

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

**ХІХ МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ**

**«МОЛОДЕЖЬ И НАУКА»**

**Тезисы докладов**

**Часть 3**

Москва

УДК 001(06)  
ББК 72г  
НЗ4

XIX Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов «МОЛОДЕЖЬ И НАУКА». Тезисы докладов. Ч. 3. М.: НИЯУ МИФИ, 2015. – 268 с.

Сборник содержит тезисы докладов, включенных в программу XIX Международной телекоммуникационной конференции молодых ученых и студентов «МОЛОДЕЖЬ И НАУКА», проводимой в сети Интернет в октябре-декабре 2015 года на сайте НИЯУ МИФИ <http://mn.mephi.ru/>.

Тематика конференции охватывает широкий круг вопросов: ядерная физика и энергетика; ядерная и радиационная безопасность; автоматика и автоматизация в атомной отрасли; микро- и нанoeлектроника; радиационно-стойкая электроника; физика плазмы и управляемый термоядерный синтез; лазерная физика; фотоника и информационная оптика; ядерная медицина и медицинская физика; физика пучков и ускорительная техника; компьютерные системы и технологии; информатика и процессы управления; кибернетика и безопасность; экономика и управление; методология инженерно-физического образования.

Книга предназначена молодым ученым, аспирантам и студентам, интересующимся тематикой представленных научных направлений.

Редколлегия: О.Н. Голотюк (ответственный редактор),  
А.Н. Петровский, Л.Б. Беграмбеков, Д.С. Веселов, В.В. Гуров,  
С.Д. Кулик, В.М. Немчинов, И.К. Новиков, А.М. Самохин,  
Н.В. Малых, Т.Н. Бабенко, Г.П. Ишимова

Статьи сборника издаются в авторской редакции.  
Материалы получены до 26.10.2015

ISBN 978-5-7262-2223-3

© Национальный исследовательский  
ядерный университет «МИФИ», 2015

Подписано в печать 25.11.2015. Формат 60×84 1/16.  
Печ. л. 16,75 Тираж 175 экз. Заказ № 11

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Типография НИЯУ МИФИ.  
115409, Москва, Каширское ш., 31

## СОДЕРЖАНИЕ

### ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

|   |    |
|---|----|
| ГОЛУБЧИКОВ В.В.<br>Научный руководитель – КИРЕЕВ В.С., к.т.н., доцент<br>Анализ сопутствующих, зависимых продаж от товаров группы CZ<br>(плохо и нестабильно продающимися товаров) .....                          | 17 |
| ЧЕРНЫШОВ А.А., БАЛАНДИНА А.И., КОСТКИНА А.Д.<br>Научный руководитель – КЛИМОВ В.В., к.т.н., ст. преподаватель<br>О методах интеллектуального планирования и их применимости<br>для анализа социальных сетей ..... | 19 |
| ФЕДОРЕНКО В.И.<br>Научный руководитель – КИРЕЕВ В.С., к.т.н., доцент<br>Методы построения гибридных рекомендательных систем .....   | 21 |
| ЛЕВИН К.Э.<br>Научный руководитель – КОЖЕВНИКОВ Д.Е.<br>Архитектура информационной системы ГИБДД для оплаты штрафов<br>на месте правонарушения .....  | 23 |
| ВАСИЧКИН Е.О.<br>Научный руководитель – ЛЕОНОВ П.Ю., к.э.н., доцент<br>Предиктивный анализ информации в социальных сетях .....  | 25 |
| ЛЕБЕДЕВА А.В.<br>Научный руководитель – ГУСЕВА А.И., д.т.н., профессор<br>Разработка программного приложения для оценки рисков<br>в проектах по разработке информационных систем .....                            | 26 |
| КИРИЧЕНКО Д.О.<br>Научный руководитель – ТИХОМИРОВА А.Н., к.т.н., доцент<br>Программное приложение для автоматизации процесса обработки заказов .....   | 28 |

### ИНФОРМАТИКА И ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ

|  |    |
|--|----|
| КАЩЕЕВ А.А.<br>Научный руководитель – КОШЕЛЕВ В.И., д.т.н., профессор<br>Основные принципы реализации компьютерной модели передающего<br>тракта системы радиолокационного наблюдения ..... | 29 |
| МИТРЕЙКИН И.П.<br>Научный руководитель – ФИЛИППОВ С.А., к.т.н., доцент<br>Организация нетворкинг на деловых мероприятиях .....   | 31 |
| КОРНИЛОВ А.С.<br>Научный руководитель – ГЕТМАНОВ В.Г., д.т.н., профессор<br>Оценка модулированных частот пульсаций геомагнитного поля.....   | 32 |

|  |    |
|--|----|
| САСОВ К.С.   |    |
| Научный руководитель – ФИЛИППОВ С.А., к.т.н., доцент   |    |
| Разработка веб-сервиса картографирования нежилых одноэтажных помещений и поиска оптимального пути..... | 33 |
| РЕДЮК С.Ю., САТТАРОВ А.Б.  |    |
| Научный руководитель – КОРОТКОВ А.Е., к.т.н., доцент   |    |
| Реализация метода последовательного обхода GiST индекса в СУБД PostgreSQL.....                         | 34 |
| АЛЮШИН А.М.  |    |
| Научный руководитель – ЛЕОНОВА Н.М., д.т.н., профессор   |    |
| Управление смартфоном с помощью технологии айтрекинга .....  | 36 |
| АЛЮШИН А.М.  |    |
| Научный руководитель – ДВОРЯНКИН С.В., д.т.н., профессор   |    |
| Аудиомаркирование носителей информации .....   | 38 |
| АЛЮШИН А.М.  |    |
| Научный руководитель – САФОНОВ И.В., к.т.н., доцент  |    |
| Анализ характера движений и компьютерная 3D-визуализация модели движения человека.....                 | 40 |
| ПАСТУШКОВА А.А.  |    |
| Научные руководители – ДАНЬШИН В.В., ассистент   |    |
| ЧЕПИН Е.В., к.т.н., доцент   |    |
| Система моделирования алгоритмов стабилизации и управления беспилотными летательными аппаратами .....  | 42 |
| ПУЦАЕНКО В.Р.  |    |
| Научный руководитель – ГЕТМАНОВ В.Г., д.т.н., профессор  |    |
| Фильтрация систематических погрешностей в наблюдениях векторных магнитометров.....                     | 44 |
| ИВАНОВ Г.И.  |    |
| Научный руководитель – ГЕТМАНОВ В.Г., д.т.н., профессор  |    |
| Предвестники геомагнитных бурь на основе обобщённых производных для сигналов Sudden Commencement.....  | 45 |
| ИВАНОВ Г.И.  |    |
| Научный руководитель – ГЕТМАНОВ В.Г., д.т.н., профессор  |    |
| Программный комплекс для анализа сигналов Sudden Commencement и геомагнитных бурь.....                 | 46 |
| САТТАРОВ А.Б., РЕДЮК С.Ю.  |    |
| Научный руководитель – СЫРОЕЖКИН С.Н., ассистент   |    |
| Проектирование и реализация алгоритма маршрутизации в беспроводной сенсорной сети.....                 | 48 |
| СКИТЕВА Л.И.   |    |
| Научный руководитель – УШАКОВ В.Л., к.биол.н., доцент  |    |
| Исследование методов расчета фазовой синхронизации активности головного мозга человека.....            | 49 |

|  |    |
|--|----|
| ВИШНЯ А.С., НЕМУРОВ Е.В.<br>Научный руководитель – ЛЕБЕДЕВА А.В., аспирант<br>Разработка модели оценки трудоемкости и сроков разработки<br>программного обеспечения на основании ГОСТ и метода<br>функциональных точек.....                              | 51 |
| ОСТРОВСКИЙ Д.Н., ТЕРЕХОВА Д.М.<br>Научный руководитель – ЛЕОНОВА Н.М., д.т.н., профессор<br>Разработка средств подготовки комплектов контрольно-тестовых<br>материалов и анализа их качества для адаптивной информационно-<br>образовательной среды..... | 52 |
| БУДАРАГИН Н.В.<br>Научный руководитель – ЛЕОНОВА Н.М., д.т.н., профессор<br>Разработка информационно-образовательной веб-среды нового<br>поколения на основе технологии SPACEL .....   | 54 |
| ДРОЗДОВА А.А.<br>Научный руководитель – ГУСЕВА А.И., к.т.н., профессор<br>Дистанционное обучение как ключевое звено современного менеджмента .....   | 56 |
| АЛЕКСЕЕВА И.А.<br>Научный руководитель – ФИЛИППОВ С.А., к.т.н., доцент<br>Основные функции посадочных страниц сайтов конференций.....  | 58 |
| АНТОНОВА М.В., ТРЕКИНА Т.А.<br>Научный руководитель – ЛЕОНОВА Н.М., д.т.н., профессор<br>Исследование динамики изменения латентных параметров обучаемых<br>в адаптивной информационно-образовательной среде.....   | 59 |

## **КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

|  |    |
|--|----|
| АЛЕШИНА А.А.<br>Научный руководитель – РОВНЯГИН М.М., ассистент<br>Разработка системы анализа подозрительной активности пользователей<br>на основе данных из открытых источников.....          | 61 |
| БАЛАНДИНА А.И., ЧЕРНЫШОВ А.А., КОСТКИНА А.Д.<br>Научный руководитель – КЛИМОВ В.В., к.т.н.<br>Субъектно-ориентированный подход к моделированию<br>бизнес-процессов .....                       | 63 |
| БАШКОВ А. А.<br>Научный руководитель – ЛЮБОМУДРОВ А. А., к.т.н., доцент<br>Ретроспектива развития методов спектрального анализа.....   | 65 |
| БЕЗВЕРХНИЙ Е.В., НЕМЕСАЕВ С.А.<br>Научный руководитель – ЩУКИН Б.А., д.т.н., профессор<br>Возможность изучения языка SQL в системе дистанционного<br>обучения и контроля знаний «Вектор» ..... | 67 |

|   |    |
|---|----|
| БЕЛКИН В.Д.<br>Научный руководитель – ТЕРЕНТЬЕВ М.Н., к.т.н., доцент<br>Технология работы с семейством микропроцессоров MSP430<br>и программный инструментарий для использования аппаратных<br>компонентов узлов беспроводной сенсорной сети..... | 69 |
| БИБИКОВ К.Н.<br>Научный руководитель – РОВНЯГИН М.М., ассистент<br>Методы и средства решения задачи планирования вычислений<br>в суперкомпьютерных системах с гибридной CPU/GPU архитектурой.....   | 71 |
| БОГДАНОВА А.А.<br>Научный руководитель – ЯНКЕВИЧ Е.А., к.т.н.<br>Объектно-ориентированный метод реализации программного обеспечения<br>для устройств обработки и вывода графических изображений .....   | 73 |
| БОЧКАРЁВ П.В.<br>Научный руководитель – ГУСЕВА А.И., д.т.н., профессор<br>Разработка графовой базы данных для анализа деятельности научных<br>организаций, направлений и школ .....   | 75 |
| БУХАРОВ В.А.<br>Научный руководитель – ВАСИЛЬЕВ Н.П., к.т.н., доцент<br>Проблемы использования нереляционных баз данных при разработке<br>программного обеспечения .....  | 77 |
| ВАХИТОВ А.А., БУШИНА К.С.<br>Научный руководитель – ЗОЛУТУХИНА Е.Б., к.т.н., доцент<br>Достоинства и недостатки систем по управлению требованиями .....   | 79 |
| ГОЛОВАЧЕВ А.С.<br>Научный руководитель – ВАСИЛЬЕВ Н.П., к.т.н., доцент<br>Проблемы внедрения Big Data решений в задачах машинного обучения.....   | 81 |
| ГРИДНЕВ А.А.<br>Научный руководитель – ЧЕПИН Е.В., к.т.н., доцент<br>Поиск пути в неизвестном лабиринте на основе модифицированного<br>алгоритма A* .....   | 83 |
| ДОНСКИХ А.И.<br>Научный руководитель – ВАСИЛЬЕВ Н.П., к.т.н., доцент<br>Методы организации расчетов по расходам электроэнергии.....   | 85 |
| ДРОЗДОВА А.А.<br>Научный руководитель – ГУСЕВА А.И., д.т.н., профессор<br>Инструментальные системы создания курсов дистанционного обучения .....  | 87 |
| ЕГОРОВ А.Д.<br>Научный руководитель – ШУМИЛОВ Ю.Ю., д.т.н., профессор<br>Метод оценки качества работы алгоритмов поиска объектов<br>на изображении .....  | 89 |

|  |     |
|--|-----|
| ЗАХРЯПИН С.О.  |     |
| Научный руководитель – КОРОТКОВА М.А., к.т.н., доцент              |     |
| Разработка современной компьютерной обучающей системы .....        | 91  |
| ЗВЯГИНА М.И.   |     |
| Научный руководитель – БОРИСОВ А.В.                                |     |
| Разработка системы поиска и отслеживания научных статей            |     |
| на основе семантического анализа .....                             | 93  |
| КАЛИНЦЕВ Д.С.  |     |
| Научный руководитель – РОВНЯГИН М.М., ассистент                    |     |
| Система автоматической дозаправки БПЛА на основе нейросетей        |     |
| с использованием технологии CUDA .....                             | 95  |
| КОЗЫРЕВ А.А.   |     |
| Научный руководитель – РОВНЯГИН М.М., ассистент                    |     |
| Способы расширения функциональных возможностей NoSQL систем        |     |
| с применением GPGPU технологий .....                               | 97  |
| КОЛМЫКОВ А.Ю.  |     |
| Научный руководитель – ВАСИЛЬЕВ Н.П., к.т.н., доцент               |     |
| Многомерные алгоритмы хеширования и генерации псевдослучайных      |     |
| последовательностей .....  | 99  |
| КОМАРОВ Т.И., ЧЕПИК Н.А.   |     |
| Научный руководитель – ИВАНОВ М.А., д.т.н., профессор              |     |
| Подход к разработке микроядра на функциональном языке              |     |
| программирования .....   | 101 |
| КОРЯГИН В.А.   |     |
| Научный руководитель – ВАСИЛЬЕВ Н.П., к.т.н., доцент,              |     |
| Применение многомерной стохастической обработки данных             |     |
| в целях защиты информации.....                                     | 103 |
| КОСТКИНА А.Д., БАЛАНДИНА А.И., ЧЕРНЫШОВ А.А.                       |     |
| Научный руководитель – КЛИМОВ В.В., к.т.н.                         |     |
| О преимуществах использования веб-ориентированных технологий       |     |
| в дистанционном обучении на примере курса «Веб-сервисы             |     |
| и семантический веб» .....   | 105 |
| КУЗНЕЦОВ А.А.  |     |
| Научный руководитель – РОВНЯГИН М.М.                               |     |
| Особенности реализации алгоритма поиска кратчайшего пути           |     |
| в гетерогенных GPGPU системах .....                                | 107 |
| ЛЕВИН А.И., МИНИН П.Е., ЕГОРОВ А.Д.                                |     |
| Научный руководитель – ШУМИЛОВ Ю.Ю., д.т.н., профессор             |     |
| Распознавание интонации в непрерывной речи человека .....          | 109 |
| МАЛОФЕЕВА А.В., ЗАХРЯПИН С.О.                                      |     |
| Научный руководитель – КОРОТКОВА М.А., к.т.н., доцент              |     |
| Создание лабораторной работы «Нахождение критического пути»        |     |
| и модуля генерации вариантов для лабораторного комплекса GraphLabs |     |
| по курсу «Теория графов» .....                                     | 111 |

|   |     |
|---|-----|
| МИНАЕВ В.Н.   |     |
| Научный руководитель – ВАСИЛЬЕВ Н.П., к.т.н., доцент  |     |
| Проблемы применения технологии CUDA для улучшения времени выполнения трудоемких итоговых SQL-запросов в реляционных СУБД .....  | 113 |
| МУНИН Д.А.  |     |
| Научный руководитель – ЧУКАНОВ В.О., д.т.н., профессор  |     |
| Оценка надёжности резервированных невосстанавливаемых систем .....  | 115 |
| МУСИЕНКО О.Ю.   |     |
| Научный руководитель – ВАСИЛЬЕВ Н.П., к.т.н., доцент  |     |
| Создание параллельного интервального алгоритма поиска простых чисел на вычислительных кластерах .....   | 117 |
| НОВИКОВА О.Ю., ПЕРЕВОЗЧИКОВ В.А.  |     |
| Научный руководитель – ЧУГУНКОВ И.В., к.т.н., доцент  |     |
| Вопросы тестирования легковесных генераторов псевдослучайных чисел .....  | 119 |
| ПЕРЕВОЗЧИКОВ В.А., ТРОИЦКИЙ С.С.  |     |
| Научный руководитель – ЧУГУНКОВ И.В., к.т.н., доцент  |     |
| Использование технологии nVIDIA CUDA для ускорения тестирования генераторов псевдослучайных чисел .....   | 120 |
| ПРОКОФЬЕВ А.О., ГРИДНЕВА Е.А.   |     |
| Научный руководитель – ЧУГУНКОВ И.В., к.т.н., доцент  |     |
| Повышение эффективности оценочных тестов для генераторов псевдослучайных чисел .....  | 121 |
| РАПЕТОВ А.М.  |     |
| Научный руководитель – ИВАНОВ М.А., д.т.н., профессор   |     |
| Криптоанализ многомерных алгоритмов стохастической обработки данных .....   | 123 |
| РОВНЯГИН М.М.   |     |
| Научный руководитель – ВАСИЛЬЕВ Н.П., к.т.н., доцент  |     |
| Способ организации планирования размещения данных в памяти GPGPU-систем .....   | 124 |
| РУДАНОВ М.В., СОРОКИН С.В.  |     |
| Научный руководитель – ТИХОМИРОВА А.Н., к.т.н., доцент  |     |
| Проектирование и разработка системы управления обучением для изучения курса «Дискретная математика: теория алгоритмов и сложность вычислений» .....   | 126 |
| РЯХОВСКАЯ Ю.С.  |     |
| Научный руководитель – ЗОЛОТАРЕВ Н.А., ст. программист  |     |
| Разработка системы отслеживания общих уязвимостей и незащищенностей (CVE) в дистрибутиве ОС «Эльбрус» .....   | 128 |
| СЕДОВА О.М.   |     |
| Научный руководитель — ТИХОМИРОВА А. Н., к.т.н, доцент  |     |
| Проектирование и разработка хранилища учебно-методических материалов в составе системы поддержки учебного процесса по курсу «Дискретная математика: теория алгоритмов и сложность вычислений» ..... | 130 |



|  |     |
|--|-----|
| СНЕГИРЕВА С.А., ТАХТЕЕВА П.М.<br>Научный руководитель – ТИХОМИРОВА А.Н., к.т.н., доцент<br>Проектирование и разработка эмульторов машин Тьюринга и алгоритмов<br>Маркова в составе системы поддержки учебного процесса по курсу<br>«Дискретная математика: теория алгоритмов и сложность вычислений» ..... | 132 |
| СОКОЛОВ И.Д.<br>Научный руководитель – ЩУКИН Б.А., д.т.н., профессор<br>Проблемы мониторинга банковских процессинговых систем<br>обработки транзакций.....   | 134 |
| СТАМБОЛЯН А.Р.<br>Научный руководитель – ПРОХОРОВ И.В., к.т.н., доцент<br>Информационное обеспечение процесса коммерциализации инновационного<br>проекта: разработка гибридной технологии водоподготовки .....   | 136 |
| СУХАРЕВ П.В.<br>Научный руководитель – ВАСИЛЬЕВ Н.П., к.т.н., доцент<br>Автоматизация адаптивного конфигурирования управляющего узла<br>вычислительного кластера с гибридной архитектурой.....   | 137 |
| ТОЛСТАЯ П.М.<br>Научный руководитель – СМИРНОВ А.С.<br>Система для интерактивного чтения электронных книг .....  | 139 |
| ТРОИЦКИЙ С.С., НОВИКОВА О.Ю.<br>Научный руководитель – ЧУГУНКОВ И.В., к.т.н., доцент<br>Разработка легких генераторов псевдослучайных чисел.....   | 141 |
| ТРОФИМОВ Ф.А.<br>Научный руководитель – ВАСИЛЬЕВ Н.П., к.т.н., доцент<br>Представление реляционной модели данных в NoSQL-системах .....  | 142 |
| ТУРКО С.А.<br>Научный руководитель – САФОНОВ И.В., к.т.н.<br>Модификация билатерального текстурного фильтра для подавления<br>печатного растра .....   | 144 |
| ТУРКО С.А.<br>Научный руководитель – САФОНОВ И.В., к.т.н.<br>Повышение резкости видео для улучшения детектирования характерных<br>точек .....  | 146 |
| ФЛОРЕНЦЕВА Н.И.<br>Научный руководитель – КРЫЖАНОВСКИЙ К.А.<br>Алгоритм детектирования и классификации типов неба на цветных<br>цифровых изображениях .....  | 148 |
| ЧИСТЯКОВ И.С., БАЙКОВ Д.В.<br>Научные руководители – УРВАНОВ Г.А., аспирант<br>ЧЕПИН Е.В., к.т.н., доцент<br>Система управления роботизированным креслом при помощи жестов.....  | 150 |

|  |     |
|--|-----|
| ШЕЛОПУГИН К.Д., МАНИК Д.В., САПАЧЁВ И.Д.<br>Научные руководители – ВАСИЛЬЕВ Н.П., к.т.н., доцент<br>РОВНЯГИН М.М., ассистент |     |
| Распределённая система хранения данных VAR и области её применения .....   | 152 |
| ШТАНЬКО А.Н., МИНИН П.Е., ЕГОРОВ А.Д.<br>Научный руководитель – ШУМИЛОВ Ю.Ю., д.т.н., профессор                              |     |
| Исследование точности работы поиска лиц методом Виолы – Джонса<br>в зависимости от используемой цветовой модели .....        | 154 |
| ЮДОВ И.Д.<br>Научный руководитель – КОРОТКОВА М.А., к.т.н., доцент   |     |
| Реализация модулей системы проверки знаний<br>по теории графов GraphLabs .....   | 156 |
| DIONISEV P.A.<br>Science supervisor – Dr. KISELEV B.G., Ph.D.  |     |
| Leveraging model-driven approach to facilitate legacy system evolution<br>and maintenance.....                               | 158 |

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ**

|   |     |
|---|-----|
| ДУРОВ Р.А.<br>Научный руководитель – НИКИТИН Л.Н., к.т.н., доцент   |     |
| Устройство дистанционного мониторинга подвижных объектов .....  | 160 |
| КОЛОБОВА Я.С.<br>Научный руководитель – РЕШЕТОВ В.Н., к.ф.-м.н., доцент   |     |
| Автоматизация метрологического учета.....   | 162 |
| КАЩЕЕВ А.А.<br>Научный руководитель – КОШЕЛЕВ В.И., д.т.н., профессор   |     |
| Алгоритм построения зоны радиовидимости наземных пунктов<br>приема информации с учетом надежности радиолинии..... | 163 |
| СМИРНОВ А.В.<br>Научный руководитель – БОБКОВ С.Г., д.т.н.  |     |
| Разработка устройства удаленного управления для тестирования<br>микропроцессоров .....                            | 165 |
| ДУЛЬСКИЙ В.Ю.<br>Научный руководитель – ГЕЙДАРОВА А.Н., старший преподаватель                                     |     |
| Технология информационного моделирования.....   | 166 |
| БАГРОВА Л. А.<br>Научный руководитель – КУЛИК С.Д., д.т.н., с.н.с., профессор                                     |     |
| Специальные средства криптографии и компьютерные вирусы .....   | 168 |

|  |     |
|--|-----|
| КОНДАКОВ А.А., ШЕВЧЕНКО С.С., АКСЕНОВ И.С., ЩЕКОЧИХИНА Е.А.<br>Научный руководитель – КУЛИК С.Д., д.т.н., с.н.с., профессор<br>Набор специализированных средств с элементами искусственного<br>интеллекта .....                            | 170 |
| КОНДАКОВ А.А.<br>Научный руководитель – КУЛИК С.Д., д.т.н., с.н.с., профессор<br>Средства анализа данных для фактографических поисковых систем .....   | 172 |
| ЯКОВЛЕВ Е.С., КРУГЛОВ К.Д., ЙЕ МИН ЗО<br>Научный руководитель – АШАРИНА И.В., к.т.н., доцент<br>Выделение сред межкомплексной посылки в многомашинной<br>вычислительной системе .....  | 174 |
| ФАЛЬКОВСКИЙ Р.Р.<br>Научный руководитель – САФОНОВ И.В., к.т.н.<br>Метаморфное тестирование программ улучшения изображений .....   | 176 |
| ПУХАЕВА М.А., БУШИНА К.С.<br>Научный руководитель – ЗОЛУТУХИНА Е.Б., к.т.н., доцент<br>Формализованное описание процесса управления требованиями<br>с использованием UML на основе ГОСТ 34.601-90 .....                                    | 178 |
| КОНДАКОВ А.А., ШЕВЧЕНКО С.С., ПУПЫКИНА В.А.,<br>АКСЕНОВ И.С., ЩЕКОЧИХИНА Е.А., БАГРОВА Л.А.,<br>КУБЫШИН А.А.<br>Научный руководитель – КУЛИК С.Д., д.т.н., с.н.с., профессор<br>Интеллектуальные средства поддержки принятия решений ..... | 180 |
| ТИХОМИРОВА С.А.<br>Научный руководитель – НИКИФОРОВ А.Ю., к.т.н., доцент<br>Проектирование веб-ориентированного приложения<br>для автоматизации работы склада промышленного предприятия .....  | 182 |
| ДМИТРИЕВ В.Т., ТАРАКАНОВА А.С.<br>Научный руководитель – КИРИЛЛОВ С.Н., д.т.н., профессор<br>Оптимальный метод получения производной при использовании<br>представления Хургина - Яковлева .....   | 184 |
| ЗО МИН КХАЙНГ<br>Научный руководитель – ЩАГИН А.В., д.т.н.<br>Идентификация динамической системы с использованием<br>нейронной сети прямого распространения с временной задержкой .....  | 186 |
| ТИТОВ Е.Р.<br>Научный руководитель – ЧЕПИН Е.В., к.т.н., доцент<br>Система пассивного позиционирования в реальном времени<br>для роботизированного кресла .....  | 187 |
| ШЕСТАКОВА К.С.<br>Научный руководитель – ФИЛИППОВ С.А., к.т.н., доцент<br>Разработка системы управления дизайном сайтов отрасли<br>деловых мероприятий .....   | 189 |

|  |     |
|--|-----|
| КОНОНОВА М.В.  |     |
| Научный руководитель – ФИЛИППОВ С.А., к.т.н., доцент   |     |
| Разработка программной системы оптимизации составления расписания приема клиентов в нотариальной конторе.....                  | 191 |
| НЕСТЕРОВ А.А., ЙЕ МИН ЗО   |     |
| Научный руководитель – АШАРИНА И.В., к.т.н., доцент  |     |
| Ранжирование вершин в многокомплексной вычислительной системе.....   | 192 |
| ДМИТРИЕВ В.Т., ЯНАК А.Ф.   |     |
| Научный руководитель – КИРИЛЛОВ С.Н., д.т.н., профессор  |     |
| Алгоритм кодирования речевых сигналов, адаптивный к акустическим шумам .....   | 193 |
| ДАЙЛИДЁНОК И.Д.  |     |
| Научный руководитель – ТРУСОВ А.В., ст. преподаватель  |     |
| Разработка прототипа системы имитационного моделирования бизнес-процессов .....  | 195 |
| ДМИТРИЕВ В.Т., ЛАЗАРЕВ С.А.  |     |
| Научный руководитель – КИРИЛЛОВ С.Н., д.т.н., профессор  |     |
| Исследование низкоскоростного кодека речевых сигналов в сложной помеховой обстановке.....                                      | 197 |
| ТРУТЦЕ А.А.  |     |
| Научный руководитель – ЗОЛУТУХИНА Е.Б., к.т.н., доцент   |     |
| Разработка и системная интеграция системы инвентаризации материальных ценностей для управления информатизации НИЯУ «МИФИ»..... | 199 |
| КУЗНЕЦОВ И.А.  |     |
| Научный руководитель – ГУСЕВА А.И., д.т.н., профессор  |     |
| Предобработка данных, выбор и формирование признаков при анализе данных .....  | 201 |
| КИСЕЛЕВ Ю.В.   |     |
| Научный руководитель – КУЗНЕЦОВ И.А., аспирант   |     |
| Проблемы рекомендательных систем в электронной коммерции.....  | 203 |
| КРАСНИКОВА И.В.  |     |
| Научный руководитель – ГУСЕВА А.И., к.т.н., профессор  |     |
| Методы статистической обработки научной и образовательной информации.....  | 205 |
| БАЖЕНОВ Д.И.   |     |
| Научный руководитель – ЗОЛУТУХИНА Е.Б., к.т.н., доцент   |     |
| Проектирование информационной системы по организации единого парковочного пространства вблизи аэропортов.....                  | 206 |

|  |     |
|--|-----|
| МАХНОВЕЦ Е.А., РУМЯНЦЕВА М.В.  |     |
| Научные руководители – СЕРГЕЕВ М.С., к.т.н., доцент<br>КРАСНИКОВА С.А., ст. преподаватель  |     |
| Информационно-аналитическая система поддержки стандартов CDIO<br>в техническом вузе.....   | 207 |
| ДМИТРИЕВ В.Т., СУЗДАЛЬЦЕВ А.Д.   |     |
| Научный руководитель – КИРИЛЛОВ С.Н., д.т.н., профессор  |     |
| Методика построения сетей IP-связи и изучение качества кодеков.....  | 209 |
| АСЕЕВ М.Д., НЕМЕШАЕВ С.А., НЕСТЕРОВ А.П.   |     |
| Научный руководитель – ЩУКИН Б.А., д.т.н., профессор   |     |
| Применение комбинированных методов анализа временных рядов<br>для задач финансового сектора.....                                 | 211 |
| КРУГЛОВ К.Д., ЯКОВЛЕВ Е.С.   |     |
| Научный руководитель – АШАРИНА И.В., к.т.н., доцент  |     |
| Выделение комплексов в многомашинной вычислительной системе.....   | 213 |
| НОВИКОВА П.В.  |     |
| Научный руководитель – САПУНЦОВ А.Л., к.э.н., доцент   |     |
| Автоматизированный системный анализ рынка ценных бумаг:<br>выявление связи сделок с отмыванием денежных средств .....            | 214 |
| МЯЛИН М.А., ХИМОЛОЗКО Д.А.   |     |
| Научный руководитель – ГАГАРИНА Л.Г., д.т.н., профессор  |     |
| Исследование проблемы контроля процесса разработки программного<br>обеспечения в распределенных системах .....                   | 215 |
| ФЕДОРОВА В.А.  |     |
| Научный руководитель – ГОЛИЦЫНА О.Л., к.т.н., доцент   |     |
| Алгоритм расчета семантической близости дескрипторов .....   | 217 |
| ФИЛАТКИН Е.В.  |     |
| Научный руководитель – РУМЯНЦЕВ В.П., к.т.н., доцент   |     |
| Построение прогностической модели ограничений деятельности<br>предприятия на основе журналов событий информационных систем ..... | 219 |
| АКСЕНОВ А.В.   |     |
| Научный руководитель – КУЗНЕЦОВ И.А., аспирант   |     |
| Разработка алгоритма контент-анализа в социальных сетях.....   | 221 |
| ГАЛАКТИОНОВ Ю.С.   |     |
| Научный руководитель – КУЗНЕЦОВ И.А., аспирант   |     |
| Разработка алгоритма для сбора онлайн информации о деятельности<br>научно-исследовательских учреждений .....                     | 223 |
| МАРАСАНОВ Л.О.   |     |
| Научный руководитель – ГЛУХОВ В.В., к.т.н., профессор  |     |
| Применение модифицированного критерия согласия Хи-квадрат<br>(критерия Никулина) для оценки точностных характеристик ЛА.....     | 225 |

|  |     |
|--|-----|
| МЕЛЬНИК К.В.<br>Научный руководитель – КОЖЕВНИКОВ Д.Е., преподаватель<br>Место OLTP систем в автоматизации процессов, реализующих<br>исполнение политики ПОД/ФТ в организациях.....  | 226 |
| СМИРНОВА Е.В.<br>Научный руководитель – МАКСИМОВ Н.В., д.т.н., профессор<br>Байесовская модель определения вероятностных характеристик<br>текста в документальных потоках .....  | 228 |
| ЛЕСНИКОВ С.И.<br>Научный руководитель – ДАНЫШИН В.В., аспирант<br>Метод выделения логических состояний дискретного сигнала<br>с помощью автоматического мета комбинаторного перебора методов<br>цифровой обработки сигналов..... | 229 |
| КРЮКОВА А.В.<br>Научный руководитель – ЩУКИН Б.А., д.т.н., профессор<br>Разработка интерактивной системы обучения языку SQL.....   | 231 |
| КИРПИЧЕВ А.А.<br>Научный руководитель – МАТРОСОВА Е.В., к.э.н., доцент<br>Перспективы автоматизации анализа научно-исследовательских работ .....   | 232 |
| ДАДТЕЕВ К.М., НЕМЕШАЕВ С.А.<br>Научный руководитель – ЩУКИН Б.А., д.т.н., профессор<br>Разработка универсальной системы дистанционного обучения<br>и контроля знаний для поддержки образовательного процесса в вузах.....        | 234 |
| МАЛОВА Ю.А.<br>Научный руководитель – МЯКУШКО Э.В. ст. преподаватель<br>Построение модели автоматического управления беспилотным<br>аэростатом .....   | 236 |
| ЯКОВЕНКО Е.И.<br>Научный руководитель – МАКСИМОВ Н.В., д.т.н., профессор<br>Исследование фрактальных свойств текста.....   | 238 |

## ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

|   |     |
|---|-----|
| ОЖЕРЕД И.В.<br>Научный руководитель – МАЛЮК А.А., к.т.н., профессор<br>Дистанционное обучение с применением технологии<br>облачных вычислений .....                                     | 240 |
| ПОНОМАРЁВ С.В.<br>Научный руководитель – ДУРАКОВСКИЙ А.П., к.т.н., доцент<br>Разработка модели системы защиты программного обеспечения<br>от изучения исходного кода и уязвимостей..... | 242 |

|   |     |
|---|-----|
| ШАХОВ Е.А., ТЕРЕХОВ И.С.<br>Научный руководитель – МЕЩЕРЯКОВ А.А., аспирант<br>Функциональное тестирование безопасности средств обеспечения<br>инфраструктуры виртуализации.....  | 244 |
| ДАВЫДЕНКО А.И.<br>Научный руководитель – МАТРОСОВА Е.В., к.э.н.<br>Подход к анализу рисков информационной безопасности.....   | 246 |
| АЛТУХОВ А.А.<br>Научный руководитель – КОНЯВСКИЙ В.А., д.т.н., профессор<br>Оптимизация управления учетными данными пользователей<br>аппаратного модуля доверенной загрузки на основе изменения подхода<br>к авторизации и аутентификации .....     | 248 |
| САТ Д.М.<br>Научные руководители – ЗАЙЦЕВ К.С., д.т.н., доцент<br>КРЫЛОВ Г.О., д.ф.-м.н., к.юр.н., профессор<br>Исследование и разработка аналитических инструментов для выявления<br>финансовых злоупотреблений с использованием криптовалют ..... | 250 |
| ОВЧИННИКОВ С.А.<br>Научные руководители – НИЗАМЕТДИНОВ Ш.У., к.т.н.<br>ПАХОМОВ А.П., ст.преподаватель<br>Моделирование процесса обмена информации при сверке списков<br>подозрительных лиц с использованием протоколов<br>Zero Knowledge Proof..... | 253 |
| МАКСУТОВ А.А.<br>Научный руководитель – ИВАНОВ М.А., д.т.н., профессор<br>Разработка средств обеспечения информационной безопасности<br>в рамках концепции интернета вещей.....   | 255 |
| МОРЯШОВА В.В.<br>Научный руководитель – ДУША И.Ф.<br>Проблема верификации уязвимостей, обнаруживаемых с помощью<br>автоматических сканеров .....  | 257 |

## **ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ В ТЕХНИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

|   |     |
|---|-----|
| ЗАРИПОВА Е.В.<br>Научный руководитель – ОКРОПИШИН А.Е., к.т.н.<br>Объектно-ориентированный подход при структурно-логическом<br>разборе документов .....   | 258 |
| МОНАКОВ К.В.<br>Научный руководитель – МАКСИМОВ Н.В., д.т.н., профессор<br>Программный компонент анализа динамики и связей документальных<br>потоков..... | 260 |

|  |     |
|--|-----|
| КАПУСТИН Д.О.  |     |
| Научный руководитель – ОКРОПИШИН А.Е., к.т.н.  |     |
| Анализ и разработка средств поискового взаимодействия<br>с распределенными гетерогенными информационными ресурсами ..... | 262 |
| ДРОЗДОВА А.А.  |     |
| Научный руководитель – ГУСЕВА А.И., д.т.н., профессор  |     |
| Построение адаптивной модели электронного обучающего курса .....   | 264 |
| <br>   |     |
| Именной указатель авторов статей.....  | 265 |



В.В. ГОЛУБЧИКОВ

Научный руководитель – В.С. КИРЕЕВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **АНАЛИЗ СОПУТСТВУЮЩИХ, ЗАВИСИМЫХ ПРОДАЖ ОТ ТОВАРОВ ГРУППЫ CZ (ПЛОХО И НЕСТАБИЛЬНО ПРОДАЮЩИХСЯ ТОВАРОВ)**

В исследовании рассмотрено, какие сопутствующие (cross sale) товары покупаются вместе с товарами из группы CZ; сделаны выводы по исключению части товаров CZ из ассортимента, не влияющих на продажи хорошо продающихся и прогнозируемых групп товаров. Исследование проведено на данных по продажам инструментов и СММ в московском регионе за 2013-15 года.

Ручной инструмент и средства малой механизации широко используются как частными лицами так и организациями занимающимися строительством и благоустройством. Это динамично и устойчиво развивающийся рынок, в котором нередко появляются инновационные продукты. В предыдущей работе ассортимент исследовался с помощью ABC+XYZ анализа [1], была выявлена и оценена с точки зрения вклада в продажи группа товаров CZ (плохо продающиеся и плохо прогнозируемые товары).

Следующим этапом стало изучение возможности вывести эти товары из ассортимента, для этого был проведён кросс-анализ [2] и рассчитаны из продаж ассоциативные связи товаров CZ с товарами других групп. Предполагалось, что часть товаров CZ могут иметь слабую связь с группой AX (хорошо продающиеся и хорошо прогнозируемые товары) и, следовательно, имеют приоритет на исключение из поддерживаемого компанией ассортимента.

Все товары были разделены на группы ABC/XYZ, вычислены суммы продаж по товарам, которые совмещались с товарами CZ в единой «покупке», и затем, эти продажи усреднялись по группам ABC/XYZ с весовым коэффициентом равным сумме их продаж.

Такой подход позволил компактно вывести оценки продаж зависимых от продаж товаров CZ:

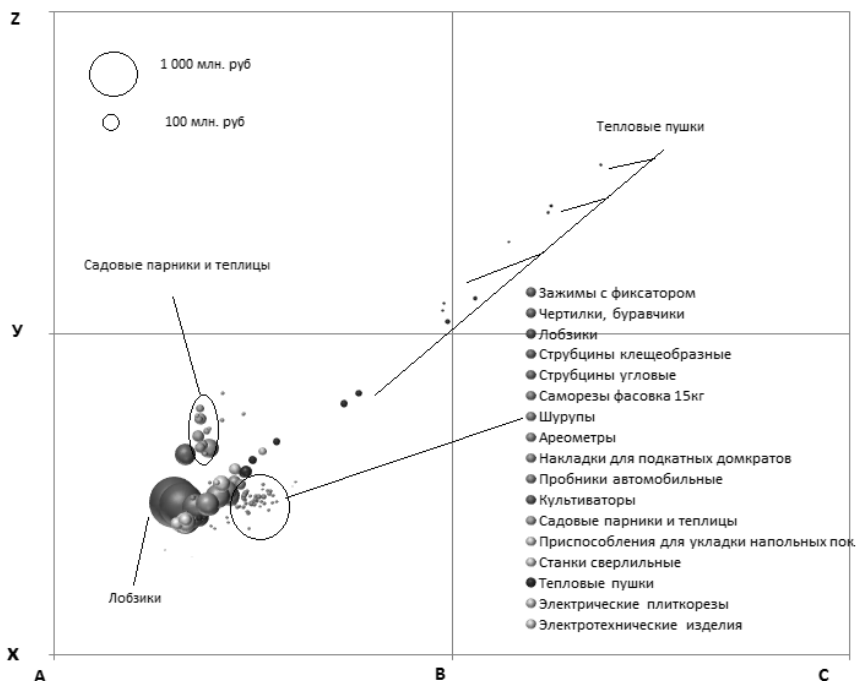


Рис. 1. Однотипные товары из группы CZ демонстрируют сходное влияние на продажи остальных товаров

К сожаления различия не настолько радикальные что бы делать категоричные утверждения, но всё же позволяющие с большей уверенностью рекомендовать исключение из ассортимента некоторых групп товаров (например группы «Шурупы» и «Саморезы»). Группа товаров «Тепловые пушки» требует особого рассмотрения, так как содержит сильно различающиеся по поведению товары.

#### Список литературы

1. Стерлигова А.Н. Управление запасами широкой номенклатуры: с чего начать? —: [http://ecsocman.hse.ru/data/243/180/1217/AVS-XYZ\\_-\\_Loginfo.pdf](http://ecsocman.hse.ru/data/243/180/1217/AVS-XYZ_-_Loginfo.pdf)
2. Нечепуренко Т. Кросс-продажи. Революционные техники продаж И: Омега-Л 2013г.

А.А. ЧЕРНЫШОВ, А.И. БАЛАНДИНА, А.Д. КОСТКИНА  
Научный руководитель – В.В. КЛИМОВ, к.т.н., ст. преподаватель  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **О МЕТОДАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ИХ ПРИМЕНИМОСТИ ДЛЯ АНАЛИЗА СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ**

В данной статье рассматриваются задачи анализа социальных графов, в частности, оказание воздействия на социальный граф. Рассматриваются методы интеллектуального планирования, такие как планирование в пространстве состояний. Проводится сравнительный анализ классических методов анализа социальных сетей и методов автоматизированного планирования, используемых для решения поставленной выше задачи.

В повседневной жизни под термином планирование обычно подразумевается оптимальное распределение ресурсов, для достижения намеченных целей, а также деятельность, связанная с постановкой целей, задач и действий в будущем.

Большинство теоретических и прикладных задач, очевидно, не может быть решено за несколько тривиальных шагов, из-за большого количества ограничений и условий, неполной информации о предметной области и ряда других причин. Один из самых распространенных способов решения таких задач — построение плана, т.е. упорядоченного набора действий, выполнение которых приводит к достижению поставленной цели. Данный метод называется интеллектуальным планированием. [1] В данной статье мы рассматриваем возможность применения автоматизированного планирования для решения задачи анализа социальных графов.

