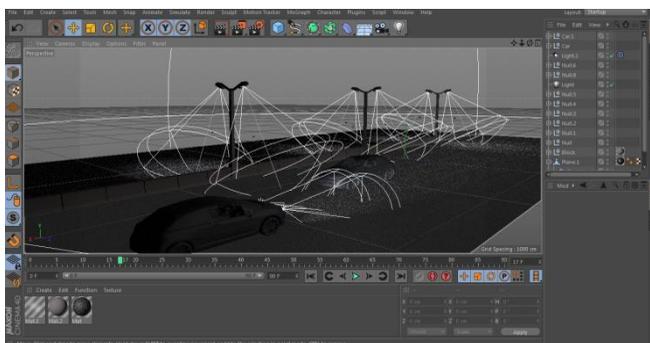


Рис. 2. Верхняя часть светового потока параллельна плоскости дороги

При таком распространении светового потока будут освещены возможные препятствия в пределах зоны видимости. Также это позволит избежать уменьшения освещенного перед автомобилем расстояния, и ослепления водителей встречных машин.

Библиографический список

1. <http://www.off-road-light.ru>.
2. **Егорычева Е.В.** Геометрическое моделирование в современных технологиях обучения курсу "Инженерная и компьютерная графика" / Е.В. Егорычева, С.А. Новожилова, Е.П. Милосердов // Новый университет. Серия "Технические науки": Журнал.– Йошкар-Ола: ООО "Коллеквиум".– 2013.– №7.– С.4 – 8.
3. <http://avtomotospec.ru/remont-avtomobilya/kak-otregulirovat-fary.html> АвтоМото-Спец © AvtoMotoSpec.Ru

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 25. Системы управления и автоматизация

Кленюшин М.Ю.; рук. Муравьев И.К. Исследование подсистемы питания трехконтурного котла-утилизатора	3
Вилесов Р.А.; рук. Наумов Ю.В. Методика параметрической оптимизации АСР в замкнутом контуре путем аппроксимации в частотной области	5
Добров А.В.; рук. Никоноров А.Н. Разработка системы автоматического управления тепловой нагрузкой водогрейного котла ПТВМ-120	7
Егорова К.О.; рук. Голубев А.В. Разработка иерархической структуры алгоритмов шаговых программ	9
Ершов В.Е.; рук. Наумов Ю.В. Частотный метод синтеза регулятора температуры пара за БРОУ	11
Козлова Е.Д.; рук. Никоноров А.Н. Исследование систем управления аккумуляцией энергии ветряных электростанций	13
Колесов И.А., Егорова К.О.; рук. Тверской Ю.С., Голубев А.В. К вопросу о совершенствовании технологии функционального проектирования сложных систем управления путем разработки и использования математических моделей тренажеров тепломеханического оборудования	15
Кондакова Н.А., Куликова О.Н.; рук. Голубев А.В. Использование современных средств моделирования информационных сетей в учебном процессе ИГЭУ	17
Кузнецов Д.С.; рук. Никоноров А.Н. Учебно-методический комплекс для изучения свойств линейных динамических систем	19
Лисова Я.В.; рук. Маршалов Е.Д. Исследование систем регулирования давления пара в барабане-сепараторе энергоблока АЭС	20
Рыбаков А.С.; рук. Никоноров А.Н. Особенности моделирования технологических объектов для полигонов АСУТП электростанций	22
Татарина С.С.; рук. Маршалов Е.Д. Разработка информационно-регулирующей подсистемы лабораторного стенда измерения технологических параметров воздушных потоков	24
Колодкина А.С., Акимов А.А.; рук. Марьясин О.Ю. Компьютерное моделирование микроклимата помещения в системе SIMULINK	26

Секция 26. Информационные технологии управления

Бачурин А.Д., Сахончик Д.А.; рук. Мурин А.В. Моделирование ЛВС кафедр ИТ ИГЭУ с помощью пакета CISCO PACKET TRACER	28
Андреев Н.С.; рук. Баллод Б.А. Исследование эффективности маркетинговых решений CRM	29
Ванакова А.А., Зимина М.П.; рук. Гвоздева Т.В. Разработка системы информационного обеспечения процесса планирования проектов в ОАО «Зарубеж-энергопроект»	31
Жолобов Р.С.; рук. Рудаков Н.В. Разработка средств формализации результатов анализа лингвистических конструкций	33
Зайцев Я.В.; рук. Гвоздева Т.В. Система информационного обеспечения процесса разработки технологии реализации принятого управленческого решения	35
Кухтинова Ю.М.; рук. Елизарова Н.Н. Методика совершенствования программного обеспечения учебного процесса кафедры	37
Марфутина А.Н.; рук. Баллод Б.А. Исследование имиджа брэнда в социальных медиа	39
Николаев М.А.; рук. Гвоздева Т.В. Архитектура учебно-исследовательского комплекса кафедры ИТ	41
Николаев М.А.; рук. Белов А.А. Хранилище знаний как открытая система	43
Павлова А.А.; рук. Елизарова Н.Н. Совершенствование закупочной кампании фирмы НОРДТЕКС	44
Путилов С.В.; рук. Белов А.А. Программные средства анализа и контроля знаний	46
Разов Н.А.; рук. Гвоздева Т.В. Организация доступа к информационным ресурсам предприятия на основе сервисно-ориентированного подхода	48
Рудаков Н.В.; рук. Связующие системные атрибуты при формировании проблемного пространства предприятия	50
Сажина Ю.С.; рук. Елизарова Н.Н. Методика оценки состояния аудиторного фонда	52
Субботин Д.М.; рук. Гвоздева Т.В. Разработка программного обеспечения системы информационного воздействия на основе WEB-технологий	54