Социальным графом называется граф, отражающий взаимосвязи между пользователями в какой-либо социальной сети. Каждая вершина такого графа представляет собой пользователя с набором различных атрибутов. Связи между вершинами отражают отношения между этими узлами. [2]

Основные задачи анализа социальных графов заключаются в установлении связей между пользователями сети, а также формирование различных рекомендаций для конкретного пользователя.

В качестве метода планирования рассмотрим планирование в пространстве состояний, в котором исходная задача сводится к задаче поиска кратчайшего пути на графе [3], где вершинами являются различные со-

стояния мира, а связями – операторы перехода из одного состояния в другое.

Формально, при использовании данного метода задача планирования сводится к

$\pi = \langle \Omega, A, \gamma, S_0, S_g \rangle$ , где

$\Omega = \{S_0, S_1, S_2, \dots, S_n\}$  – конечное множество возможных состояний мира.

$A = \{a_0, a_1, a_2, \dots, a_n\}$  – множество действий, изменяющих состояния мира.

$\gamma: S \times A \rightarrow 2S$  – функция смены состояния.

$S_0 \in \Omega$  – начальное состояние мира.

$S_g \in \Omega$  – конечное (или конечные) состояния мира. [4]

План представляет собой последовательность действий, соответствующей последовательности переходов между состояниями  $S_0$  и  $S_g$ , а задача планирования сводится к поиску такого плана.

Если рассматривать в качестве мира  $\Omega$  социальную сеть, то состояния мира  $\{S_0, S_1, S_2, \dots, S_n\}$  – это состояния социального графа в текущий момент времени, а действия  $A = \{a_0, a_1, a_2, \dots, a_n\}$  заключаются в оказании целенаправленных воздействий на социальную сеть для перевода информационных процессов в желаемое состояние, например, выдача рекомендаций, размещение поста с определенной тематикой и т.д.

Таким образом, составляемый планировщиком план представляет собой последовательность действий, направленных на достижение определенного состояния социального графа из какого-либо начального за минимальное возможное количество воздействий.

Как видно из рассматриваемого примера, методы интеллектуального планирования имеют большую перспективу в задаче анализа социальных сетей. В рамках дальнейшего исследования предполагается построение более конкретной модели социального графа в формализме задачи планирования, представление данной задачи в терминах различных языков планирования, таких как PDDL и SAS/SAS+, а также поиск других задач анализа социальных сетей, которые можно решить методами интеллектуального планирования.

#### *Список литературы*

1. Осипов Г. С. Методы искусственного интеллекта. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. -296 с.
2. Базенков Н. И., Губанов Д. А. Обзор информационных систем анализа социальных сетей // Управление большими системами. Выпуск 41. М.: ИПУ РАН, 2013. С.357-394.
3. Ефимов Е.И. Решатели интеллектуальных задач// М.: Наука, 1982. — 320 с.
4. Malik Ghallab, Dana S. Nau, Paolo Traverso Automated Planning. Theory and Practice.// Kaufmann Publishers, 2004. - 663 p.

В.И. ФЕДОРЕНКО

Научный руководитель – В.С. КИРЕЕВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ГИБРИДНЫХ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Одной из актуальных проблем является построение гибридных рекомендательных систем, так как среди существующих типов рекомендательных систем не существует такого типа, который работал бы лучше остальных во всех ситуациях. В данной работе рассмотрены методы построения гибридных рекомендательных систем и приведена их классификация.

Рекомендательная система – это информационная система, которая на основе данных о пользователях и объектах, строит рекомендации. Среди рекомендательных систем (РС) выделяют следующие типы: коллаборативная, основанная на содержимом, демографическая, и основанная на знаниях.

Главной проблемой коллаборативных РС является проблема холодного старта: неизвестно что рекомендовать новым пользователям и каким пользователям рекомендовать новые объекты [1]. Проблемой РС, основанных на содержимом, является сложность подбора метрик сходства объектов и построения векторного представления объектов. Основной проблемой демографических РС является недостаточная персонализированность: система не видит различий между пользователями, имеющими одинаковый набор характеристик [2]. Проблемой РС, основанных на знаниях является необходимость привлечения экспертов.

Каждая из типов РС обладает своими недостатками. Поэтому для построения эффективных РС используют гибридный подход, который заключается в алгоритмической композиции алгоритмов рекомендаций разных типов. Выделяют 7 стратегий построения гибридных РС [3]:

1. Взвешенная. Результирующее значение прогноза оценки пользователя новому объекту считается, как взвешенное среднее арифметическое оценок, спрогнозированных различными алгоритмами. При нормировке весов модели, получим следующую формулу для прогноза оценки  $j$ -ого объекта  $i$ -ым пользователем:  $\hat{r}_{i,j} = \sum w_k \hat{r}_{i,j,k}$

2. Переключения. При данном подходе перед каждым построением рекомендации вычисляется значение некоторого критерия, на основе которого принимается решение рекомендации какого вида необходимо выдать.

3. Смешанная. При смешанной стратегии блок рекомендаций попадает объединение рекомендаций, построенных разными алгоритмами.

4. Комбинация признаков. При данной стратегии признаки собирают из различных источников (например, данные из социальных сетей), а потом объединяют с уже имеющимися признаками. Практика показывает, что добавление новых признаков часто помогает улучшить метрики качества рекомендаций.

5. Каскадная. При каскадной стратегии происходит грубое ранжирование объектов по прогнозу оценки, вычисленной первым алгоритмом. Затем, первые  $n$  объектов, имеющие максимальные прогнозы оценок ранжируются вторым алгоритмом, из которых в блок рекомендаций попадают  $k$  ( $k \leq n$ ) объектов, имеющие максимальные прогнозы оценок, полученных вторым алгоритмом.

6. Увеличение числа признаков. Данная стратегия похожа на каскадную стратегию, но отличается тем, что на вход второму алгоритму подаются результирующие значения первого алгоритма.

7. Мета-обучение. Мета-обучение предполагает, что модель будет обучаться на выборке, признаками которой являются результаты работы различных алгоритмов.

Таким образом, перечисленные выше стратегии можно разделить на два класса: последовательные и параллельные. К параллельным стратегиям относят: взвешенную, смешанную, переключения и комбинацию признаков. К последовательным стратегиям относят: каскадную, увеличение числа признаков и мета-обучение.

Наиболее перспективным методом построения гибридных РС является мета-обучение, так как на сегодняшний день обучение модели на признаках, полученных в результате работы набора алгоритмов (стэкинг), даёт наилучшие результаты в прикладных задачах машинного обучения [4].

#### *Список литературы*

1. Gedikli F., Jannach D., Ge M. How should I explain? A comparison of different explanation types for recommender systems // International Journal of Human-Computer Studies. – 2014. – Т. 72. – №. 4. – С. 367-382.
2. Chen L. Personality in Recommender Systems // Proceedings of the 3rd Workshop on Emotions and Personality in Personalized Systems 2015. – ACM, 2015. – С. 2-2.
3. Le Hoang Son. HU-FCF plus plus: A novel hybrid method for the new user cold-start problem in recommender systems // Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2015. – Т. 41. – С. 207-222.
4. Gray C. Method Stacking: Building Grounded Work Based Learning Models on a Mixed Foundation // Proceedings of the 13th European Conference on Research Methodology for Business and Management Studies: ECRM 2014. Academic Conferences Limited, 2014. С. 402.

К.Э. ЛЕВИН

Научный руководитель – Д.Е. КОЖЕВНИКОВ

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГИБДД ДЛЯ ОПЛАТЫ ШТРАФОВ НА МЕСТЕ ПРАВОНАРУШЕНИЯ**

Приведена архитектура информационной системы оплаты штрафов на месте правонарушения сотруднику ГИБДД.

В настоящее время информационные системы и технологии в значительной степени определяют уровень и темп прогресса во всех областях деятельности в современном мире [1]. Спрос на товары и услуги этого профиля постоянно растёт, осуществляется автоматизация и информатизация предприятий и организаций. Это связано, прежде всего, с тем, что главным стратегическим ресурсом почти для каждой организации сейчас является информация, и для её эффективного использования просто необходимо иметь мощную систему учёта и обработки информации и документации [2]. Сегодня существует множество информационных систем для автоматизации деятельности работы сотрудников ГИБДД, которые существенно облегчают их работу.

В данной статье предложена архитектура информационной системы ГИБДД, которая позволяет водителям транспортных средств и другим участникам движения оплатить штраф «на месте» совершенного ими правонарушения, в случае их полной уверенности, что ими было совершено нарушение правил дорожного движения.

Целью информационной системы является процесс автоматизации оплаты штрафов правонарушителями «на месте» правонарушения. Данная система позволит существенно облегчить процесс оплаты штрафов, при неоспоримом нарушении участниками движения правил дорожного движения.

Архитектура информационной системы представлена на рисунке 1. Сотрудники ГИБДД должны быть оснащены терминалами для оплаты штрафов правонарушений (POS-терминал), 1 – POS-терминал отправляет запрос в процессинговый центр банка эквайера, где производится предварительная обработка платежной операции, банк проверяет наличие счетов ГИБДД в системе, соответствие операции установленным системным ограничениям.

По результатам проверок формируется запрет или разрешение на проведение авторизации транзакции в карточную платежную систему, 2 – при разрешении авторизации запрос на нее передается через закрытые банковские сети банку-эмитенту карты правонарушителя, 3 – в случае положительного результата, полученного от карточной платежной системы, банк переводит денежные средства на банковский счет ГИБДД, 4 – информация о денежном переводе обрабатывается сервере БД штрафов ГИБДД.

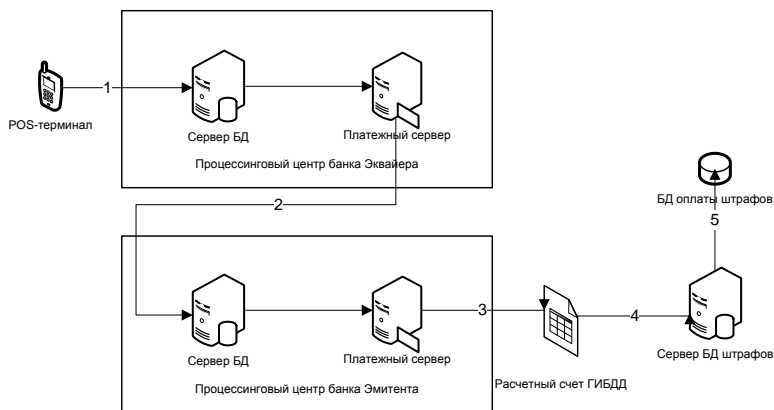


Рис. 1. Архитектура информационной системы ГИБДД для оплаты штрафов на месте правонарушения

Представленная система позволит существенно облегчить процесс оплаты штрафов, при неоспоримом нарушении участниками движения правил дорожного движения и повысить процент оплаченных штрафов за счет возможности их оплаты «на месте».

#### Список литературы

1. Трегубова В. М. Электронное правительство как средство автоматизации процесса предоставления государственных // IEEE Социально-экономические явления и процессы, 2011. №3-4. С. 279–284.
2. Милехина Н. А. Необходимость автоматизации деятельности ГИБДД // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. №2. С. 48–51.



Е.О. ВАСИЧКИН

Научный руководитель – П.Ю. ЛЕОНОВ, к.э.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРЕДИКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ**

В данной работе специалистами по информационным технологиям из Мичиганского университета исследуются алгоритмы обработки текстовой информации, позволяющие определить эмоциональную окраску высказываний и выявить среди них противоречивые.

Увеличение количества информации в современном мире носит лавинообразный характер и описывается экспоненциальной функцией. Это явление носит название “информационного взрыва”, а его основной причиной является развитие вычислительной мощности информационных систем. Объемы массивов, обрабатываемых данных, достигают колоссальных величин, в связи с чем человек утрачивает способность извлекать из них знания в короткие сроки в силу своих ограниченных способностей по восприятию.

Анализ текстовой информации (или Text Mining) – это совокупность средств организации доступа к информации, позволяющих извлекать из текста знания. Благодаря возможности автоматизации процессов анализа и извлечения данных, системы, основанные на принципах Text Mining, относятся к разряду систем искусственного интеллекта.

Авторами работы предлагается алгоритм обнаружения слухов в социальных сетях на ранней стадии, основанный на отлавливании первоначальной волны скептической реакции пользователей на противоречивую информацию. По мнению ученых, их софт способен помочь пресечь распространение ложных слухов до того, как они нанесут какой-либо ощутимый ущерб.

Интерес к анализу распространения слухов посредством социальных сетей возник после того, как группа хакеров взломала аккаунт агентства, от имени которого ими было опубликовано сообщение, вызвавшее обвал фондового рынка. Агентство быстро выпустило опровержение, но эксперты заявили, что времени для тех, кто заранее знал о хакерской атаке, было достаточно, чтобы использовать падение рынка для своей выгоды.

А.В. ЛЕБЕДЕВА

Научный руководитель – А.И. ГУСЕВА, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ В ПРОЕКТАХ ПО РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

В рамках данного исследования рассматривается актуальная задача выявления рисков на ранних этапах для оперативного реагирования руководства проектом на изменяющиеся условия в процессе разработки информационных систем. В рамках исследования производится разработка математической модели, основанной на теории нечетких множеств и методе функциональных точек для оценки проектов. А также, помимо разработки программного приложения для оценки рисков, разрабатываются методологические рекомендации по организации управления проектной деятельностью.

Сегодня для разработки качественной информационной системы важны не только профессиональные навыки отдельных участников проектной команды (разработчиков, аналитиков, тестировщиков и т.д.), но и грамотная организация работы самой проектной команды. Как правило, руководителю проекта требуется в очень сжатые сроки проводить оценку стоимости и трудозатрат планируемого проекта, а в последствии правильно определять последовательность выполнения работ, учитывая возможные риски.

Существующие методики, модели и инструментальные средства не позволяют рассматривать все ресурсы во взаимосвязи, а также контролировать и управлять проектом на любой стадии. В связи с этим актуальной становится разработка программного средства, позволяющего производить процесс моделирования оценки как на начальной стадии проекта, так и в его процессе с учетом большого количества параметров и ограничений.

Помимо этого, существующие программные средства не позволяют поддерживать жизненный цикл разработки систем, регламентированные ГОСТ, что является важным в условиях применения инструментария на российском рынке.

В основе разрабатываемого приложения лежит доработанный с учетом рекомендаций ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания» метод функциональных точек, как один из наибо-

лее оптимальных методов для оценки объемов и затрат программного проекта особенно на ранних этапах.

Главным отличием разрабатываемого приложения является возможность прогнозирования рисков ситуаций в процессе проекта. Для этого в рамках данного исследования произведена трассировка возможных проектных рисков на стадии и этапы создания информационных систем. Для каждого риска была описана матрица в разрезе источника, симптома, последствия и влияния.

Разрабатываемое приложение позволит применить к оценке проекта большее количество параметров с большим количеством накладываемых ограничений, благодаря использованию элементов нечеткой логики. Использование нечеткой логики позволяет «размыть» входные данные о сроках и объемах выполнения работ преобразовать в набор альтернатив. В результате производится «свертка» имеющейся информации в целях выявления лучшей альтернативы. Множество оптимальных альтернатив определяется путем пересечения нечетких множеств, содержащих оценки альтернатив по критериям выбора [1].

Разрабатываемое программное обеспечение позволит выявить основные категории рисков для данного проекта и способы их минимизации. Данное решение может быть применено к любой организации, занимающейся разработкой информационных систем.

Задачи, которые позволит решать, разрабатываемое в рамках данного исследования приложение:

- Повышение качества разработки информационных систем, за счет уменьшения количества просрочек по выполнению задач при разработке ИС, а также за счет минимизации возможных затрат сверх бюджета, заложенного на выполнение проекта.
- Минимизация издержек в процессе принятия решений по ходу проекта.

#### *Список литературы*

1. Zadeh, L. A., The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. Information Sciences, Vol. 8, pp. 199—249, 301—357; Vol. 9, pp. 43—80. (1975).
2. Липаев В.В. Техничко-экономическое обоснование проектов сложных программных средств// Москва Синтег, 2004 – 284 с.
3. Астахов А.М. Искусство управления информационными рисками //Москва ДМК Пресс, 2010 – 312 с.

Д.О. КИРИЧЕНКО

Научный руководитель – А.Н. ТИХОМИРОВА, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРОГРАММНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ЗАКАЗОВ**

На примере общества с ограниченной ответственностью ОртоВижн совершена оптимизация и автоматизация процесса обработки заказов, как следствие, снижен уровень временных затрат и человеческих ошибок.

Эффективность коммерческой деятельности во многом зависит от оперативного и качественного исполнения задачи. Основное направление деятельности ООО «ОртоВижн» – продажа ортокератологических линз на территории России.

Обработка одного заказа очень трудозатратна и вероятность совершения ошибки велика, так как продукт содержит большое количество артикулов, а их приходится вносить в программу 1С вручную. Для того, чтобы снизить фактор человеческой ошибки необходимо применение современных информационных систем. Поэтому для ООО «ОртоВижн» вопрос автоматизации процесса совершения заказов и отгрузки продукции со склада имеет ключевое значение.

Проведя информационно – аналитический обзор уже существующих аналогов [1], был выявлен список критерий для разработки новой системы с учетом специфики деятельности ООО «ОртоВижн».

В результате работы, был создан интернет-магазин [2], который имеет удобную навигацию для заказчиков. В том числе, создано и внедрено приложение для интеграции данных заказа с программой 1С [3] и автоматическое заполнение заказа покупателя, счета и товарной накладной. Благодаря этому, значительно сократилось время обработки заказа, и снизился фактор человеческой ошибки.

### *Список литературы*

1. Рябинков А. Н. Как мы разрабатывали интеграцию интернет-магазина с 1С// Хабрахабр. 2011. Статья 75.
2. Дари К.[Darie K.], Баланеску Э. [Balanescu E.]. PHP и MySQL. Создание интернет-магазина : пер. с англ. А. Молявко, изд 2-е -Москва: Вильямс, 2011. -450-486 с.
3. Гончаров Д. И., Хрусталева Е. Ю. Технологии интеграции "1С:Предприятия 8.2./ Д. И. Гончаров, Е. Ю. Хрусталева –Москва: 1С-Паблишинг, 2011. -163 с.



А.А. КАЩЕЕВ

Научный руководитель – В.И. КОШЕЛЕВ, д.т.н., профессор  
*Рязанский государственный радиотехнический университет*

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ПЕРЕДАЮЩЕГО ТРАКТА СИСТЕМЫ РАДИОЛОКАЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ

Приведены основные принципы реализации компьютерной модели передающего радиочастотного тракта (ПРТ) системы радиолокационного наблюдения (СРЛН). Рассмотрены основные задачи, решаемые компьютерной моделью ПРТ СРЛН.

На этапе проектирования передающего радиочастотного тракта системы радиолокационного наблюдения возникает необходимость исследования ее функционирования под влиянием различных факторов с целью определения параметров системы, обеспечивающих выполнение тактико-технических требований. Проводить достаточно полное теоретическое исследование подобной системы является затруднительным из-за сложности ее математического описания. Экспериментальные исследования, обеспечивающие получение исчерпывающей информации о системе, во многом не осуществимы на стадии разработки и связаны со значительными затратами времени и средств. Наиболее рациональным методом исследования в данном случае является применение имитационного моделирования на ЭВМ.

Функциональная схема ПРТ СРЛН представлена на рис. 1, где: ПСП – псевдослучайная M-последовательность длительностью 512 символов;  $u_{psp}$  – сигнал на выходе генератора ПСП;  $u_g$  – сигнал несущей частоты  $f_0$ ;  $u_{mod}$  – 2-х позиционный фазоманипулированный сигнал BPSK;  $u_{um}$  – сигнал на выходе усилителя мощности;  $u_{ant}$  – сигнал с выхода антенно-волноводного тракта;  $u_{vh}$  – сигнал на входе приемного устройства.

Здесь сигнал несущей частоты  $f_0$  поступает на вход модулятора BPSK и модулируется псевдослучайной M-последовательностью длительностью 512 символов (рис.1). Далее модулированная последовательность  $u_{mod}$  усиливается усилителем мощности с линейной амплитудной характери-

стикой в заданной полосе частот и передается на вход антенно-волноводного тракта (рис. 1).

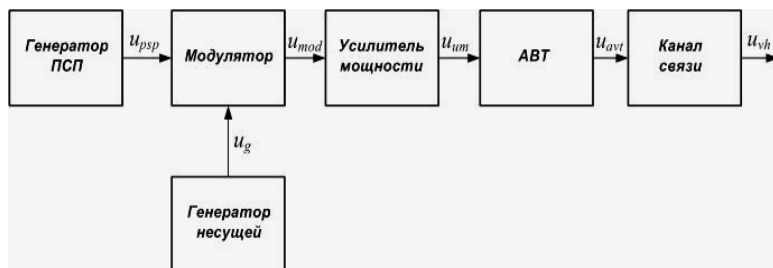


Рис. 1. Функциональная схема ПРТ СРЛН

В антенно-волноводном тракте сигнал  $u_{ит}$  усиливается антенной и передается в канал связи (рис. 1), где подвергается: воздействию шумов (предполагается наличие шума с нулевым математическим ожиданием); задержке; смещению несущей частоты на величину частоты Доплера; затуханию в свободном пространстве. Полученный сигнал поступает на вход приемного устройства  $u_{vh}$ .

Функциональная схема ПРТ СРЛН реализуется в виде компьютерной модели с использованием пакета прикладных программ имитационного моделирования Simulink в среде Matlab [1], позволяющей решать следующие задачи:

- генерирование несущего гармонического колебания и псевдослучайной M-последовательности; модуляция несущего гармонического колебания M-последовательностью с применением 2-х позиционной фазовой манипуляции сигнала (BPSK-сигнала);
- усиление BPSK-сигнала и его фильтрация полосовым фильтром Баттерворта;
- сложение BPSK-сигнала с шумом;
- моделирование затухания, задержки и изменения несущей частоты сигнала от движущейся цели в канале связи.

Каждый блок модели является настраиваемым, что обеспечивает ее гибкость и адаптацию под тактико-технические требования, предъявляемые к СРЛН. Также, возможность изменения форматов данных и применения функций в стиле языка программирования С позволяет интегрировать данную модель с другими моделями, разработанными в среде Matlab.

*Список литературы*

1. Дьяконов В.П., Круглов В.В. Математические пакеты расширения MatLab: специальный справочник. – СПб.: Питер, 2001. – 480 с.

И.П. МИТРЕЙКИН

Научный руководитель – С.А. ФИЛИППОВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ОРГАНИЗАЦИЯ НЕТВОРКИНГ НА ДЕЛОВЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ**

В тезисах рассмотрены мобильные приложения для организации нетворкинга (взаимодействия) людей на деловых мероприятиях.

Нетворкинг – это искусство установления взаимовыгодных деловых связей, направленных на то, чтобы с помощью круга друзей и знакомых максимально быстро и эффективно решать сложные жизненные задачи и бизнес-вопросы. Также, в сути нетворкинга лежит выстраивание доверительных и долгосрочных отношений с людьми и взаимопомощь. Одним из важнейших умений в бизнесе – способность налаживать новые контакты. [1]

Одним из мест, где нетворкинг может быть максимально эффективным, это деловые мероприятия, так как там собираются группы единомышленников. Разработчики мобильных приложений давно осознали этот факт. И попытались упростить взаимосвязь между людьми посредством:

- массового оповещения,
- просмотра информации о мероприятии,
- интерактивной карты мероприятия,
- текстового обмена сообщениями,
- управляемой анкеты.

Этот функционал реализован в таких популярных приложениях как: Attendify, myQaa, QuickMobile, Eventicious, Bizzabo, Конферометр. Тем не менее, современное развитие технологий и социальной среды говорит о востребованности следующего функционала:

- статус присутствия человека на конференции,
- просмотр информации о других участниках мероприятия,
- работа приложения без интернет-соединения,
- участие в соорганизации мероприятий (конференция 2.0).

Разработка мобильного приложения с указанным функционалом может вывести нетворкинг на новый уровень.

### *Список литературы*

Л.В. Бугаев. Мобильный нетворкинг. Как рождаются деловые связи. Питер, 2013

А.С. КОРНИЛОВ

Научный руководитель – В.Г. ГЕТМАНОВ, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ОЦЕНКА МОДУЛИРОВАННЫХ ЧАСТОТ ПУЛЬСАЦИЙ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ**

Предложено оценивать модулированные частоты пульсаций геомагнитного поля на основе решения задач построения скользящих локальных аппроксимационных полигармонических моделей.

Пульсационные режимы геомагнитного поля связаны с возбуждениями различной физической природы в магнитосфере Земли [1]. Геомагнитные пульсации - это, в общем случае, многочастотные колебания с модулированными частотными функциями в диапазоне, примерно, от единиц герц до единиц миллигерц и с модулированными амплитудными функциями с величинами от десятых долей до десятков-сотен нанотесла. Получение оценок модулированных частот геомагнитных пульсаций представляет интерес для магнитологов.

На сегодняшний день для оценивания частот геомагнитных пульсаций применяются методы дискретного преобразования Фурье и спектрально-временного анализа. Первый метод даёт усреднённые значения частот на больших интервалах времени и не позволяет оценить величины их флуктуаций. Второй метод, приспособленный к нестационарным случаям, иногда, может давать значительные погрешности в оценках.

Предложен метод оценивания модулированных частотных функций, основанный на построении скользящих локальных аппроксимационных полигармонических модельных функций, вычислении локальных кусочно-постоянных и кусочно-линейных оценок частот с последующим их взвешенным усреднением. Построение указанных локальных моделей, аппроксимирующих наблюдения геомагнитных пульсаций на локальных временных интервалах, сведено к процедурам оптимизационного поиска. Представлен пример оценивания частот для наблюдений сигналов двух-частотных пульсаций геомагнитного поля - «серпентинной» эмиссии [2].

### *Список литературы*

1. Клеймёнова Н.Г. Геомагнитные пульсации. Модели космоса./Ред. Панасюк М.И. М.: МГУ. Т.1. С. 511-627. 2007.
2. Гульельми А.В. Новый взгляд на происхождение геомагнитных пульсаций. //Природа. №4. С. 44-51. 1985.



К.С. САСОВ

Научный руководитель – С.А. ФИЛИППОВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА ВЕБ-СЕРВИСА КАРТОГРАФИРОВАНИЯ НЕЖИЛЫХ ОДНОЭТАЖНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО ПУТИ**

На основе ряда библиотек, использующих математические алгоритмы по поиску оптимального пути была разработана графическая оболочка и программные средства, позволяющие находить оптимальный путь между двумя точками в зданиях с непростыми архитектурными решениями.

Сегодня увеличивается число бизнес-центров, торговых центров, выставок, что весьма актуализирует решение задачи навигации в пределах этих помещений в силу постоянного изменения их геометрии. Поэтому, существует потребность в удобном сервисе, помогающим облегчить indoor навигацию.

Конечное решение состоит из двух компонент: программных средств, реализующих алгоритмы поиска оптимального пути [1] и средств, визуализирующих результаты работы. Так как, существует огромное множество открытого программного кода, реализующих такие алгоритмы, то было принято решение взять один из таких алгоритмов за основу и адаптировать его для поиска пути в помещениях со сложной архитектурой.

Научная новизна заключается в предлагаемом методе картографирования помещений, обеспечивающим быстрое создание карты на основе существующих планов и вычислении кратчайшего расстояния между двумя произвольно выбранными точками на карте.

В результате были проанализированы продукты, предлагающие набор библиотек и интерфейсов для работы с ними по поиску оптимального пути, по формальным критериям выбран один из таких продуктов и поверх него реализована графическая оболочка.

В итоге, получился веб-сервис, предлагающий пользователю удобный интерфейс по ориентированию внутри больших зданий и быстрому нахождению необходимых объектов.

*Список литературы*

1. Goldberg A.V., Harrelson C. Computing the shortest path: A\*-search meets graph theory // Proc. Sixteenth Annual ACM-SIAM Symp. on Discrete Algorithms, January 23-25, Vancouver, BC (2005).-P. 156—165.

С.Ю. РЕДЮК, А.Б.САТТАРОВ

Научный руководитель – А.Е. КОРОТКОВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

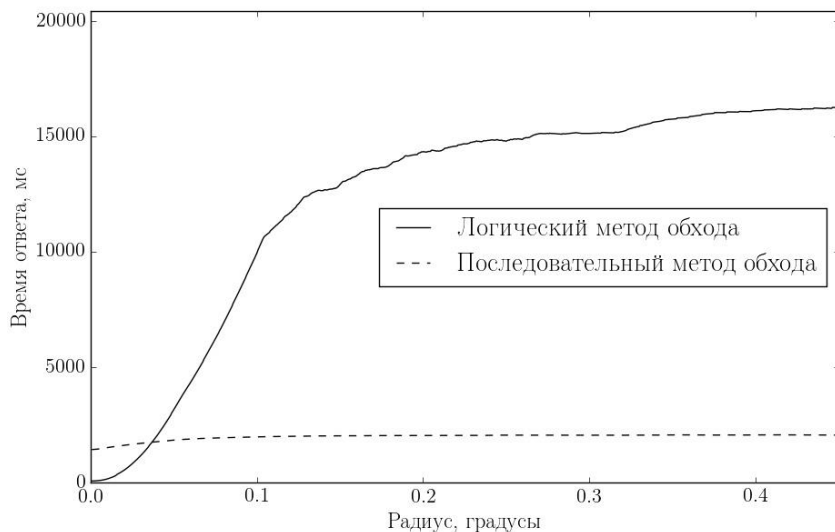
## **РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ОБХОДА GiST ИНДЕКСА В СУБД PostgreSQL**

Реализован альтернативный метод обхода GiST индекса[1], используемого в СУБД PostgreSQL, на основе последовательного обращения к внешней памяти. Оптимизация выполнения запросов к базе данных производится за счет сокращения среднего времени позиционирования считывающей головки жесткого диска.

В текущей версии СУБД PostgreSQL при сканировании любого индекса структура данных индекса обходится в логическом порядке[2]. Логический обход индекса с точки зрения ресурсов внешней памяти не является эффективным, так как при этом используется произвольный доступ к памяти, для которого не оптимизированы накопители на жестких дисках (применяемые повсеместно и являющиеся стандартными средствами хранения данных для большинства вычислительных машин). Поэтому в случаях, когда для выполнения запроса нужно прочитать значительную часть индекса, может быть более эффективно прочитать странички (ячейки памяти) на диске подряд в их физическом порядке (sequential index scan). Реализовать такую возможность мешает проблема конкурентного доступа[3]. Другими словами, есть шанс прочитать одни и те же данные два раза (“двойное чтение”) или не прочитать часть данных вообще (“потерянное чтение”).

В данной учебно-исследовательской работе представлено программное решение проблем такого рода. В ее результате был спроектирован алгоритм, сканирующий все странички, начиная с корневой, последовательно в их физическом порядке. Был сделан вывод, что реализованный алгоритм приводит к оптимизации за счет уменьшения количества системных вызовов seek операционной системы (позиционирования считывающей головки диска), а также времени произвольного доступа к данным на диске (random access time – среднее время, за которое производится позиционирование головки чтения/записи на произвольный участок магнитного диска).

На графике проиллюстрирован один из примеров, использованных в исследовании. Время выполнения запроса при логическом обходе зависит от количества удовлетворяющих этому запросу страничек. Последовательный обход индекса выполняется за константное время, которое зависит только от объема данных в базе. Проведенные эксперименты показали состоятельность предположения и эффективность алгоритма.



Стоит отметить, что альтернативными способами оптимизации обращений к внешней памяти являются грамотная настройка системы кэширования и хранение всей базы данных в оперативной памяти. Однако данные способы являются либо крайне дорогостоящими, либо алгоритмически сложными. Предложенный в работе метод — оптимальное решение, не требующее каких-либо дополнительных затрат.

В дальнейшем планируется реализовать метод последовательного обхода для btree индекса в СУБД PostgreSQL.

#### *Список литературы*

1. Kornacker M., Access Methods for Next-Generation Database Systems – 2000.
2. PostgreSQL 9.4.1 Documentation // PostgreSQL Global Development Group – 2015.
3. Hellerstein J. M., Naughton J. F., Pfeffer A., Generalized search trees for database systems. – September, 1995.

А.М. АЛЮШИН

Научный руководитель – Н.М. ЛЕОНОВА, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **УПРАВЛЕНИЕ СМАРТФОНОМ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ АЙТРЕКИНГА**

Данная работа посвящена разработке программно-аппаратного комплекса для мобильного устройства, который позволяет решать следующие задачи: распознавание лица человека на основании разработанного алгоритма сверяемых компонент и метода автоматической настройки контраста изображения при различной освещенности; выделение глаз на лице человека; фиксирование процесса моргания левого и правого глаза. Проведен ряд тестов, которые подтвердили правильность разработанных алгоритмов и их реализацию в мобильном устройстве.

В настоящее время существует ряд важных задач, связанных с технологией айтрекинга и идентификацией лица человека (причем первое неразрывно связано со вторым) [1, 2, 3], а именно выделение на лице глаз, рта, носа, и других основных характеристических черт. Данная задача находит огромное применение в различных областях науки и техники: в системах охраны (вход в защищенное помещение через распознавание лица), в медицине, в системах контроля за человеком (определение активности человека), управление персональным компьютером и т.п.

Существуют множество различных методов распознавания лица: LBP-метод, метод главных компонент, анализ “отличительных черт”, анализ на основе нейронных сетей, метод Виолы-Джонса. У каждого метода есть свои плюсы и недостатки. Что касается решения задачи айтрекинга, то, по сути, – это решение задачи распознавания глаз человека по информации с нескольких камер, направленных под различными углами к лицу человека. Большинство методов работают с бинарным изображением, и для качественной работы им нужна точная картинка, равномерно освещенная со всех сторон, что, в принципе, достаточно тяжело получить, поэтому требуются определенные алгоритмы, предназначенные для автоматического изменения контрастности изображения с целью наиболее полного анализа.

Именно поэтому в данной работе решались следующие задачи:

– разработка алгоритмов распознавания лица и глаз человека на основании алгоритмов, основанных на сверяемых компонентах [2];

- разработка методов автоматической настройки контраста изображения при различной освещенности;
- реализация начального этапа технологии айтрекинга, а именно, фиксация моргания глазами;
- разработка программно-аппаратного комплекса для работы на мобильном устройстве на операционной системе android, позволяющего распознавать глаза на лице человека, используя переднюю камеру небольшой разрешающей способности.

Основными достоинствами данного подхода являются: низкие требования к вычислительным ресурсам, использование всего одной камеры, что позволит работать данной программе на мобильных устройствах, и как следствие, – возможность широкого внедрения программы.

Таким образом, основными результатами проведенных исследований на данном этапе являются:

- 1) на основе созданной математической модели разработан алгоритм, лежащий в основе подготовленного программного обеспечения, которое позволяет распознавать глаза на лице человека, а также процесс моргания с различной освещенностью, что, в свою очередь, достигается использованием адаптивно подбираемым порогом бинаризации изображения;
- 2) разработано программное обеспечение для мобильного телефона с небольшой разрешающей способностью (от 0.3 до 1.2 Мп) и невысокопроизводительным процессором, которое дает возможность распознавать лица, в частности, глаза на лице, и анализировать изменение этих глаз (на первом этапе анализировался процесс моргания);
- 3) проведены эксперименты, показавшие достаточно высокую производительность программы.

*Список литературы*

1. Safonov, I. Gartsev, J. Seppanen, O.Tishutin, M.Pikhletsky and M.J.A. Bailey “An approach for benchmarking of activity recognition”, Proc. of 11<sup>th</sup> Int. conf. “Pattern Recognition and Image Analysis: new information technologies”, Vol. 2, pp. 457-460, 2013.
2. Zhao, W., and R. Chellappa. “Image-based Face Recognition: Issues and Methods”, 2002

А.М. АЛЮШИН

Научный руководитель – С.В. ДВОРЯНКИН, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **АУДИОМАРКИРОВАНИЕ НОСИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ**

Разработаны алгоритмы представления изображений динамических спектрограмм или речевой подписи (РП) для применения в качестве особых штриховых маркеров для защиты документов и изделий от фальсификации и подделок. Разработан сайт, с помощью которого пользователь может сформировать графический образ речевого сообщения (РС), содержащего основные сведения о защищаемом продукте, с последующим размещением такого аудиомаркера на поверхности носителя защищаемой информации. Подготовлено программное обеспечение (ПО) для мобильных телефонов, способное распознать и озвучить РП.

В настоящее время существует ряд важных задач, связанных с повышением защищенности информации и продукции от подделок и контрафакта. Например, повышением защищенности бумажных документов (договоров, спецификаций, ценных бумаг и т.п.), объем оборота которых, несмотря ни на что, не уменьшается [1, 2, 3].

Те способы, которые используются в настоящее время для проверки подлинности, не идеальны и могут быть симитированы. Ни для кого не секрет, что можно подделать подпись, стоящую под документом, водяные знаки, несанкционированно использовать печать и т.д., и т.п. Значительно повысить защищенность документов от подделки позволяет как применение технологий, основанных на личных биометрических данных человека, поскольку они сугубо индивидуальны, так и использование информационной связи между маркером и защищаемым текстом, при которой изменение текста приводит к изменению маркера и наоборот. В этой области одной из новых универсальных и экономичных технологий является использование РС в качестве своеобразных аудиомаркеров, смысловое содержание которых, понимаемое после их озвучивания, связано с защищаемым документом, а уникальные голосовые признаки подтверждают авторство его исполнителя [1].

Предлагаемый способ защиты заключается в следующем. В конец или любое другое место текстового документа добавляется рисунок речевой подписи. Как правило, это изображение узкополосной спектрограммы речевого сигнала, обрамленное контурами границ, которое можно отсканировать или снять на камеру мобильного телефона для распознавания, синтеза и озвучивания. Как уже отмечалось, в РП может храниться неко-

торая важная, значимая информация, связанная с исходным текстом таким образом, что изменение основной части текста должно повлечь за собой изменение речевой подписи, что сделать без автора (исполнителя) этого документа невозможно. На рисунке 1 приведен пример речевой подписи.

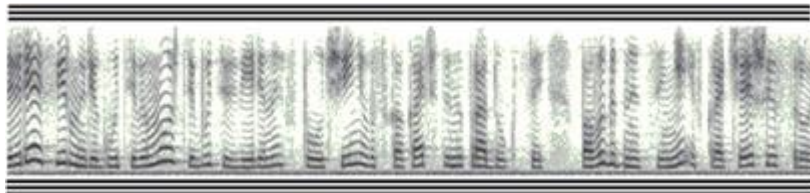


Рис. 1. Пример аудиомаркера с речевым сообщением длительностью 12 с

На данном этапе проведенных исследований удалось достичь следующих результатов:

- 4) Разработаны алгоритмы создания и обработки РП и подготовлено соответствующее ПО в виде:
  - сайта, позволяющего формировать графический образ речевого сообщения в виде аудиомаркера для его размещения на документе;
  - приложения для мобильного телефона и компьютера, позволяющего распознать и озвучить такие маркеры с РП.
- 5) Проведены эксперименты, продемонстрировавшие работоспособность ПО, которое при частоте 30 fps и размере кадра 408x306 с использованием фильтров шумов и фильтров сглаживания на телефоне с частотой процессора 1,2 GHz работало без задержек (время обработки для последующего озвучивания изображения типового аудиомаркера с РП типа рис.1 не превышало 0,3 с.).

*Список литературы*

1. Дворянкин С.В. Речевая подпись. М. РИО МТУСИ, 2003. -184 с.
2. Алюшин В.М. Цифровая обработка изображений динамических сонограмм для нейтрализации спектральных искажений речевой информации. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 2014.
3. Алюшин В.М., Дворянкин С.В. Метод реконструкции гармонической структуры спектральных описаний искаженной шумами и помехами речи// Известия института инженерной физики, 2013. Т.2. № 28. – С. 57-62.

А.М. АЛЮШИН

Научный руководитель – И.В. САФОНОВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА ДВИЖЕНИЙ И КОМПЬЮТЕРНАЯ 3D-ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

Данное исследование посвящено разработке программно-аппаратного комплекса для анализа характера движений человека, а также созданию 3D-анимации кинематической модели человека. Работа комплекса основывается на использовании таких датчиков движения как гироскоп и акселерометр. Анимация выполняется в 3D-пространстве с использованием параллельного программирования. Сигналы датчиков обрабатываются альфа-бета фильтром сглаживания и фильтром для подавления шума. Программная часть реализована в разных вариантах: первый создает анимацию, исходя из известных данных о модели движения человека (идет, стоит, бежит, прыгает и др.), а второй вариант подразумевает автоопределение характера движения по получаемым данным с датчиков движения и последующую визуализацию модели движения человека. Проведен ряд тестов на реальных моделях человека. Полученные результаты подтвердили правильность разработанных алгоритмов.

В настоящее время существует ряд важных задач, связанных с определением активности человека. Одной из таких задач является точное воспроизведение движений человека, использующихся в системах виртуальной реальности, в робототехнике, в разработке человеко-подобных роботов. При решении таких задач с целью точного описания движений основных частей тела человека, к нему прикрепляются специальные датчики, такие как акселерометры и гироскопы, количество которых может достигать сотни штук. Прикрепить к человеку такое большое количество датчиков достаточно сложно, поэтому целью данной работы является создание модели и программного обеспечения, позволяющего воспроизвести анимацию с учетом априорных знаний о взаимосвязи параметров движения основных частей тела на основании показаний 1-3 датчиков движения. В таком случае, конечно, ошибка точности полученных результатов увеличится по сравнению с результатами тех работ, в которых использовалось большое количество датчиков, поэтому в данной работе решались задачи, связанные с минимизацией ошибки определения координат перемещения человека. В качестве датчиков использовались смартфоны, наручные android-часы и т. д.

Таким образом, основными результатами проведенных исследований на данном этапе являются:



- б) проведен анализ поставленных задач и показано, что использование всего лишь 1-3 датчиков дает возможность определить параметры движения тех частей тела человека, на которые не прикреплены датчики, априорно зная характер движения человека (переминания с ноги на ногу, стояние на месте, ходьба обычным шагом, ходьба строевым шагом, бег, прыжки). Так, например, для бега достаточно использовать 2 датчика;
- 7) на основе созданной математической модели разработан алгоритм, лежащий в основе подготовленного программного обеспечения, которое позволяет воспроизводить анимацию кинематической модели человека с использованием до 8 датчиков движения, фильтра сглаживания и оптимизационного шумового фильтра в реальных и ускоренных масштабах времени (до 10 мл) и с изменяющейся точкой обзора анимации. Разработанное программное обеспечение позволяет работать в двух режимах, первый из которых включает в себя задание пользователем характера движения, а второй подразумевает автоопределение характера движения на основе анализа данных с определенной погрешностью.
- 8) Намечены задачи, которые планируется решить на следующих этапах:
  - подготовка программного обеспечения под операционные системы мобильных устройств;
  - развитие модели в направлении классификации двигательной активности человека и жестов [1], а также персональной навигации [3];
  - комбинирование данных об ориентации и движении с видео для задач дополненной реальности.

*Список литературы*

1. Safonov, I. Gartsev, J. Seppanen, O.Tishutin, M.Pikhletsky and M.J.A. Bailey “An approach for benchmarking of activity recognition”, Proc. of 11<sup>th</sup> Int. conf. “Pattern Recognition and Image Analysis: new information technologies”, Vol. 2, pp. 457-460, 2013.
2. Eli Brookner: Tracking and Kalman Filtering Made Easy, 1998.
3. Голован А.А., Панёв А.А., Некрасов В.В., Баранов Э.В., Гусев А.П., Смирнов А.С. О навигации внутри помещений с использованием грубой БИНС и данных о мощности wi-fi сигналов. Сборник статей XX Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным навигационным системам, 2013.

А.А. ПАСТУШКОВА

Научные руководители – В.В. ДАНЬШИН, ассистент

Е.В. ЧЕПИН, к.т.н., доцент

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ СТАБИЛИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ**

В данной работе рассмотрена система, моделирующая полет различных типов летательных аппаратов с заданными алгоритмами управления. В качестве таких алгоритмов предложены способы управления беспилотными летательными аппаратами без использования PID-регуляторов, за счет чего отпадает необходимость в подборе значений коэффициентов PID-регуляторов при различных режимах полета.

В современном мире беспилотные летательные аппараты получают все большее распространение. Они используются как в военных целях, например, разведка местности, так и в гражданских, например, доставка товаров. Под термином «БПЛА» понимается летательный аппарат без экипажа на борту, оснащенный двигателем, способный нести нагрузку для выполнения целевой функции [1]. По сравнению с обычными летательными аппаратами БПЛА дешевле в эксплуатации, имеют более высокие функциональные возможности, а также БПЛА более мобильны и оперативны.

Основным блоком БПЛА является автоматический полетный контроллер, называемый автопилотом. Автопилот относится к алгоритмам управления низкого уровня, он поддерживает постоянными значения углов крена, рысканья и тангажа, скорости полета, высоты и курсового направления полета [2] (рис. 1).



Рисунок 1. Взаимодействие автопилота и БПЛА

В настоящее время в качестве автопилота успешно используются PID-регуляторы [3, 4]. С их помощью регулирование осуществляется путем

минимизации значения ошибки, получаемого путем вычитания сигнала обратной связи из значения стабилизации. Недостатком PID-регуляторов является необходимость изменения параметров для различных условий полета летательного аппарата в целях получения корректных результатов. В данной работе предложен автопилот с тремя режимами управления БПЛА без использования PID-регуляторов.

Автопилот можно разделить на три подсистемы: система пилотирования, система команд и заложенные алгоритмы перемещения. Система пилотирования реализует непосредственное взаимодействие человека и БПЛА. С помощью системы команд человек взаимодействует с БПЛА через определенные сигналы. Алгоритмы перемещения реализуют движение летательного аппарата по точкам заданного маршрута.

Проверка работоспособности автопилота на реальных летательных аппаратах требует больших затрат, как временных, так и финансовых. Для данной цели была разработана система, моделирующая полет летательных аппаратов с заложенным в них автопилотом, написанная на языке Processing (рис. 2).

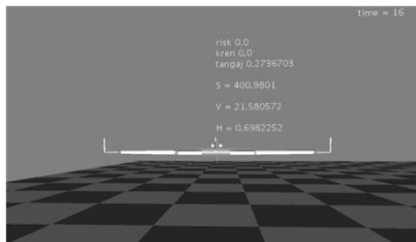


Рисунок 2. Система, моделирующая полет БПЛА с автопилотом

Эта система позволяет моделировать алгоритмы управления и стабилизации различных типов летательных аппаратов, таких как коптеры, самолеты, парапланы, и т.д. При использовании данной системы нет риска повреждения летательного аппарата, а также уменьшается время исправления ошибок, обнаруженных в ходе тестирования автопилота.

#### *Список литературы*

1. Красильщиков М.Н., Себряков Г.Г. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных летательных аппаратов, ФИЗМАТЛИТ, 2009.
2. Рэндал У. Биард, Тимоти У.МакЛэйн "Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика", ТЕХНОСФЕРА, 2015 г., – 312 с.
3. Ali M. Farid, S. Masoud Barakati "UAV Controller Based on Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System and PID", University of Sistan and Baluchestan, Zahean, Iran, 2013 г., – 10 с.
4. B. Kada, Y. Ghazzawi "Robust PID Controller Design for an UAV Flight Control System", World Congress on Engineering and Computer Science, USA, 2011 г., – 6 с.

В.Р. ПУЩАЕНКО

Научный руководитель – В.Г. ГЕТМАНОВ, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ФИЛЬТРАЦИЯ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ В НАБЛЮДЕНИЯХ ВЕКТОРНЫХ МАГНИТОМЕТРОВ**

Предложен метод фильтрации систематических погрешностей в наблюдениях векторных магнитометров на основе совместной обработки наблюдений системы векторный-скалярный магнитометр.

Магнитные обсерватории, входящие в систему INTERMAGNET [1], оснащаются системами приборов, состоящими из векторных магнитометров, в наблюдениях которых имеют место медленно изменяющиеся систематические погрешности, и скалярных магнитометров, в наблюдениях которых, практически, отсутствуют систематические погрешности.

Предлагается метод фильтрации систематических погрешностей на основе совместной обработки наблюдений от векторного и скалярного магнитометров, сводящийся к оптимизации специального функционала. Пусть  $H_1(Ti)$ ,  $H_2(Ti)$ ,  $H_3(Ti)$  - наблюдения с систематическими погрешностями компонент от векторного магнитометра,  $H_0(Ti)$  - наблюдения модуля от скалярного магнитометра,  $i = 0, 1, \dots, N-1$ . Модели систематических погрешностей  $c_1, c_2, c_3$  принимаются в виде констант. Формируется специальный функционал  $S(c, H)$ , фильтрация реализуется на основе вычислений оценок  $c^\circ$

$$S(c, H) = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{s=1}^3 ((H_s(Ti) - c_s)^2 - H_0^2(Ti))^2, \quad c^\circ = \arg\{ \min_c S(c, H) \}.$$

Ввиду неквадратичности специального функционала, его оптимизация реализуется поисковым методом [2].

Предварительный анализ результатов предложенного метода фильтрации показал его удовлетворительную эффективность.

### *Список литературы*

1. Международная система INTERMAGNET. <http://www.intermagnet.org>.
2. Моисеев Н.Н., Иванилов Ю.П., Столярова Е.М. Методы оптимизации.- М.: Наука. 1978.

Г.И. ИВАНОВ

Научный руководитель — В.Г. ГЕТМАНОВ, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## ПРЕДВЕСТНИКИ ГЕОМАГНИТНЫХ БУРЬ НА ОСНОВЕ ОБОБЩЁННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ДЛЯ СИГНАЛОВ SUDDEN COMMENCEMENT

Рассматриваются предвестники геомагнитных бурь (ГМБ) на основе обобщённых производных для сигналов Sudden Commencement (SC). Для вычисления обобщённых производных предлагается двухэтапная фильтрация.

Использование производных SC-сигналов геомагнитного поля для формирования предвестников ГМБ вполне оправдано: указанные сигналы представляют собой импульсы с крутыми фронтами.

Пусть  $H_{1p}(Ti)$ ,  $H_{2p}(Ti)$ ,  $H_{3p}(Ti)$ ,  $H_{0p}(Ti)$  - компоненты и модуль вектора напряжённости геомагнитного поля для временного интервала с SC,  $i = 0, \dots, N - 1$ , где  $p = 1, \dots, P_0$  - номер обсерватории. На первом этапе фильтрации вычисляются оценки производных  $\dot{H}_{rp}^\circ(Ti)$  для компонент и модулей векторов напряжённости геомагнитного поля,  $r = 0, 1, \dots, 3$ , которые реализуются с помощью КИХ-фильтра, где  $a_s$  -весовые коэффициенты

$$\dot{H}_{rp}^\circ(Ti) = \sum_{s=0}^k a_s H_{rp}(T(i-s)), i = k, \dots, N - 1.$$

На втором этапе фильтрации производится вычисление обобщённой производной  $\dot{H}^\circ(Ti)$  в виде следующей суммы

$$\dot{H}^\circ(Ti) = \frac{1}{4P_0} \sum_{p=1}^{P_0} \sum_{r=0}^3 \dot{H}_{rp}^\circ(Ti), i = k, \dots, N - 1.$$

Предварительный анализ результатов фильтрации показал, что вычисленные обобщённые производные могут обеспечить, при определённых обстоятельствах, в достаточной степени эффективные предсказания ГМБ.

Г.И. ИВАНОВ

Научный руководитель — В.Г. ГЕТМАНОВ, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АНАЛИЗА СИГНАЛОВ SUDDEN COMMENCEMENT И ГЕОМАГНИТНЫХ БУРЬ**

Рассматривается Matlab-программный комплекс, предназначенный для анализа сигналов с Sudden Commencement (SC) и геомагнитными бурями (ГМБ). Используется архив магнитограмм международной системы INTERMAGNET и архив дат SC международного центра данных (МИЦД). Реализуется визуализация сигналов SC и ГМБ с последующим обеспечением их цифровой обработки.

Предсказание ГМБ является актуальной задачей геофизики. Внезапно возникающие SC-сигналы в виде импульсов с крутыми фронтами или скачков в наблюдениях векторов напряженности геомагнитного поля Земли могут служить предвестниками ГМБ за 6-12 часов до её начала. SC-сигналы и сигналы ГМБ имеют схожую физическую природу и связаны друг с другом.

Рассматриваемый Matlab-программный комплекс SCDA (Sudden Commencement Data Analyzer) предназначен для формирования системы магнитограмм с SC и возможными последующими ГМБ от набора магнитных обсерваторий и основывается на архиве магнитограмм от [1] и архиве дат событий SC от [2].

Комплекс SCDA обеспечивает формирование системы магнитограмм в виде файлов с записями компонент вектора напряжённости геомагнитного поля. В функции SCDA входит визуализация и обеспечение последующей цифровой обработки компонент и модуля вектора напряжённости геомагнитного поля.

Для функционирования комплекса SCDA предполагается задание даты SC, названия обсерватории, начального и конечного времён наблюдения магнитограммы, соотнесённые соответствующим образом с информацией о SC.

На рис. 1 изображён входной интерфейс комплекса SCDA с окнами ввода информации и управляющими кнопками. Определено время SC-2011.12.18 19ч.03мин., выбрана магнитная обсерватория Abisko, назначено начальное и конечное время для анализа –day before-0, day after -0, таким образом- в данном случае длительность интервала времени рас-

смотрения сигнала магнитограммы составляет 24 часа (1440 точек для минутной дискретизации), после чего данные загружаются в память (Load data) и, в последующем, при необходимости, извлекаются из памяти (Get data).

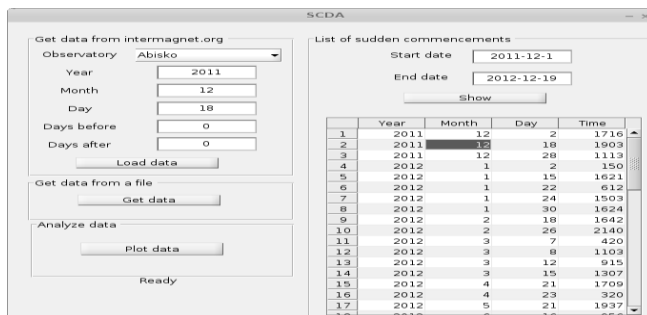


Рис.1. Входной интерфейс комплекса SCDA

На рис.2. помещено изображение выходного интерфейса с окнами, в которых содержатся результаты визуализации компонент и модуля вектора напряжённости геомагнитного поля с курсором, который отмечает время возникновения SC.

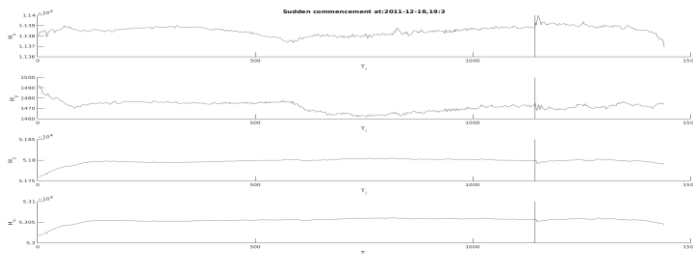


Рис.2. Выходной интерфейс комплекса SCDA

Комплекс SCDA является эффективным программным инструментом для реализации обработки методов и алгоритмов SC-распознавания предвестников геомагнитных бурь.

#### Список литературы

- 1.Международная система INTERMAGNET. <http://www.intermagnet.org>.
- 2.Международный центр данных по солнечно-земной физике. <http://www.wdcb.ru>.

А.Б. САТТАРОВ, С.Ю. РЕДЮК

Научный руководитель – С.Н. СЫРОЕЖКИН, ассистент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА МАРШРУТИЗАЦИИ В БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ**

На основе муравьиного алгоритма построен алгоритм маршрутизации данных в беспроводной сенсорной сети, равномерно распределяющий энергопотребление сети между всеми узлами, что приводит к увеличению ее отказоустойчивости и общего времени жизни.

В МИФИ на кафедре «Информационные технологии в социальных системах» на основе муравьиного алгоритма был спроектирован и реализован алгоритм маршрутизации в беспроводной сенсорной сети (БСС).

Основной задачей являлась разработка алгоритма, способного доставлять пакеты от узлов до шлюза таким способом, чтобы:

- доставка пакетов требовала минимальных энергозатрат для узлов;
- БСС была отказоустойчивой;
- полученная информация была актуальной на всем покрытии.

Выбранным путем решения данной задачи было построение алгоритма, учитывающего заряд аккумулятора каждого узла, участвующего в передаче пакета до шлюза, используя узлы как ретрансляторы[1]. Такой метод построения пути приводит к увеличению ее времени жизни и каждого узла в частности, что позволяет получать актуальную информацию на всем покрытии сети.

Алгоритм реализован и протестирован в среде симуляции TOSSIM. Однако, в выбранной среде не производилась симуляция помех[2] при передаче пакетов, а условия в действительности не такие идеальные, как в проведенном тестировании. Поэтому, алгоритм нуждается в дополнительном исследовании: следует добавить помехи при передаче пакета и спонтанный выход из строя некоторых узлов, чтобы проверить работу алгоритма в условиях, близких к действительным.

### *Список литературы*

1. Sandeep Chaurasia, Saima Khan, Sudesh Gupta //«International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)», Voume 4 Issue 8, August 2015.
2. E. Egea-López, J. Vales-Alonso, A. S. Martínez-Sala, P. Pavón-Mariño, J. García-Haro//«Simulation Tools for WSN», 2005 // Summer Simulation Multiconference – 5 p



Л.И. СКИТЕВА

Научный руководитель – В.Л. УШАКОВ, к.биол.н., доцент  
*НИИ «Курчатowskiй институт», Москва*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ФАЗОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА**

Проведено сравнение методов расчета фазовой синхронизации динамик магнитоэнцефалографических данных, применяемых при выявлении функционально связанных нейронных ансамблей.

В нейробиологии различают локальную и фазовую синхронизации (ФС). Периодическая активность внутри кластеров нейронов, проявляющаяся в виде регистрируемых физическими методами осцилляций, называется локальной синхронизацией. При ФС у таких макроосцилляций пространственно удаленных кластеров наблюдается определенная стабильность сдвига фаз. Выявление ФС является одним из возможных способов динамического объединения распределённых кластеров нейронов в функционально когерентные ансамбли [1].

Существует несколько методов определения пространственных, частотных и временных параметров сигналов для оценки ФС: преобразование Фурье, Вейвлет-анализ, преобразование Гильберта, фазовая синхронизация (PLV—Phase Locking Value), мнимая часть когерентности ( $\text{ImC}$ —Imaginary component of the Coherency), величина асимметрии фазовых сдвигов (PLI — Phase Lag Index), взвешенная величина асимметрии фазовых сдвигов ( $w\text{PLI}$ —weighted Phase Lag Index) [2].

В данной работе был разработан алгоритм определения фазовой синхронизации временных динамик источников активности головного мозга методами PLV, PLI,  $w\text{PLI}$ . Алгоритм был реализован на языке MatLab и апробирован на модельном эксперименте. Проверка работы программы осуществлялась на смоделированных сигналах, имеющих различную фазовую синхронизацию. Данные, на которых проводилось тестирование, имели частоту дискретизации 1 кГц, длительность сигналов 2 сек и частоту в диапазоне от 1 до 85 Гц, что соответствует параметрам сигналов магнитоэнцефалографии (МЭГ), которые имеют одно из самых больших временных разрешений для неинвазивного анализа активности головного мозга. Далее алгоритм был адаптирован к применению на реальных данных МЭГ. Полученные результаты апробации алгоритма для всех методов

PLV, PLI, wPLI соответствовали априори установленным условиям. Преимущества методов PLI и wPLI в том, что оценка фазовой синхронизации с их помощью, в наименьшей степени зависит от наличия общих источников (объема проводимости или активных электродов в случае ЭЭГ), а так же учитывает небольшие фазовые задержки, которые обусловлены строением нейронов [3]. Весом метода wPLI является мнимая часть кросс-спектра, которая дает наибольший вклад при фазовом сдвиге близком к  $\frac{\pi}{2}$

и делает этот метод более чувствительным. Следовательно, наилучшим методом оценки ФС из сравниваемых является метод wPLI (см. рис. 1).

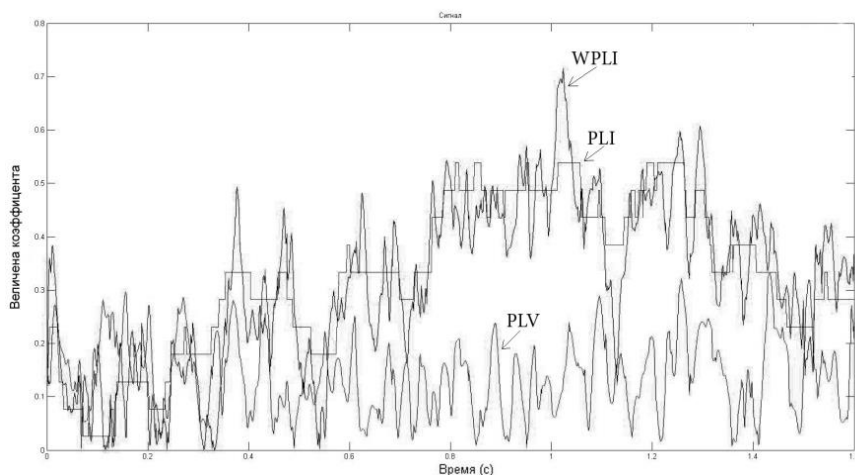


Рис. 1. Временная зависимость wPLI, PLI и PLV, рассчитанная для динамик двух сенсоров МЭГ, фильтрованных в бета-диапазоне (14-30 Гц).

#### Список литературы

1. P. Fries, et al., Neuronal Gamma-Band Synchronization as a Fundamental Process in Cortical Computation, Annual Review of Neuroscience, 2009, 32, p. 209-224.
2. R.E. Greenblatt, et al., Connectivity measures applied to human brain electrophysiological data, Journal of Neuroscience Methods, 2012, 207, p. 1-16.
3. C. Stam, et al., Phase Lag Index: Assessment of Functional Connectivity From Multi Channel EEG and MEG With Diminished Bias From Common Sources, Human brain mapping , 2007 , 28, p. 1178-1193.

А.С. ВИШНЯ, Е.В. НЕМУРОВ

Научный руководитель – А.В. ЛЕБЕДЕВА, аспирант  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ТРУДОЕМКОСТИ И СРОКОВ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВАНИИ ГОСТ И МЕТОДА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТОЧЕК**

В рамках данного исследования производился анализ существующих методов оценки стоимости и трудоемкости проектов, а также была разработана оригинальная модель оценки, основанная на методе функциональных точек и ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания».

Сегодня наблюдается активный рост высоко бюджетных проектов в области разработки программного обеспечения. Подобные проекты, как правило, сопровождаются множеством рисков и непредвиденных ситуаций. В связи с этим актуальным становится задача оценки экономических параметров проекта на его ранних этапах.

На сегодняшний день существуют различные методики для проведения оценки стоимости и трудоемкости проектов по разработке программного обеспечения. Но, к сожалению, существующие модели обладают рядом недостатков, которые не позволяют рассматривать все ресурсы во взаимосвязи, а также не позволяют контролировать и оценивать проект на любой стадии жизненного цикла разработки.

В связи с этим в рамках данной работы была разработана оригинальная методика расчета экономических параметров в проектах по созданию программного обеспечения, основанная на методе функциональных точек и ГОСТ 34.601-90. Использование методики ГОСТ позволяет наиболее точно выявлять требования и функции, что обеспечивает полноту предметной области и позволяет получать наиболее точные результаты оценки.

### *Список литературы*

1. Липаев В.В. Техничко-экономическое обоснование проектов сложных программных средств// Москва Синтег, 2004 – 284 с.
2. ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания».

Д.Н. ОСТРОВСКИЙ, Д.М. ТЕРЕХОВА

Научный руководитель – Н.М. ЛЕОНОВА, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ПОДГОТОВКИ КОМПЛЕКТОВ КОНТРОЛЬНО-ТЕСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И АНАЛИЗА ИХ КАЧЕСТВА ДЛЯ АДАПТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ**

Рассматриваются вопросы создания инструментальных средств преподавателя-методиста, предназначенных для подготовки комплектов контрольно-измерительных материалов (КИМ) и формирования фондов оценочных средств (ФОС) на основе экспертной оценки и обработки результатов их применения методами математической статистики. Приведены требования к функционалу разрабатываемых инструментов, методы и алгоритмы расчета экспертных оценок и статистических характеристик КИМ. Предложены алгоритмы формирования комплектов КИМ и ФОС для различных форм, способов и условий проведения измерений. Инструментарий создается для методиста-разработчика контрольно-тестовых материалов и оценочных средств и предназначен для использования в компьютерной адаптивной информационно-образовательной среде.

В настоящее время КИМ и ФОС являются неотъемлемой частью комплексов учебно-методического обеспечения образовательной деятельности. В вузе их разработка ведется научно-педагогическими кадрами в рамках учебно-методической работы. Для подготовки качественных измерительных материалов и оценочных средств преподаватель-методист на этапе разработки новых материалов осуществляет их экспертное оценивание, а на этапе апробации и внедрения проводит их корректировку и усовершенствование. При этом он решает задачи обработки экспертных оценок и анализа результатов экспертизы, проведения исследования характеристик и показателей контрольно-тестовых материалов методами математической статистики. Только в этих условиях могут быть созданы стандартизованные КИМ, пригодные для получения достоверной оценки учебных результатов.

Большинство современных компьютерных обучающих систем и информационно-образовательных сред, относящихся к классу eLearning, позволяют использовать разнообразные электронные КИМ при проведении контрольных мероприятий и оценивания средствами ФОС. Однако лишь немногие из них содержат инструменты обработки данных экспертизы и статистического анализа характеристик измерительных матери-

лов и оценочных средств. Практически отсутствуют eLearning-системы, включающие в себя развитые средства статистической обработки данных. Преподаватели-методисты для проведения необходимых расчетов вынуждены пользоваться инструментами сторонних разработчиков, при этом их квалификация должна позволять им как применять различные методы обработки данных, так и использовать математические пакеты прикладных программ.

Поэтому актуальной является разработка инструментальных средств методиста, встроенных в электронную образовательную среду eLearning, связанных с базами КИМ и ФОС, имеющих развитый набор инструментов и удобные пользовательские интерфейсы.

Рассмотрим применение такого средства в аспекте работы методиста с контрольно-тестовыми материалами. Данные, характеризующие поведение испытуемого, собранные в подобной eLearning-среде служат основой для определения характеристик тестовых заданий (ТЗ) и контрольных вопросов (КВ), из которых они состоят. Расчет статистических параметров каждого КВ по выборке испытуемых позволит, используя разрабатываемый инструментарий, определить такие показатели ТЗ как однородность, надежность, валидность, дифференцирующая способность и др. Для этого можно пользоваться различными методиками и алгоритмами, включая методы Item Response Theory (IRT), с учетом условий проведения измерений [1].

К набору основных функций создаваемых средств относятся, в частности, создание и редактирование существующих ТЗ как комплектов КВ с заданием последовательности и правил их предъявления; добавление/удаление КВ с учетом изменения статистических характеристик ТЗ; подбор КВ для формирования различных вариантов одного ТЗ, обладающих одинаковыми статистическими параметрами. В целях повышения наглядности предусматривается возможность визуализации (графики, диаграммы) статистических характеристик ТЗ и КВ в реальном времени.

Применение разрабатываемых средств способно существенно упростить подготовку комплектов ТЗ для проведения компьютерного адаптивного тестирования и организации режимов адаптивного управления процессом обучения в информационно-образовательной среде [2].

#### *Список литературы*

1. Крокер Л., Алигна Дж. Введение в классическую и современную теорию тестов. – М.: Логос, 2012.
2. Иващенко А.А., Густун О.Н. Применение веб-технологий для реализации функций адаптивного управления в eLearning-системах. // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. Аннотации докладов. В 3 томах. Т. 3. – М.: НИЯУ МИФИ, 2015.

Н.В. БУДАРАГИН

Научный руководитель – Н.М. ЛЕОНОВА, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ВЕБ-СРЕДЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ SPACEL**

Рассматриваются вопросы применения в веб-среде принципов, заложенных в SPACEL-технологии адаптивного управления процессом обучения. Приводятся функциональные возможности создаваемой информационно-образовательной веб-среды, пути и способы их реализации.

Модель процесса обучения включает в себя три компоненты — преподаватель, обучаемый и учебно-методическая компонента, которые взаимодействуют с помощью информационных потоков различной интенсивности. Современные системы eLearning в той или иной степени переносят сами объекты или способы их взаимодействия в электронную среду. Компьютерные системы позволяют решать задачи управления процессом обучения, но в существующих системах eLearning такое управления либо отсутствует, либо его правила довольно упрощены.

Технология SPACEL (Structured Parametric Adaptive Control of eLearning) позволяет использовать методы теории управления для социальных объектов и процессов, в частности для eLearning обучения [1]. Адаптивное структурно-параметрическое управление позволяет осуществлять управление в условиях недостаточной информации, при этом учитываются данные о предыдущих состояниях обучаемых и их динамике. Организация такого управления требует реализации обратной связи между блоком управления и обучаемым, для которой проводится измерение скрытых (латентных) параметров объектов. Применение методов IRT (Item Response Theory) позволяют получать оценки учебных достижений и качества контрольно-измерительных материалов (КИМ) с заданной точностью. При этом часть функций преподавателя, связанных с управлением, выполняет компьютер. В результате интенсивность взаимодействия компонент процесса обучения не меняется, а преподаватель, избавленный от выполнения рутинных операций, получает больше времени для выполнения других профессиональных функций (например, связанных с творческой работой).

Использование Интернет-технологий переносит часть взаимодействия между компонентами процесса обучения в веб-среду, а часть задачи

управления процессом обучения выполняет компьютер [2]. При этом повышается уровень индивидуализации траекторий обучения. Для реализации SPACEL-технологии решаются следующие задачи: сбор, хранение и анализ детальной информации о ходе процесса обучения для каждого обучаемого; получение оценок уровней подготовленности обучаемых с учетом характеристик преодоленных ими познавательных барьеров и потраченных на это усилий; оценка показателей качества имеющихся КИМ с заданным уровнем достоверности; формирование познавательных барьеров в соответствии с необходимым уровнем сформированности знаний, умений, навыков; классификация объектов обучения в соответствии с заданным набором признаков; отслеживание и анализ динамики изменения состояний объектов в процессе обучения.

Разрабатываемая информационно-образовательная веб-среда обладает следующим функциональностью: детальный мониторинг действий обучаемых и его использование для получения более полной информации о ходе процесса обучения; проведение педагогических измерений достаточной точности и статистическая обработка данных в реальном времени; формирование комплектов задач и заданий с требуемыми характеристиками; адаптивное управление процессом обучения; аналитическая обработка данных об изменении состояний и параметров объектов.

Разработка ведется с использованием open source решений: язык разработки – Python с веб-фреймворком Django, СУБД – PostgreSQL, Redis. Для выполнения вспомогательных задач применяются такие системы как LaTeX, ImageMagick и др.

Основными пользователями веб-среды могут быть образовательные учреждения (средние, среднеспециальные, высшие), а также организации и компании (для переподготовки персонала). Благодаря модульной архитектуре, использованию инструментов и технологий ускоренной веб-разработки [3] для каждого заказчика может быть сконфигурирована обучающая система с уникальной функциональностью под собственные требования.

#### *Список литературы*

1. Леонова Н.М. Параметрически адаптивное управление образовательной деятельностью / Под ред. А.Д. Модяева. – М.: МИФИ, 2006.
2. Иващенко А.А., Густун О.Н. Применение веб-технологий для реализации функций адаптивного управления в eLearning-системах. // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. Аннотации докладов. В 3 томах. Т. 3. – М.: НИЯУ МИФИ, 2015.
3. Бударягин Н.В., Густун О.Н. Технология ускоренной веб-разработки для создания eLearning-систем нового поколения // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. Аннотации докладов. В 3 томах. Т. 3. – М.: НИЯУ МИФИ, 2015.

А.А. ДРОЗДОВА

Научный руководитель – А.И. ГУСЕВА, к.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК КЛЮЧЕВОЕ ЗВЕНО СОВРЕМЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА**

Проанализирована система корпоративного обучения. Выявлена специфика указанного обучения. Отмечены существующие в настоящее время проблемы и недостатки. Сформирован перечень результатов, на которые должно ориентироваться проводимое обучение. Для оценки эффективности обучения рассмотрена четырехуровневая модель Дональда Киркпатрика, определены ее недостатки и проблемы. Предложено усовершенствование данной модели за счет добавления пятого уровня, определяющего коэффициент возврата на инвестиции ROI в обучении персонала, и введения соответствующих показателей для каждого уровня, позволяющих сформировать более полную картину общей оценки обучающего курса, наглядную и точную оценку эффективности, провести более быстрый анализ полученных результатов, а также получить четкую структурированность полученных результатов и оценок

Сегодня дистанционное образование стало современным и эффективным методом обучения. Его популярность во всем мире растет значительными темпами. Тысячи людей обращаются к дистанционному обучению, чтобы при современном ритме жизни без отрыва от работы получить новые полноценные знания, отвечающие международным стандартам качества, повысить квалификацию, усовершенствовать имеющиеся навыки.

Образовательная программа должна быть нацелена на решение профессиональных проблем обучающихся специалистов. Таким образом, основным результатом обучения является приращение профессиональной компетентности обучающихся. Учитывая изменение профессиональных навыков и умений как важнейший результат обучения, система повышения квалификации специалистов в идеале должна ориентироваться на более широкий перечень результатов, которые были бы адекватны всем потребностям. Этот перечень можно представить в виде слоев, где каждый последующий включает в себя предыдущий.

Модель Киркпатрика обладает рядом сильных сторон, такими как простота понимания для любой категории людей, хорошая проработка материалов, возможность широкого использования, возможность сделать выводы о необходимости продолжения или прекращения обучения ещё на ранних этапах, а также оценить вклад отдела обучения в достижение целей организации в целом.



К недостаткам модели можно отнести: слишком упрощенный подход, затратность по времени, недоказанность причинно-следственных связей между различными уровнями, вероятность совмещения или смешивания 1 и 2 уровней, что может привести к ошибочным выводам. Следует отметить, что многие организации реализуют программы обучения, соответствующие лишь уровням 1 и 2, игнорируя необходимость формирования поведенческих моделей, которые нужны для переноса навыков и знаний в рабочие ситуации.

Для устранения некоторых из перечисленных недостатков в данной работе автором предлагается ввести расчет соответствующих коэффициентов, которые будут отражать более точную оценку, способствовать более быстрому анализу полученных результатов, а также четко структурировать результаты и оценки, полученные на каждом уровне модели Киркпатрика.

Одной из важнейших составляющих процесса обучения является эффективная оценка образовательной программы. Она позволяет определить место и роль обучения в стратегии организации и его будущем развитии. Благодаря нахождению конкретных показателей на каждом этапе оценки эффективности, можно произвести качественную и максимально всестороннюю оценку, определить достигнуты ли цели и задачи проводимого обучения, приобрели ли сотрудники необходимые навыки, которые напрямую связаны с качеством выполнения им своих профессиональных обязанностей, результативностью работы подразделения, а значит и банком в целом.

Опыт использования самой системы дистанционного обучения, обучающих и тестовых программ, позволяет сделать выводы, что технология дистанционного обучения доказала возможность значительного уменьшения затрат на подготовку персонала в процессе внедрения новых автоматизированных систем и технологий без потери качества обучения.

#### *Список литературы*

1. Гусева А.И., Дроздова А.А. Анализ применения электронных обучающих курсов в системе корпоративного обучения банковских сотрудников // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 11–4. – С. 845-851;
2. Дроздова А.А., Гусева А.И. Современные технологии дистанционного обучения в банковской сфере // *Современные проблемы науки и образования*. – 2014. – № 5.
3. Митрофанова Е.А. Методические подходы к оценке эффективности управления персоналом // В монографии «Менеджмент: опыт, проблемы, перспективы» / под общ. ред. д-ра экон. наук, проф. С.Д. Резника. – Пенза: ПГУАС, 2011.

И.А. АЛЕКСЕЕВА

Научный руководитель – С.А. ФИЛИППОВ, к.т.н, доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ПОСАДОЧНЫХ СТРАНИЦ САЙТОВ КОНФЕРЕНЦИЙ**

В тезисах рассмотрены современные подходы к генерации посадочных страниц сайтов конференций.

На сегодняшний день существует множество конструкторов веб-сайтов, которые могут быть использованы для создания посадочных страниц сайтов конференции. Самые популярные из них - uCoz, Wix, uKit, Jimdo и т.д.[1]. Все они располагают довольно широким функционалом, помогают создавать как визитные странички, так и целые интернет-магазины.

Однако у сайтов-конференций есть определённая специфика. Так требуются следующие разделы:

- регистрация докладчиков и участников конференции;
- приём платежей и выдача билетов;
- сбор и публикация докладов участников;
- интерактивная программа конференции с возможностью формирования персональной программы посещений;
- список докладчиков;
- лента текстовых, фото- и видеоматериалов, в том числе с возможностью размещения комментариев участниками конференции;
- страница сбора мнений участников о конференции и её программе;
- бронирование номеров для участников в отелях.

Следует отметить, что перечисленные выше конструкторы не позволяют организовать большую часть указанного функционала. Таким образом, существует потребность в создании конструктора, который займёт своё место среди средств создания веб-систем.

### *Список литературы*

1. Луценко Д. Рейтинг: лучший конструктор сайтов Рунета // <http://uguide.ru/rejting-luchshij-konstruktor-sajtov-runeta> (дата обращения: 30.11.15)

М.В. АНТОНОВА, Т.А. ТРЕКИНА

Научный руководитель – Н.М. ЛЕОНОВА, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ЛАТЕНТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОБУЧАЕМЫХ В АДАПТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ**

На основе обработки результатов компьютерного тестирования студентов проведено исследование изменения во времени уровня знаний обучаемых, отслеживаемого в течение одного учебного года. В результате анализа динамики данного показателя множество обучаемых разбито на классы по признакам изменения уровня знаний в ходе процесса обучения.

В исследовании участвовали 139 студентов 1-го курса факультета автоматике и электроники НИЯУ МИФИ, которые в 2014-2015 уч. г. проходили компьютерное тестирование по дисциплине «Информатика». Тестовые испытания проводились четыре раза, каждые полсеместра. Нормативно-ориентированные тестовые задания содержали набор вопросов в закрытой форме с выбором одной из шести альтернатив с дихотомическим оцениванием. Содержательная сторона тестовых заданий соответствовала материалу прослушанных студентами лекций, поэтому по результатам тестирования проводилась оценка латентных параметров – уровней знаний, полученных обучаемыми, не поддающихся непосредственному измерению.

Распределения сырых тестовых баллов через процентильные ранги были преобразованы к нормализованным z-оценкам [1]. На основании анализа данных распределений для каждого из четырех измерений обучаемые были разбиты на три класса по уровню знаний: K1 – ниже среднего, K2 – средний, K3 – выше среднего. Границами таких классов стали показатели, рассчитанные на основе дисперсии распределений z-оценок с учетом влияния баллов случайного угадывания. Количество студентов в каждом из классов приведено в табл. 1.

Таблица 1.

| № теста | Количество обучаемых (N=139) |    |    |
|---------|------------------------------|----|----|
|         | K1                           | K2 | K3 |
| 1       | 20                           | 86 | 33 |
| 2       | 12                           | 86 | 41 |
| 3       | 33                           | 59 | 47 |
| 4       | 17                           | 66 | 56 |

Для каждого обучаемого рассчитана функция перехода между указанными классами в зависимости от номера теста, характеризующая динамику изменения его уровня знаний. Функции с близкими средними значениями и дисперсиями частот попадания студента в классы К1, К2 и К3 были сгруппированы в кластеры с взвешенным расстоянием Махаланобиса в качестве метрики [2]. Коэффициенты диагональной матрицы весов определялись эвристически.

Анализ частотного распределения обучаемых по построенным указанным способом кластерам позволил выделить множество из шести кластеров (С1, С2, С3, С4, С5, С6), в которые попало большее количество обучаемых – 131 из 139. Остальные 8 обучаемых были исключены из рассмотрения по различным причинам, связанным с сомнениями в достоверности данных, полученных в ходе компьютерного тестирования.

Полученные шесть кластеров можно охарактеризовать различным значением близости к классам по уровням знаний (К1, К2, К3) на начальном ( $K_n$ ) и конечном ( $K_k$ ) этапах измерений, а также признаком S – быстротой перехода от  $K_n$  к  $K_k$ , принимающим качественные значения по порядковой шкале: низкая (–), средняя (0), высокая (+). Характеристики выделенных кластеров приведены в табл. 2.

Таблица 2.

| Характеристики   | Выделенные кластеры для М=131 обучаемых |    |    |    |    |    |
|------------------|---|----|----|----|----|----|
|                  | С1                                      | С2 | С3 | С4 | С5 | С6 |
| Кол-во обучаемых | 10                                      | 17 | 27 | 32 | 26 | 19 |
| $K_n$            | К2                                      | К2 | К2 | К2 | К2 | К3 |
| $K_k$            | К1                                      | К2 | К2 | К3 | К3 | К3 |
| S                | 0                                       | –  | +  | –  | +  | 0  |

Анализ данных характеристик позволяют сделать вывод о преобладании тенденции положительной динамики уровня знаний с течением времени.

Представляет интерес исследование согласования проведенной классификации с результатами, полученными в [3].

Устойчивость полученной классификации с выделением шести приведенных кластеров нуждается в проведении дополнительных исследований

#### Список литературы

1. Крокер Л., Алигна Дж Введение в классическую и современную теорию тестов. – М.: Логос, 2012.
2. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы. – М.: Финансы и статистика, 2000.
3. Леонова Н.М., Марковский М.В. Имитационные математические модели процессов адаптивного управления образовательной деятельностью / Под ред. А.Д. Модяева. – М.: МИФИ, 2006.

А.А. АЛЕШИНА

Научный руководитель – М.М. РОВНЯГИН, ассистент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ПОДОЗРИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ИЗ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Представлена разработанная система, позволяющая анализировать большой поток данных из открытых источников по некоторым кодовым словам.

Одной из главных задач для общества всегда было обеспечение безопасности человека, а в наше время эта проблема с каждым днем все более актуальна. Нынешнее поколение активно пользуется социальными сетями для рассказа о своей личной жизни, высказывания своего мнения, но самое главное – для обмена свежими новостями. Анализируя полученную из сообщений информацию, возможно определить уровень безопасности места, откуда оно было отправлено.

Чтобы реализовать возникшую идею, необходимо использовать технологии, позволяющие эффективно обрабатывать большие объемы данных. Для решения этой задачи предлагается воспользоваться открытой программной платформой Apache Hadoop, основным свойством которой является возможность распределенной обработки больших массивов данных с использованием программной модели MapReduce [1]. Получение потока сообщений осуществляется с использованием Twitter Streaming API, который используется также и для получения информации о пользователе, его местоположения, отправляемого текста [2]. Для более продуктивной загрузки потока сообщений предлагается разделить его части между потоками программы, т.е. осуществлять загрузку в многопоточном режиме.

На рисунке 1 представлена схема разработанной подсистемы, на которой можно увидеть:

- главный поток – управляет остальными потоками, копирует созданные файлы в один, помещает в очередь;
- список потоков – каждый загружает свою часть большого потока сообщений из Твиттера в отдельный файл;

- пул потоков – периодически проверяет очередь файлов, готовых для обработки, отправляет эти файлы для обработки на Hadoop, а после завершения загружает полученные результаты в базу данных;
- базу данных – хранит информацию о запуске, стране, регионе, пользователе, степени опасности сообщения;
- JSP-интерфейс – отображает результаты анализа для конкретного пользователя, региона или страны;

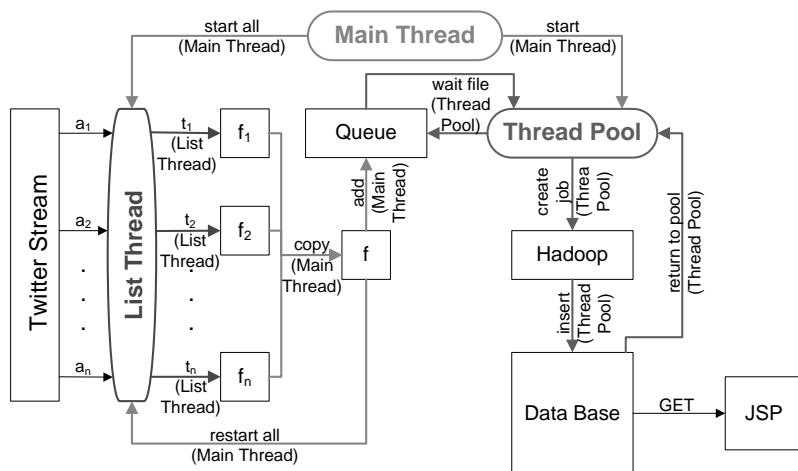


Рис. 1 – Схема анализирующей системы

Таким образом, была разработана система для обработки потока сообщений по кодовым словам, которая может оказаться полезной для контроля подозрительной активности пользователей.