Субботин Д.М., Фролова И.Н.; рук. Гвоздева Т.В. Особенности организации информационного воздействия на основе WEB-ресурса	56
Фролова И.Н.; рук. Гвоздева Т.В. Организация WEB-представительства кафедры информационных технологий на основе собственных сетевых ресурсов	58
Чернышова Д.; рук. Елизарова Н.Н. Методика анализа состояния технических средств предприятия ОАО «Строммашина»	60
Шуйкин С.А.; рук. Баллод Б.А. Информационная система социологических исследований	62
Артемьев А.Ю.; рук. Шакиров В.А. Поддержка принятия решений по выбору районов размещения ветроэнергетических установок	64
Махмудов Т.Ф.; рук. Аллаев К.Р. Технология вложения систем как метод анализа сложных систем	66
Пахомова А.С.; рук. Носков М.Ф. Информационно-диагностическая система ГТС с интеграцией в верхнее АСУТП	68
Сайлауказы Ж.; рук. Садыков А.А. Использование помехоустойчивых кодов для обнаружения ошибок в телекоммуникационных системах	70

Секция 27. Разработка программного обеспечения

Demidova S.A.; рук. Kosyakov S.V., Filatova M.V. Development of the decision support methods in buildings energy-selecting scheme to meet the urban energy balance	72
Ахалков С.А.; рук. Косяков С.В. Настройка параметров муравьиного алгоритма для уменьшения времени решения задачи коммивояжера	74
Глебов М.А.; рук. Кокин В.М. Поиск и реализация эффективного алгоритма сжатия сигналов ЭМГ	75
Гурфова О.М.; рук. Ратманова И.Д. Подход к оценке эффективности энергопотребления в среде сводного ТЭБ региона	77
Кайзер Д.Д.; рук. Косяков С.В. Применение ГИС для анализа мест размещения объектов торговли в городе Иваново	79
Кайзер М.Д.; рук. Садыков А.М. Разработка WEB-приложения для анализа данных с помощью WEB APPBUILDER FOR ARCGIS	81
Крылов М.И., Филимонова В.Д.; рук. Кокин В.М. Создание мобильного робота с голосовым управлением	83

Кузьмин М.Е.; рук. Кокин В.М. Реализация рендерера трехмерных моделей с применением параллельных и распределенных вычислений	85
Сибрин А.А.; рук. Косяков С.В. Применение методов параллельных вычислений для реализации алгоритмов построения оптимальных путей в ГИС	87
Торцев М.М.; рук. Кокин В.М. Система распознавания капчи на основе обучаемой нейронной сети	89
Федорова А.П.; рук. Пантелеев Е.Р. Разработка компьютерных анимаций для изучения алгоритмов сжатия данных	91

Секция 28. Численные методы и параллельные вычисления

Батырь П.А.; рук. Сидоров С.Г. Проектирование искусственных нейронных сетей	93
Беляев А.С.; рук. Гнатюк А.Б. Методы распознавания русских дактилем	95
Идрисова С.С. Стулов А.Д.; рук. Чернышева Л.П. Программный комплекс «Вычислительный полигон на MPI»	96
Бокарев С.С.; рук. Чернышева Л.П. Параллельное моделирование смешивания газовых потоков при поперечном взаимодействии	98
Гудухина А.А.; рук. Чернышева Л.П. Параллельное моделирование течения жидкости в системах с различной внутренней конфигурацией	100
Ерофеев А.И., Малафеев М.Д.; рук. Мочалов А.С. Анализ развития высокопроизводительных вычислительных систем на основе списков TOP500 и TOP50	102
Зайцев И.В.; рук. Чернышева Л.П. Параллельное моделирование на CUDA процесса затвердевания бетонной массы с помощью электронагрева	104
Киселева Н.В., Вотякова Е.М.; рук. Гнатюк А.Б. Методика нахождения наилучшего компоновочного состава цифровой подстанции на основе метода анализа иерархий и искусственных нейронных сетей	106
Лапшина О.А.; рук. Чернышева Л.П. Параллельные алгоритмы решения систем линейных уравнений	107
Назарова А.С.; рук. Чернышева Л.П. Параллельное моделирование разрушения тела при ударе	110