#### Список литературы

1. Платформа Hadoop. Обзор (Платформа Hadoop. Часть 1): [Электронный ресурс] URL: <http://www.codeinstruct.pro/2012/08/hadoop-overview.html>. (Дата обращения: 30.11.2015)
2. The Streaming APIs. Overview: [Электронный ресурс] URL: <https://dev.twitter.com/streaming/overview>. (Дата обращения: 30.11.2015)

А.И. БАЛАНДИНА, А.А. ЧЕРНЫШОВ, А.Д. КОСТКИНА  
Научный руководитель – В.В. КЛИМОВ, к.т.н.  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **СУБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ**

Рассмотрены различные проблемы, возникающие в процессе моделирования бизнес-процессов, описаны различные нотации их задания. Описываются преимущества субъектно-ориентированного подхода перед другими методами.

Моделирование бизнес-процессов (BPM) – это деятельность, представляющая процессы предприятия таким образом, что текущий процесс может быть проанализирован или оптимизирован. Как правило, цель моделирования заключается в повышении скорости процесса, уменьшении времени цикла разработки, повышении качества или сокращении различного рода расходов. BPM позволяет проанализировать не только, как работает предприятие в целом, как оно взаимодействует с внешними организациями, заказчиками и поставщиками, но и как организована деятельность на каждом отдельно взятом рабочем месте. [1]

Рассмотрим традиционный цикл разработки информационных систем. BPM в начале цикла проектирования становится на сегодняшний стандарт формирования требований к проекту и занимает около трети всего времени разработки информационной системы. Оставшиеся затраты относятся уже непосредственно к разработке, тестированию, внедрению и настройке системы. На этапе моделирования основной проблемой, с которой сталкиваются аналитики, является выбор нотации для описания бизнес-процессов. Видимое разнообразие стандартов, на самом деле, является обманчивым, так как все эти модели обладают довольно высокой сложностью для понимания бизнес-экспертами, что вызывает проблемы, связанные с формализацией бизнес-требований к ИС. Это непонимание в конечном итоге может привести к автоматизации того, что бизнесу не требуется, а сама ошибка может быть выявлена на этапе тестирования. После этого появляется необходимость повторить весь цикл, начиная с доработки модели. Еще одна проблема, с которой могут столкнуться аналитики, – это крайне высокая скорость изменений бизнес-требований к проекту. Довольно велик риск того, что модель бизнес-процесса может устареть еще до окончания самого проекта. Связано это с тем, что существуют два вида моделей: те, которые понимают бизнес-эксперты, но не понимают

аналитики, и наоборот. Согласовать эти две модели поддерживать их в актуальном состоянии – непростая задача и не всегда ей уделяют должное внимание, что в итоге приводит к возникновению различного рода трудностей.

В совокупности, две описанные выше проблемы, с которыми сталкивается аналитик, приводит к заметному увеличению стоимости проекта, а также времени его выполнения. В этой связи возникает необходимость модификации существующих инструментов моделирования или разработки новых подходов и стандартов.

Решение было найдено в начале 2000-х годов. Новый подход был назван субъектно-ориентированным. Основная идея данного подхода заключается в том, что главной составляющей процесса при его описании является субъект организации (например, сотрудник или некая система), в отличие от обычного BPM, где в основе процесса лежит объект (т.е. какие-либо документы или приказы). [2] Таким образом, вместо того, чтобы описывать процесс, с точки зрения какого-либо документа, который поочередно движется по ступеням его согласования, мы фокусируемся на активных участниках действия, которые выполняют свои функции параллельно. Данный метод позволяет максимально приблизить описание бизнес-процесса к семантике естественного языка, что является важным фактором при моделировании бизнес-процессов.

В любом естественном языке предложения строятся с использованием одной конструкции: субъект (лицо, выполняющее действие) – сказуемое (действие) – объект (пассивное лицо). Нотация S-BPM включает в себя пять основных символов: субъект (исполнитель), сообщение (объект), три типа действий (или состояний): функциональное состояние (в котором субъект выполняет какую-либо задачу), состояние отправки и состояние получения информации. [3, 4]

Несмотря на то, что данная нотация кажется довольно простой и понятной, она, тем не менее, позволяет описывать процессы различной степени сложности и автоматизировать разработку программ и приложений, на основе полученных моделей.

#### *Список литературы*

5. Ryan K. L. Ko. A computer scientist's introductory guide to business process management (BPM)// ACM Crossroads 15(4), ACM Press. 2009.
6. Singer, Robert; Teller, Matthias Process Algebra and the Subject-oriented Business Process Management Approach.// S-BPM ONE 2012. CCIS 284. 2012. – pp. 135–150.
7. Fleischmann, Albert. What is S-BPM?. //CCIS 85. 2010. – pp. 85–106.
8. Fleischmann, Albert. Subject Oriented Business Process Management.// Springer. 2012.



А.А. БАШКОВ

Научный руководитель – А.А. ЛЮБОМУДРОВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## РЕТРОСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Рассматривается развитие методов спектрального анализа сигналов в течение нескольких последних десятилетий от прямого вычисления преобразования Фурье, дискретного преобразования Фурье (ДПФ), оконного ДПФ, быстрых алгоритмов вычисления преобразования Фурье до анализа сигнала при помощи вейвлетных функций. Указываются особенности применения методов в различных областях. Приводится динамика развития и использования методов в последние годы. Основным направлением развития существующих методов спектрального анализа является повышение способности к локализации особенностей сигналов, уменьшение сложности преобразований (сокращение числа арифметических операций, количества обращений к памяти), упрощение аппаратной и программной реализации алгоритмов.

Работы в области спектрального анализа ведутся уже не одно столетие. Известна работа Гаусса [1] позволяющая выполнить дискретное преобразование Фурье за существенно меньшее количество операций. Достигалось это путем декомпозиции матрицы преобразования Фурье на сомножители. Прошло время, и с появлением ЭВМ спектральный анализ получил практическое применение.

В середине 20-го века Гудом (1958) и Томасом (1963) был предложен алгоритм быстрого вычисления ДПФ для случая разложения длины  $N = N_1 N_2 \dots$  на взаимно-простые множители.

В 1965 году вышла статья Дж. Кули и Дж. Тьюки. Предложенный алгоритм БПФ был назван их именем: Кули-Тьюки. Особенностью алгоритма является применимость к сигналу длиной  $N = 2^k$ , где  $k=1,2,\dots$

Развивая подход Гуда-Томаса, Виноград в 1976 году опубликовал алгоритм, сводящий вычисление ДПФ к вычислению коротких свёрток. Со временем появились и другие варианты БПФ, позволяющие обрабатывать сигналы длительностью  $N$ .

Также существует алгоритм Блюштейна для декомпозиции матрицы БПФ, позволяющий анализировать сигналы произвольной длины.

При спектральном анализе дискретных сигналов конечной длительности существует явление, вызываемое эффектом Гиббса: появление боко-

вых лепестков (размер составляет 22,3% относительно главного лепестка). Их размер может быть уменьшен с помощью более плавного усечения анализируемой последовательности. Для уменьшения ошибки применяются различные оконные функции [2]: Бартлетта (5,7%), Ханна (2,9%), Хемминга (0,9%) и др.

На этом этапе остается проблема неопределенности Гейзенберга [3].

Вейвлет-преобразование является попыткой решить проблему неопределенности Гейзенберга: если в оконном преобразовании Фурье размер окна постоянен и не зависит от анализируемой частоты, то при вейвлет-анализе анализирующая функция локализуется в зависимости от частоты. В зависимости от задачи могут использоваться различные вейвлеты, обладающие отличающимися свойствами [4].

Способы ускорения проведения спектрального анализа сводятся к представлению преобразования в матричном виде с последующим разложением данной матрицы на множители.

Математические способы упрощения вычислений предполагают замену тригонометрических функций их приближенными значениями посредством перехода от стандартных тригонометрических функций к их приближениям (преобразования Уолша и Уолша-Адамара).

Алгоритмические способы ускорения вычислений используют особенности базисных функций для сокращения количества выполняемых операций (БПФ Кули-Тьюки, Винограда, преобразования в которых исходная матрица ДПФ подвергается разложению на множители).

Аппаратные способы ускорения вычислений осуществляются посредством распараллеливания вычислений и конвейерной обработки данных.

#### *Список литературы*

1. Смит С. Цифровая обработка сигналов. – М. : Додэка-XXI, 2008.
2. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов/Оппенгейм А., Шафер Р.: Пер. с англ // М.: Техносфера. – 2012.
3. Чичева М. А. Быстрые алгоритмы дискретных косинусных преобразований// Компьютерная оптика. – 1996. – №. 16. – С. 109-114.
4. Астафьева Н. М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения //Успехи физических наук. – 1996. – Т. 166. – №. 11. – С. 1145-1170.

Е.В. БЕЗВЕРХНИЙ, С.А. НЕМЕШАЕВ  
Научный руководитель – Б.А. ЩУКИН, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ ЯЗЫКА SQL В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ «ВЕКТОР»**

В докладе проводится обзор возможностей дистанционного изучения языка SQL с помощью системы обучения и контроля знаний «Вектор». Описывается актуальность данной разработки и ее перспективы.

Студентами кафедры «Кибернетики» НИЯУ МИФИ была разработана система обучения и контроля знаний «Вектор», которая является полноценным решением в сфере дистанционного обучения. С помощью данной системы становится возможным проведение тестирований и обучающих занятий в электронной форме по различным курсам. Язык SQL изучается на кафедре «Кибернетики» в рамках курса реляционных баз данных и является важной частью учебного процесса. Но на данный момент не существует универсальных решений проблемы дистанционного обучения языку SQL, так как ни одно из решений не обладает гибкостью механизма контроля знаний. Поэтому была поставлена задача разработать такой механизм и внедрить его в систему «Вектор».

Для решения данной задачи были проанализированы существующие разработки по контролю знаний при обучении языку SQL. У большинства известных решений (например, SQLTOR) был выявлен существенный недостаток – фиксированная структура базы данных, а также фиксированный набор вопросов и данных. Другие решения, лишённые этих недостатков, предлагают полный доступ к базе данных системы и подразумевают необходимость написания большого количества SQL-команд для формирования и заполнения новых баз данных, что требует больших трудозатрат, а также значительно снижает безопасность системы.

В результате анализа была выявлена необходимость управления без полного доступа к базе данных системы для создания и изменения учебных баз данных. Процесс проведения обучения, а также контроля знаний было решено реализовать в рамках существующего модуля тестирования системы «Вектор».

Разработанная подсистема позволяет с помощью интуитивно понятного пользовательского веб-интерфейса создавать, просматривать, удалять

учебные базы данных; создавать, просматривать, редактировать, удалять таблицы учебных баз данных и их наполнение. Система позволяет создавать любое количество баз данных, ограниченное лишь памятью сервера, с любыми названиями. Контроль осуществляется посредством тестирования, для чего был разработан новый тип вопросов – вопрос по базам данных. При формировании вопросов преподаватель должен ввести правильный ответ на языке SQL. Результат ответа на вопрос получается путем сравнения результатов запросов преподавателя и пользователя к учебной базе данных. Это позволяет не только редактировать данные в таблицах без ущерба для созданных вопросов, но и достигать высокого качества проверки при достаточном наполнении учебной базы данных.

Благодаря глубокому предпроектному исследованию и анализу требований, данная система лишена недостатков конкурентов, но уже есть идеи по ее дальнейшему совершенствованию. Невозможность изменения структуры таблиц вносит некоторые неудобства в эксплуатацию. Эту проблему можно решить, предоставив такую возможность для таблиц учебных баз данных, к которым не привязаны вопросы. Удаление атрибутов можно производить, если удаляемый атрибут не является ключом. При добавлении атрибута его значение во всех имеющихся в таблице записях можно заполнять значением по умолчанию для каждого типа. Модификацию атрибута легко представить как удаление старого и добавление нового. Второй идеей развития данной разработки является возможность при создании вопроса установки дублирующей базы данных для повышения качества оценки. Для реализации этой идеи необходимо реализовать механизмы копирования существующих учебных баз данных.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что рассмотренная разработка в сфере дистанционного обучения языку SQL является универсальным средством обучения и контроля знаний, позволяющим благодаря своей гибкости проверять любые аспекты, связанные с запросами к базам данных на языке SQL, и обладающим значительным потенциалом для развития. К тому же, эта разработка является крайне перспективной, так как не только легко модифицируется, но и является частью системы обучения и контроля знаний «Вектор», которая может использоваться в ВУЗах.

#### *Список литературы*

1. Кузовкин А.В. Управление данными / Кузовкин А.В., Цыганов А.А., Щукин Б.А. – М: Академия, 2010 – 256 с.

В.Д. БЕЛКИН

Научный руководитель – М.Н. ТЕРЕНТЬЕВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский университет «МАИ»*

## **ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ С СЕМЕЙСТВОМ МИКРОПРОЦЕССОРОВ MSP430 И ПРОГРАММНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АППАРАТНЫХ КОМПОНЕНТОВ УЗЛОВ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ**

На кафедре "Прикладная информатика" Аэрокосмического факультета МАИ была проведена и продолжается исследовательская работа, в ходе которой была выработана технология по работе с семейством микропроцессоров MSP430 и создается программный инструментарий для использования аппаратных компонентов типичных узлов беспроводной сенсорной сети.

В настоящее время существует целый ряд беспроводных сетей, находящихся свое применение в различных сферах. Беспроводные сенсорные сети используются для решения задач мониторинга и контроля измеряемых параметров физической среды и объектов.

Для организации беспроводной сенсорной сети недостаточно иметь аппаратные составляющие в виде узла, программатора и персонального компьютера. Необходимо управляющие программное обеспечение для организации сети, управлением поведения узлов, реакцией на изменяемые параметры объектов с последующей обработкой и передачей данных по радиоканалу. Сеть, выстроенная и функционирующая с таким управляющим программным обеспечением, будет удовлетворять множеству различных требований, таких как отказоустойчивость узлов, масштабируемость сети, низкое энергопотребление узлов, решение прикладных задач в различных областях благодаря универсальности управляющего программного обеспечения и гибкая настройка управляющего программного обеспечения под узлы с различной аппаратной конфигурацией.

В начале проведения исследовательской работы была сформулирована цель: разработать технологию по конфигурированию рабочего места для работы с семейством микропроцессоров MSP430 и создать программный инструментарий для работы с аппаратными ресурсами узла EVB8871. Для достижения цели был поставлен ряд задач, с описанием и результатами которых можно ознакомиться в основной работе [1].

Разработанная технология [1] и возможности применения реализуемого программного инструментария весьма обширны. В основной работе [1] приведены прикладные примеры использования результатов исследовательской работы. Также, на базе имеющихся результатов предлагается отдельный пример проекта "Авто\_Контроль", с концепцией которого можно отдельно ознакомиться [2].

Делая выводы, можно отметить, что области применения результатов весьма обширны и отличительны между собой. Однако, для решения всех прикладных задач используются в основе принципиально базовые аппаратные компоненты узлов беспроводной сенсорной сети: радиопередатчик, сенсоры, элемент питания и центральный микропроцессор, а также управляющее программное обеспечение, разработанное в рамках основной работы [1] для управления этими аппаратными компонентами. Таким образом, прикладному разработчику предоставляется возможность использования технологии по обеспечению рабочего места с оборудованием и базовый набор программных модулей, на основе которых реализуются приложения для решения конкретной задачи. При этом квалификация разработчика может быть ограничена знаниями процедурных языков программирования и специфики задачи.

#### *Список литературы*

1. Белкин В.Д. Технология разработки приложений на базе микропроцессоров семейства MSP430 и инструментарий для работы с узлом EVB8871. URL: <https://cloud.mail.ru/public/BkXU/mZTZj2B9c>
2. Белкин В.Д. Распределенная беспроводная сенсорная сеть мониторинга транспортных средств «Авто\_Контроль». URL: <https://cloud.mail.ru/public/KcL7/Cu7gZwqLy>

К.Н. БИБИКОВ

Научный руководитель – М.М. РОВНЯГИН, ассистент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ В СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ С ГИБРИДНОЙ CPU/GPU АРХИТЕКТУРОЙ**

На основе проведенного анализа существующих систем управления распределенными вычислениями и их недостатков, а также отсутствием системы планирования вычислений с гибридной CPU/GPU архитектурой, обосновывается необходимость в разработке новой системы решения задач планирования.

В настоящее время наиболее актуальной задачей в гибридных CPU/GPU системах является увеличение производительности. Одной из причин является существование множества задач на вычисление, в которых время выполнения полностью зависит от объема входных данных. В гибридной системе планировщику важно знать до начала вычисления, на каком ядре (CPU или GPU) оно выполнится с наилучшим показателем производительности [1]. Использовать стандартные средства PBS в гибридных системах недостаточно, так как планировщик не будет обладать статистикой по результатам выполненных ранее вычислений, и построить систему более производительной не получится.

Рассмотрим основные возможности систем управления распределенными вычислениями на примере Torque. Данный менеджер является продолжением семейства систем управления PBS. В системе управления Torque существует встроенный планировщик, в котором реализован алгоритм FCFS (First Come First Served) [2]. Весь функционал, предоставляемый разработчиками систем управления кластерами, условно можно разделить на группу команд управления ресурсами и команды мониторинга.

Стоит отметить, что для гибридных CPU/GPU систем, функциональных возможностей PBS недостаточно, возникает потребность в предварительной оценке вычисления на ядрах.

Предлагается способ планирования вычислений на узлах кластера, который будет взаимодействовать с CPU и GPU. Выполнение задач на GPU предполагается реализовать на графических процессорах фирмы NVIDIA, используя архитектуру CUDA [3].

Архитектура планировщика изображена на рисунке 1а. График зависимости времени выполнения задачи от объема входных данных изображен на рисунке 1б.

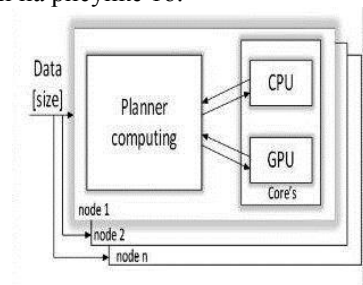


Рис. 1а. Архитектура планировщика

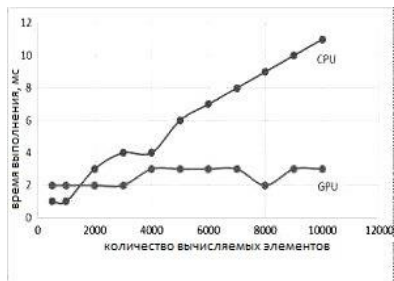


Рис. 1б. Производительность выполнения задачи на узле

На рисунке 1б присутствует точка, до которой наилучшие показатели производительности достигаются путем вычисления данных на CPU.

Принцип работы ядра планировщика схож с протоколом TCP во время выбора размера окна (TCP Reno). Работа TCP Reno заключается в подборе максимального числа передач, в зависимости от качества связи, которые можно безошибочно выполнить без подтверждения [4]. Планировщик ориентируется на статистику запусков задач и на возможности оборудования. Данная статистика позволяет планировщику регулировать размер передаваемых данных на GPU перед выполнением.

Итоги. Предложены методы и средства решения задачи планирования вычислений на узлах кластера с гибридной CPU/GPU архитектурой. Также предложены методы машинного обучения в решении задачи планирования.

#### Список литературы

1. В.И. Воловач. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Распределенные программно-информационные системы» // ПВГУС-Тольятти, 2013. – 40 с.
2. Основные возможности менеджера ресурсов Torque (PBS) (статья) URL: <https://software.intel.com/ru-ru/articles/PBSCapabilities>
3. Д.Сандерс, Э.Кэндот Технология CUDA в примерах Введение в программирование графических процессоров: ДМК Пресс, 2013. – 232 с.: ил.
4. Компьютерные сети. Системный подход (презентация на англ. яз.) URL: <http://web.cs.wpi.edu/~cs3516/b09/slides/tcp-cong-control.ppt>



А.А. БОГДАНОВА  
Научный руководитель – Е.А. ЯНКЕВИЧ, к.т.н.  
*ЗАО НТЦ «Модуль», Москва*

## **ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ МЕТОД РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ОБРАБОТКИ И ВЫВОДА ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

С увеличением числа типов устройств обработки графических и видеоданных в современных СБИС, а также расширением их функциональных возможностей также увеличивается и усложняется их системное программное обеспечение. Для того чтобы ускорить и упростить процесс разработки драйверов для подобных устройств, необходим комплекс системного программного обеспечения, обеспечивающий максимальное покрытие функциональных возможностей аппаратуры, новейших форматов растровой развертки, способов хранения данных в памяти, режимов вывода данных на экран. В работе описывается подход к созданию такого системного программного обеспечения, основанный на объектно-ориентированном управлении устройством. Предложенный метод упрощает разработку программ-драйверов и прикладных программ, предоставляя разработчику шаблон проектирования.

Для работы с графическими и видеоданными существует комплекс различных устройств, занимающихся их кодированием, декодированием, преобразованием, выводом на экран, масштабированием и обрезанием. Конфигурация видеоустройств может быть различной для каждой конкретной реализации микросхемы, таким образом, драйверы также необходимо модифицировать или создавать заново [1]. Данный подход недостаточно эффективен, так как требует высоких трудозатрат и не позволяет быстро спроектировать программно-аппаратную систему и вывести продукт на рынок. В связи с этим становится актуальным вопрос создания более удобного, переносимого программного обеспечения.

Предлагаемый метод проектирования системного программного обеспечения состоит в использовании объектно-ориентированного управления комплексом устройств, таких как видеоконтроллер, видеокодер, видеодекoder, устройство видеозахвата, аудиоконтроллер и другие. Драйвер каждого устройства медиасистемы может быть представлен как отдельный объект, подобно тому, как представляются объекты при создании прикладных программных приложений. Такой подход обладает следующими преимуществами:

- 1) возможность инкапсулировать управляющую логику внутри объекта-драйвера устройства, то есть объединить данные и методы, работающие с ними в классе, скрыть детали реализации аппаратуры от пользователя [2];
- 2) реализация удобного высокоуровневого интерфейса для управления устройствами с описанием возможных производимых операций для каждого типа устройств;
- 3) возможность использовать модули в произвольном порядке, изменять типы модулей.

Таким образом, через один интерфейс объектно-ориентированного комплекса, пользователь имеет связанную структуру устройств работы с видеоданными:

- 1) устройство видеозахвата перехватывает данные и передает их устройству кодирования видеоизображения;
- 2) устройство-кодер «сжимает» видео и кладет его в память;
- 3) устройство-декодер забирает данные из памяти, декодирует (разжимает) их и передает видеоконтроллеру;
- 4) видеоконтроллер обрабатывает изображение и показывает его на экране.

Подобная концепция позволяет объединить код, управляющий устройствами, и сами устройства без привязки к конкретной системе как совокупности взаимосвязанных устройств, а также использовать реализованное ПО для будущих системно-прикладных программных проектов.

Описанный принцип находит применение при разработке современной мультимедийной микросхемы.

#### *Список литературы*

1. Васильев А. Е. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений / А. Е. Васильев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. -304 с.
2. Грэхем И. Объектно-ориентированные методы. Принципы и практика / И. Грэхем. – М.: Вильямс, 2004. – 880 с.

П.В. БОЧКАРЁВ

Научный руководитель – А.И. ГУСЕВА, д.т.н., профессор

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА ГРАФОВОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, НАПРАВЛЕНИЙ И ШКОЛ**

В настоящее время существует уже большое количество различных научных и социальных сетей для ученых, содержащие данные, с помощью которых можно получить информацию о научной деятельности. Для анализа, хранения и обработки большого количества таких неструктурированных данных решены средствами NoSQL. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №15-07-08742

Для анализа деятельности научных организаций необходимо провести анализ учёных и их научных результатов. Научный результат может иметь разный тип (например, статья, монография, патент, диссертация и т.д.), содержать различные ключевые слова, относиться к конкретному УДК, иметь номера ISDN, ISBN, быть опубликованным на некоторую дату, в конкретном журнале (журнал, номер, издание). Кроме этого, научный результат имеет такие характеристики, как название, аннотацию и ссылку.

Основные характеристики людей это - возраст (дату рождения), полученное образование, степень и звание (если имеется). Также сюда можно отнести аффилиацию с организацией (название) и её местоположение (страна + город). Люди взаимодействует с научным результатом или его свойствами, совершая различные действия.

Так же, необходимо учитывать само научное направление и её фазу.

Исходя из этого, можно выделить сущности (вершины) Люди, Научный результат, Действия, Организации и Научное направление, которые связаны между собой, образуют полносвязный граф.

Такой полносвязный граф лучше всего представлять в виде семантической сети.

Преимущества семантических сетей:

1. обеспечивается возможность сцепления различных фрагментов сети;
2. возможные отношения между понятиями и событиями образуют достаточно небольшое и хорошо формализованное множество;

3. можно выделить из полной сети, представляющей все знания, некоторый участок семантической сети, который необходим в конкретном запросе.

Данная модель (Рис.1) была реализована с помощью графовых баз данных, такой как Neo4j.

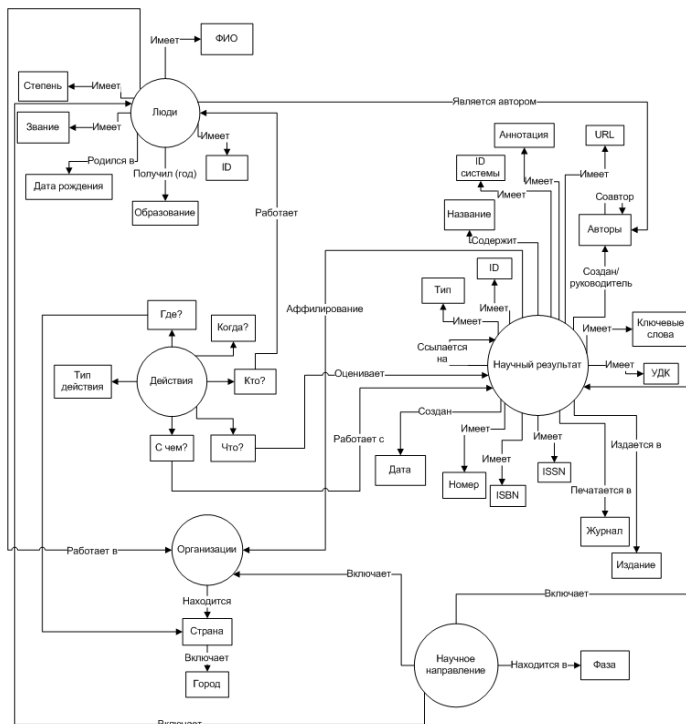


Рисунок 1. Графовая база данных

#### Список литературы

1. Roussopoulos N.D. A semantic network model of data bases. — TR No 104, Department of Computer Science, University of Toronto, 1976.
2. Quillian, M. R. (1968). Semantic memory. *Semantic information processing*, 227—270.
3. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] Семантическая сеть. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
4. Helpiks.org [Электронный ресурс] Модель семантических сетей. Режим доступа: <http://helpiks.org/2-99885.html>

В.А. БУХАРОВ

Научный руководитель – Н.П. ВАСИЛЬЕВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕРЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДААННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Рассматриваются основные проблемы использования реляционных баз данных в условиях масштабируемости, а также преимущества использования нереляционных баз данных в высоконагруженных системах.

Практически сразу с появлением первых компьютеров возникла и задача длительного хранения и обработки информации. Для хранения информации использовались файловые системы, а также иерархические и сетевые базы данных. Однако, наибольшую популярность получили реляционные базы данных, которые дали возможность хранить данные в структурированном табличном виде [1]. Реляционные базы данных предоставляют широкие возможности при составлении запросов, однако, увеличение связей между таблицами делает ресурсоемким масштабируемость системы.

Такие явления, как высокая нагрузка приложений, например, веб-сервисы, потребности облачных вычислений, рост пользователей в интернете, а также увеличение мобильных устройств привели к появлению крупномасштабных систем. При проектировании высоконагруженной системы выбор базы данных зависит от ее способности к горизонтальному (увеличение количества вычислительных машин в кластере) и вертикальному (наращивание ресурсов машины) масштабированию [2]. Вскоре было обнаружено, что реляционные базы данных плохо справляются с возрастающими нагрузками [3].

Первые решения этих проблем предложили две компании Google и Amazon, они отказались от гарантий, предоставляемых реляционными базами данных в пользу масштабируемости. Опираясь на разработки этих компаний, было создано множество масштабируемых баз данных — системы NoSQL (not only SQL). В зависимости от модели данных и подхода к распределенности, выделяют следующие типы хранилищ NoSql: ключ-значение, документо-ориентированные, колоночные семейства, графовые базы данных [3].

Одним из недостатков таких систем является отсутствия ограничения на физическом уровне. Ответственность за запись корректных данных в базу лежит на приложении. Преимущество реляционных баз данных заключается в строгой логической структуре, которая отражает структуру хранимых данных, но расходится со структурой приложения. Таким образом, данные независимы от приложения [1], что позволяет менять логику приложения без изменения модели хранения.

Современные реляционные базы данных ориентируются на требования ACID (атомарность, согласованность, изолированность, надежность), для нереляционных баз данных были сформулированы требования BASE (базовая доступность, гибкое состояние, согласованность в конечном случае) [3]. Сформулированная также теорема CAP (согласованность, доступность, устойчивость к разделению) формализует функционал таких систем [3]. Она гласит, что невозможно создать распределенное приложение, которое будет одновременно обладать всеми тремя свойствами. Таким образом, разработчики NoSQL-систем должны выбрать набор из двух свойств своей системы, для этого необходимо оценить все преимущества и риски при использовании NoSQL-хранилища. Однако, такой подход недопустим для биржевых и банковских систем, где использование транзакций является необходимостью, однако он нашел применение в веб-технологиях, где в условиях многомиллионной аудитории невозможно удовлетворить ACID требования к системе [3].

Подводя итог, можно сказать, что нереляционные базы данных в настоящее время имеют большую популярность, в основном благодаря возможности масштабируемости. Такие системы особенно востребованы при разработке высоконагруженных веб-сервисов, сложных вычислительных систем и т.п. Однако использование таких систем все еще затруднительно: концептуально они схожи, но имеют очень мало общих стандартов, разные интерфейсы запросов.

#### *Список литературы*

1. Ульман, Дж. Реляционные базы данных / Дж. Ульман, Д. Уидом. — М.: Лори, 2014. — 384 с.
2. Вертикальное и горизонтальное масштабирование систем: [Электронный ресурс] / Интернет-издание BYTEmag URL: <http://www.bytemag.ru/articles/detail.php?ID=6670>. (Дата обращения: 08.11.2015).
3. Фаулер, М. NoSQL. Новая методология разработки нереляционных баз данных / М. Фаулер, П. Садалажд. — М.: Вильямс, 2013. — 192 с.

А.А. ВАХИТОВ, К.С. БУШИНА

Научный руководитель – Е.Б. ЗОЛОТУХИНА, к.т.н., доцент  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ СИСТЕМ  
ПО УПРАВЛЕНИЮ ТРЕБОВАНИЯМИ**

Рассмотрены достоинства и недостатки существующих систем по управлению требованиями

В настоящее время существует большое количество информационных систем. Сбор и упорядочение требований являются первостепенными задачами при проектировании ИС [1].

Для регистрации и контроля требований были созданы специализированные системы управления требованиями, которые позволяют вести учет собираемых требований и контролировать их обработку, оценку и реализацию.

Для детального сравнения популярных систем была сформирована следующая таблица:

| Характеристика  | DOORS | RTM<br>Workshop | Caliber<br>RM | Requisite<br>Pro |
|---|-------|-----------------|---------------|------------------|
| Анализ документа при загрузке требований в базу данных      | +     | +               | +             | +                |
| Возможность импорта из word таблицы в базу данных           | +     | +               | +             |                  |
| Включает объекты, такие как листы Excel                     | +     | +               | +             |                  |
| Определяет атрибуты для типов требований                    | +     | +               | +             | +                |
| Включено уведомление участников об изменениях в требованиях | +     | +               | +             |                  |
| Учебное руководство и справочные материалы                  | +     | +               | +             | +                |
| Определяет пользователей и их права доступа                 | +     | +               | +             | +                |
| Синхронизирует SRS с содержанием базы данных                |       | +               |               | +                |
| Включает веб-интерфейс                                      | +     | +               | +             | +                |

В таблице приводится сравнение основных характеристик 4-х систем по управлению требованиями по встроенным инструментам. Они все позволяют определить различные типы требований, таких как требования бизнеса, прецедентов, функциональных требований, требований к оборудованию, нефункциональных требований и тестов [2].

Вы можете добавить новые требования непосредственно в базе данных или вы можете выбрать конкретный текст из документа, который будет рассматриваться в качестве дискретного требования.

Преимущества использования систем управления требованиями весомы и состоят в:

- уменьшении количества дефектов в программном продукте;
- повышении эффективности работы технической поддержки;
- снижении влияния человеческого фактора;
- ускорении разработки ПО.

Одним из существенных недостатков этих систем является их большая стоимость, и не все компании готовы тратить свой бюджет на внедрение этих систем у себя, предпочитая использовать проверенные программы.

#### *Список литературы*

1. Халл Элизабет, Джексон Кен, Дик Джереми. Разработка и управление требованиями. Gray Publishing, USA (2-е изд. - 2005г.). -229 с.
2. Леффингуэлл Дин, Уидриг Дон. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход. М.: Вильямс, 2002. — 448 с. — ISBN 5-8459-0275-4.



А.С. ГОЛОВАЧЕВ

Научный руководитель – Н.П. ВАСИЛЬЕВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ BIG DATA РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

В данной статье рассмотрены основные проблемы внедрения современных Big Data решений как средства обработки данных алгоритмов машинного обучения в целях повышения производительности их исполнения на больших объемах данных.

Современные подходы обработки данных уже весьма значительное время вынуждены решать проблему постоянно растущих объемов обрабатываемых данных. Согласно исследованиям компании Intel, в мире в общей сложности за 2013 год было сгенерировано около 4.4 зеттабайт данных [1]. Значительная часть этих данных представляет ценность для задач машинного обучения (МО). Примерами служат данные веб-краулинга, навигационные данные, логи. Наряду с этим, и сами алгоритмы МО имеют множество применений в задачах обработки больших данных. Примерами являются задачи классификации веб-страниц по жанрам, классификации сообщений электронной почты для распознавания спама, задачи распознавания рукописного текста, рекомендательных систем и другие.

Первые результаты использования Big Data инструментов распределенной обработки данных в задачах МО были получены исследователями еще в 2006 году [2]. В настоящее время существуют несколько семейств кластерных решений для исполнения основных алгоритмов МО, таких как нейронные сети, метод опорных векторов, наивный байесовский классификатор, метод k-средних, иерархическая кластеризация. Основными представителями являются IBM SystemML, Amazon Machine Learning, Apache Machout. Одной из проблем при работе с большими данными для алгоритмов МО является их неструктурированность. Т. о. прежде чем запустить реализацию нужного алгоритма из какого-либо программного пакета, исследователь вынужден решать задачи выделения исходных данных в некоторую структуру, а затем преобразования ее к той структуре, которую требует на вход исполняемый алгоритм модуль. Также для исходных данных накладывается ограничение на способ их хранения. Так, например, для исполнения алгоритмов МО средствами Machout или SystemML данные уже должны храниться в файловой системе HDFS. Тем

самым к задачам исследователя добавляется определение и реализация решения задач Map и Reduce для соответствующей модели данных. Несмотря на то, что все это является лишь частью подготовительного этапа, задача правильной реализации модели данных в HDFS на кластере является трудоемкой и требует специальных навыков и опыта [3].

При использовании коробочного решения с закрытым исходным кодом, как, например, Amazon Machine Learning, для исполнения алгоритма МО существует проблема валидации результатов работы алгоритма, а также ограничение возможностей анализировать, отлаживать исполняемый программный код и отслеживать промежуточные результаты обработки данных.

В случае использования реализаций с открытым исходным кодом, таких как Apache Mahout, исследователи принимают все риски использования open-source решений, такие как ошибки в исходном коде, отсутствие подробной документации и поддержки данного программного продукта. Но, в свою очередь, появляются возможности анализа и корректировки исходного кода, кастомизации алгоритма, исполнения в режиме отладки. Так в исследовании [4] ни один из существующих инструментов, реализующий алгоритмы МО, не оказался подходящим для поставленной исследователями задачи исполнения алгоритма функциональной сети на высокопроизводительном облачном кластере для обработки биомедицинских данных. Проанализировав возможности имеющихся реализаций, исследователи пришли к тому, что для их задачи необходимо разработать собственное программное решение в кластерной среде на платформе Apache Spark.

Согласно существующим мировым практикам исполнения алгоритмов машинного обучения на больших объемах реальных данных, были выделены основные проблемы внедрения Big Data решений для данного класса задач: проблема структурирования исходных данных, проблемы миграции данных в соответствующую среду, проблемы мониторинга и валидации результатов, риски использования решений с открытым исходным кодом.

*Список литературы*

1. V. Turner, J.F. Gantz, D. Reinsel, S. Minton. Rich Data and the Increasing Value of the Internet of Things. // EMC Digital Universe with Research & Analysis, 2014.
2. C. Chu, S. Kyun Kim, Y. Lin. Map-Reduce for machine learning on multicore. // Proceed of Advances in Neural Information Processing Systems, 2006, pp. 281–288.
3. J. Dean, S. Ghemawat. MapReduce: simplified data processing on large clusters. // Magazine Communications of the ACM, № 51, 2008, pp. 107–113.
4. E. Elsebakhia, F. Leeb. Large-scale machine learning based on functional networks for biomedical big data with high performance computing platforms. // Journal of Computational Science. № 11, 2015, pp. 69–81.

А.А. ГРИДНЕВ

Научный руководитель – Е.В. ЧЕПИН, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПОИСК ПУТИ В НЕИЗВЕСТНОМ ЛАБИРИНТЕ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА A\***

В статье описываются особенности решения задачи поиска пути в неизвестном лабиринте колёсным роботом на основе модификации алгоритма A\*.

Задача поиска пути в лабиринте является одной из распространённых конкурсных задач для робототехники. В этом году ЗАО «Актел.ру» сформулировал её так: робот находится в лабиринте, известны GPS координаты начальной и конечной позиции, на роботе есть GPS-приёмник, робот должен добраться из начальной точки в конечную точку за минимальное время. Для обнаружения стен у робота имеется ультразвуковой дальномер.

Использование алгоритмов одной руки бессмысленно, так как они накладывают ограничение на лабиринт. Одним из возможных решений является использование алгоритма A\* [1] для поиска пути. Для этого в оперативной памяти создаётся карта лабиринта в виде матрицы узлов, которые либо проходимы (нет препятствий), либо непроходимы (есть препятствие). Карта динамически обновляется: при обнаружении стен они добавляются на карту, и происходит перерасчёт маршрута. По полученному маршруту робот ведётся к точке назначения.

Обнаружение стены может быть в двух случаях: робот едет и робот поворачивается. В случае, когда робот едет, необходимо нанести стену на карту и пересчитать маршрут, если он проходил через то место, на котором образовалась стена. В случае, когда робот поворачивается, наилучшим вариантом является продолжение поворота, пока обнаруживается стена, и только после это пересчитать маршрут. Это позволит избежать лишних пересчётов маршрута и колебаний робота (поворота налево-направо, пока не будет найден конец стены).

Алгоритм A\* отличается от других алгоритмов поиска путей на графе тем, что порядок обхода вершин в нём определяется эвристической функцией – суммой стоимости достижения рассматриваемой вершины из начальной и эвристической оценки расстояния от рассматриваемой вершины до конечной вершины. В случае с картой лабиринта граф вырождается в матрицу узлов, в которой эвристическая оценка расстояния от рас-

сматриваемого узла до конечного узла может быть рассчитана как евклидово расстояние или манхэттенское расстояние (расстояние городских кварталов).

Традиционная реализация алгоритма A\* имеет узкое место – реализация открытого списка, в котором элементы в памяти выделяются и освобождаются динамически. Таким образом, на каждой итерации алгоритма происходит один вызов функции освобождения памяти (извлечение первого элемента списка) и до восьми (максимально число не посещённых соседей) вызовов выделения памяти. Также вызовы этих функций предполагают реализацию менеджера памяти, если его нет (например, в микроконтроллерах).

Чтобы избежать использования динамической памяти, есть вариант реализации открытого списка на массиве узлов, при котором в каждом узле есть возможность указать координаты следующего узла в открытом списке или его отсутствие [2]. Таким образом, в структуру узла включаются дополнительные переменные, что требует больший объём оперативной памяти, но в текущее время она не является проблемой.

При поиске маршрута может случиться так, что из двух коротких маршрутов будет выбран кратчайший, в котором так много поворотов, что в реальности быстрее было бы проследовать по более длинному маршруту, но с меньшим количеством поворотов. Для решения этой проблемы достаточно в стоимость перехода в соседний узел вложить стоимость поворота.

Для того чтобы из полученного из алгоритма A\* пути в лабиринте, который представлен списком соседних узлов, получить пригодный для навигации в лабиринте список путевых точек, необходимо выпрямление пути. Самый простой способ – проверка линейной проходимости из одной точки в другую и удаление лишних точек. Для этого подходит алгоритм Брезенхэма [3], который используется для построения линий в компьютерной графике.

#### *Список литературы*

1. Introduction to A\* // URL: <http://theory.stanford.edu/~amitp/GameProgramming/AStarComparison.html> (дата обращения: 29.11.2015)
2. Toward More Realistic Pathfinding // URL: [http://www.gamasutra.com/view/feature/3096/toward\\_more\\_realistic\\_pathfinding.php](http://www.gamasutra.com/view/feature/3096/toward_more_realistic_pathfinding.php) (дата обращения: 29.11.2015)
3. The Bresenham Line-Drawing Algorithm // URL: <http://www.cs.helsinki.fi/group/goa/mallinnus/lines/bresenh.html> (дата обращения: 29.11.2015)

А.И. ДОНСКИХ

Научный руководитель – Н.П. ВАСИЛЬЕВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАСЧЕТОВ ПО РАСХОДАМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

В данной работе рассматривается ряд проблем, возникающих при больших нагрузках на сервера баз данных, в период расчетов расходов электроэнергии, а также обосновывается необходимость разработки гибридной архитектуры, позволяющей снять нагрузку с серверов баз данных.

На данный момент наиболее ключевыми задачами информационных систем, осуществляющих выполнение большого количества запросов данных, является достижение минимального времени отклика системы и максимального количества одновременно выполняемых операций. Время отклика представляет собой объективную меру взаимодействия между потребителем и информационной системой. Потребители хотят получать правильный ответ за наименьшее время и с наименьшими затратами. Для достижения данных требований необходимо решение проблемы связанное с минимизацией времени отклика в рамках ограничений, наложенных владельцем системы в связи с бизнес-процессами компании [1].

Так, например, в высоконагруженных информационных системах ориентированных на бесперебойную работу большого количества пользователей, часто возникают проблемы, связанные с пиковыми нагрузками на сервер баз данных, тем самым обеспечивая длительный отклик системы, а в большинстве случаев и полный её отказ.

Текущими решениями данных проблем, является вертикальное и горизонтальное масштабирование используемых кластерных систем, а также применение гибридных суперкомпьютерных технологий за счет использования гибридных вычислительных систем с многоядерными сопроцессорами и графическими ускорителями [2].

В ходе анализа работоспособности информационной системы, предназначенной для работы с клиентами энергосбытовой компании, было выявлено, что наиболее часто выполняемой операцией, которая несет в себе сложную вычислительную логику и выполняет одну из важнейших операций в бизнес-процессе компании, является процесс расчета по расходам электроэнергии.

Рассмотрим процесс расчета по расходам электроэнергии на примере процедуры текущего баланса счета, результат выполнения которой могут просматривать клиенты, находясь в личном кабинете. Под текущим балансом счета понимается расчет расхода за потребленную электроэнергию на текущий момент, в режиме реального времени.

Физической особенностью данной процедуры расчета является выполнение операции отмены транзакции после вывода результата. Связано это со сложными вычислительными особенностями в расчетах по расходам электроэнергии.

Основной формулой для расчета является:

$$S_{\text{баланса}} = (S_{\text{тек. начислений}} + S_{\text{пред. начислений}} - S_{\text{оплат}} + S_{\text{возвр}} + S_{\text{перерасчета}}),$$
 где каждая из  $S$  участвующих в расчете, является значимым критерием для определения итогового значения баланса [3].

На текущий момент, данная процедура расчета максимально оптимизирована, но, несмотря на это, проблемы с её вычислением, остаются актуальными. Выполнение процедуры по одному клиенту занимает в среднем 0,005 секунд, но при пиковых нагрузках на базу данных выполнение занимает до 2 секунд. Данный расчет при большой активности пользователей (10000 транзакций выполняющих аналогичные операции в один момент времени) вызывает ряд проблем, главной из которых является появление блокировок в базе данных, которые впоследствии приводят к отказу системы.

Исходя из вышеизложенного доклада, можно сделать вывод о том, что для решения текущих проблем в работоспособности систем, осуществляющих расчеты по расходам электроэнергии, необходима разработка гибридной архитектуры, которая позволит:

- 1) снять нагрузку с базы данных, за счет применения гибридных суперкомпьютерных технологий;
- 2) обеспечить клиентов необходимой информацией, независимо от состояния базы данных;
- 3) увеличить производительность системы.

#### *Список литературы*

1. Кэрри Миллсап, Д. Хольт "Oracle. Оптимизация производительности" Символ-Плюс, 2008 г., – 464 с.
2. К. Ю. Беседин, П. С. Костенецкий. «Моделирование обработки запросов на гибридных вычислительных системах с многоядерными сопроцессорами и графическими ускорителями» ПРОГРАММНЫЕ СИСТЕМЫ: ТЕОРИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ № 1(19), 2014, – 91-110 с.
3. ООО «Интегратор ИТ». “Алгоритм расчета текущего баланса”, 2015 г., – 16 с.

А.А. ДРОЗДОВА

Научный руководитель – А.И. ГУСЕВА, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ СОЗДАНИЯ КУРСОВ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Автором рассмотрены существующие в настоящее время системы для разработки дистанционных курсов, подробно проанализированы оболочки для подобных разработок. Проведен сравнительный анализ, в ходе которого выделены их плюсы и минусы. Исследовано использование данных оболочек в мировой практике, в результате чего выделена оболочка Moodle как наиболее эффективная из существующих.

Новая методология обучения, базирующаяся на использовании информационно-коммуникационных технологиях, уверенно входит в практику деятельности многих учебных заведений, организаций и фирм. Дистанционное обучение в настоящее время претендует на особую форму обучения (наряду с очной, заочной, вечерней и экстернатом).

Поэтому при создании курсов дистанционного обучения очень важно правильно и грамотно выбрать инструментальную систему, с использованием которой и будет создан данный курс.

Можно выделить основные преимущества использования систем дистанционного обучения:

- существенно снижается время на разработку курсов;
- снижаются общие затраты организации на разработку и использование курсов ДО;
- обеспечивается современный уровень функциональных и коммуникационных возможностей и пользовательского графического интерфейса курсов;
- исключаются многие ошибки начинающих разработчиков курсов ДО;
- существенно расширяется аудитория потенциальных разработчиков курсов.

Основными составляющими СДО, как правило, являются:

- средства создания учебного содержания курса (контента);
- средства управления контентом;
- средства управления и организации процесса обучения;
- средства коммуникации между всеми участниками процесса обучения.

Первая десятка наиболее популярных СДО в мире в настоящее время выглядит так:

- Moodle(18,6%);
- Other (16,6%);
- Developed In-House (14,8%);
- SumTotal (14,6%);
- Saba (12,5%);
- Blackboard (8,9%);
- Oracle (7,9%);
- Plateau (7,5%);
- Learn.com (6,7%);
- Ski 11 Soft (6,2%).

Оболочка Moodle завоевала себе мировое признание и первенство на рынке благодаря модульной организации, которая обеспечивает гибкость при модернизации системы с учетом особенностей учебного процесса; открытого кода системы, своей универсальности, благодаря чему ее можно устанавливать практически на любую платформу, под управлением любой из распространенных в настоящее время операционных систем.

На современном этапе дистанционные образовательные технологии могут использоваться при подготовке разных категорий обучающихся, благодаря своей многофункциональности, гибкости и универсальности. Для достижения наибольшей результативности во внедрении систем дистанционного обучения необходимо большое внимание уделять вопросам проектирования.

#### *Список литературы*

1. Агапов С.В. Джалишвили З. О. Кречман Д.Л. Никифоров И.С. Ченосова Е.С. Юрков А.В. Средства дистанционного обучения. Методика, технология, инструментарий. – СПб.: БХВ-Петербург - 2003.- 336 с.
2. Борисова Н.В. От традиционного через модульное к дистанционному –М.: Домодово: ВИПК МВД России 2000
3. Дроздова А.А. Анализ существующих систем дистанционного обучения в банковской сфере //Материалы Международной заочной научно-практической конференции «Современная теория и практика науки и образования». - Липецк. – 2014. - С. 97-98.
4. Лобачев С.Л., Солдаткин В.И. Дистанционные образовательные технологии: Информационный аспект. - М: МЭСИ, 1998. - 104 с
5. Тихомиров В.П. Технологии дистанционного образования в России // Дистанционное образование. – 2013 - №1.



А.Д. ЕГОРОВ

Научный руководитель – Ю.Ю. ШУМИЛОВ, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РАБОТЫ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ**

Существует множество различных алгоритмов, используемых для нахождения объектов на изображении. Однако не существует общепринятых методов сравнения результатов работы таких алгоритмов. В связи с этим становится невозможным также оценить качество работы алгоритмов отслеживания объектов в видеопотоке, так как поиск – этап, предшествующий отслеживанию. В данной статье приводится краткое описание алгоритма сравнения и освещаются некоторые результаты его работы.

Анализ видеопотока является одной из важных составляющих любой системы обеспечения безопасности периметра. Качественный анализ видеопотока позволяет сократить количество операторов пульта слежения за счет выделения ключевых частей видеопотока [1].

Этап автоматизированного анализа можно разделить на три части: поиск, отслеживание, классификация [1]. Существует возможность оценки точности классификации (например, по полу или возрасту), однако при оценке точности классификации используются только найденные и отслеженные объекты. Соответственно, на фактическую точность классификации оказывает влияние точность работы алгоритмов поиска и отслеживания. Точность работы алгоритмов отслеживания также может быть рассчитана отдельно, однако фактически этап отслеживания также работает с результатами, полученными на этапе поиска. Таким образом, для анализа точности работы этапов отслеживания и классификации необходимо оценивать точность работы алгоритмов поиска.

Кроме того, в системах, которые работают в реальном времени, важным параметром является время работы алгоритмов. Понятие «качество» включает в себя время работы и точность работы.

Для подсчета точности работы были выделены характеристики:

- количество верно найденных объектов  $T$ ;
- количество ненайденных объектов  $TN$ ;
- количество ложно найденных объектов  $FP$ ;
- количество двойных срабатываний.

По итогам работы общая характеристика для оценки точности работы рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{2 * P * R}{P + R},$$

где  $P$  – отношение количества верно найденных объектов к общему числу найденных объектов,  $R$  – отношение количества верно найденных объектов (лиц) к общему количеству объектов в тестовом множестве.

Таким образом, остается три показателя для оценки качества работы алгоритмов поиска – точность, время работы и количество двойных срабатываний. Для точности и времени работы  $t$  можно построить функцию оптимизации:

$$F = aQ + bT.$$

Ключевой этап подбора параметров для алгоритма заключается, во-первых, в проведении многофакторного эксперимента в пространстве параметров рассматриваемого алгоритма, а во-вторых, в определении веса параметров. Для системы с процессором Intel core i5 2 МГц с одинаковыми весами параметров при выборе оптимального каскада для алгоритма Виолы-Джонса были выбраны параметры  $a = \frac{1}{100}$ ,  $b = \frac{1}{173}$ .

Двойные срабатывания были устранены при использовании специальных модификаций алгоритмов поиска, исключающих область найденных объектов из области дальнейшего поиска.

Для эксперимента с методом был выбран алгоритм Виолы-Джонса [2,3], для которого было предложено 6 различных каскадов: alt, alt\_improved, alt2, lbp, lbp\_improved, alt2\_improved.

С помощью метода оценки качества для работы в системе MirrorBird был выбран каскад alt\_improved с определенными параметрами алгоритма, который давал рост производительности алгоритма в 10 раз при потере точности в 3% по сравнению с наиболее точным каскадом alt [4]. Конкретные значения параметров в рамках данной статьи не рассматриваются.

#### *Список литературы*

1. Charles Poynton. Digital Video and HDTV Algorithms and Interfaces. Elsevier. 2002.
2. P. Viola and M.J. Jones, «Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features», proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001
3. P. Viola and M.J. Jones, «Robust real-time face detection», International Journal of Computer Vision, vol. 57, no. 2, 2004., pp.137–15.
4. Egorov, A.D., Shtanko, A.N., Minin, P.E., Selection of Viola–Jones algorithm parameters for specific conditions, Bulletin of the Lebedev Physics Institute 42 (8), pp. 244–248, 2015.

С.О. ЗАХРЯПИН

Научный руководитель – М.А. КОРОТКОВА, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ**

Дается описание системы GraphLabs – программного комплекса для проведения автоматизированных лабораторных работ по теории графов.

Система GraphLabs предназначена для проведения компьютерных лабораторных работ по теории графов.

Современные технологии позволяют создавать уже не простые программы-тренажеры, охватывающие некоторый круг заранее определённых разделов, но полноценные системы для поддержки процесса обучения, включающие в себя множество разнообразных заданий, ведущие контроль и учёт успеваемости студентов. Подобные системы способны избавить преподавателя от значительной части рутинной работы, а дополнительно обеспеченные средствами анализа результатов работ – могут служить эффективным инструментом для повышения качества преподавания. Именно такой системой является разрабатываемый нами лабораторный комплекс.

Практические задания, входящие в состав GraphLabs, не являются «жёстко вшитыми» в систему: взаимодействуя с ядром лабораторного комплекса при помощи общего API, они, тем не менее, представляют собой отдельные, разрабатываемые независимо друг от друга Silverlight-приложения. Именно за счёт этого становится возможным функционирование ключевого элемента системы – редактора содержимого, позволяющего добавлять в библиотеку системы новые задания и удалять оттуда устаревшие, постоянно поддерживая программу курса в актуальном состоянии.

Реализованный в виде web-приложения, программный комплекс GraphLabs может быть развёрнут как для организации дистанционного обучения, так и для проведения занятий на базе компьютерной лаборатории учебного заведения. Помимо редактора содержимого он включает в себя обучающий и контрольный модули, а также журнал выполнения лабораторных работ. Обучающий и контрольный модули используют в своей работе общую модель курса: ряд тем, каждой из которых соответствует своя лабораторная работа, включающая справочный материал, контрольные вопросы и набор практических заданий. На стадии обучения студен-

там предоставляются ознакомительные варианты лабораторных работ, позволяющие заранее изучить используемые в работе инструменты и не отвлекаться в течение лабораторных занятий на освоение нового пользовательского интерфейса.

При решении контрольных заданий вся последовательность действий, а также итоговые оценки, фиксируются в журнале выполнения лабораторных работ. Журнал позволяет преподавателю в любое время просматривать результаты выполнения лабораторных работ и способен отображать как сводные результаты по группе студентов или по конкретной работе, так и детализированный протокол решения отдельной задачи конкретным студентом.

С архитектурной точки зрения, обучающая система GraphLabs представляет собой трёхзвенное приложение. Включая в себя сервер баз данных и сервер приложений, в качестве клиента она использует обычный веб-браузер. Такой подход, во-первых, не требует непосредственной установки какого-либо программного обеспечения на компьютеры пользователей (за исключением, быть может, плагина, требующегося для работы Silverlight-приложений в браузерах, отличных от Internet Explorer), и, во-вторых, позволяет не задумываться в процессе разработки о различных проблемах совместимости, нередко имеющих место при написании обычных desktop-приложений.

На настоящий момент для системы GraphLabs уже реализован ряд модулей – практических задач по различным разделам курса по теории графов, таким как связность графов, внутренняя и внешняя устойчивость, планарность графов, изоморфизм, а также некоторым другим.

Важными достоинствами лабораторного комплекса GraphLabs являются слабая связность компонент системы между собой и высокий уровень абстракции. Ядро системы никак не связано с предметной областью изучаемого курса. Сейчас мы создаём цикл лабораторных работ по теории графов – а в дальнейшем, благодаря такому подходу, на базе GraphLabs очень легко может быть построен обучающий комплекс практически по любому предмету.

*Список литературы*

1. Т. Саввинов, Д. Данилов, Е. Бархсанова, «Информационные технологии в сфере образования», Academia, М., 2002.
2. А.В. Трухин, «Об использовании виртуальных лабораторий в образовании» // Открытое и дистанционное образование, 2002, № 4 (8).
3. Мартин Р., Мартин М. Принципы, паттерны и методики гибкой разработки на языке C# –Пер. с англ. - СПб.: Символ-Плюс, 2012.
4. М. MacDonald. Pro Silverlight 5 in C#. – Apress, 2012.

М.И. ЗВЯГИНА<sup>1, 2</sup>

Научный руководитель – А.В. БОРИСОВ<sup>2</sup>,

старший инженер-программист

<sup>1</sup>Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,

<sup>2</sup>АО «МЦСТ», Москва

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОИСКА И ОТСЛЕЖИВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

В данной работе рассматриваются основные принципы семантического анализа, их использование при работе с научными статьями и актуальность системы, работающей в соответствии с представленными принципами.

Проблема поиска информации является актуальной в настоящее время. Для удовлетворения потребности в знаниях необходимо узнавать что-то новое, поэтому мы просматриваем десятки сайтов каждый день. Как правило, чтобы найти нужные данные, приходится тратить ценное время на отсеивание бесполезных страниц. Это приводит к изменению восприятия информационно-ресурсов человеком. Процесс поиска становится похож на сканирование новостной ленты без осмысления содержимого страниц. Многие люди жалуются на то, что после целого дня, проведенного за просмотром электронной почты и веб-серфингом, они перестают воспринимать книги и даже большие тексты. Чтобы автоматизировать процесс поиска и уменьшить затрачиваемое время, нужно разработать систему, которая будет производить поиск не по словам, встречающимся в тексте, а по его содержанию.

Для осуществления поиска текстов, относящихся к одной тематике, используется семантический анализ [1]. Данный вид анализа определяет схожесть текстов по содержанию, используя при этом ключевые слова, являющиеся главными для рассматриваемой тематики, а также их синонимы. Анализ текстов происходит относительно всего контекста, а не для отдельных слов. Для реализации семантического анализа научного текста может применяться большое число алгоритмов. Рассмотрим более подробно тот, который будет использоваться для поиска статей.

Поиск основывается на извлечении из текста слов и словосочетаний для построения терминологических словарей. Для извлечения словосочетаний, играющих ключевую роль в тексте, необходимо определить тематику, которую ищет пользователь. С каждой тематикой сопоставляются

так называемые лексико-синтаксические шаблоны [2], которые представляют собой граф связей элементов словосочетаний на основе их морфологических характеристик. По мере работы система накапливает собранные данные для ускорения построения словарей.

Существующие семантические анализаторы текстов способны определить лишь тематику текста с нужной точностью, а сопоставление их содержания до сих пор является не решенной задачей. Также стоит отметить, что среди мобильных приложений нет систем, занимающихся поиском научных статей и применяющих семантический анализ.

Представленные на данный момент программы используют собственную базу данных, которая пополняется разработчиками, в то время как данная система будет использовать все доступные Интернет-ресурсы, что существенно увеличит количество информации.

С помощью разрабатываемой системы будет выполняться поиск научных статей с выбором из нескольких схожих наиболее подходящей под запрос, а также отслеживание новостей на интересующую пользователя тему. Для пользователей будет доступно комментирование статей и внесение правок (на источниках это не отразится), что поможет людям со всего мира обмениваться мнением по поводу различных достижений науки и техники.

Будет добавлена возможность упорядочения по дате, степени схожести с запросом и т.д. полученных в результате поиска статей. Для более комфортного использования приложение сможет запоминать действия пользователя для ускорения работы системы на разных устройствах. Для переносимости системы необходимо будет разработать систему авторизации.

Основным преимуществом при использовании системы будет уменьшение затрачиваемого времени на поиск информации. Также можно будет составить список тем, по которым вы хотите получать уведомления, и даже если в данный момент интересующей вас тематики нет, то при её появлении, приложение сообщит вам об этом, и вы не пропустите нужную информацию. А благодаря возможности сортировки по дате и коэффициенту схожести текста, пользоваться приложением будет еще удобнее.

#### *Список литературы*

1. Thomas Landauer, Peter W. Foltz, Darrell Laham Introduction to Latent Semantic Analysis, 1998. pp. 259–284.
2. М.Ю. Загорюлько, Е.А. Сидорова. Система извлечения предметной терминологии из текста на основе лексико-синтаксических шаблонов. Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН, 2012. –511 с.

Д.С. КАЛИНЦЕВ

Научный руководитель – М.М. РОВНЯГИН, ассистент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДОЗАПРАВКИ БПЛА НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ CUDA**

В этой статье рассмотрен способ автоматизации работы БПЛА, а конкретно – автоматическая дозаправка, которая могла бы протекать в воздушном пространстве. Данная технология смогла бы снизить затраты на использование БПЛА в коммерческой и военной сферах, т.к. не требовала бы работы оператора.

Использование беспилотных летательных аппаратов в коммерческой и военной сферах является перспективным направлением, но в данный момент существует ряд проблем, которые не позволяют внедрить их в повседневный обиход. Одной из этих проблем является автоматическая дозаправка БПЛА в воздухе.

Актуальность проблемы определяется рядом факторов: для каждого БПЛА набирается специальная команда техников в составе 3-5 человек, что повышает расходы на использование дронов, также обычно используется несколько БПЛА в группе для патрулирования.

БПЛА используются не только вооруженными силами, но и в повседневной жизни. Так, известный американский интернет-магазин amazon.com [1] использует дроны для доставки своих товаров потребителю.

Было решено разработать систему, которая позволяла бы наладить процесс автоматической дозаправки дрона в воздухе. Структурная схема системы приведена на рисунке 1.

Управление дроном осуществляется с наземной станции. Команды подаются по протоколу MAVLink [2]. Со станции на плату дрона будет передаваться базовый набор команд по управлению БПЛА.

Когда БПЛА подлетел к нужной области, включается система компьютерного зрения. Система основана на библиотеке OpenCV [3], работа которой осуществляется в несколько этапов: обнаружение паттерна, его отслеживание в режиме real time, дополнительная фильтрация.

Основной проблемой для реализации данной технологии является система управления дроном, учитывающая различные факторы окружающей среды. Создание алгоритма такого рода является сложно решаемой

задачей в связи с множеством факторов, которые необходимо учитывать. В связи с этим было принято решение использовать нейросеть.

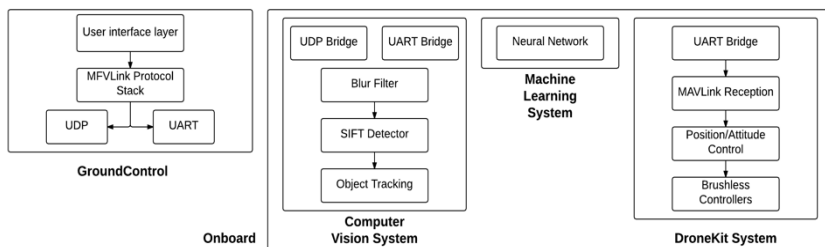


Рис. 1. Структурная схема системы

Модуль компьютерного зрения отправляет координаты паттерна, а также его угол отклонения относительно камеры дрона в нейросеть.

Нейросеть обучается человеком, действия которого априори верны. На выход нейросети поступают команды для выравнивания и стыковки с заправочным модулем.

Разработанные алгоритмы предназначены для использования на платформе NVIDIA Jetson TK1 [4], работающей на 192 CUDA-ядрах. Платформа дает достаточное количество вычислительной мощности для алгоритмов компьютерного зрения и нейросети.

Низкоуровневые команды с нейросети попадают в модуль DroneKit, отвечающий за непосредственное управление моторами дрона.

В статье была предложена архитектура системы автоматической дозаправки БПЛА в воздухе. Данная технология позволяет сократить затраты на обслуживание дронов как в военной сфере, так и в коммерческой.

#### Список литературы

1. Amazon Prime Air: [Электронный ресурс] / Интернет-магазин Amazon.com URL: <http://www.amazon.com/b?node=8037720011>. (Дата обращения: 30.11.15).
2. Протокол MAVLink : [Электронный ресурс] / Сайт создателей протокола с его подробным описанием URL: <http://qgroundcontrol.org/mavlink/start> (Дата обращения 30.11.15).
3. Bradski, Gary. Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV library 1<sup>st</sup> Edition / Gary Bradski, Adrian Kaehler – М.: O'Reilly, 2008. – 580 с.
4. Боресков, А. Основы работы с технологией CUDA / А. Боресков, А. Харламов. — М.: ДМК, 2010. — 232 с.
5. Официальный сайт DroneKit SDK : [Электронный ресурс] / Сайт создателей DroneKit SDK URL:<http://dronekit.io> (Дата обращения 30.11.15).



А.А. КОЗЫРЕВ

Научный руководитель – М.М. РОВНЯГИН, ассистент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **СПОСОБЫ РАСШИРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ NOSQL СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ GPGPU ТЕХНОЛОГИЙ**

В статье рассматривается возможность создания инфраструктуры на базе NoSQL системы с применением GPGPU технологий.

NoSQL базы данных были созданы как ответ на возрастающие запросы пользователей традиционных SQL систем. Появилась потребность в базах большого объема для хранения слабоструктурированных данных и эффективного использования их. В результате новые системы обрели популярность в сфере хранения данных, например, в облачных вычислениях.

В работе описывается набор средств разработчика, позволяющий расширить возможности существующих NoSQL систем, посредством частичного переноса вычислений с серверов приложения на серверы хранения. Проект представляет собой размещенные на узлах хранения данных вычислительные модули, к которым клиент обращается посредством API.

В предлагаемой системе используются следующие технологии:

- NVIDIA CUDA (jCUDA) – для работы модулей на GPU. Используется библиотека jCUDA для совместного использования CUDA с языком java [1].
- NoSQL базы данных такие как: Apache Cassandra, MongoDB, Redis, VoltDB, Riak [2].

На рисунке 1 изображена высоконагруженная система без применения нашей инфраструктуры. Все вычисления происходят на серверах клиента, используя NoSQL системы хранения.

На рисунке 2 показана предлагаемая инфраструктура. Теперь часть вычислений проходит на узлах системы хранения данных. Клиент может выбрать исполняемый модуль через API.

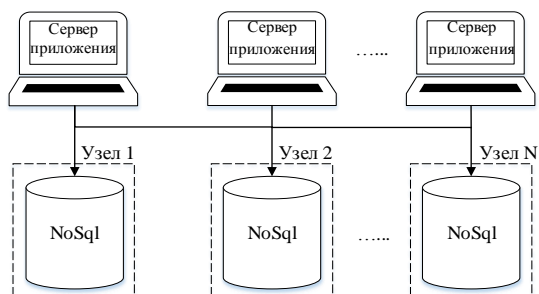


Рис. 1. Оригинальная схема – все вычисления проходят у клиента

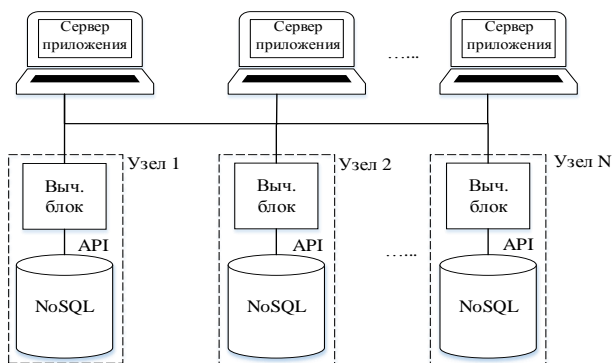


Рис. 2. Схема с использованием дополнительных вычислительных блоков

Разработанная система снимет часть вычислительной нагрузки с серверов приложения и позволит воспользоваться модулями шифрования, сжатия изображений, распознавания текста.

*Список литературы*

1. [Электронный ресурс] URL: <http://www.jcuda.org/tutorial/TutorialIndex.html> (Дата обращения: 25.10.2015)
2. V. Gudivada, D. Rao and V. Raghavan "NoSQL Systems for Big Data Management" , 2014 IEEE World Congress, pp.190 -197

А.Ю. КОЛМЫКОВ

Научный руководитель – Н.П. ВАСИЛЬЕВ, к.т.н., доцент  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

## МНОГОМЕРНЫЕ АЛГОРИТМЫ ХЕШИРОВАНИЯ И ГЕНЕРАЦИИ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

В статье говорится о том, как повысить производительность алгоритмов хеширования и генерации псевдослучайных последовательностей, используя многомерные конструкции и параллельные технологии.

Генератор псевдослучайных последовательностей (ГПСП) необходим для получения детерминированных чисел, удовлетворяющих статистическим свойствам случайности. Большинство криптографических задач и задач моделирования физических и математических систем, не могут обходиться без использования псевдослучайных чисел. А для решения задач оптимизации обработки данных (создание ассоциативной связи ключ-данные, поиски дубликатов в сериях наборов данных), проверки целостности данных (контрольные суммы), и в криптографических задачах (хранение паролей, электронная цифровая подпись) – используются хеш-алгоритмы.

Предлагаются новые алгоритмы, повышающие качество и производительность алгоритмов ГПСП и хеширования, благодаря их приведению к многомерному виду и использования таких технологий, как *OpenMP*, *CUDA* и др. В основе алгоритма хеширования лежит генератор псевдослучайной последовательности, основанный на обработке элементов кольца полинома [1], и который подчиняется равномерному закону распределения. Его принципы похожи на принципы генератора РСЛОС (регистр сдвига с линейной обратной связью), за исключением операций и разрядности. Такая основа обеспечивает легкую разработку, высокое быстродействие, большой период с хорошими статистическими свойствами [2].



Рис. 1

На рис. 1 показана краткая схема наличия обратной связи ГПСП и момента формирования результата, где элементы (1, 2, ..., N) – это промежу-

точные состояния, а  $R$  – это результат, который получается после каждой итерации.

Для превращения данного генератора в хеш-функцию необходимо выполнить всего лишь сложение хешируемого символа с результатом генератора, тем самым вовлечь этот символ в обратную связь [1] (рис. 2).

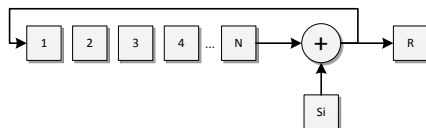


Рис. 2

Очевидно то, что данный способ хеширования не является крипто стойким, и легко получить результат хеширования, для другого символа  $S_i$  зная предыдущий  $S_{i-1}$ . Помимо этого, низкая разрядность способствует большому количеству коллизий. Для решения этих проблем используется преобразование в многомерный вид.

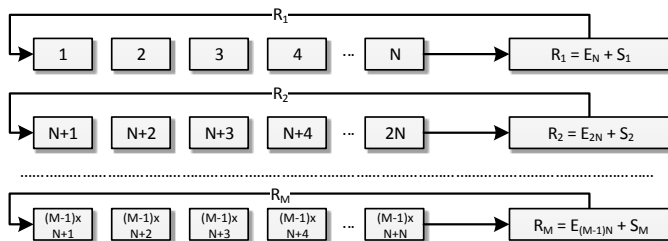


Рис. 3

На рис. 3 показан пример приведения хеш-функции к многомерному виду. Теперь в наличии не 1, а  $M$  генераторов. Показан один обход – по строкам двумерного массива. Но существует такая же возможность делать это и по столбцам. Для трехмерного варианта появляется возможность обхода как минимум в 3 направления. Все  $M$  генераторов можно выполнять независимо друг от друга, и это означает то, что каждый генератор можно подать на отдельную нить и добиться достаточно высокой производительности.

#### Список литературы

1. Васильев Н. П. Разработка и исследование алгоритмов хеширования и генерации псевдослучайных последовательностей. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук Том I. Москва, 1998 г.
2. Eastlake D., Schiller J., Crocker S. Randomness requirements of security.

Т.И. КОМАРОВ, Н.А. ЧЕПИК

Научный руководитель – М.А. ИВАНОВ, д.т.н., профессор  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

## ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ МИКРОЯДРА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В данной работе рассматриваются существующие подходы к проектированию ядра ОС. Приводятся аргументы в пользу ОС, основанных на микроядре. Анализируются существующие методы разработки микроядер с доказуемыми свойствами безопасности. Обосновывается возможность разработки высокопроизводительных микроядер на функциональных языках программирования.

Долгие годы среди разработчиков ОС не утихают споры о том, каким должно быть ядро ОС. На сегодняшний день принято выделять следующие основные типы ядра ОС: монолитное ядро, микроядро, экзоядро (в некоторых классификациях присутствуют и другие типы ядра ОС, например: модульное ядро, наноядро и т.д.) [1]. Наиболее оживленными являются дискуссии, в которых сравниваются монолитные ядра и микроядра. На рис. 1 приведена обобщенная структура ОС, построенного на основе монолитного ядра и микроядра (светло-серым цветом отмечены компоненты ОС, которые являются частью ядра; стрелками обозначены потоки данных между прикладным приложением и аппаратным обеспечением).



Рис. 1. Структура ОС, построенных на базе монолитного ядра и микроядра

В отличие от ОС на основе монолитного ядра, основным принципом построения микроядерных ОС является минимизация функциональных возможностей ядра и размещение большинства сервисов, предоставляемых ОС, в пространстве пользователя.

Микроядерный принцип построения обеспечивает безопасность, предсказуемость и портируемость ОС, однако, микроядерные ОС менее про-

изводительны, поскольку их работа требует большего количества переключений контекста. Тем не менее, существуют исследования, которые доказывают, что недостаточная производительность многих микроядер обычно обусловлена ошибками при проектировании и реализации [2].

Поскольку микроядра имеют очень ограниченные функциональные возможности, их реализации являются достаточно компактными. Это свойство микроядер открывает возможности для применения к ним методов формальной верификации. Сотрудники NICTA первыми в мире разработали верифицированное микроядро seL4 для платформы x86 [3]. Недостатком использованной в данной работе методики верификации, основой которой является разработка абстрактной функциональной спецификации, стала чрезмерная трудоемкость (около 20 человеко-лет) [3].

Альтернативный подход к созданию формально верифицированного микроядра был предложен в диссертационной работе R. Leslie [4]. Он заключается в модификации среды выполнения какого-либо языка программирования для работы без ОС, разработке специализированного HAL (слой аппаратных абстракций) и последующей реализации поверх него ядра ОС на выбранном языке программирования. Если выбранный язык является чисто функциональным, это гарантирует отсутствие ошибок при работе с памятью и позволяет осуществлять формальное доказательство свойств безопасности ядра. R. Leslie была разработана реализация микроядра L4 на языке Haskell, показавшая, к сожалению, в 60 раз более плохую производительность, чем реализация на языке C [4].

Решение, предлагаемое авторами, схоже с предложенным R. Leslie, однако, в качестве основного языка программирования использует OCaml (более производительный, чем Haskell, простой и предсказуемый, с компактной средой выполнения). Слой аппаратных абстракций предполагается оптимизировать для достижения максимальной производительности.

#### *Список литературы*

1. Таненбаум, Э. Современные операционные системы [Текст] / Э. Таненбаум. – СПб: Питер, 2012. – 1120 с. – (Серия «Классика computer science»).
2. Liedtke, J. On  $\mu$ -kernel construction [Текст] / J. Liedtke // SOSP '95 Proceedings of the fifteenth ACM symposium on Operating systems principles. – New York, 1995. – С. 237-250.
3. Klein, G. seL4: Formal verification of an OS kernel [Текст] / G. Klein, K. Elphinstone, G. Heiser et al. // SOSP '09 Proceedings of the ACM SIGOPS 22nd symposium on Operating systems principles. – New York, 2009. – С. 207-220.
4. Leslie, R. A Functional Approach to Memory-Safe Operating Systems [Текст]: дис. ... Ph.D. in Computer Science / Leslie Rebekah. - Portland, 2011. - 321 с.

В.А. КОРЯГИН

Научный руководитель – Н.П. ВАСИЛЬЕВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОМЕРНОЙ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ЦЕЛЯХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ**

Представлены аспекты применения разрабатываемого автором метода стохастической обработки данных. Показаны преимущества по сравнению с существующими средствами безопасной передачи и хранения информации. Описаны перспективы проекта.

Автор работы занимается разработкой метода стохастической обработки данных на основе стандартных алгоритмов [1]. Целями проекта являются повышение безопасности и быстродействия средств защиты информации. Основным нововведением метода является рассмотрение входных данных в качестве многомерной структуры. Исключительными качествами метода являются задаваемый размер блока без ограничения на максимальный размер, степень параллелизма, пропорциональная размеру блока и возможность осуществлять базовые преобразования при помощи существующих криптографических примитивов блочного шифрования (таких как ГОСТ 28147-89 [2] или AES [3]).

В основе метода лежит математический аппарат, обосновывающий стохастические свойства. В ходе работы подготовлен экспериментальный прототип, включающий в себя несколько реализаций, использующих различные вычислительные технологии, в том числе, NVIDIA CUDA и OpenCL. Предварительные исследования данных, полученных при помощи прототипа, подтверждают стохастические свойства.

На практике с использованием GPGPU вычислений при помощи ускорителя AMD HD 7850 удаётся проводить обработку блока размером более 1 Гб и достичь производительности вплоть до 1 Гб/с. Большой размер блока позволяет пересмотреть процесс конфиденциальной передачи и хранения информации.

При передаче информации появляется возможность поместить всё сообщение в один блок. В настоящее время за неимением такой возможности приходится кроме непосредственно алгоритмов блочного шифрования применять дополнительные средства для зашифрования данных произвольной длины и обеспечения целостности информации. Существующие

средства обеспечения целостности не позволяют выполнять параллельную обработку данных. Что гораздо более важно, увеличение количества криптографических механизмов повышает риски существования небезопасных реализаций. Следует также отметить, что на сегодняшний день все средства криптоанализа связаны с накоплением большого количества перехваченных блоков, зашифрованных на одном ключе и не существует средств, применимых в случае, если на одном ключе был зашифрован всего один блок.

Другим важным аспектом является возможность поместить в блок не только пользовательские конфиденциальные данные, но и служебную информацию криптосистемы, и псевдослучайные данные. Размер выходных данных при этом увеличивается на пренебрежимо малую величину.

Реализация безопасного хранения данных также может быть упрощена. Отсутствие ограничения на максимальный размер позволяет целиком шифровать целые блоки файловой системы. Выше описанные свойства позволяют обойтись без необходимости использовать дополнительные средства для обеспечения целостности и уникальности блоков файловой системы.

В настоящее время работа над методом продолжается. Как было указано выше, проведён лишь предварительный анализ получаемых выходных данных. Кроме того, существующие реализации, использующие GPGPU-вычисления, осуществляют обращения к медленной глобальной памяти GPU после каждого раунда. Существует возможность подготовить реализацию, имеющую ограничения на максимальный размер блока, но зато не выполняющую обращения к глобальной памяти между раундами. Ожидается, что производительность такой реализации будет ощутимо выше, чем у уже имеющейся. Также планируется разработка хеш-функции и генератора псевдослучайных чисел на основе метода.

#### *Список литературы*

1. Корягин В.А. Пояснительная записка к дипломному проекту (выпускной квалификационной работе) на тему: "Параллельное блочное преобразование с задаваемым размером блока" / НИЯУ МИФИ, 2014
2. ГОСТ 28147-89 "Системы обработки информации. защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования" [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://protect.gost.ru/v.aspx?control=7&id=139177>
3. AES Proposal: Rijndael [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://csrc.nist.gov/archive/aes/rijndael/Rijndael-ammended.pdf>



А.Д. КОСТКИНА, А.И. БАЛАНДИНА, А.А. ЧЕРНЫШОВ  
Научный руководитель – В.В. КЛИМОВ, к.т.н.  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ НА ПРИМЕРЕ КУРСА «ВЕБ-СЕРВИСЫ И СЕМАНТИЧЕСКИЙ ВЕБ»**

В статье рассматривается проблема выбора специализированного программного обеспечения для обучающихся. Приводятся преимущества использования веб-ориентированных технологий в обучении по сравнению с использованием специализированного программного обеспечения и результаты, достигнутые на этапе разработки программного комплекса типа веб.

В связи с увеличением в нашей жизни роли информационных технологий наблюдается процесс информатизации во всех сферах человеческой деятельности. Сфера образования не стала исключением. Эффективность методов обучения и совершенствование методики преподавания теперь неотъемлемо связаны с использованием информационных технологий в процессе обучения.

Преимущества использования информационных технологий в обучении очевидны: например, в ходе работы со специализированным программным обеспечением обучающиеся получают новые теоретические и практические знания, а также закрепляют уже имеющиеся. Однако с использованием информационных технологий неизбежно встают проблемы различного характера. В контексте данной статьи рассматривается проблема правильного выбора специализированного программного обеспечения для обучающихся.

С одной стороны, данная проблема обусловлена тем, что у обучающегося могут возникнуть трудности в ходе работы со специализированным программным обеспечением. Они обычно связаны со сложностями в понимании пользовательского интерфейса или же ошибками, возникающими на прикладном, т.е. программном уровне.

С другой стороны, зачастую имеет место несовместимость программного обеспечения, к примеру, на уровне операционной системы (разрядность, отличная от заявленных требований программного обеспечения архитектура операционной системы и т.п.), установленной на компьютерах учебного заведения или компьютере обучающегося.

Ранее нами был разработан курс лабораторных работ по веб-сервисам и стандартам семантического веб, ориентированный на студентов, чья специализация напрямую или косвенно связана с computer science и ее прикладными аспектами. В процессе разработки курса имела место проблема выбора программных продуктов, для решения которой были выработаны следующие критерии выбора:

- 1) доступность (бесплатная лицензия программного продукта);
- 2) кроссплатформенность, то есть гарантия полноценного использования возможностей программного продукта на различных платформах;
- 3) высокое качество программного продукта, то есть минимальный риск возникновения непредвиденных ошибок в процессе работы;
- 4) удобство пользования, то есть интуитивно понятный пользовательский интерфейс.

Тем не менее, несмотря на следование заявленным критериям, выбрать программное обеспечение оказалось почти невыполнимой задачей, в частности для лабораторных работ, связанных со стандартами и технологиями семантического веб (RDF, OWL, OWL-S [1]). В настоящее время не существует универсального программного обеспечения, соответствующего всем приведенным выше критериям. Имеются узкоспециализированные разработки с открытым исходным кодом [2], использование которых представляет некоторые трудности ввиду отсутствия кроссплатформенности и ограниченности функциональных возможностей. В связи с этим было принято решение разработать представленный в форме веб-сайта программный комплекс типа веб для нашего курса, который позволит обойти проблему выбора программного продукта. Задача нашего проекта состоит в том, чтобы, максимально избежав недостатков существующего специализированного программного обеспечения, на выходе получить универсальную систему с широким спектром функциональных возможностей. Разработанная система предоставит студентам возможность прохождения курса дистанционно.

В настоящее время в системе реализованы и представлены компоненты для работы со стандартом RDF. В дальнейшем планируется разработать компоненты для работы с OWL и OWL-S.

*Список литературы*

1. Ouzzani, M., Bouguettaya A. Semantic Web Services for Web Databases.// Springer Science+Business Media, 2011. – 155 p.
2. dotNetRDF - Semantic Web, RDF and SPARQL Library for C#.Net [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.dotnetrdf.org/>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. Англ.

А.А. КУЗНЕЦОВ

Научный руководитель – М.М. РОВНЯГИН, ассистент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ПОИСКА КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ В ГЕТЕРОГЕННЫХ GPGPU СИСТЕМАХ

Параллельная реализация алгоритма Дейкстры в гетерогенных системах достаточно сложнореализуема и имеет ещё много неисследованных свойств и зависимостей. В частности, нет результатов исследования зависимости между типом графа и эффективностью реализации параллельного алгоритма, в сравнении с последовательной версией.

Алгоритм Дейкстры широко применяется в задачах поиска кратчайшего пути: навигация машин и транспортных потоков, пространственные базы данных, различные планировщики и многое другое. Алгоритм поиска кратчайшего пути в графе вычислительно сложен и его применяют крайне осторожно, либо заменяют на эвристические подходы, не дающие 100%-точного результата. Подход с применением параллельных вычислений применяется ещё более редко, но имеет серьезные перспективы [1].

Дан граф  $G = (V, E)$ , функция  $\omega(e) : e \in E$ , которая ассоциируется с весом ребра графа, и начальный узел  $S$ . Задачей поиска кратчайшего пути, является вычисление короткого пути от  $S$  до каждого из узлов  $v \in V$ . Мы будем говорить о задаче поиска кратчайшего пути с положительным весом, т.е.  $\omega(e) \geq 0 : e \in E$  [2].

Для распараллеливания алгоритма есть несколько способов. Один из них – это использование такого аппаратного ускорителя, как графический процессор.

Реализация параллельного алгоритма Дейкстры подразумевает, что распараллеливанию подвергаются внутренние операции последовательного алгоритма. В графе выделяется множество  $F_i$ , называемое граничным множеством. Каждое ребро, входящее в граничное множество, обрабатывается параллельно, т.е. на отдельном ядре графического процессора: инициализируется (initialize), ослабляется (relax), подсчитывается минимальная дистанция (minimum) и обновляется (update).

Исследование данной зависимости реализовано с помощью архитектуры NVIDIA CUDA [3].

Было проведено сравнение различных типов графов в задаче поиска кратчайшего пути параллельного алгоритма Дейкстры. На рис. 1 показано сравнение производительности в разреженном графе ( $|E| \ll |V|^2$ ) и в плотном графе ( $|E| \approx |V|^2$ ).