Никулин Д.Э., Бакалдин А.А.; рук. Мочалов А.С. Распараллеливание процессов на базе видеокарт	111
Сапожников С.В.; рук. Сидоров С.Г. Беспроводная передача информации между компьютерами по видеоканалу	113
Сироткин Е.Л., Сигов Н.Л.; рук. Чернышева Л.П. Поиск эффективного решения уравнений в частных производных на МВС. Визуализация результатов	115
Трунов В.С., Стахеев А.; рук. Мочалов А.С. Создание программно-аппаратного комплекта для сканирования 3D объектов	117
Трунов В.С.; рук. Чернышева Л.П. Разработка параллельного алгоритма шифрования данных DES	119
Туманов Д.А.; рук. Ясинский И.Ф. Построение гибридного метода прогнозирования	120
Фролов Н.В.; рук. Сидоров С.Г. Построение нейросетевой реализации математических функций	122
Харитонов А.А.; рук. Гнатюк А.Б. Разработка автоматизированной системы прогнозирования потребления электроэнергии на региональном уровне	124
Харитонов С.Ф.; рук. Чернышева Л.П. Моделирование процесса распространения воздуха вокруг отдельно стоящего здания с использованием технологии CUDA	126
Чуваков Н.И.; рук. Евсеева А.В. Параллельная реализация уравнения теплопроводности на языке C# в среде MICROSOFT .NET ...	128

Секция 29. Прикладные задачи математики

Беляев А.С.; рук. Коровин Д.И. Оценка стоимости внедрения IT проекта на основе ROV метода оценки	130
Голополосов И.Л.; рук. Киселев В.Ю. Расчёт числовых характеристик работы n-ядерного процессора на основе Марковских случайных процессов	131
Басова Е.В.; рук. Коровин Д.И. Разработка методов сетевого планирования учебного процесса в рамках задачи управления проектом	133
Шилков А.Е.; рук. Варламов В.И. Математическое моделирование пробоя магнитожидкостного уплотнения	135

Секция 30. Геометрическое моделирование и графика

Пуцен А.Н.; рук. Волкова М.Ю. Исследование старинной иконы ...	137
Светцова В.И.; рук. Молдаванова И.Г. Исследование взаимодействия ударно-клинового устройства с негабаритом при его разрушении	139
Орлов А.М.; рук. Волкова М.Ю. Проектирование индивидуально- жилого дома	141
Бубнов К.Н.; рук. Егорычева Е.В. Моделирование внутренней поверхности геометрического объекта	143
Галкин Е.А., Клепиков М.; рук. Милосердов Е.П. Определение положения объекта в пространстве по совокупности направлений на объекты с известными положениями	145
Лобова Е.Е.; рук. Волкова М.Ю. Проект автосалона с предприятием по обслуживанию автомобилей	147
Осетрова Е.С.; рук. Волкова М.Ю. Проектирование жилого секционного дома средней этажности	149
Чуркин И.О.; рук. Волкова М.Ю. Использование бионического анализа в современной архитектуре	151
Кочуров В.И.; рук. Легкова И.А. О возможностях трехмерной графики	153
Лысенко А.А.; рук. Иванов В.Е., Легкова И.А., Пучков П.В. 3D- моделирование в пожарной охране	155
Мальков Е.А.; рук. Милосердов Е.П. Графический алгоритм расчета электрических потенциалов плоско-параллельных полей	157
Анучин И.А., Козлов Е. Г.; рук. Бойков А.А. Инструментальные средства тренировки навыков построения чертежей	159
Бойков А.А. Элементы исчислительной геометрии как основа в разработке геометрического редактора	161
Майоров И.А.; рук. Бойков А.А. 3D-моделирование на основе манипулирования проекцией	163
Сидоров А.А.; рук. Использование наглядного материала при изучении начертательной геометрии	164
Чистов Д.Е.; рук. Пучков П.В., Иванов В.Е. Трехмерная графика в техническом вузе	166
Шарипов Л.А., Беляев А.В.; рук. Егорычева Е.В. Геометрическая модель распространения светового потока автомобильных фар	168

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Одиннадцатая международная научно-техническая
конференция студентов, аспирантов и молодых учёных
«ЭНЕРГИЯ-2016»

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Печатается в авторской редакции

Составитель – к.т.н., доцент Маршалов Е.Д.

Подписано в печать 11.03.2016. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Печать плоская. Усл. печ. л. 10,23. Уч.-изд. л. 10,8

Тираж 50 экз. Заказ № 131

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический
университет имени В.И. Ленина».

Отпечатано в УИУНЛ ИГЭУ

153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34.