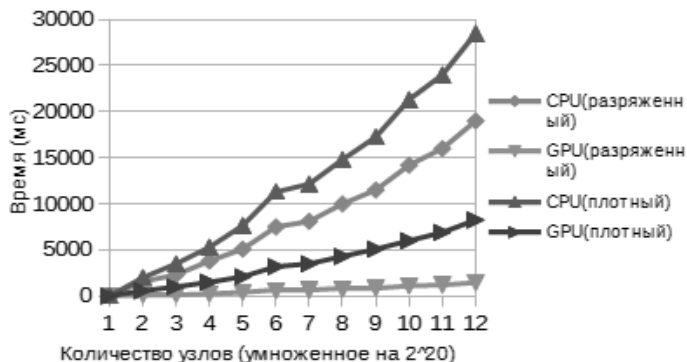


Рис. 1. Производительность параллельного алгоритма

Проведенное исследование показывает, что параллельный вариант алгоритма Дейкстры увеличивает быстродействие в 13 раз в разреженном и в 3,5 раза в плотном графе. Разница между плотным и разреженным графом объясняется тем, что плотный граф, как правило, является более связным, а значит, в нём выделяется меньшее количество граничных множеств, которые можно обрабатывать параллельно.

Итоги. Проанализированы способы реализации алгоритма поиска кратчайшего пути в различных графах на гетерогенных GPGPU системах и продемонстрирована производительность работы параллельного алгоритма в сравнении с последовательным.

#### Список литературы

1. Hector Ortega-Arranz, Yuri Torres, Diego R. Llanos and Arturo Gonzales-Escribano A New GPU-based Approach to the Shortest Path // Dept. Informatica, Universidad de Valladolid, Spain.
2. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы. Построение и анализ // Вильямс Москва, 2013. – 696 с.
3. Д.Сандерс, Э.Кэндот Технология CUDA в примерах Введение в программирование графических процессоров: ДМК Пресс, 2013. – 232 с.: ил.

А.И. ЛЕВИН, П.Е. МИНИН, А.Д. ЕГОРОВ

Научный руководитель — Ю.Ю. ШУМИЛОВ, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАСПОЗНАВАНИЕ ИНТОНАЦИИ В НЕПРЕРЫВНОЙ РЕЧИ ЧЕЛОВЕКА**

Предложен метод распознавания интонации в речи человека с использованием open source программного обеспечения Praat. В методе используется алгоритм получения тона речи человека, используемый в Praat. Точность работы данного алгоритма, а также область его применения может быть изменена посредством варьирования параметров.

По данным Всемирной организации здравоохранения, около 10% населения Земли страдают различными нарушениями слуха [1]. Помимо нарушения слуха у таких людей также имеются проблемы с речью, в связи с чем в повседневной жизни они испытывают трудности в общении. Алгоритм распознавания интонации речи, в совокупности с другими методами анализа речи (например, распознавание речи), позволяет реализовать программное обеспечение (например, для смартфона) для помощи людям с речевыми и слуховыми дефектами в общении.

Предлагаемый метод распознавания интонации основан на выделении тона из аудиозаписей голоса человека и дальнейшем поиске их в шаблонах в речи человека – интонационных конструкциях.

В данном методе выделяется три основных этапа: запись речи человека и разделение ее на законченные интонационные конструкции, выделение тона голоса в каждой из частей, построение классификатора интонационных конструкций.

На первом этапе происходит запись голоса человека. В качестве данных для исследования данного алгоритма были использованы аудиозаписи различных диалогов с разными интонационными конструкциями. После этого следует шаг разделения аудиозаписи на части по интервалам, в которых отсутствует голос.

На втором этапе происходит выделение тона голоса. Для выделения тона голоса в каждой части записи используется алгоритм выделения частоты основного тона голоса. Данный алгоритм в программе Praat реализуется следующим образом [2]:

1. Предобработка сигнала.
2. Вычисление глобального абсолютного значения сигнала.

3. Выделение части сигнала; вычитание локального среднего.
4. Анализ части сигнала на наличие голоса; умножение части сигнала на оконную функцию.
5. Быстрое преобразование Фурье; расчет частей в частотной области; деление на автокорреляционную функцию окна.
6. Получение тона для частей с голосом и без голоса.

После второго этапа для каждой записи получены зависимости полутонов от времени. На третьем этапе данные зависимости подвергаются классификации. На этом шаге возможно использование скрытых марковских моделей или искусственных нейронных сетей.

В русском языке существует семь видов интонационных конструкций: ИК-1 – ИК-7 [3]. Для различных типов интонаций характерны следующие конструкции:

- для вопросительной интонации характерны интонационные конструкции ИК-2, ИК-3 и ИК-4;
- восклицательная интонация в основном соответствует конструкциям ИК-5 и ИК-6;
- повествовательная интонация встречается в конструкциях ИК-1 и ИК-7.

Каждая из этих конструкций является шаблоном тона в речи человека. В связи с этим для задачи классификации больше всего подходят скрытые марковские модели [4].

Точность работы данного алгоритма зависит от качества записей, от особенностей речи человека, от продолжительности записей, от уровня постороннего шума во время записи и прочих факторов. Точность распознавания интонации может быть повышена за счет изменения параметров алгоритма в программе Praat, а также параметров классификатора на основе скрытых марковских моделей.

#### *Список литературы*

1. А.И. Осадчих, «Медицина труда и промышленная экология», №4, с. 1-4, 2002.
2. Paul Boersma, «Accurate short-term analysis of the fundamental frequency and the harmonics-to-noise ratio of a sampled sound», Institute of Phonetic Sciences, University of Amsterdam, IFA Processings, vol. 17, pp. 97-110, 1993.
3. Брызгунова Е.А. Интонация и смысл предложения. – Русский язык за рубежом, 1967, №1.
4. F. Ringeval, J. Demouy, G. Szaszak, M. Chetouani, L. Robel, J. Xavier, D. Cohen, and M. Plaza, «Automatic intonation recognition for the prosodic assessment of language impaired children», IEEE Transactions on Audio, Speech & Language Processing, vol. 19, pp. 1328–1342, 2011.

А.В. МАЛОФЕЕВА, С.О. ЗАХРЯПИН

Научный руководитель – М.А. КОРОТКОВА, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «НАХОЖДЕНИЕ КРИТИЧЕСКОГО ПУТИ» И МОДУЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ВАРИАНТОВ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА GRAPHLABS ПО КУРСУ «ТЕОРИЯ ГРАФОВ»**

В рамках создания лабораторного комплекса, предназначенного для выполнения лабораторных работ студентами по курсу «Теория графов» был создан лабораторный модуль «Нахождение критического пути». Для облегчения работы преподавателя создается генератор вариантов графов для лабораторных модулей.

Проведенные исследования современного состояния образовательных программ приводят к осознанию необходимости создания виртуального лабораторного практикума по курсу «Теория графов». Использование различных программных средств расширяет возможности получения практических навыков, позволяет наглядно рассмотреть применение теоретических аспектов в решении практических задач и упрощает подготовку лабораторных материалов, делая выполнение лабораторных работ общедоступным. Также автоматическая система оценивания работ позволяет исключить фактор необъективной оценки преподавателями. Практикум был создан в виде интернет-сайта для студентов, изучающих данных курс.

В рамках данного проекта была создана лабораторная работа по теме «Нахождение критического пути». Решение данной задачи необходимо в области сетевого планирования и встречается в реальной жизни. Освоение данного алгоритма развивает способности мышления будущих специалистов и их практические навыки работы с данным типом задач.

Наиболее распространены алгоритмы нахождения пути минимальной длины, так как это является более частой задачей. Для наших целей эти алгоритмы можно переработать, изменив направление экстремизации. Для реализации был использован алгоритм Дейкстры, так как данный алгоритм является базовым, и любой взвешенный граф может быть приведен к виду, пригодному для применения данного алгоритма.

Разработанный лабораторный модуль позволяет студенту с помощью удобных средств интерфейса рассчитать критический путь графа. В режиме перемещения вершин можно расположить граф удобным образом, что облегчит нахождение критического пути. Для наглядности предлага-

ется заполнить матрицу весов графа. В режиме выбора искомого пути студент выбирает критический путь, указывая в правильном порядке вершины, входящие в критический путь. Также можно отменить выбор последней вершины или весь путь целиком. Предусмотрена гибкая система оценивания работы в зависимости от количества сделанных ошибок при заполнении матрицы и выделении пути.

Для существенного облегчения работы преподавателя и повышения удобства работы с системой разрабатывается новый модуль, который позволит автоматизированно создавать и редактировать исходные графы для лабораторных работ. Для генерации графов используется специальный настраиваемый алгоритм, позволяющий создавать графы для большинства существующих на настоящий момент лабораторных модулей.

В данный момент с помощью удобного интерфейса можно по введенным параметрам (ориентированность, взвешенность, количество вершин) сгенерировать граф и его матричное представление, изменить веса ребер в матрице весов графа, после чего сохранить полученный граф в базу данных.

В дальнейшем планируется добавить другие параметры для генерации графов, например, плотность, планарность, а также расширить возможности редактирования сгенерированных вариантов с помощью различных инструментов: добавление новой и удаление выбранной вершины, добавление нового и удаление выбранного ребра, редактирование уже существующего варианта графа из базы данных. Данный модуль генерации графов можно расширить другими параметрами для новых различных алгоритмов генерации графов для специфических лабораторных модулей.

Созданный лабораторный модуль расширяет курс лабораторных работ. Разрабатываемый модуль генерации вариантов графов позволит повысить удобство работы с системой для быстрого пополнения базы вариантов лабораторных работ. Таким образом, расширяются возможности работы лабораторного комплекса Graphlabs.

#### *Список литературы*

1. Курмаз М.В. Нахождение критического пути в сетевом планировании в условии нечеткого задания времени//Таганрог: Известия Южного федерального университета. Технические науки, 2007 №1 Т.73, с. 18-21
2. Юдин Е.Б. Генерация случайных графов предпочтительного связывания // Омский научный вестник - Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Омский государственный технический университет" -№2-90, 2010, стр. 188-192
3. Н. Кристофидес. Теория графов: Алгоритмический подход. М.: Мир, 1978, 432 с.



В.Н. МИНАЕВ

Научный руководитель – Н.П. ВАСИЛЬЕВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ CUDA ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРУДОЕМКИХ ИТогоВЫХ SQL-ЗАПРОСОВ В РЕЛЯЦИОННЫХ СУБД**

В данной статье приведено описание итогового SQL-запроса, проблем с его производительностью в реляционных СУБД типа OLAP. Рассмотрены проблемы применения технологии CUDA для повышении его производительности.

Итоговый запрос – это запрос, в котором требуется узнать одно или несколько значений, которые подытоживают информацию, содержащуюся в базе данных [1]. Он используется в реляционных базах данных интеллектуальных ресурсов предприятия – OLAP, которые характеризуются большими размерами таблиц в миллионы или миллиарды строк. В нем используются агрегирующие функции: SUM(), AVG(), MIN(), MAX(), COUNT(), COUNT(\*) [1], которым для получения результата нужна обработка всего массива данных при помощи простых алгебраических действий и сравнений.

В реляционных СУБД типа OLAP всегда происходит 100%-я выборка данных из таблицы в одном запросе, вследствие чего выполнение может затягиваться на несколько часов и значительно загружать аппаратные средства выполнения системы. Производители реляционных СУБД вкладывают огромные средства в оптимизацию своих продуктов [1], но технологии параллельной обработки данных используются мало. Чаще всего используются SIMD системы, которые делят выполнение запроса между ядрами центрального процессора (далее CPU). Но у CPU небольшое число ядер, количество используемых арифметико-логических устройств (далее ALU) в ядрах мало, так как большую часть их площади занимает кэш-память. В связи с этим при запуске итогового запроса на большом количестве записей (более миллиона) количество ядер не достаточно для его быстрого выполнения.

Концепция технологии параллельных вычислений от NVIDIA (далее CUDA) отводит графическому процессору (далее GPU) роль массово-параллельного сопроцессора, который обладает сотнями и тысячами вычислительных ядер и может выполнять простые алгебраические

действия и сравнения данных в разы быстрее, чем CPU [2]. В соответствии с этим его можно использовать для ускорения производительности операций с участием функций агрегирования.

Применение CUDA для уменьшения времени выполнения трудоемкого итогового SQL-запроса несет в себе ряд проблем:

1. сложность проектирования, какую память GPU использовать из-за наличия иерархии памяти [3];
2. сложность определения момента, когда надо задействовать GPU, так как при малых объемах данных GPU проигрывает в быстродействии CPU из-за большой латентности (400 – 800 тактов) [2] глобальной памяти, через которую осуществляется взаимодействие между CPU и GPU;
3. отсутствие прикладного API для организации взаимодействия СУБД + CPU + GPU;
4. необходимость доработки имеющихся алгоритмов по обработке данных для повышения производительности и организации взаимодействия СУБД + CPU + GPU;
5. отсутствие классификации методов параллельной обработки данных СУБД на GPU;
6. малый объем памяти GPU видеокарт по сравнению с оперативной памятью сервера.

На сегодняшний день существуют работы, в которых рассматривали повышение быстродействия операций СУБД, решающие часть перечисленных проблем с итоговыми запросами [3]. Но все они реализованы на базе виртуальных машин или прямого размещения базы данных в памяти GPU. Это ведет к сильному изменению структур существующих СУБД или создает сильную зависимость от размера памяти графического ускорителя. Поэтому необходимо провести исследование применимости CUDA как сопроцессора, на который данные передаются без использования выше приведенных способов, и создать классификацию методов и средств параллельной обработки данных трудоемких итоговых SQL-запросов.

#### *Список литературы*

1. Джеймс Р. Грофф, Пол Н. Вайнберг, Эндрю Дж. Опель SQL: Полное руководство 3-е изд.: Пер. с англ. - М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2015 – 960 с.
2. А.В. Боресков, А.А. Харламов, Н.Д. Марковский и др. Предисл.: В.А. Садовничий. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: Учеб. Руководство. - М.: Издательство Московского университета, 2012 – 336 с.
3. Peter Bakkm and Kevin Skadron. Accelerating SQL Database Operations on a GPU with CUDA: Department of Computer Science University of Virginia, 2010 – 10 с.

Д.А. МУНИН

Научный руководитель – В.О. ЧУКАНОВ, д.т.н., профессор  
 Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

## ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ РЕЗЕРВИРОВАННЫХ НЕВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ СИСТЕМ

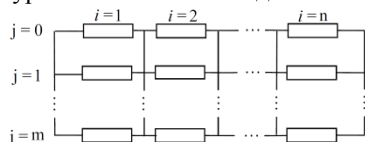
Рассматриваются преимущества и недостатки основных методов резервирования для невосстанавливаемых информационных вычислительных систем, состоящих из множества элементов. Производится оценка общего и отдельного методов резервирования для ненагруженного и нагруженного резервов. Анализируется вероятность отказа работы резервированной системы с мажоритарным элементом, работающим по принципу 2 из 3, с учётом структуры избыточного блока.

Все технические устройства состоят из элементов. Элементы, составляющие техническое устройство, физически могут быть соединены между собой различным образом. Для анализа и расчёта показателей надёжности применяются особые схемы – структурные схемы надёжности [1].

Под структурной схемой надёжности понимают наглядное графическое представление условий, при которых работает или не работает исследуемый объект. Структурные схемы надёжности позволяют провести анализ и выяснить, как поведет себя система в случае возникновения отказа. Благодаря этому можно провести расчёт показателей надёжности [1].

Введение избыточности является основным методом повышения надёжности системы, которая строится на элементах с низкой надёжностью. Применяется общее и отдельное резервирование замещением для ненагруженного «холодного» и нагруженного «горячего» резервов [2].

Для общего резервирования замещением с «горячим» резервом структурная схема имеет вид:

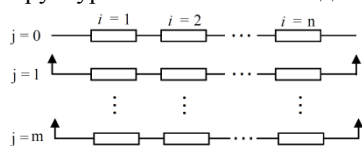


Вероятность безотказной работы рассчитывается по формуле:

$$P_c(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda_0 t})^{m+1}, \text{ где } \lambda_0 = \sum_{i=0}^m \lambda_i \quad [3]$$

Общее резервирование замещением с «горячим» резервом дает хороший результат в случае, если основная система имеет высокие показатели надёжности. Данный метод наиболее целесообразно использовать для резервирования высоконадежных систем разового использования с коротким временем непрерывной работы [3].

Для общего резервирования замещением с «холодным» резервом структурная схема имеет вид:



Вероятность безотказной работы рассчитывается по формуле:

$$P_c(t) = e^{-\lambda_0 t} \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!}, \quad \text{где } \lambda_0 = \sum_{i=0}^m \lambda_i \quad [3]$$

При отказе хотя бы одного элемента основной системы с  $j = 0$  она отключается. При этом на место основной системы подключается одна из резервных систем. Таким образом, резервированная система откажет при появлении  $(m + 1)$ -го отказа [3].

Общее резервирование замещением с «холодным» резервом является эффективным средством повышения надёжности при низкой надёжности основной системы. Система с «холодным» резервом надёжнее системы с постоянно включенным «горячим» резервом. Такой метод резервирования целесообразно использовать для систем с большим сроком службы [3].

Для раздельного резервирования замещением каждый резервный элемент заменяет основной элемент в случае его отказа. Раздельное резервирование замещением дает наибольший выигрыш надёжности по сравнению с другими видами резервирования. Причем этот выигрыш тем больше, чем больше элементов имеет резервированная система [3].

Вероятность отказа работы высоконадёжной мажоритарной системы, работающей по принципу 2 из 3, с учётом структуры избыточного блока может быть получена с помощью следующей формулы:

$D$  – количество мин. сечений  
 $r$  – порог мажоритарного эл.  
 $q_{kj}$  – вероятность отказа  $k$ -го эл., входящего в  $j$ -е, мин. сечение

$$Q_{\text{МФ}} = \sum_{j=1}^D \prod_{k=1}^r q_{kj} \quad [4]$$

Подводя итог, можно сказать, что общее и раздельное резервирование для ненагруженного и нагруженного резервов позволяют значительно повысить надёжность информационной вычислительной системы, а учёт структуры избыточного блока существенно повышает точность вычислений для высоконадёжной системы.

*Список литературы*

1. Чуканов В.О. – Надёжность программного обеспечения и аппаратных средств систем передачи данных атомных электростанций. – М.: МИФИ, 2008. – 166 с.
2. Половко А.М., Гулов С.В. Основы теории надёжности. М.: БХВ-Петербург, 2006. 702 с.
3. Хетагуров Я.А. Надёжность автоматизированных систем управления М.: Высшая школа, 1979. – 288 с.
4. Александрович А.Е., Бородакий Ю.В., Чуканов В.О. – Проектирование высоконадёжных информационно-вычислительных систем. М.: Радио и связь, 2004. – 143 с.

О.Ю. МУСИЕНКО

Научный руководитель – Н.П. ВАСИЛЬЕВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **СОЗДАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ПОИСКА ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КЛАСТЕРАХ**

Предлагается версия интервального алгоритма нахождения простых чисел, которая может быть распараллелена на вычислительном кластере, а также описываются инструменты его реализации.

На сегодняшний день наиболее важными сферами применения простых чисел являются генерация псевдослучайных чисел и криптография. Например, в известном алгоритме шифрования RSA используются два больших простых числа для формирования открытого ключа. Также нахождение больших простых чисел (в т. ч. чисел специального вида, таких как числа Мерсенна, числа Ферма и т. д.) имеет научное значение.

Существует ряд распространенных алгоритмов нахождения простых чисел (решето Эратосфена, алгоритмы на основе тестов Соловья-Штрассена и Рабина-Миллера [1]), но наиболее производительным и перспективным является алгоритм на основе Теоремы о полном множестве простых чисел В. А. Минаева [2]. В ней доказывается, что множество чисел  $S = \{6^*k \pm 1\}$  ( $k=1,2,3,\dots$ ) содержит, помимо составных, все простые числа (кроме чисел 2 и 3, которые названы фундаментальными), и задача нахождения простых чисел сводится к вычитанию из  $S$  множества составных чисел вида  $\{6^*k \pm 1\}$ , которые могут быть заданы линейными уравнениями.

Позже была опубликована статья [3], в которой представлены следствия Теоремы. В работе вводится понятие  $k$ -индекса – целого положительного числа, от которого порождается пара чисел из множеств  $\{6^*k+1\}$  и  $\{6^*k-1\}$ , а также исследуются свойства  $k$ -индексов ( $k$ -индексные зависимости,  $k$ -индексные прогрессии, базовый  $k$ -индекс, дивергентное смещение). Эти свойства позволяют адресовать любое составное число из множеств  $\{6^*k \pm 1\}$  через его  $k$ -индекс. На основе перечисленных следствий был разработан эффективный алгоритм поиска простых чисел на интервале.

Важно отметить, что существующие алгоритмы получения очередного простого числа учитывают все предыдущие вычисленные простые и со-

ставные числа, что снижает их эффективность, если требуется найти простые числа на произвольном интервале. В этом случае для ранее известных алгоритмов приходится задавать только верхнюю границу, производить ресурсоемкие расчеты, после чего отсекал значения, не попадающие в заданный интервал.

Рассматриваемый алгоритм лишен этого недостатка: на вход алгоритма подаются обе границы диапазона, и, благодаря свойствам k-индексных зависимостей, расчет ведется в его пределах.

Указанная особенность имеет важное следствие – алгоритм легко может быть распараллелен на множество вычислительных узлов. Для этого достаточно разделить исходный диапазон генерации на несколько поддиапазонов. При этом можно выбрать различные способы деления. Простейший предполагает разбиение интервала на равные части по количеству участвующих в вычислениях узлов. Более предпочтительным способом представляется деление диапазона генерации, при котором размер выделяемого узлу поддиапазона генерации пропорционален его производительности.

Для организации параллельных вычислений используется стандарт Message Passing Interface (MPI) [4] – программный интерфейс для передачи данных между процессами, а именно распространенная его реализация – OpenMPI. Технология предназначена для систем с распределенной памятью. С точки зрения MPI, выполняемая программа – это набор процессов, запущенных на различных вычислительных узлах, соединенных между собой высокоскоростным каналом связи.

Реализация описанного алгоритма с помощью технологии MPI позволит добиться большей эффективности в задачах генерации простых чисел в заданном диапазоне, а также нахождения новых простых чисел. Также дальнейшее повышение эффективности алгоритма возможно за счет задействования в вычислениях графической подсистемы вычислительных узлов кластера с помощью технологий NVIDIA CUDA и OpenCL.

#### *Список литературы*

1. Черемушкин А. В. Лекции по арифметическим алгоритмам в криптографии, — М: МЦНМО, 2002. — 104с.
2. Минаев В.А. Теорема о полном множестве простых чисел. М.: НИЯУ МИФИ, 2011.
3. Минаев В.А., Васильев Н.П., Лукьянов В.В., Никонов С.А., Никеров Д.В. Высокопроизводительный алгоритм генерации простых чисел в произвольном диапазоне // Матер. XIV междунар. науч. конф. "Цивилизация знаний: проблемы и смыслы образования". 2013. М.: РосНОУ.
4. Message Passing Interface Forum. URL: <http://www.mpi-forum.org/> (дата обращения 22.11.2015)

О.Ю. НОВИКОВА, В.А. ПЕРЕВОЗЧИКОВ

Научный руководитель – И.В. ЧУГУНКОВ, к.т.н., доцент

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ВОПРОСЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ЛЕГКОВЕСНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ**

Рассматриваются вопросы оценки статистических свойств, формируемых легковесными генераторами псевдослучайных чисел последовательностей.

Развитие микропроцессорных систем, уменьшение размеров кристаллов, появление мобильных устройств – все эти факторы обусловили появление нового направления защиты информации – легковесной криптографии [2]. В связи с этим возникает актуальная задача разработки новых и адаптации существующих алгоритмов обработки данных применительно к легковесным устройствам. В частности, необходимо рассмотреть вопросы статистического тестирования [1] легковесных генераторов псевдослучайных чисел (ПСЧ), а именно, модификации алгоритмов работы оценочных тестов вследствие ограниченного объема эквивалентных логических элементов, характеризующих легковесное устройство.

В работе проводится исследование существующих статистических тестов для оценки свойств генераторов ПСЧ, а также дается оценка возможности сокращения ресурсов, необходимых для реализации оценочных тестов, применяемых для исследования легковесных генераторов ПСЧ. Предлагаются алгоритмы модификации традиционных оценочных тестов для возможности применения последних в легковесных устройствах. Разработаны программные модели, реализующие предложенные алгоритмы оценки статистической безопасности легковесных генераторов ПСЧ. Проведено исследование легковесных генераторов ПСЧ, а также проанализированы перспективы использования разработанного подхода тестирования применительно к критически важным информационным системам.

### *Список литературы*

1. Жуков А.Е. Легковесная криптография // Вопросы кибербезопасности, 2015. № 1. – С. 26-43.
2. Чугунков И.В. Методы и средства оценки генераторов псевдослучайных последовательностей, ориентированных на решение задач защиты информации. – М. НИЯУ МИФИ, 2012. – 236 с.

В.А. ПЕРЕВОЗЧИКОВ, С.С. ТРОИЦКИЙ  
Научный руководитель – И.В. ЧУГУНКОВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ nVIDIA CUDA ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ**

Приводится подход к повышению быстродействия систем оценки качества генераторов псевдослучайных чисел, основанный на распараллеливании оценочных тестов при помощи технологии nVIDIA CUDA.

Генераторы псевдослучайных чисел (ПСЧ) являются неотъемлемым элементом любой системы защиты. Именно от их свойств [1] зависят надежность и безопасность процессов сбора, обработки, передачи и хранения информации, а также управления объектами. В связи с этим, актуальной научной задачей является разработка методов и средств оценки качества генераторов ПСЧ. Одной из основных проблем, с которыми сталкиваются разработчики тестов, являются все возрастающие размеры исследуемых ПСЧ, что существенно увеличивает время тестирования генераторов.

В НИЯУ МИФИ на кафедре «Компьютерные системы и технологии» разработан подход для ускорения процесса тестирования генераторов ПСЧ за счет распараллеливания процесса тестирования при помощи гибридных систем. В частности, предлагается решение проблемы производительности оценочных тестов, основанное на распараллеливании процесса тестирования и реализация отдельных этапов исследования статистических свойств генераторов ПСЧ на графических процессорах (GPU). Разработаны методы распараллеливания оценочных тестов системы DIEHARD [2], осуществлена программная реализация модифицированных ускоренных тестов с использованием технологии nVIDIA CUDA [3].

Экспериментальные исследования разработанных программных моделей продемонстрировали возможность ускорения некоторых тестов до нескольких десятков раз

### *Список литературы*

1. Иванов М.А. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 400 с.
2. Marsaglia G. DIEHARD: Battery of tests of randomness. – <http://stat.fsu.edu/pub/diehard/>.
3. Борсков А. и др. Основы работы с CUDA. – М.: ДМК ПРЕСС, 2010. – 232 с.



А.О. ПРОКОФЬЕВ, Е.А. ГРИДНЕВА

Научный руководитель – И.В. ЧУГУНКОВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЦЕНОЧНЫХ ТЕСТОВ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ**

Повышена эффективность оценочных тестов, используемых в разработанной на кафедре «Компьютерные системы и технологии» системе оценки качества генераторов псевдослучайных чисел.

В современном мире защита информации является одной из важнейших задач в различных сферах деятельности человека. Чаще всего под информационной безопасностью понимается защита компьютерных систем, основанная на использовании генераторов псевдослучайных чисел (ГПСЧ). Одним из основных требований к качественному ГПСЧ – это отсутствие закономерностей в полученной в результате преобразования псевдослучайной последовательности (ПСП).

Для исследования ПСП применяются две группы тестов: графические и оценочные. Результаты графических тестов отображаются в виде графиков, характеризующих свойства последовательностей. Оценочные тесты выдают численную характеристику.

В НИЯУ МИФИ на кафедре «Компьютерные системы и технологии» разработана Система оценки качества (СОК) генераторов псевдослучайных чисел. В её состав входят тесты НИСТ США, DIEHARD, Д.Кнута, CRYPT-X, а также ряд авторских тестов. Кроме этого, в состав системы входят графические тесты.

Для повышения эффективности большинства оценочных тестов, входящих в состав СОК, были разработаны и использованы следующие подходы: анализ категорий [1], подсчёт числа отсутствующих шаблонов [2], технология nVidia CUDA. В таблице 1 приведён список улучшенных тестов (без учёта технологии nVidia CUDA).

Первый подход позволяет значительно уменьшить количество ошибок второго рода (принятия неслучайной последовательности за истинно случайную). Это достигается за счёт замены интегральной статистики, возвращаемой большинством оценочных тестов, на анализ попаданий в каждую категорию результирующего набора категорий теста.

Подсчёт числа отсутствующих шаблонов вместо числа попаданий в определённую категорию. Данное усиление позволяет добиться следующих преимуществ:

- размер вспомогательной памяти для сбора статистики определяется только размерами набора;
- отсутствие ограничения на длину исследуемой последовательности;
- возможность досрочного завершения процесса исследования в случае выхода исследуемой статистики за границы доверительного интервала;
- высокая функциональность тестов и качество тестирования за счёт возможности свободного варьирования параметрами тестирования.

Использование гибридных технологий, в частности nVidia CUDA, позволяло значительно ускорить процесс тестирования.

Таблица 1. Улучшенные тесты (без учёта CUDA)

| №             | Название                             | №            | Название  |
|---------------|--------------------------------------|--------------|---|
| Тесты DIEHARD |                                      | Тесты НИСТ   |   |
| 1             | Проверка дней рождения               | 15           | Частотный тест в подпоследовательностях               |
| 2             | Проверка пересекающихся перестановок | 16           | Проверка на равномерность в подпоследовательностях    |
| 3             | Проверка рангов матриц               | 17           | Проверка пересекающихся шаблонов                      |
| 4             | Подсчёт единиц                       | 18           | Проверка линейной сложности                           |
| 5             | Тест сжатия                          | 19           | Проверка серий  |
| 6             | Тест игры в кости                    | 20           | Проверка случайных отклонений                         |
| 7             | Тест НОД                             | 21           | Проверка непесекающихся шаблонов                      |
| Тесты Д.Кнута |                                      | 22           | Проверка рангов матриц                                |
| 8             | Проверка равномерности               | Другие тесты |   |
| 9             | Проверка серий                       | 23           | Стопка книг   |
| 10            | Проверка интервалов                  | 24           | (CRYPT-X) Частотный тест в подпоследовательностях     |
| 11            | Покер-тест                           | 25           | (CRYPT-X) Проверка на равномерность                   |
| 12            | Тест собирателя купонов              | 26           | (CRYPT-X) Линейная сложность                          |
| 13            | Проверка перестановок                | 27           | (CRYPT-X) Бинарное ускорение в подпоследовательностях |
| 14            | Проверка на монотонность             | 28           | (CRYPT-X) Проверка серий                              |

#### Список литературы

1. Чугунков И.В. Методы и средства оценки качества генераторов псевдослучайных последовательностей, ориентированных на решение задач защиты информации: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 236 с.
2. Marsaglia G., Zaman A. Monkey tests for random number generators // Computers and Mathematics with Applications. 1993. Vo1. 26. No. 9. pp. 1-10.

А.М. РАПЕТОВ

Научный руководитель – М.А. ИВАНОВ, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **КРИПТОАНАЛИЗ МНОГОМЕРНЫХ АЛГОРИТМОВ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

Проводятся результаты криптоанализа многомерных стохастических алгоритмов с использованием техник Meet-In-The-Middle и Biclique.

В настоящее время компьютерные системы развиваются в сторону увеличения количества вычислительных модулей, что требует разработки и внедрения многомерных криптографических алгоритмов. Одним из примеров такого рода алгоритмов является AES. Однако его структура при использовании параллелизма на уровне элементарных операций не даёт преимущества по скорости по сравнению с однопоточной реализацией [1]. В работе [2] представлен алгоритм DOZEN, имеющий трёхмерную структуру.

Для криптоанализа многомерных алгоритмов использовались техники Meet-In-The-Middle и Biclique [3]. Причём, последняя из них является единственной на сегодняшний день техникой, которая позволяет реализовать атаку на полнораундовый AES.

В докладе представлены результаты криптоанализа алгоритма DOZEN с использованием техник Meet-In-The-Middle и Biclique, приведены рекомендации к улучшению криптостойкости данного алгоритма. Кроме того, рассмотрены подходы к эффективной многопоточной реализации данных алгоритмов с использованием платформ CUDA и OpenCL.

### *Список литературы*

1. Iwai, K. Acceleration of AES encryption on CUDA GPU [Текст] / K. Iwai, N. Nishikawa, T. Kurokawa // International Journal of Networking and Computing. – 2012. – №1. – С. 131-145.
2. Иванов, М.А. Трёхмерные алгоритмы стохастического преобразования данных, ориентированные на реализацию с использованием гибридных суперкомпьютерных технологий [Электронный ресурс] / М.А. Иванов, Н.П. Васильев, И.В. Чугунков. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://2012.nscf.ru/Tesis/Ivanov.pdf>, свободный.
3. Bogdanov, A. Biclique cryptanalysis of the full AES [Текст] A. Bogdanov, D. Khovratovich, C. Rechberger // Lecture Notes in Computer Science. – 2011. – №7073. – С. 344-371.

М.М. РОВНЯГИН

Научный руководитель – Н.П. ВАСИЛЬЕВ, к.т.н., доцент  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

## СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ДАННЫХ В ПАМЯТИ GPGPU-СИСТЕМ

Вопрос размещения данных в памяти узла становится сложно решаемым, когда в системе присутствуют ускорители вычислений. Вычислительные ядра ускорителя предназначены для обработки данных, размещенных в памяти ускорителя. В настоящее время появились технологии CUDA Unified Memory и AMD HSA, которые позволяют автоматически принимать решение о размещении данных либо в памяти узла, либо в памяти ускорителя. В настоящей работе предлагается альтернативный подход к решению этой проблемы.

Технология CUDA Unified Memory [1] позволяет передать управление выбранным участком основной памяти среде CUDA Runtime. В зависимости от частоты обращений к этому участку, он либо загружается в память ускорителя, либо является доступным через шину PCIe (что увеличивает задержку доступа, но позволяет адресовать большее пространство памяти). На рисунке 1 представлена архитектура планировщика, предназначенного для определения тех участков памяти, которые должны быть загружены в память сопроцессора, и тех, которые должны остаться в основной памяти.

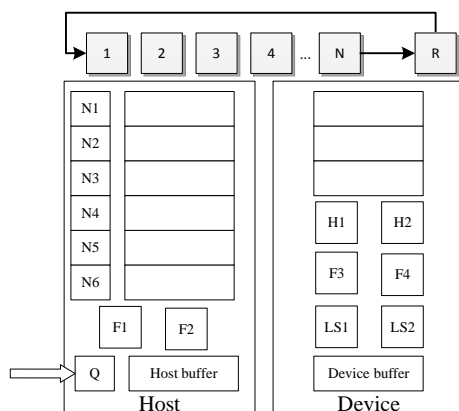


Рис. 1. Схема планировщика ресурсов памяти

Все адресное пространство делится на кэш-линейки, с каждой из которых сопоставляется счетчик обращений ( $Nx$ ). Кэш-линейки с максимальным числом обращений загружаются ( $LSx$ ) в память устройства (Device). Поступающие пользовательские запросы анализируются блоком Q и помещаются в буфер устройства. После чего в пакетном режиме происходит вычисление хешей по ключам запросов ( $Hx$ ). Таким образом, становится ясно, каким кэш-линейкам могут принадлежать ключи. Далее выполняется поиск по ключу ( $Fx$ ) либо в основной памяти, либо в памяти устройства. Как известно [2], GPGPU-сопроцессор позволяет ускорить выполнение операций поиска по таблице за счет того, что множество нитей одновременно проверяют наличие данных во множестве ячеек таблицы.

Сравнительные графики производительности специализированного решения, решения на базе прототипа предложенного планировщика, решений на базе технологий CUDA Unified Memory и CUDA Zero Copy представлены на рисунке 2.

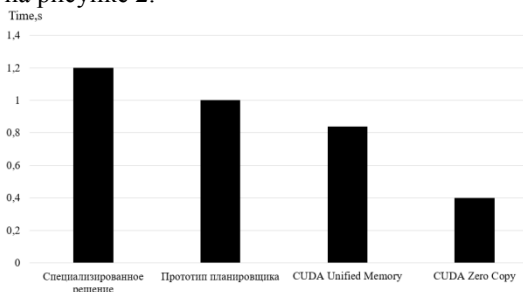


Рис. 2. Производительность выполнения операций поиска

Из графика видно, что предложенный способ позволяет добиться более высокой по сравнению с технологией CUDA Unified Memory производительности на выбранном классе задач, и автоматизировать управление памятью.

Таким образом, данная архитектура позволяет повысить производительность операций поиска данных в гибридной реализации хеш-таблицы за счет рационального размещения данных одновременно и в основной памяти узла, и в памяти ускорителя.

#### Список литературы

1. CUDA Zone (официальный веб-сайт) URL: <https://developer.nvidia.com/cuda-zone>.
2. Jordan Fix, Andrew Wilkes, Kevin Skadron «Accelerating Braided B+ Tree Searches on a GPU with CUDA» A4MMC 2011: 2nd Workshop on Applications for Multi and Many Core Processors, 2011.

М.В. РУДАНОВ, С.В. СОРОКИН

Научный руководитель – А.Н. ТИХОМИРОВА, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА «ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА: ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ И СЛОЖНОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЙ»**

В докладе проводится анализ современных веяний дистанционного обучения и обзор основных возможностей и преимуществ системы управления обучением (СУО) для изучения курса ДМ: Теория алгоритмов и сложность вычислений, разработанной авторами данной статьи.

Системы дистанционной поддержки обучения в последние годы стали активно использоваться во многих высших и средних образовательных учреждениях. Это обусловлено тем, что при совмещении аудиторных занятий и домашней подготовки с помощью функций системы достигается более высокий уровень усвоения материала. Выделяется достаточно много средств электронного обучения, однако наиболее продуктивными и популярными стали так называемые системы управления обучением, которые могут включать в себя сразу несколько видов электронного обучения. Наиболее эффективное обучение должно включать в себя как традиционные очные методы обучения, так и интерактивное электронно-дистанционное обучение, которое организуется при помощи специально созданных и настроенных СУО [1].

Поэтому была поставлена задача спроектировать и реализовать систему управления обучением для курса ДМ: Теория алгоритмов и Сложность вычислений, с помощью которой студенты НИЯУ МИФИ смогли бы глубже и качественнее изучать даваемый в университете материал.

На данный момент СУО по курсу ДМ: ТА и СВ включает в себя пять модулей: тестирование, электронная библиотека, личный кабинет, эмуляторы машин Тьюринга и алгоритмов Маркова. Авторами данной статьи разрабатывается модуль тестирования, личный кабинет, а также производится интеграция каждого модуля в общую СУО.

Личный кабинет предоставляет из себя, в основном, статистические данные. Для студентов это история всех результатов по различным тестам, а для преподавателей – сводные ведомости по группам студентов.

Модуль тестирования представляет студентам возможность проходить различные тесты, а преподавателям, заносить новые вопросы в систему и гибко формировать тесты. Каждому отдельно взятому вопросу приписывается раздел и тема, которым он принадлежит. Также вопросы принадлежат пяти типам вопросов: выбор одного варианта из списка, выбор нескольких вариантов из списка, текстовый вопрос, да/нет, таблицы соответствия. Вопросы типа выбора одного или нескольких ответов из списка являются классическими типами тестовых вопросов и присутствуют во всех СУО. Текстовый вопрос представляет из себя некоторое утверждение с пропущенными словами, которые предлагается вставить студенту из списка вариантов. Другим интересным типом вопроса является блок “да/нет”, в котором студенту предлагается дать положительный или отрицательный ответ на утверждения, входящие в блок. Наиболее специфичной на данный момент является таблица соответствий, которая представляет собой матрицу  $(N \times M)$ , где элементы  $\{(2,1), (3,1), \dots, (N,1)\}$  – некоторые объекты, а элементы  $\{(1,2), (1,3), \dots, (1,M)\}$  – некоторые свойства. Задача студента – заполнить матрицу, поставив отметку в ячейку  $(i,j)$ , если объект  $i$  обладает свойством  $j$ .

Тесты подразделяются на два вида: тренировочные и контрольные. Первые позволяют студентам готовиться к занятиям и контрольным мероприятиям. По окончании прохождения такого теста студент видит свой результат в баллах, а также все вопросы и свои ответы на них с указанием от системы того, насколько правильно было решено то или иное задание с ссылками на страницу лекций в электронной библиотеке, согласно разделу и типу вопроса. Контрольные тесты в качестве результата выдают студенту его балл, и система записывает его в преподавательскую ведомость.

Помимо этого, разрабатывается модуль автоматической генерации вариантов контрольных тестов в формате PDF для последующей печати и выдачи экзаменационных бланков студентам в университете.

Данная СУО является уникальной, так как покрывает специфические требования курса, осуществляет связь между электронным и очным обучением в ВУЗе. В дальнейшем планируется создать новые типы вопросов на соотнесение, рекурсивные функции, доказательство теорем, интерфейсы для работы преподавателей с вопросами и тестами.

#### *Список литературы*

1. Жукова, В. Ю. Преимущества и недостатки дистанционной формы обучения на примере Алтайского Государственного медицинского Университета / В. Ю. Жукова, Н. М. Михеева и Ю. Ф. Лобанов // Педагогические науки. Успехи современного естествознания. 2013. № 7, с. 127–129..

Ю.С. РЯХОВСКАЯ<sup>1, 2</sup>

Научный руководитель – Н.А. ЗОЛОТАРЕВ<sup>2</sup>, ст. программист

<sup>1</sup>Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,

<sup>2</sup>АО «МЦСТ», Москва

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ОБЩИХ УЯЗВИМОСТЕЙ И НЕЗАЩИЩЕННОСТЕЙ (CVE) В ДИСТРИБУТИВЕ ОС «ЭЛЬБРУС»**

Разработка программного обеспечения, выполняющего контроль появления новых уязвимостей в открытых базах данных уязвимостей на регулярной основе с последующим оповещением о незащищенных компонентах сопровождаемого ПО.

В настоящее время проблемы безопасности программного обеспечения выдвигаются на первое место в области информационной безопасности (ИБ). Наличие уязвимостей в программе несет в себе потенциальную угрозу надежности и безопасности системы и может привести к ошибкам различного рода и непредсказуемому поведению программы.

В данной статье под уязвимостью будет считаться слабое место системы, присутствие которого позволяет провести атаку. Уязвимость может быть результатом ошибок программирования или недостатков, допущенных при проектировании системы, существовать только теоретически либо иметь известный эксплойт [1].

Безопасность программных продуктов должна обеспечиваться в процессе их создания, так как одной из причин возникновения уязвимостей является недостаточное внимание к проблемам безопасного программирования [1]. Но уязвимость программного кода зависит не только от языка программирования. Большая ответственность лежит и на программистах. Поэтому, чтобы учесть возможность появления новых ошибок безопасности, многие разработчики программного обеспечения обращаются к базам данных уязвимостей.

При разработке системы был проведен сравнительный анализ структур наиболее известных баз данных уязвимостей, таких как Common Vulnerabilities & Exposures (CVE), National Vulnerabilities Database (NVD) и Банк данных угроз безопасности информации (БнД УБИ) [2,3,4]. На основе этого анализа для регулярного получения данных об обнаружении новых ошибок безопасности была выбрана Национальная база данных уязвимостей США (NVD). Преимуществами этой базы являются наличие ссылок на сторонние базы данных уязвимостей и сайты разработчиков уязвимого



программного обеспечения, показатели, характеризующие уязвимости, а также представление базы и ее загрузка в нескольких форматах.

Главной задачей разработанной системы является выделение списка компонент сопровождаемого программного обеспечения, подверженных новым уязвимостям с целью обеспечения безопасности и нормального функционирования операционной системы «Эльбрус». Программа проверяет, присутствуют ли в дистрибутиве уязвимости или эксплуатирующие их приложения, но самостоятельно не устраняет их. Однако в случае, если сканирование выявило угрозу, система оповещает об этом пользователя. Это позволяет вовремя изъять из использования небезопасную программу для дальнейшего обеспечения защиты от вредоносного кода независимого от того, какую уязвимость он использует.

В качестве комплекта программного обеспечения ОС «Эльбрус» была выбрана последняя версия дистрибутива. Под новыми считаются уязвимости, найденные в 2015 году. Программа реализована на языке программирования Python с использованием библиотек для работы с операционной системой, процессами и форматом данных xml. При обнаружении незащищенности дистрибутива система формирует отчет, в котором указываются найденные уязвимости согласно классификации CVE и приложения, подверженные данным уязвимостям.

С помощью разработанной системы был проведен анализ уровня защищенности данного дистрибутива на наличие числа уязвимых компонент программного обеспечения. Согласно полученным данным, в дистрибутиве системы находится лишь около 1,5% уязвимых программ.

Подводя итог проделанной работе, необходимо отметить, что с учетом роста динамичности и сложности программ контроль обнаружения уязвимостей является важной задачей для безопасного функционирования современных операционных систем.

#### *Список литературы*

1. Разрушающие программные воздействия / А.Б. Вавренюк, Н.П. Васильев М.А. Иванов и др. — М.: НИЯУ МИФИ, 2011. — 328 с.
2. Common Vulnerabilities and Exposures. The Standard for Information Security Vulnerability Names [Официальный сайт]. URL: <https://cve.mitre.org/>.
3. National Vulnerability Database Names [Официальный сайт]. URL: <https://nvd.nist.gov/>.
4. Банк данных угроз безопасности информации [Официальный сайт]. URL: <http://bdu.fstec.ru/vul>.

О.М. СЕДОВА

Научный руководитель – А. Н. ТИХОМИРОВА, к.т.н, доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ХРАНИЛИЩА  
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В СОСТАВЕ  
СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА  
ПО КУРСУ «ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА: ТЕОРИЯ  
АЛГОРИТМОВ И СЛОЖНОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЙ»**

В статье проводится анализ различных ресурсов хранения учебно-методических материалов, а также приводится описание проектирования и разработки модуля электронной библиотеки. Данный модуль является составной частью электронного учебника по курсу «Дискретная математика: теория алгоритмов и сложность вычислений», читаемому студентам второго курса факультета Кибернетики и Информационной безопасности НИЯУ «МИФИ».

Современный этап развития образования широко связан с использованием информационных, а также различных возможностей, предоставляемых глобальной сетью Интернет. В связи с этим, решающее значение приобретает удаленный доступ к ресурсам, опубликованным в Сети.

Электронная форма позволяет хранить информацию наиболее надежно и компактно, распространять ее намного оперативнее и шире и, кроме того, предоставляет такие возможности манипулирования с ней, которых не могло быть при иных формах. В связи с этим за последние годы во всем мире интенсивно увеличивается количество электронных публикаций. Подготовка традиционных печатных изданий всё чаще осуществляется в электронной форме. Так, в информационных системах ряда организаций формируются электронные массивы, например, по полным текстам российских газет, по справочно-энциклопедической информации, по музейным энциклопедиям и др. [1,2].

Создание электронных библиотек влечёт за собой необходимость разрешения множества традиционных и вновь возникающих вопросов. Для разрешения этих вопросов автором статьи были рассмотрены некоторые уже существующие ресурсы, такие как «Библиотека Максима Мошкова», публичная Интернет-библиотека, «Стихи.Ru» и «Консультант студента».

Проанализировав достоинства и недостатки каждой из вышеприведенных электронных библиотек, был сделан вывод, что несомненными преимуществами ЭБ являются наличие online-ридера, доступность всем ти-

пам пользователей, возможность поиска нужной книги, а также наличие глоссария и каталога.

С учетом современных правил проектирования web-интерфейсов, а также требований к usability была спроектирована и разработана страница навигации электронной библиотеки (рис.1), а также онлайн-версия учебного контента. Для реализации интерфейса модуля web-приложения был выбран метаязык разметки HTML.

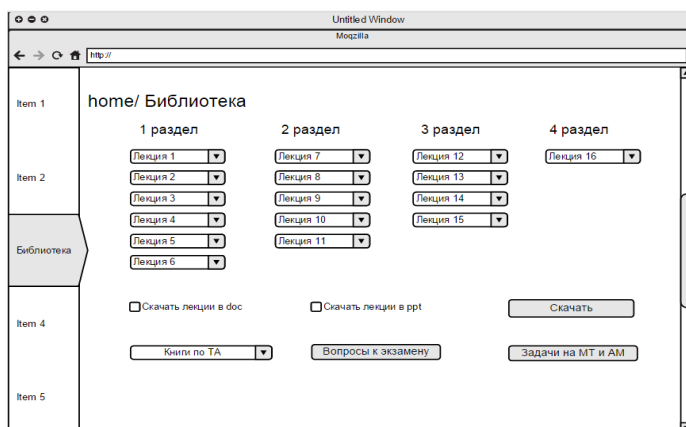


Рис.1. Макет интерфейса электронной библиотеки

На данный момент модуль полностью функционирует. Осуществлены функции скачивания книг, лекций в различных форматах и пр., также представлена возможность просмотра материалов к экзамену и списка определений и теорем, связанных с соответствующими лекциям гиперссылками.

#### *Список литературы*

1. Антопольский, А.Б. Концепция электронных библиотек/ Антопольский А.Б., Вигурский К.В.// Электронные библиотеки. — 1999. — Т. 2. — Вып. 2.
2. Ловяникова Н.В., Научное и прикладное использование современных информационных систем и технологий в подготовке IT-специалистов: коллективная монография // Ловяникова Н.В.[и др.] — Scientific magazine «Kontsep», 2011 - 230 с.

С.А. СНЕГИРЕВА, П.М. ТАХТЕЕВА

Научный руководитель – А.Н. ТИХОМИРОВА, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭМУЛЯТОРОВ  
МАШИН ТЬЮРИНГА И АЛГОРИТМОВ МАРКОВА  
В СОСТАВЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ УЧЕБНОГО  
ПРОЦЕССА ПО КУРСУ «ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА:  
ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ И СЛОЖНОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЙ»**

В докладе освещается актуальность применения в учебном процессе эмуляторов-тренажеров. Поднимаются проблемы существующих на данный момент эмуляторов. Приводятся возможности тренажеров-эмуляторов машин Тьюринга и нормальных алгоритмов Маркова, разработанных для электронного учебника «Теория алгоритмов и сложность вычислений».

В НИЯУ МИФИ студентами кафедры «Кибернетики» был спроектирован и разработан обучающий тренажер, представляющий собой эмуляторы машины Тьюринга и нормальных алгоритмов Маркова (НАМ), который призван обеспечить отработку навыков по написанию алгоритмов. Как показывает практика, положительные эффекты обучения наиболее отчетливо проявляются при организации в учебном процессе тренирующих компонентов, автоматизации контроля и самоконтроля [1]. В этих целях была поставлена задача по разработке тренажера, позволяющего самостоятельно проводить закрепление полученных на семинарах знаний. Принято решение внедрить эмуляторы в обучающий ресурс по курсу дискретной математики «Теория алгоритмов и сложность вычислений», который является доступным для студентов и других пользователей интернет-ресурсом.

На сегодняшний день в сети представлен достаточно широкий диапазон эмуляторов машин Тьюринга и НАМ. Все они позволяют отладить введенный алгоритм и применить его к множеству слов. Был проведен анализ существующих аналогов, на основании которого были сформулированы требования к проектируемым эмуляторам, выявлен ряд их достоинств и недостатков. К недочетам большинства эмуляторов машин Тьюринга можно отнести табличное представление записанного алгоритма. Оно усложняет наглядность и возможность отслеживания последовательности выполняемых действий. Кроме того, многие из них являются программами для скачивания и установки, а не веб-приложениями.

Общей проблемой, связанной с удобной и понятной работой с эмуляторами, является способ представления символов и состояний в случае составления алгоритма для машины Тьюринга и последовательности символов в случае с НАМ. При составлении алгоритма «вручную» для наглядного представления его работы учащиеся используют для написания символов как верхние, так и нижние индексы, тильды или штрихи. Подавляющее большинство существующих эмуляторов не предполагает ввод подобных вспомогательных индексов, что создает затруднения в работе с ними.

Таким образом, обозначилась необходимость создания обучающего онлайн-эмулятора, адаптированного под нужды обучающегося и преподавателя и содержащего необходимый и полный для образовательного модуля функционал.

Разработанный тренажер обеспечивает студентов необходимыми возможностями для отработки навыков по написанию алгоритмов, позволяет проводить обучение автономно и в более наглядной, интерактивной форме. Для комфортной работы предусмотрено поле ввода условия задачи. Для быстрого выбора команд перемещений головки и состояний предусмотрено поле с вспомогательными символами, среди которых предусмотрены символы и состояния с нижними индексами. Кроме того, пользователь может присвоить индекс любому символу с помощью регулярного выражения, которое преобразует записанные по правилу элементы в подстрочные знаки. Отслеживание работы алгоритма возможно благодаря использованию пошагового режима отладки.

Спроектированные и реализованные эмуляторы входят в состав системы поддержки учебного процесса по разделу курса дискретной математики, могут использоваться как преподавателем в рамках семинаров, так и студентами для самоконтроля.

В дальнейшем планируется продолжение работы над эмуляторами: создание контрольного модуля, позволяющего проводить тестирование и оценивание обучающихся на основании их работы на тренажере, а также реализация загрузки задачи и исходных параметров с заданными тестовыми последовательностями.

#### *Список литературы*

1. Карбелашвили Н.О. Разработка и применение интерактивных информационных обучающих систем на основе современных программных средств. Сетевой электронный научный журнал "Системотехника", № 1, 2003 г. Стр. 27 – Режим доступа: <http://systech.miem.edu.ru/2003/n1/Karbel.htm>

И.Д. СОКОЛОВ

Научный руководитель – Б.А. ЩУКИН, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА БАНКОВСКИХ ПРОЦЕССИНГОВЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ТРАНЗАКЦИЙ**

Рассматриваются сложности, возникающие при организации эффективного централизованного мониторинга процессинговых систем, а также предлагается решение для их преодоления.

В настоящее время с ростом безналичных расчётов процессинговые системы играют одну из ведущих ролей в автоматизированном банковском обслуживании [1]. Все операции, проводимые с банковскими платежными картами, осуществляются посредством процессинговых систем. В том числе данные системы отвечают за централизованное управление всеми терминальными устройствами банка, например, такими как банкоматы или POS-терминалы [2].

Процессинговая система напрямую сопряжена с системой рассылок и управления картами посредством SMS (SMS Gate) и системой осуществления операций через интернет, и, конечно же, имеет каналы связи с глобальными платежными сетями (напр. Visa или MasterCard) [2]. Само ядро системы нередко бывает разделено на несколько компонентов, каждый из которых выполняет свой определенный набор функций.

Учитывая текущее активное использование платежных карт при проведении операций [1], становится очевидным, что подобные системы довольно часто находятся под большой нагрузкой, и нельзя полностью исключить возможности выхода отдельных составляющих систем из строя или значительного понижения производительности от резкого повышения числа запросов. Поэтому достаточно остро стоит задача обеспечения эффективного централизованного мониторинга процессинговых систем для обеспечения своевременной реакции администрирующего персонала на возникающие неполадки.

Для эффективного мониторинга процессинговых систем предлагается разработать систему комплексного мониторинга, которая на верхнем архитектурном уровне будет состоять из следующих компонентов: сервер с базой значений наблюдаемых параметров за определенный период и интерфейсом, обеспечивающим наглядное отображение всех наблюдаемых параметров для персонала; агенты, собирающие значения наблюдаемых

параметров с определенных компонентов системы; промежуточные прокси-серверы, занимающиеся агрегацией собираемых некоторой группой агентов данных.

Данная общая архитектура системы представлена на рисунке 1.

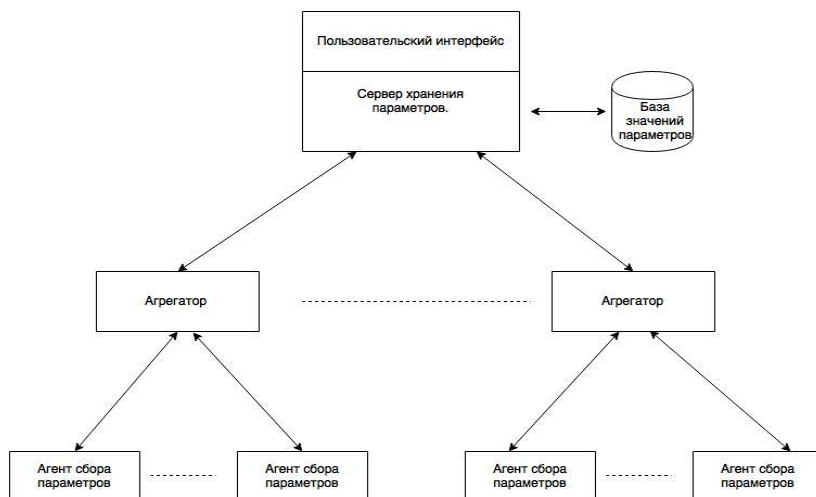


Рисунок 1. Общая архитектура системы мониторинга

#### Список литературы

1. Жукова В.В., Конвисарова Е.В. Проблемы и перспективы развития и рынка пластиковых карт в России // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 11 [Электронный ресурс].

URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/11/40327>

2. Матюш, М. В., Глухов, Д. О., Богуш, Р. П. Развертывание систем дистанционных финансовых услуг // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D, Экономические и юридические науки научно-теоретический журнал. – 2009. - № 10 [Электронный ресурс].

URL: [http://elib.psu.by:8080/bitstream/123456789/2520/1/Matjush\\_2009-10-p99.pdf](http://elib.psu.by:8080/bitstream/123456789/2520/1/Matjush_2009-10-p99.pdf)

А.Р. СТАМБОЛЯН

Научный руководитель – И.В. ПРОХОРОВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА: РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОДГОТОВКИ**

В МИФИ на кафедре «системного анализа» была разработана информационная система «Установок водоподготовки», применение которой позволит создать справочник современных устройств водоочистки для маркетинговых исследований.

С водой неразрывно связана жизнь человека. Вода оказывает огромное влияние на жизнедеятельность и здоровье человека. Ежегодно по данным экспертов ВОЗ [1] умирают около 1,8 млн. людей из-за отсутствия доступа к нормальной питьевой воде, а также к неадекватной санитарии и гигиене, что приводит к желудочно-кишечным заболеваниям. Все это можно предотвратить путем доступом населения к безопасной, то есть очищенной и подготовленной воде.

На основе полученных данных [2] на кафедре «молекулярной физики», которая разрабатывает гибридные установки водоподготовки, была создана информационная система, так как современные устройства водоочистки нуждаются в информационной поддержке, для целенаправленного и эффективного использования информации.

Разрабатывалась база данных в несколько этапов[3]:

- -разработка структура системы: разработка таблиц, определение связей между таблицами;
- -заполнение базы данных реальной информацией;
- -создание других объектов системы для демонстрации и выполнения аналитических функций: формы, запросы, отчеты и меню.

В схему базы данных входят следующие таблицы: список фирм, адрес, контактные лица, устройства водоочистки, комплектующие, класс оборудования. Так как в схеме базы данных присутствовали несколько связей «многие ко многим», были разработаны также дополнительные таблицы: «адрес\_контактные\_лица», «устройства\_комплектующие», «фирмы\_устройства».



В процессе работы были созданы различные формы, которые обладают следующими функциями: добавление записи, удаление записи, редактирование записи, переход к следующей записи.

Также были разработаны отчеты и меню, которое обеспечивает удобный доступ к нужной информации.

В процессе разработки базы данных, также было проанализировано много различных устройств водоочистки. Полученные результаты на основе отчетов показали, что на фоне конкурентов устройство, которое будет разработано на кафедре «молекулярной физики» будет самым оптимальным для потребления.

#### *Список литературы*

1. WHO: Combating waterborne disease at the household level / International Network to Promote Household Water Treatment and Safe Storage, World Health Organization, 2007.

2. Нешименко Ю.П., Феклистов Д.Ю., Букарь Н.В., Авраменко Н.В., Лагунцов Н.И. Гибридная технология очистки сточных вод. Тезисы докладов XVIII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. Том 2. Химия материалов, наноструктуры и нанотехнологии. Москва, 23-28 сентября 2007 – 358 С.

3. Клецова Т.В., Агафонова Т.П., Прохоров И.В. Базы данных: Лабораторный практикум. – Москва: МИФИ, 2008 – 132 С.

**П.В. СУХАРЕВ**

Научный руководитель – **Н.П. ВАСИЛЬЕВ**, к.т.н., доцент

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ АДАПТИВНОГО КОНФИГУРИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩЕГО УЗЛА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА С ГИБРИДНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ**

В работе предложена последовательность действий для обеспечения автоматического конфигурирования управляющего узла гибридного (CPU/GPU) вычислительного кластера, использующего технологию CUDA [1].

В настоящее время в современном мире наблюдается тенденция к увеличению числа задач, требующих большого количества ресурсов и времени для их выполнения. Для решения задач такого рода применяются суперкомпьютеры. Одной из архитектур суперкомпьютеров является объединение группы компьютеров в высокопроизводительный кластер. Пре-

имущество кластеров перед другими многопроцессорными системами заключается в высокой масштабируемости, хорошей производительности, сильно выраженной гетерогенности. В рейтинге самых производительных систем TOP500 [2] кластеры занимают первые места. Исходя из этого, следует, что кластеры – популярное, быстро развивающееся высокопроизводительное решение, отвечает требованиям различных слоёв общества, вследствие чего становятся актуальными задачи упрощения процесса работы с кластером для пользователей, не являющихся специалистами. Необходимо создать комплексную программную систему гибкой автоматизированной настройки гибридного вычислительного кластера, предоставляющую понятный пользователю интерфейс управления кластерной системой.

Существующие системы управления вычислительными кластерами обладают широким функционалом, однако имеют недостатки, такие как отсутствие единого интерфейса конфигурирования, привязка к определённому аппаратному решению, плохая поддержка гетерогенности.

Была определена последовательность действий, необходимая для автоматизированной настройки управляющего узла вычислительного кластера:

1. конфигурация сетевого интерфейса и межсетевого экрана;
2. настройка DHCP-сервера для раздачи ip-адресов вычислительным узлам;
3. настройка DNS-сервера для удобного доступа к вычислительным узлам по домену;
4. обеспечение права пользователя на доступ к конфигурационным файлам подсистем и управление демонами управляющего узла;
5. установка Apache Tomcat для дальнейшего создания на его основе сервлета для управления кластером;
6. обновление JDK до актуальной версии;
7. настройка NFS;
8. установка библиотек параллельных вычислений;
9. установка OpenMPI;
10. установка CUDA.

В реализации данной последовательности действий от пользователя требуется только первоначальных ввод исходных данных: имя пользователя управляющего узла, имя сервера, домен, конфигурируемый сетевой интерфейс, желаемый IP-адрес сервера, диапазон адресов, которые может предоставлять DHCP-сервер, а также маска подсети. Далее система

начнёт автоматическую конфигурацию управляющего узла с заданными параметрами и без участия пользователя.

Данный алгоритм был реализован в виде системы скриптов, обеспечивающих настройку управляющего узла кластера с установленной системой CentOS– дистрибутива Linux, основанного на дистрибутиве Red Hat Enterprise Linux, свободно распространяемого и имеющего открытый исходный код. Для реализации описанной последовательности действий использовался интерпретируемый язык программирования shell.

Созданная программная система была протестирована на реальном устройстве. В результате работы системы был сконфигурирован управляющий узел гибридного вычислительного кластера, использующего для вычисления технологию CUDA.

Разработанная система позволяет значительно ускорить настройку управляющего узла в сравнении с ручной настройкой специалистом. Кроме того, она не требует от пользователя наличия компетентности в области администрирования кластерных систем.

#### *Список литературы*

1. NVIDIA CUDA Toolkit Documentation [Электронный ресурс]: Официальный сайт NVIDIA URL: <http://docs.nvidia.com/cuda> (дата обращения 24.11.2015)
2. TOP500 List [Электронный ресурс]: Официальный сайт проекта TOP500 URL: <http://www.top500.org> (дата обращения 24.11.2015)

**П.М. ТОЛСТАЯ**

**Научный руководитель – А.С. СМИРНОВ**

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **СИСТЕМА ДЛЯ ИНТЕРАКТИВНОГО ЧТЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КНИГ**

Система объединяет электронную книгу, наушники и очки ОКО, которые отслеживают движение зрачка человека при прочтении книги, и позволяет в нужный момент воспроизводить музыкальные произведения, мелодии и звуки, о которых идет речь в прочитываемом фрагменте книги.

Согласно статистике, сегодня на каждые 10 бумажных книг продается 15 электронных [1], которые становятся все более популярными. Однако бывают ситуации, когда в книге упоминается, например, какое-то класси-

ческое музыкальное произведение, а читающий не имеет представления, о чем идет речь.

Поэтому автор предлагает объединить обычную электронную книгу, наушники и систему отслеживания направления взгляда человека – ОКО [2]. Данное решение позволит сделать процесс чтения книги более атмосферным и интерактивным.

Система будет функционировать следующим образом: пользователь надевает очки ОКО и наушники (динамики) и приступает к чтению книги. С помощью очков ОКО отслеживаются все движения зрачка человека, а, следовательно, и то место произведения, на котором сейчас находится читатель.

Например, он доходит до места, где описана мелодия Шопена, которую девушка играет на пианино, – в этот момент в наушниках начинает проигрываться эта мелодия. Или герой книги услышал, как скрипнула дверь – этот же скрип слышит и читатель.

Все звуки и мелодии интегрированы с текстом и загружаются на электронную книгу; связь между электронной книгой и ОКО осуществляется по беспроводному каналу Bluetooth.

Особенно полезным данное решение будет при изучении литературы, посвященной классическим музыкальным произведениям.

#### *Список литературы*

1. Ожидаемые новинки электронных книг 2015 года. Ebook.tkat.ru, 2015.
2. Фроимсон М.И., Михайлов Д.М., Корсакова А.И., Сорокина М.А., Кондратьев М.Д. Система определения направления взгляда пользователя в режиме реального времени. Научно-технический журнал «Спецтехника и связь» №3 май-июнь 2013. Москва 2013. С 32-34.

С.С. ТРОИЦКИЙ, О.Ю. НОВИКОВА  
Научный руководитель – И.В. ЧУГУНКОВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА ЛЕГКОВЕСНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ**

Исследуется возможность построения генераторов псевдослучайных чисел на низкоресурсных устройствах на примере модификации блочного шифра AES в режиме гаммирования с обратной связью.

Бурное развитие интернета вещей (internet of thing) привело к возникновению ответвления классической криптографии под названием легковесная криптография. Это приводит не только к появлению новых проблем, но и выставляет, казалось бы, уже решенные задачи в совершенно новом свете. В частности, задача построения генераторов псевдослучайных чисел (ПСЧ) принимает новый вид, в связи с ограничениями низкоресурсных устройств.

В ходе работы были осуществлены попытки создания статистически безопасного легковесного генератора ПСЧ. Для достижения данной цели были сформулированы требования к качественному легковесному генератору ПСЧ, предложены методы трансформации традиционных генераторов в легковесные, а также проведено исследование статистических свойств разработанных легковесных генераторов ПСЧ. Результаты исследования позволяют сделать два основных вывода:

- возможно создание легковесных генераторов, не уступающих по своим статистическим свойствам традиционным генераторам ПСЧ;
- ослабление криптостойкости легковесных генераторов носит линейный характер, что позволяет дать оценку криптостойкости легковесного генератора применительно к заданному числу эквивалентных логических элементов, характеризующих низкоресурсное устройство.

### *Список литературы*

1. Чугунков И.В. Методы и средства оценки генераторов псевдослучайных последовательностей, ориентированных на решение задач защиты информации. – М. НИЯУ МИФИ, 2012. – 236 с.
2. Жуков А.Е. Легковесная криптография // Вопросы кибербезопасности, 2015. № 1. – С.26-43.

Ф.А. ТРОФИМОВ

Научный руководитель – Н.П. ВАСИЛЬЕВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ В NOSQL-СИСТЕМАХ**

В работе рассматривается отображение реляционного представления данных на модель данных существующих NoSQL-систем.

В настоящее время непрерывно возрастает объем хранимых и обрабатываемых данных, что ведет к падению производительности информационных систем. Когда объем данных стал настолько велик, что традиционная реляционная база данных уже не справляется с нагрузкой, производители приложений задумываются о миграции своего приложения на новую систему хранения данных. Одной из основных проблем, с которой столкнутся разработчики, является проблема перехода со строго структурированной реляционной модели данных на особую гибкую модель данных нового хранилища. В качестве такого хранилища выступают NoSQL-системы.

NoSQL базы данных – это распределенные, горизонтально масштабируемые хранилища с нереляционной моделью данных, обладающей гибкой схемой, отсутствием связей и частично удовлетворяющие некоторым принципам ACID [1] традиционных реляционных баз данных. В зависимости от способа представления данных в хранилище NoSQL-системы, как правило, подразделяются на следующие типы [2]:

- хранилище с колоночным семейством (Apache Cassandra, HBase);
- хранилище ключ-значение (Voldemort, Amazon DynamoDB);
- документные базы данных (MongoDB, CouchDB);
- графовые базы данных (Neo4J).

Напротив каждого типа базы данных указаны соответствующие яркие представители NoSQL-систем. Реляционная модель обладает строгой схемой определения данных, высокой степенью консистентности и хорошим механизмом поддержки транзакций, поэтому при переходе на NoSQL-систему очень важно знать, поддерживает ли целевая система необходимые вам принципы реляционной базы данных, основные команды, такие как выборка, соединение, группировка, упорядочивание и т.д. В этом случае первостепенная задача состоит в отображении реляционной модели на модель данных NoSQL-системы. Для примера возьмем базу

данных Apache Cassandra и продемонстрируем, каким образом возможно реализовать отношение между сущностями, соответствующее команде join в реляционной базе данных.

Возьмем связь «один-ко-многим» между сущностями «Заказ» (рис.1) и «Товар» (рис.2) и запрос для выполнения: `select * from order o join article art on art.order_id=o.order_id.`

**Заказ**

|       |                |          |        |
|-------|----------------|----------|--------|
| 10    | Покупатель     | Дата     | Город  |
|       | Алексей Петров | 02-09-15 | Москва |
| 20    | Покупатель     | Дата     | Город  |
|       | Мария Иванова  | 03-10-15 | Рязань |
| • • • |                |          |        |

Рис. 1. Сущность «Заказ»

**Товар**

|     |          |            |        |
|-----|----------|------------|--------|
| 100 | Название | Группа     | Цена   |
|     | Ручка    | Канцтовары | 3.50   |
| 200 | Название | Группа     | Цена   |
|     | Книга    | Литература | 123.00 |
| • • |          |            |        |

Рис. 2. Сущность «Товар»

Cassandra не поддерживает соединение между колоночными семействами, поэтому можно создать дополнительную сущность «Товар\_заказ» (рис.3), которая объединит 2 предыдущие сущности. Тогда одна строка Cassandra содержит заказ и все товары, содержащиеся в этом заказе.

**Товар\_заказ**

|                |          |        |          |            |        |   |     |     |
|----------------|----------|--------|----------|------------|--------|---|-----|-----|
| 10             |          |        |          | 100        |        |   | 700 | ... |
| Покупатель     | Дата     | Город  | Название | Группа     | Цена   | - | ... |     |
| Алексей Петров | 02-09-15 | Москва | Ручка    | Канцтовары | 3.50   | - | ... |     |
| 10             |          |        |          | 200        |        |   | 300 | ... |
| Покупатель     | Дата     | Город  | Название | Группа     | Цена   | - | ... |     |
| Мария Иванова  | 03-10-15 | Рязань | Книга    | Литература | 123.00 | - | ... |     |
| • • •          |          |        |          |            |        |   |     |     |

Рис. 3. Сущность «Товар\_заказ»

Возможно реализовать систему, которая отображает реляционную модель на модель данных NoSQL-системы. Таким образом, клиент запрашивает данные с помощью SQL запроса из хранилища, в котором данные хранятся в форме, отличной от реляционной. Пользователь воспринимает систему хранения как обычную реляционную базу данных.

*Список литературы*

1. Мартин Фаулер, Прамодкумар Дж. Садаладж. NoSQL: новая методология разработки нереляционных баз данных. – Москва: ООО «И.Д. Вильямс», 2013. – 192 с.
2. Kollapur Gandla. Migration of Relational Data structure to Cassandra Data structure: [Электронный ресурс] URL: <http://www.codeproject.com/Articles/279947/Migration-of-Relational-Data-structure-to-Cassandr>. (Дата обращения: 15.10.2015).

С.А. ТУРКО

Научный руководитель – И.В. САФОНОВ, к.т.н.

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **МОДИФИКАЦИЯ БИЛАТЕРАЛЬНОГО ТЕКСТУРНОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ПЕЧАТНОГО РАСТРА**

При типографской и принтерной печати изображений образуется печатный растр. Для предотвращения возникновения муара при повторной печати необходимо подавлять печатный растр на сканированных изображениях. Для подавления растра на цветных изображениях предлагается адаптивный билатеральный текстурный фильтр. На заключительной стадии обработки используется модифицированный фильтр локального преобразования тонов для повышения резкости. Согласно качественным и количественным критериям предложенный способ обеспечивает высокое качество обработки.

При офсетной печати, а также печати с помощью лазерных и струйных принтеров, изображения преобразуются в растровую структуру ячеек полутонирования (halftone). Если бумагу с таким изображением сканировать, а затем отсканированное изображение напечатать, что делается, в частности, в цифровых копирах, то вероятно возникновение на изображении муара – паразитной регулярной структуры. Для предотвращения появления муара требуется устранять структуру печатного растра на сканированных изображениях.

Эта задача известна уже многие годы, но она не утратила своей актуальности, особенно для цветных изображений [1]. Для устранения растровой структуры, как правило, используются адаптивные сглаживающие фильтры, но они либо сильно размывают изображение и делают его нечетким, либо создают эффект постеризации (cartoon-effect), либо оставляют видимой часть структуры растра. Требуется минимизировать эти недостатки.

В работе [2] для размытия цветных текстур на изображениях описан билатеральный текстурный фильтр (БТФ). Основными отличиями БТФ фильтра от классического билатерального является использование меры расстояния между фрагментами текстурами вместо фотометрического расстояния между пикселями и операция “patch shift”, которая вместо вычисления расстояния только между двумя фрагментами изображения перебирает в локальной окрестности все возможные фрагменты заданного размера и ищет наиболее похожие. Кроме того, в [2] вводится еще ряд операций, направленных на улучшение визуального качества обработан-



ного изображения. Однако авторы БТФ не рассматривают его использование для подавления печатного растра.

На отдельных участках изображения печатный растр представляет собой различные текстуры, поэтому имеет смысл применить БТФ для размытия растра, но невозможно подобрать единые параметры фильтра, обеспечивающие хорошее визуальное качество по всему полю изображения. Было предложено настраивать параметры БТФ в зависимости от присутствия ярковыраженных контуров объектов в локальной области. Для детектирования контуров используется пороговое ограничение градиента размытого изображения.

После подавления растра с помощью БТФ изображение выглядит слегка размытым, и для улучшения визуального восприятия целесообразно повысить его резкость. Предлагается выполнять повышение резкости с помощью модифицированного фильтра локального преобразования тонов [3]. Модификация заключается в использовании операции “patch shift”, но в отличие от БТФ ищутся наиболее отличающиеся фрагменты, что обеспечивает более устойчивую оценку яркостей пикселей по обе стороны от размытого контура.

Для проверки качества работы предложенного способа было отсканировано и обработано несколько десятков фотографий из журналов и газет. Субъективно качество обработанных фотографий может быть оценено, как достаточно высокое. К сожалению, не существует общепринятого количественного критерия оценки качества фильтров подавления печатного растра для произвольного изображения. В [1] описано несколько количественных показателей качества для специального тестового изображения. Было сгенерировано аналогичное тестовое изображение и вычислены показатели качества для разработанного алгоритма. На основе полученных результатов можно утверждать, что предложенный способ, как минимум, не уступает проанализированным в [1] фильтрам подавления печатного растра, а по некоторым показателям превосходит их.

#### *Список литературы*

1. Kurilin, I. V., Safonov, I. V., Lee, H., Kim, S. H., Descreening of scanned images, IS&T/SPIE Electronic Imaging, C. 75280D-75280D-12, 2010.
2. Cho, H., Lee, H., Kang, H., & Lee, S. (2014). Bilateral texture filtering. ACM Transactions on Graphics (TOG), 33(4), C. 128-136, 2014.
3. Safonov, I.V., Rychagov, M.N., Kang, K.M., Kim, S.H., Adaptive sharpening of photos, IS&T/SPIE Electronic Imaging, C. 68070U-68070U-12, 2008.

С.А. ТУРКО

Научный руководитель – И.В. САФОНОВ, к.т.н.

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПОВЫШЕНИЕ РЕЗКОСТИ ВИДЕО ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧЕК**

В результате перефокусировки камеры мобильного устройства возникает эффект размытия, что приводит к уменьшению количества детектируемых характерных точек. В работе исследуется влияние фильтра, повышающего резкость, на детектирование характерных точек для алгоритмов FAST и Harris Corner detector.

Важными задачами современного компьютерного зрения являются визуальные SLAM и одометрия [1]. В этих задачах необходимо отслеживать характерные точки. Потеря большого количества характерных точек на последовательности кадров приводит к сбою системы. Существует множество причин, которые препятствуют обнаружению характерных точек, одна из таких причин – это размытие при расфокусировке. На сегодняшний день существует много алгоритмов для вычисления характерных точек и дескрипторов. Мобильные и встраиваемые системы требуют подходов, которые способны обеспечить низкое энергопотребление, что непосредственно связано с низкой вычислительной сложностью. В практическом применении относительно простые детекторы Harris и FAST используются чаще, нежели более сложные алгоритмы, таких как SIFT, SURF, и т.д. Мы сосредоточились на изучении влияния размытия на детекторы Harris и FAST.

Для исследования влияния детектирования характерных точек было взято несколько тестовых видео [2], на которых был смоделирован эффект расфокусировки. Размытие моделировалось с помощью фильтра Гаусса. В месте выбранного для моделирования дефекта, на первой половине кадров применялось гауссово размытие с линейно растущей дисперсией, а на второй половине дисперсия линейно убывала. Дисперсия изменялась в диапазоне от 3 до 7.

Был предложен численный критерий качества для оценки предложенных методов: процент таких же точек на искаженном видео по сравнению с исходным, причем только тех точек, которые принадлежат длинным трекам. Трек считается длинным, если точка присутствует на 10 и более кадрах подряд.

Проведено исследование влияния размытия на детектирование характерных точек. Как и ожидалось, большинство точек теряется. Остаётся только около 5-10% точек. Для улучшения детектирования предлагается для размытых кадров последовательно применять фильтры Unsharp mask via Bilateral Filter и Local tone mapping with ordering [3]. Данные фильтры увеличивают резкость изображения. Для обоих фильтров были подобраны наилучшие параметры в соответствии с предложенным критерием качества. Результаты применения данных фильтров к поврежденным кадрам показаны в таблице.

Таблица 1. Результаты применения фильтров

|         | Harris corner detector |                               | FAST           |                               |
|---------|------------------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|
|         | Размытое видео         | С применением фильтров LTM+UM | Размытое видео | С применением фильтров LTM+UM |
| Видео 1 | 7,04                   | 13,25                         | 2,45           | 21,76                         |
| Видео 2 | 9,30                   | 12,89                         | 5,15           | 28,56                         |
| Видео 3 | 15,32                  | 17,75                         | 5,09           | 23,20                         |

Данный метод восстанавливает около 25% длинных треков, что соответствует сотням треков на видео длительностью 10 секунд. Для задач визуальной одометрии, в большинстве случаев, этого достаточно, но не гарантирует достаточного улучшения видео во всех случаях. Дополнительные исследования необходимы для различных алгоритмов повышения резкости, а также различных алгоритмов детектирования характерных точек.

#### Список литературы

1. R. Munguia, A. Gra, "Monocular SLAM for visual odometry", in IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing, pp. 1-6, 2007.
2. A. Geiger, P. Lenz, R. Urtasun, "Are we ready for Autonomous Driving? The KITTI Vision Benchmark Suite", In Proc. IEEE Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 3354-3361, 2012.
3. I.V. Safonov, M.N. Rychagov, K.M. Kang, S.H.Kim, "Adaptive sharpening of photos", Electronic Imaging 2008, pp. 68070U-68070U-12, 2008.

Н.И. ФЛОРЕНЦЕВА

Научный руководитель – К.А. КРЫЖАНОВСКИЙ

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **АЛГОРИТМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВ НЕБА НА ЦВЕТНЫХ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ**

Предложен алгоритм для детектирования и классификации типов неба на цветных цифровых изображениях. Алгоритм состоит из двух частей: детектора и классификатора. Действие детектора основано на существующем методе обнаружения областей неба на основании анализа яркости пикселей и площади каждой обнаруженной области. Рассмотрены ключевые этапы работы данного метода, приведены описание его усовершенствований и полученные при их внедрении результаты. В качестве классификатора типов неба рассмотрены три метода машинного обучения: искусственные нейронные сети (ИНС), метод опорных векторов и алгоритм адаптивного бустинга (AdaBoost). Приведены оптимальные параметры работы данных методов для решения поставленной задачи и оценка результатов их применения к тестовому набору изображений, на основании которой выбран самый точный классификатор из рассмотренных.

В данной работе описывается метод детектирования и классификации типов неба на цифровых изображениях. Обнаружение областей неба и их последующая классификация выполняются для контекстно-зависимого наложения анимационных или статических эффектов на изображения. Например, для добавления на картинку плывущих облаков, молний, радуги и т.д.

На сегодняшний день большая часть работ в области детектирования участков неба на изображениях имеет целью обнаружение безоблачного голубого неба, что недостаточно для решения большого количества связанных с темой работы задач. Так, подход, предложенный Б.Зафарифаром и П.де Визом в работе [1], позволяет достигнуть высокой точности детектирования только областей голубого неба. Методы Дж.Ло и С.П.Эца [2] и А.Галлахера [3] также показывают невысокие результаты при детектировании пасмурного неба.

Алгоритм обнаружения областей неба, предложенный Н.Лаунгрансипом [4], позволяет решать поставленную задачу применительно к изображениям, характеризующимся широким диапазоном погодных условий. Поэтому данный подход был выбран в качестве основы нового детектора областей неба.

Для разработанного детектора областей неба были рассчитаны показатели Precision и Recall. Они составляют 87% и 92% соответственно.

При разработке классификатора типов неба были рассмотрены методы, основанные на машинном обучении. Среди них: ИНС, метод опорных векторов (SVM) и алгоритм адаптивного бустинга (AdaBoost). В роли входного вектора для каждого классификатора использованы гистограммы изображения в цветовом пространстве RGB.

Для решения задачи классификации типов неба сформирована трехслойная нейронная сеть, включающая 768 нейронов во входном слое, 2000 нейронов в скрытом слое и 7 нейронов в выходном слое. Показатели Precision и Recall, характеризующие результативность работы описанной сети, были рассчитаны отдельно для каждого класса. Их средние значения составили 97%.

Для решения задачи многоклассовой классификации с помощью метода опорных векторов рассмотрены пять стратегий:

- 1) «Каждый против всех».
- 2) «Каждый против каждого».
- 3) «Двоичное кодирование».
- 4) «Турнир на выбывание».
- 5) «Дихотомия».

Для каждой из описанных стратегий рассчитаны показатели Precision и Recall. Наилучшие результаты были достигнуты с помощью схемы «Каждый против всех»: Precision равен 100%, Recall-89%.

При реализации алгоритма AdaBoost в качестве слабых классификаторов выбраны деревья принятия решений. Средние показатели Precision и Recall для всех классов составляют 93% и 92% соответственно.

Сравнительный анализ рассмотренных классификаторов позволяет заключить, что использование ИНС дает наиболее точные результаты для решения поставленной задачи.

#### *Список литературы*

1. Zafarifar, B. Blue Sky Detection for Content based Television Picture Quality Enhancement/ B.Zafarifar, P. H. N. de With // IEEE International Conference on Consumer Electronics, Las Vegas, USA.—2007.—pp. 437-438.
2. Luo, J. A physics-motivated approach to detecting sky in photographs/ J.Luo, S.Etz // IEEE Transactions on Image Processing.—pp. 201-212.
3. Gallegher, A.C. Improved Blue Sky Detection using Polynomial Model Fit/ A.C.Gallegher, W.Hao, J.Luo // International Conference of Image Processing (ICIP).—2004.—Vol.4.—pp. 2367-2370.
4. Laungrunthip, N. Sky Detection in Image for Solar Exposure prediction: Image Processing / N.Laungrunthip.—LAP Lambert Acad. Publ., 2010.—132 p.

И.С. ЧИСТЯКОВ, Д.В. БАЙКОВ

Научные руководители – Г.А. УРВАНОВ, аспирант

Е.В. ЧЕПИН, к.т.н., доцент

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫМ КРЕСЛОМ ПРИ ПОМОЩИ ЖЕСТОВ**

В данной работе рассматривается система управления механическим инвалидным креслом при помощи жестов. Оператор, делая движения рукой, заставляет кресло двигаться в соответствующем направлении. Система направлена на обеспечение людей с ограниченными возможностями альтернативными методами управления [1]. Она состоит из трех частей: система поиска и захвата руки оператора, система распознавания жеста и система управления креслом.

К прямым аналогам нашей системы можно отнести продукт компании Leap Motion, систему управления с помощью жестов – Leap 3D. Другой вариант – контроллер движений Kinect, разработанный в компании Microsoft [2].

Большая часть разработок в сфере управления устройствами при помощи жестов, являются экспериментальными. Проведенный обзор [3, 4] по данному направлению показывает, что данный вид взаимодействия человек – компьютер является перспективным как в научном плане, так и в коммерческом.

Система поиска и захвата руки оператора использует перенесенную с языка программирования C++ на Java-технологию TLD. В рамках данной работы дополнительно рассматриваются улучшения в виде распараллеливания и изменения участков кода, изменение и адаптация под конкретные нужды алгоритма, а также добавления новых функции таких как сохранение результатов обучения.

Программное обеспечение системы распознавания жестов написано на языке C#, успешно распознает 2d и 3d жесты, которые описаны в соответствующих библиотеках. ПО способно работать с различными видами устройств, которые снимают помимо координат объекта в пространстве скорость и ускорение.

В качестве устройства снятия видеоданных можно использовать любую систему или устройство, способное получать данные о положении объекта в пространстве.

Данные приходящие в систему передаются на обработку в центр обработки данных, там обрабатываются, и после обработки система сообщает, какой жест был совершен [5].

Подсистема управления креслом написана на языке Java. Она принимает команды от системы распознавания жестов и оказывает управляющие воздействия на роботизированное инвалидное кресло.

Сейчас программно-аппаратный комплекс проходит стадию тестирования и доработок с целью повышения качества работы системы, нахождения и минимизации ошибок.

#### *Список литературы*

1. А.А. Дюмин, Г.А. Урванов, Е.В. Чепин. Система взаимодействия с человеком, как агентом мобильного робототехнического комплекса. //Программные системы и вычислительные методы, НБ-Медиа, 2015.
2. Zhou Ren, Jingjing Meng, Junsong Yuan, Zhengyou Zhang Автор перевода: А.С. Пеньков Источник (англ.): Robust Hand Gesture Recognition with Kinect Sensor. //Web-site: <http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2013/fknt/penkov/library/article10.htm>.
3. А.А.Дюмин, П.С.Сорокоумов, Г.А.Урванов, Е.В.Чепин. Архитектура и прототип системы человеко-машинного интерфейса с мобильным робототехническим устройством. //Журнал «Вестник национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», 2013.
4. Андрей Васильев “Обзор: Как устроена технология распознавания жестов” от 30.03.2014. //Web-site: <http://www.mobiledevice.ru/69902-raspoznavaniia-zhestov-Technology-realsense-cvs-allsee-kin.asp>.
5. AlomariM.H., SamahaA., AlKamhaK. “Automated Classification of L/R Hand Movement EEG Signals using Advanced Feature Extraction and Machine Learning.”. //International Journal of Advanced Computer Science and Applications (ijacsa), 2013 vol.2; pp:207-212.

К.Д. ШЕЛОПУГИН, Д.В. МАНИК, И.Д. САПАЧЁВ  
Научные руководители – Н.П. ВАСИЛЬЕВ, к.т.н., доцент  
М.М. РОВНЯГИН, ассистент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАСПРЕДЕЛЁННАЯ СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ VAR И ОБЛАСТИ ЕЁ ПРИМЕНЕНИЯ**

В данном материале рассматривается архитектура и назначение разрабатываемой распределённой системы хранения данных VAR и области применения распределённых систем хранения данных.

Проблема защищенного хранения данных в современном мире стоит особо остро, так как большое количество конфиденциальной информации хранится в электронном виде, и, следовательно, должно быть защищено от несанкционированного доступа.

В НИЯУ МИФИ на кафедре №12 «Компьютерные системы и технологии» разрабатывается система прикладного назначения VAR, задача которой – решать проблему защищенного хранения больших объемов данных, при этом обеспечивая максимальное быстродействие.

Требования, определяющие функционал разрабатываемой системы:

1. Распределённость
2. Быстродействие
3. Защищённое хранение
4. Надёжность
5. Простая интеграция с другими системами

Ориентированность системы на распределённые вычисления заложена в её архитектуре, основными компонентами которой являются:

- сервер балансировки нагрузки, являющийся способом связи системы и внешнего мира;
- сервер доступа, предоставляющий доступ к хранящим узлам системы;
- сервер хранения, обеспечивающий защищённое хранение данных.

Сервер балансировки нагрузки отвечает за первичную обработку клиента и дальнейшее перенаправление клиентов на определенный сервер доступа в соответствии с алгоритмом балансировки, ведет учет нагрузки серверов доступа и предоставляет защиту от неблагоприятных внешних воздействий (например, DDoS-атак).

Сервер доступа отвечает за дальнейшее взаимодействие с ним, полу-



чение запросов, передачу запросов серверам хранения и выдачу ответов клиентам. Среди задач, поставленных перед сервером доступа, можно выделить уменьшение нагрузки на сервера хранения, что реализуется с помощью различных инструментов, например, фильтра Блума [1], и распределение запросов клиента по серверам хранения с заданными параметрами репликации.

Сервер хранения отвечает за хранение данных, используя для их защиты блочные алгоритмы шифрования (например, ГОСТ 28147-89 или AES). Увеличение производительности сервера хранения достигается за счёт использования различных технологий оптимизации доступа к данным.

В качестве области применения данной прикладной системы может выступить любая деятельность, сопряжённая с необходимостью хранить и обрабатывать большие объёмы данных, возможно, неструктурированных либо представленных в бинарном (двоичном) виде. Например, медицинские расчёты и компьютерное моделирование в области медицины, обычно оперирующие большими объёмами данных, необходимых для расчётов и вычислений [2]. Также система может быть использована в областях, где конфиденциальность данных является одним из главных критериев при выборе средства хранения, поскольку даже физический доступ к носителям информации не способен компрометировать данные, зашифрованные системой.

Итак, можно констатировать, что распределённая система хранения больших объёмов данных VAR представляет из себя программную платформу, область применения которой потенциально очень широка, и не ограничивается узкими областями науки либо промышленности. В данный момент на кафедре №12 «Компьютерные системы и технологии» командой отечественных разработчиков с использованием только свободно распространяемого программного обеспечения продолжается доработка данной системы и расширение её функциональных возможностей.

#### *Список литературы*

1. Васильев Н.П., Ровнягин М.М. Высокопроизводительный поиск данных в системах с гибридной архитектурой. Программная платформа VAR. [Электронный ресурс]: URL: <http://2014.nscf.ru/nauchno-prakticheskaya-konferenciya/tezisy-dokladov/> (дата обращения 1.12.2015)

2. Большие Данные – новая теория и практика [Электронный ресурс]: URL: <http://www.osp.ru/os/2011/10/13010990/> (дата обращения 1.12.2015)

А.Н. ШТАНЬКО, П.Е. МИНИН, А.Д. ЕГОРОВ  
Научный руководитель – Ю.Ю. ШУМИЛОВ, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ РАБОТЫ ПОИСКА ЛИЦ МЕТОДОМ ВИОЛЫ – ДЖОНСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЦВЕТОВОЙ МОДЕЛИ**

В статье рассмотрена возможность использования различных цветковых моделей для обучения алгоритма поиска лиц, основанного на методе Виолы – Джонса, проведены экспериментальные исследования зависимости точности работы в зависимости от используемой цветовой модели.

Поиск лиц является важным разделом компьютерного зрения и имеет множество применений, особенно в системах безопасности и наблюдения. Задачи этой области включают в себя слежение за перемещением людей при помощи камер, а также системы распознавания лиц, в которых поиск лиц является первым шагом. Также поиск лиц используется в фото- и видеокамерах для автофокусировки. Задача поиска часто осложняется требованием работы в реальном времени, а также большим разнообразием вариантов освещения, позиции, выражения, цвета лица.

Одним из эффективных алгоритмов поиска объектов на изображении является алгоритм Виолы-Джонса, предложенный в 2001 году Паулем Виолой и Михаелем Джонсом. Тремя ключевыми элементами алгоритма являются: представление изображения в виде интегрального изображения; комбинирование классификаторов в каскадную структуру для фокусировки на наиболее характерных областях объекта; алгоритм AdaBoost, используемый для построения эффективного каскада через выбор наиболее репрезентативных признаков из всех потенциальных [1].

Подавляющее большинство систем поиска, основанных на методе Виолы-Джонса, рассчитано на использование монохромных изображений, и возможность использования других цветковых моделей для поиска не исследована. Целью данной работы является сравнение точности работы алгоритмов, использующих один из каналов различных цветковых моделей. В работе рассматривались каналы следующих цветковых моделей: монохромная, RGB, HSL, HSV, XYZ, Lab, Luv, YcbCr, YUV. Для сравнения точности использовались обрезанные изображения лиц базы FERET. Для обучения классификаторов использовалось 559 изображений лиц размерами 23x24 пикселей, при этом для обучения каждой ступени каскада ис-

пользовалось 500 изображений. Также для обучения каждой ступени использовалась 1000 негативных изображений, вырезанных из подготовленных 1150 изображений различных размеров, не содержащих лиц. Для оценки точности работы обученных классификаторов использовался тестовый набор из 560 положительных изображений и 100 000 негативных изображений, вырезанных из 1151 изображения. Для анализа использовались такие характеристики, как доля верных/ложных положительных/отрицательных срабатываний, а также число используемых для работы слабых классификаторов в каскаде.

ROC-кривые каналов, показавшие лучшие результаты, представлены на рисунке 1. На основе экспериментальных результатов можно сделать вывод о том, что наиболее неподходящими представлениями являются каналы H,S моделей HSL, каналы H,S из HSV; наиболее перспективные результаты показали канал u модели Luv и канал Y модели XYZ; остальные каналы показали средние результаты.

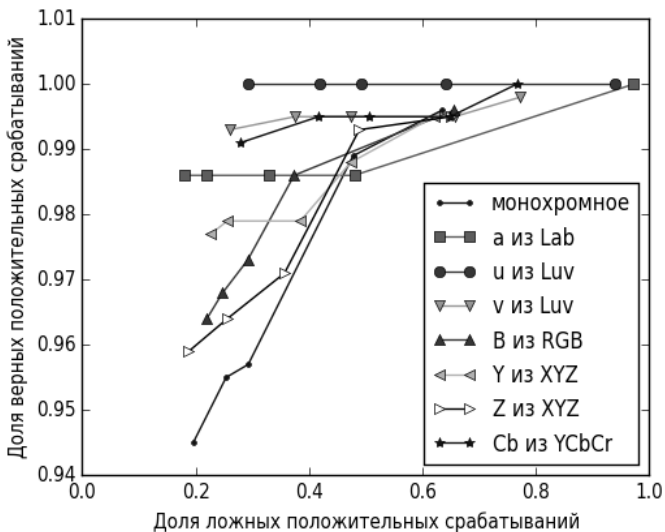


Рисунок 1. ROC-кривые

#### Список литературы

1. Paul Viola, Michael Jones. Robust Real-time Object Detection. International Journal of Computer Vision, 2001.

И.Д. ЮДОВ

Научный руководитель – М.А. КОРОТКОВА, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РЕАЛИЗАЦИЯ МОДУЛЕЙ СИСТЕМЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПО ТЕОРИИ ГРАФОВ GRAPHLABS**

Рассмотрен процесс проектирования и реализации лабораторных работ для системы компьютерных практикумов и некоторые задачи, стоящие перед разработчиком подобных программных продуктов

Студентами кафедры “Кибернетика” НИЯУ МИФИ был спроектирован и реализован набор модулей для системы GraphLabs – программного комплекса, предназначенного для проведения лабораторных работ по курсу “Теория графов”. Созданные модули представляют собой полноценные лабораторные работы, позволяющие без непосредственного участия преподавателя организовать работу студентов по темам “Дополнения графов, подграфы и изоморфизм” и “Автоморфизм графов”. С точки зрения реализации модуль является объектом Silverlight. Это позволяет запустить его с любого браузера, поддерживающего данную технологию.

Система на данный момент практически не имеет аналогов – большинство компьютерных практикумов просто иллюстрируют работу алгоритмов. Напротив, модули системы GraphLabs требуют продемонстрировать практическое приложение знаний из какой-либо конкретной области теории графов. Кроме того, система поддерживает журналирование действий проходящего работу, что позволяет получить статистику ошибок по группам и, следственно, выделить “узкие” места в знаниях студентов по курсу.

Все модули системы реализуются на основе шаблона модуля, т.н. Tasks.Template, который содержит набор базовых структур и функциональностей, обеспечивающих общение между пользователем и модулем и модулем и сервером. Реализация модулей заключается в создании сценариев проведения работ и разработке всех специфичных для разработанных сценариев объектов и алгоритмов.

При проектировании модулей особое внимание было уделено разработке дружественного пользовательского интерфейса. В приложениях подобного рода разработка грамотного UI является одной из приоритетных задач, так как слишком сложный интерфейс может отрицательно ска-

заться на внимательности тестируемого и заставить его отвлекаться от целей непосредственно лабораторной работы.

Поскольку ответ для задачи лабораторной работы всегда рассчитывается модулем, а не поступает извне (во избежание ошибок при составлении задания), проектирование алгоритмов является одной из важных задач при разработке. Причём для некоторого набора специфических задач наиболее приемлемым является алгоритм полного перебора вариантов.

К примеру, рассмотрим задачу поиска всех попарно неизоморфных подграфов данного графа. В упрощённом виде алгоритм для неё будет выглядеть следующим образом: 1) поочерёдно удаляем из графа по одной вершине, 2) проверяем, не находится ли в списке подграфов изоморфный полученному: если нет, то заносим подграф в список и рекурсивно вызываем процедуру поиска подграфов для полученного графа. Изоморфизм проверяется простым перебором: если числа рёбер и вершин в графах  $G_1$  и  $G_2$  совпадает, то строится список графов  $G_2List$ , полученных из графа  $G_2$  переименованием вершин. Процедура возвращает true, если хотя бы для одного графа из  $G_2List$  набор рёбер совпал с набором рёбер  $G_1$ .

Похожий алгоритм проверки изоморфизма применяется и в других лабораторных модулях – в модуле “Автоморфизм” для каждой из введённых пользователем подстановок строится граф, который должен быть изоморфен данному.

Как видно, приведённая выше процедура имеет большую вычислительную сложность. Однако, подобные алгоритмы являются в данном случае удовлетворительными по двум причинам: во-первых, в учебных целях не будут использоваться графы на большом (более 8) количестве вершин; во-вторых, решение не нужно иметь сразу же – ясно, что скорость вычисления ответа задачи машиной всё равно выше скорости вычисления ответа человеком, поэтому вычисление ответа задачи можно запустить в параллельном потоке.

*Список литературы*

1. Кристофидес Н. Теория графов: алгоритмический подход. – М.: Мир, 1978. – 430 с.
2. Харари Ф. Теория графов. – М.: Мир, 1973. — 301 с.

P.A. DIONISEV<sup>1,2</sup>

Science supervisor – Dr. B.G. KISELEV<sup>1</sup>, Ph.D.

<sup>1</sup>*National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*European Organization for Nuclear Research «CERN», Geneva, Switzerland*

## **LEVERAGING MODEL-DRIVEN APPROACH TO FACILITATE LEGACY SYSTEM EVOLUTION AND MAINTENANCE**

We discuss adoption of Model Driven Engineering (MDE) in CERN Electronic Document Handling System (EDH), revealing it from the legacy application point-of-view. We show how meticulous adoption of MDE can drastically improve system maintainability and developers productivity. MDE allows us to process key application logic automatically, generate unit-tests and thus increasing software quality and portability.

As “legacy” we address old evolving codebases, still in use and actively maintained. Such software is common and often covers critical areas of human activities: economics, healthcare, safety, etc. During its lifespan system undergo major technology modernizations, requiring part of business logic to be re-implemented: a tedious and costly process, usually complicating system design.

Core idea of MDE is to use very high-level domain models to decouple system’s business logic and implementation details. MDE claims to improve developer’s productivity, while increasing code quality. There are controversial studies showing MDE adoption in industry. Some researches have shown this technique not successful [1], some demonstrate moderate level of adoption [2]. Very few researchers analyze MDE applicability in the context of legacy software [3].

We share our concrete example, indicating conditions allowing us to use MDE effectively. Our case study, EDH, automates most administrative procedures at CERN. It is in production since 1992 and used by more than 18’000 users every year. System is affected by changes in procedures it automates, laws, and is constantly evolving.

We cover two aspects of MDE application: code simplification and automated model processing (on example of test generation). We use homemade domain-oriented modelling framework, covering small, business-critical aspect of application: document definition. We reimplement one document type in MD way, and compare classical and MD approach in table 1.

Table 1. Model (only model-related code was counted)

|                         | Classical | MDE |
|-------------------------|-----------|-----|
| Lines of code           | 978       | 424 |
| Number of files         | 4         | 1   |
| Development time (hour) | 320       | 40  |

Structure of new implementation resembles document specification: formal document describing essentials of form fields, their validation and visibility constraints. Constraints are packed together; fields are named according to specification, without limitations of programming language grammar. We observe increase in both maintainability and programmer productivity.

Out of definitions of 25 documents initially designed in MDE way we have automatically generated classes for regression testing. They verify non-destructiveness of new changes, allowing safe modernization.

We have addressed the most crucial document part: visibility and access constraints. Fields can have several states: they can be normal, read-only, hidden, mandatory, or can raise an error. These rules are expressed as boolean predicates. To verify system consistency we set document field values so that predicate yields true, and check if field has correct state. We perform a mutation testing of generated tests to ensure their quality. Table 2 contains metrics we use to analyze tests and shows that usage of MDE allows very precise test generation, unachievable by existing tools and for general code [4].

Table 2. Testing

|   |       |
|---|-------|
| Number of test cases generated                          | 1296  |
| Coverage  | 100%  |
| Mutation score  | 93%   |
| Time spent on test generation utility (hours)           | 32    |
| Time to implement same classes manually (approx. hours) | > 160 |

We show that model-driven approach is highly beneficial for legacy systems with known domain, as it allows developers to express well-known logic in the most concise way. We show that MDE play nicely with automatic code processing, facilitating system modernization. We believe that this approach has its niche in legacy system evolution, where it can be evaluated from a different standpoint: emphasizing maintainability and code transformations.

#### References

1. Whittle J. et al. Industrial adoption of model-driven engineering: are the tools really the problem? // Model-Driven Engineering Languages and Systems. Springer Berlin Heidelberg, 2013.
2. Whittle J., Hutchinson J., Rouncefield M., The State of Practice in Model-Driven Engineering // Software, IEEE, N31(3), 2014. – pp. 79-85.
3. MacDonald A., Russell D., Atchison B. Model-driven development within a legacy system: an industry experience report. // Software Engineering Conference Proceedings. IE

# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Р.А. ДУРОВ

Научный руководитель – Л.Н. НИКИТИН, к.т.н., доцент  
*Воронежский государственный технический университет*

## УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассматривается устройство дистанционного мониторинга для определения местонахождения объекта и оценки его состояния. Автоматизированная система мониторинга относится к высокотехнологичному оборудованию. Слежение за объектами происходит с помощью глобальной спутниковой системы.

Автоматизированная система мониторинга обеспечивает современное решение логистических задач и контроль состояния подвижных объектов в режиме реального времени.

Благодаря высокотехнологичному оборудованию система позволяет отслеживать местоположение и состояние подвижных объектов, оснащенных бортовым комплектом оборудования из диспетчерского центра, вне зависимости от их местоположения.

При этом решаются следующие задачи:

- отображение в реальном масштабе времени местоположения подвижного объекта на электронной карте;
- автоматическое слежение за соблюдением водителем каждого подвижного объекта маршрута, графика и режима движения;
- автоматическую регистрацию вхождения подвижного объекта в контролируруемую зону и выхода из нее;
- сохранение в базе данных истории перемещения каждого объекта;
- по сигналам установленных датчиков контролировать место и время поднятия кузова самосвала, открывания дверей фургона, поднятия стрелы подъемного крана и т.п., что позволит гарантировать сохранность груза и целевое использование техники;
- позволяет получить информацию о пробеге транспорта и количестве израсходованного топлива или информация о количестве имеющегося запаса топлива автомобиля в данный момент;
- прогнозирование времени прибытия в конечную точку маршрута и автоматизацию решения логистических задач;



- контроль за соблюдением условий транспортировки груза – температура в рефрижераторе, уровень ударов и вибраций, соблюдение скоростного режима;

- исключает возможность несанкционированного использования автотранспорта.

Слежение за объектами происходит с помощью глобальной спутниковой системы позиционирования NAVSTAR GPS, которая содержит 29 спутников, координаты объектов вычисляются с высокой точностью [1].

В качестве базовой комплектации включены следующие блоки: активная GPS антенна, мобильная GSM антенна, модуль GPS, модуль GSM, преобразователь уровней и схема питания [2].

Для решения проблемы сохранения работоспособности были введены блоки АКБ и схема зарядки АКБ. АКБ представляет собой 3 последовательно соединённых никель-кадмиевых аккумулятора.

Акселерометр применён для решения проблемы перевода устройства в дежурный режим при постановке наблюдаемого транспорта [3].

Устройство индикации собрано по примитивной схеме управления маломощной нагрузкой, в данном случае светодиодной, при подаче на него управляющего сигнала.

При обнаружении необходимого количества спутников для определения координат и собственно само определение местоположения загорается светодиод синего свечения, который мигает с частотой 1 Гц.

Для решения проблемы контроля состояния датчиков был применён блок схемы коммутации датчиков в составе с блоками защиты входных цепей микросхемы.

Схема коммутации представляет собой микроконтроллер PIC16F876 со схемой его включения [4].

Подведя итоги можно сделать вывод: была выполнена поставленная задача по расширению функциональных возможностей устройства в целом, что позволило сделать его более конкурентоспособным устройством на рынке устройств дистанционного мониторинга подвижных объектов.

#### *Список литературы*

1. СодиИнфоСвязь – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://sodinfosvyaz.ru/logistika/978-logistika-avtotransporta.html>

2. Фролов Д. Многопрограммный таймер-часы-термометр. Радио, 2003. № 3. С. 18, 21.

3. Ревич Ю. Часы с термометром и барометром. Радио, 2003. № 4. С. 38 – 39; № 5. С. 36-37; Радио, № 7. С. 43-45.

4. Мельников А. Термометр с ЖКИ и датчиком DS18B20. Радио, 2007. № 1. С. 46.

Я.С. КОЛОБОВА

Научный руководитель – В.Н. РЕШЕТОВ, к.ф.-м.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО УЧЕТА**

В работе приведены аргументы для внедрения автоматизированных систем управления метрологической службой на предприятиях.

В соответствии с требованиями Законодательной метрологии задача обеспечения метрологического учета средств измерений связана с выполнением операций по регистрации действий, производимых над средствами измерений в период их жизненного цикла.

Метрологическим службам необходимо обеспечивать мониторинг состояния каждого средства измерений (паспортные данные, исправность, место установки, хранения, ремонта с указанием позиции по проекту, сведения о произведенных поверках (калибровках), ремонтах)

Особенно остро проблема контроля над выполняемыми работами и обмена информации стоит на крупных предприятиях с территориально распределенными подразделениями и с большим парком средств измерений.

Решение задачи обеспечения метрологического учета средств измерений требует внедрения современных методов и средств их автоматизации. [3]

Главной мотивацией для использования автоматизированных систем управления метрологической службой является учет средств измерений и планирование их обслуживания в виде графиков. [1]

Система должна представлять собой мощный гибкий интуитивно-понятный инструмент, способный полностью удовлетворять нужды предприятий в плане планирования и организации работ в метрологической службе, и позволять проследить все этапы эксплуатации средств измерений для обеспечения достоверности информации по объему парка средств измерений.

В системе должен быть организован централизованный метрологический учет средств измерений, что обеспечивает упорядочение имеющихся в эксплуатации средств измерений и ускорение ввода новых средств измерений, и производится непрерывный анализ парка средств измерений (отслеживания качественных или количественных характеристик).

При проектировании современной автоматизированной системы для метрологической службы необходимо учесть следующие характеристики:

- централизованное хранение данных;
- возможность использования метрологической информации в масштабе всего предприятия (включая структурные подразделения);
- стандартизация метрологических данных на основе государственных стандартов;
- наличие классификаторов для большинства справочников;
- интегрируемость системы с внешними информационными системами;
- возможность отследить историю изменения информации;
- возможность изменений системы в зависимости от потребностей производства;
- оперативность обновления информации.

*Список литературы*

1. Главный метролог №1 (34). 2007 г. - АНО «РСК-Консалтинг».
2. Главный форум метрологов. – URL: <http://metrologi.ru/>
3. Тишков А.В., Мигаловский А.И., Пелевин А.В. Автоматизированная система метрологического учета и контроля средств измерений. – URL: <http://www.szma.com/art18.pdf>

**А.А. КАЩЕЕВ**

Научный руководитель – В.И. КОШЕЛЕВ, д.т.н., профессор  
*Рязанский государственный радиотехнический университет*

**АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ЗОНЫ РАДИОВИДИМОСТИ  
НАЗЕМНЫХ ПУНКТОВ ПРИЕМА ИНФОРМАЦИИ  
С УЧЕТОМ НАДЕЖНОСТИ РАДИОЛИНИИ**

Предложен алгоритм построения зоны радиовидимости наземных пунктов приема информации (НППИ), учитывающий влияние надежности радиолинии между космическим аппаратом дистанционного зондирования Земли (КА ДЗЗ) и НППИ.

Планирование работы целевой аппаратуры и аппаратуры специального назначения космических аппаратов дистанционного зондирования Земли сопровождается необходимостью оценки длительности сеанса связи меж-

ду КА ДЗЗ и НППИ, объективность которой существенным образом зависит от точности построения границы зоны радиовидимости (ЗРВ) НППИ. Получивший широкое распространение классический подход к построению ЗРВ [1, 2] обеспечивает необходимую точность для высоконадежных радиолиний и является неприемлемым для радиолиний с низкой степенью надежности. Для решения указанной проблемы в работе предлагается алгоритм построения ЗРВ, учитывающий влияние надежности радиолинии между КА ДЗЗ и НППИ.

Классический подход сводится к определению географических координат границы ЗРВ НППИ на основе расчета центрального угла Земли и угла превышения над горизонтом, при этом не учитывается вероятность передачи информации по радиолинии между КА ДЗЗ и НППИ.

Для устранения указанного недостатка в работе предлагается алгоритм построения ЗРВ, в котором расчет географических координат границы ЗРВ осуществляется на основе оценки текущего отношения сигнал/шум на входе приемника НППИ и сравнении ее с пороговым отношением сигнал/шум для разной вероятности ошибки передачи информации по радиолинии (рис. 1).

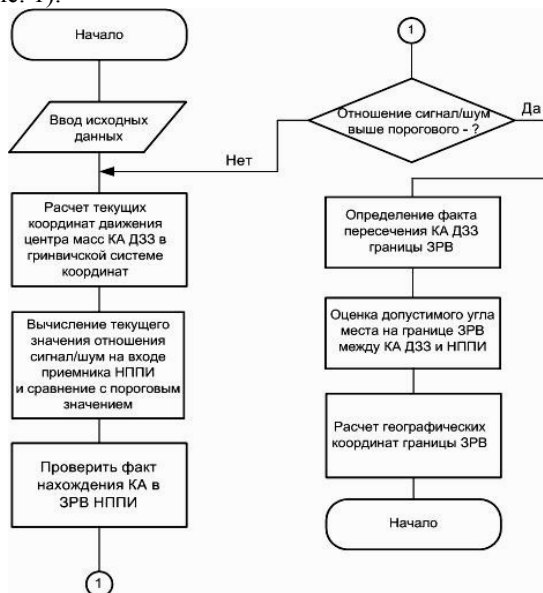


Рис. 1. Алгоритм построения ЗРВ НППИ, учитывающий надежность радиолинии

Здесь по заданному радиус-вектору центра масс (ЦМ) КА ДЗЗ в инерциальной системе координат осуществляется расчет текущих координат ЦМ КА ДЗЗ в гринвичской системе координат (рис.1).

Далее вычисляется текущее отношение сигнал/шум на входе приемника НППИ для заданной надежности радиолинии и сравнивается с пороговым значением для определения факта нахождения КА ДЗЗ в ЗРВ НППИ. После этого проводится оценка допустимого угла места на границе ЗРВ в момент ее пересечения КА ДЗЗ и рассчитываются географические координаты зоны радиовидимости (рис.1)

#### *Список литературы*

1. Куренков В.И., Салмин В.В., Абрамов Б.А. Основы устройства и моделирования целевого функционирования космических аппаратов наблюдения: учеб. пособие. – Самара. Изд-во Самар. гос. аэрокосм. Ун-та– 2006.– 296 с.
2. Лебедев А.А. Введение в анализ и синтез систем: учеб. пособие. – Москва. Изд-во МАИ – 2001.– 290 с.

**А.В. СМИРНОВ**

Научный руководитель – С.Г. БОБКОВ, д.т.н.

*Научно-исследовательский институт системных исследований РАН, Москва*

## **РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРОВ**

Разработка устройства удаленного управления и создание методики тестирования микропроцессоров в составе микропроцессорных плат, как способ снижения финансовых и временных затрат на создание стенда для тестирования микропроцессоров.

В настоящее время для каждой процессорной платы на базе ПЛИС приходится собирать свой собственный стенд отладки, причём для полноценного тестирования часто требуется присутствие разработчика рядом. Для тестирования готовых МП [1] приходится проектировать специальную уникальную плату блока функционального контроля (БФК).

Актуальной является задача создания универсальной методики тестирования МП в составе процессорных плат.

Для решения данной задачи необходимо разработать устройство удаленного управления (УУУ), которое возможно перенастраивать для рабо-

ты в составе различных стендов. Также оно даёт возможность организовать удалённую работу. Применение УУУ позволяет отказаться от разработки платы БФК для каждой новой модели микропроцессора.

Сформулированы требования к УУУ, рассмотрены различные конструктивные решения и создан макетный образец, который реализован на базе одноплатной ЭВМ Raspberry PI B+ [2] и типовых модулей (реле, дисплея, клавиатуры, контроллера Ethernet).

На основе макетного образца создан опытный образец УУУ. УУУ апробировано на базовых задачах тестирования МП в рамках опытно-конструкторских работ, проводимых в НИИСИ РАН. Доступ к УУУ осуществляется через локальную сеть при помощи текстового и web-интерфейсов. При использовании УУУ сокращается время создания нового стенда для тестирования каждого МП, уменьшается стоимость и время затрачиваемые на проведение тестирования.

*Список литературы*

1. С.И. Аряшев, Д.А. Трубицын, П.А. Чибисов. Электроника, Микро- и Нанoeлектроника, 2011, с. 61-64.
2. URL: <https://www.raspberrypi.org/> (дата обращения: 15.11.2015).

**В.Ю. ДУЛЬСКИЙ**

Научный руководитель – А.Н. ГЕЙДАРОВА, ст. преподаватель  
*Волгодонский инженерно-технический институт НИЯУ МИФИ, Ростовская обл.*

## **ТЕХНОЛОГИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Данная работа рассматривает пути ускорения сроков строительства, устранение проектных ошибок и исключение их появления на стройплощадке при применении BIM-технологии.

Информационное моделирование сооружений (BIM) — процесс коллективного создания и использования информации о сооружении, формирующий основу для всех решений на протяжении жизненного цикла объекта (от планирования до проектирования, выпуска рабочей документации, строительства, эксплуатации и сноса).

Основа технологии BIM — это процессы, способы совместной работы с информацией об объекте строительства. Процессы регулируют работу с BIM-моделью, которая состоит из интеллектуальных объектов и параметрических взаимосвязей. Для каждого этапа работы над проектом прописан

уровень детализации BIM-модели. Это позволяет принимать управленческие решения, имея всю необходимую информацию и при этом не перегружая модель.

BIM-технологии на каждой стадии жизненного цикла объекта ставят перед собой важные задачи. Вот несколько из них:

- создание концепт-модели будущего объекта, переходящей без потери данных на следующую стадию (стадия планирования);
- качественное проектирование согласно установленным срокам (стадия проектирования);
- расчет потребности в материалах, сравнение плана и факта (стадия подготовки к строительству и строительство);
- быстрый поиск информации по объекту строительства (стадия эксплуатации);

Основными преимуществами применения BIM-технологии являются:

- Сокращение времени проектирования и строительства и тем самым оптимизирования денежных потоков и сроков кредитования, что дополнительно сокращает стоимость строительства;
- Сокращение более чем на 30% количества ошибок за счет скоординированной работы всех участников проекта на основе BIM-модели;
- Создание упрощенной модели и задание нагрузки для передачи в расчетные программы без лишнего моделирования и перестроения основной модели;
- Проведение симуляции процесса строительства на основе BIM модели, создание графика строительства, оптимизирование времени работы дорогостоящей строительной техники, точное определение сроков участия в проекте подрядчиков, оптимизирование объемов строительного материала;

Консалтинговая компания McGraw Hill Construction провела опрос среди компаний строительной отрасли и узнала, какие преимущества они получили с внедрением BIM. Так, 41% опрошенных компаний отметили сокращение количества ошибок после внедрения технологии. 35% и 32% обратили внимание на улучшение коммуникации между руководителями и проектировщиками и улучшение имиджа предприятия.

*Список литературы*

1. Интернет-ресурс Autodesk: Внедрение BIM, официальный сайт: [www.autodesk.ru/bim](http://www.autodesk.ru/bim).
2. Письмеров К. Внедрение BIM от Autodesk: как сделать это грамотно. САПР и графика. Журнал, апрель/2012.

Л.А. БАГРОВА

Научный руководитель – С.Д. КУЛИК, д.т.н., с.н.с., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **СПЕЦИАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА КРИПТОГРАФИИ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ВИРУСЫ**

В данной статье очень кратко представлены результаты исследования, связанные с проблемой эффективной расшифровки (без знания закрытого ключа) информации, которая зашифрованной с помощью алгоритма RSA. Эта проблема до конца еще не решена. Для решения этой проблемы выполнен необходимый предварительный анализ алгоритма RSA.

Методы шифрования все больше применяются на практике. Разработаны различные криптографические алгоритмы, например [1, 2, 3] алгоритм RSA. В реальной жизни злоумышленник может осуществить атаку на алгоритм шифрования. Наиболее широко известные так называемые атаки: атака Винера на RSA [2, с.354-356], атака на RSA, основанная на решетках [2, с.362-365], атака Хастада [2, с.365-366]. Планируется реализовать на практике выполнение специального научно-исследовательского проекта. Данный проект включает следующие три основные направления:

Первое – исследование принципиальной возможности эффективной расшифровки текстов, ранее зашифрованных с помощью алгоритма RSA [4, 5] (поиск условий, реализация которых позволит на ограниченных вычислительных средствах расшифровывать заданные сообщения без знания закрытого ключа для алгоритма RSA).

Второе – разработка оперативных средств принятия решений [7] в области криминалистики для расшифровки заданных текстов.

Третье – исследование компьютерных вирусов [8, 9, 10], которые выполняют, например, не санкционированное шифрование данных на компьютере с помощью алгоритма RSA [1, 5] и выработка необходимых рекомендаций пользователю с целью противодействия подобным компьютерным вирусам в области информационной безопасности.

На текущем этапе работ выполнено предварительное исследование [6] алгоритма RSA. Найдены необходимые вырожденные примеры [6] зашифрованных текстов с помощью алгоритма RSA, которые при выполнении определенных ограничений можно расшифровать при ограниченных ресурсах на вычислительные средства.



Для реализации выполняемого проекта проведены пока только предварительные исследования [6], связанные с алгоритмом RSA. Выявлены явные ограничения для алгоритма RSA, при отсутствии которых возможна успешная расшифровка коротких специальных текстов. Выработаны в области информационной безопасности необходимые рекомендации пользователю с целью противодействия компьютерным вирусам, выполняющим не санкционированное шифрование данных и скрывающих ключи шифрования.

Были успешно выполнены предварительные исследования. Эти исследования показали актуальность и необходимость разработки средств автоматизированной расшифровки данных без знания закрытого ключа для алгоритма RSA.

На основе полученных научно-практических результатов в дальнейшем планируется разработать специальное программное средство для расшифровки данных без знания закрытого ключа для алгоритма RSA

#### *Список литературы*

1. Адигеев М.Г. Введение в криптографию. — Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет, 2002. — 35с.
2. Смарт Н. Криптография. — М.: Технофера, 2005. — 528 с.
3. Алферов А.П., Зубов А. Ю., Кузьмин А. С., Черемушкин А.В. Основы криптографии. Учебное пособие, 2-е изд., испр. и доп. — М.: Гелиос АРВ, 2002. — 480 с.
4. Фергюсон Н., Шнайер Б. Практическая криптография. — М.: Диалектика, 2005 — 420 с.
5. Алгоритм шифрования RSA [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.e-pigma.ru/stat/rsa> свободный. — загл. с экрана. — (дата обращения: 28.09.2015).
6. Багрова Л.А. Специальные средства защиты информации и компьютерные вирусы //Курсовая работа (дисциплина: логические основы систем специального назначения) руков.: Кулик С.Д. —М.: НИЯУ МИФИ, 2015.
7. Кулик С.Д. Элементы теории принятия решений (критерии и задачи): учебное пособие. — М.: НИЯУ МИФИ, 2010. —188с.
8. Компьютерный вирус-шифровальщик (Enigma) — лечения нет!!! [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://arh.infagrad.ru/journal/2015—02—28/coder> свободный. — загл. с экрана. — (дата обращения: 18.09.2015).
9. Вирус зашифровал файлы на компьютере [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://remontcompa.ru/758—virus—zashifroval—fayly—na—kompyutere—v—rashsherenie—xtbl.html> свободный. — загл. с экрана. — (дата обращения: 03.09.2015).
10. Кулик С.Д. Анализ вредоносных программ и вирусов //Судебная экспертиза: дидактика, теория, практика. Сборник научных трудов.—М.: Московский университет МВД России, 2010.—Вып. 6.—С.180-195.

А.А. КОНДАКОВ, С.С. ШЕВЧЕНКО, И.С. АКСЕНОВ,  
Е.А. ЩЕКОЧИХИНА

Научный руководитель – С.Д. КУЛИК, д.т.н., с.н.с., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **НАБОР СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

В статье очень кратко представлены результаты разработки новых специализированных средств с элементами искусственного интеллекта для решения сложных практических задач и, в частности, задач в области медицины, криминалистики и в области информационных технологий. Представлены экспериментальные элементы средств для эффективной работы специалиста в заданной области.

Средства искусственного интеллекта все больше находят применения в практической деятельности человека. Появляются все новые практические задачи, для решения которых требуется разработать специализированные средства. Выполняется специальный проект, связанный с различными исследованиями [1, 2, 3, 4] эффективных алгоритмов и средств их реализации, например [5, 6, 7] на языке Prolog. Этот проект реализуется в следующих 3-х направлениях:

Первое – исследование возможности создания (с помощью средств искусственного интеллекта) эффективных средств моделирования в области квантовых вычислений.

Второе – разработка специальных средств (с элементами искусственного интеллекта) для принятия эффективных решений в области медицины.

Третье – исследование возможности информационных технологий с элементами нейронных сетей и искусственного интеллекта для решения актуальных практических задач, например в криминалистике [1].

По результатам выполненного этапа работ разработаны эффективные алгоритмы и программы [2, 5-7] на языке Prolog/Java для решения поставленных практических задач. Выполнены необходимые экспериментальные исследования и разработки специальных программных средств с возможностью применения элементов искусственного интеллекта.

Для достижения поставленных целей при решении практических задач проведены предварительные исследования в рамках данного проекта. Полученные результаты подтвердили актуальность и необходимость разработки специальных средств с элементами искусственного интеллекта.

Частично реализованы экспериментальные исследования средств с элементами искусственного интеллекта в различных перспективных областях. Проведены исследования, которые позволили получить следующие результаты [3, 5-7]: алгоритмы и программы.

На некоторые научно-технические результаты получены акты о введении.

Достигнутые важные результаты защищены охранными документами РОСПАТЕНТ на программное обеспечение [5, 6, 7]. В дальнейшем планируется разработка новых программных средств с элементами искусственного интеллекта. На эти новые программные средства будут подготовлены необходимые заявки на получение охранных документов.

*Список литературы*

1. Кулик С.Д., Кондаков А.А. Возможность эффективного применения нейронных сетей в криминалистике //Тезисы докладов. XIII Всероссийская научная конференция “Нейрокомпьютеры и их применение” НКП-2015. Москва, 17 марта 2015г. — М.: МГППУ, 2015. — С.92-93.

2. Кондаков А.А., Семенов А.А. Интеллектуальное средство: ДСМ-метод //Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. XVIII Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов “Молодежь и наука”. Тезисы докладов. В 3 частях.—М.: НИЯУ МИФИ, 2015.—Ч.3.—С.98-99.— (науч. руков.: С.Д. Кулик).

3. Кондаков А.А., Семенов А.А., Шевченко С.С., Пупыкина В.А., Иванов А.Д., Аксенов И.С., Кубышин А.А. Инновационные средства для диагностики //Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. XVIII Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов “Молодежь и наука”. Тезисы докладов. В 3 частях. —М.: НИЯУ МИФИ, 2015.—Ч.3.—С.102-103.—(науч. рук.: С.Д. Кулик, Ткаченко К.И.).

4. Кондаков А.А., Кубышин А.А., Аксенов И.С. Специальные средства подготовки специалистов //Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. XVIII Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов “Молодежь и наука”. Тезисы докладов. В 3 частях. —М.: НИЯУ МИФИ, 2015. —Ч.3. —С.104-105. — (науч. руков.: С.Д. Кулик).

5. Кулик С.Д., Кондаков А.А., Зырянова О.В. Свидетельство на программу Российской Федерации №2012615520 "Special simple solver of puzzles v.1.0" (S-S-S-Puz) /С.Д. Кулик, А.А. Кондаков, О.В. Зырянова (Россия). — Заявка №2012613177; Заяв. 24.04.2012; Зарегистр. 19.06.2012. — (РОСПАТЕНТ).

6. Кулик С.Д., Кондаков А.А., Зырянова О.В., Григорьев С.К. Свидетельство на программу Российской Федерации №2013615594 "Universal specialized solver v.1.0" (U-S-S).— Заявка №2013613594; Заяв. 26.04.2013; Зарег. 17.06.2013.—(РОСПАТЕНТ).

7. Кулик С.Д., Кондаков А.А., Григорьев С.К., Мушта А.А. Свидетельство на программу Российской Федерации №2014616383 "Specialized solver for cloud v.1.0" (S-S-C) / С.Д. Кулик, А.А. Кондаков, С.К. Григорьев, А.А. Мушта (Россия). — Заявка №2014613978; Заяв. 25.04.2014; Зарегистр. 20.06.2014; Оpubл. 20.07.2014. — (РОСПАТЕНТ).

**А.А. КОНДАКОВ**

Научный руководитель – С.Д. КУЛИК, д.т.н., с.н.с., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **СРЕДСТВА АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ФАКТОГРАФИЧЕСКИХ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ**

Работа посвящена исследованию средств для сбора и анализа данных из различных источников информации. В качестве источников информации могут быть использованы различные текстовые документы, статьи, справочники и т.д. В работе кратко представлены результаты исследований методов и алгоритмов обработки текстовых данных и их последующий анализ. Целью данной исследовательской работы является разработка прототипа системы эффективной обработки и выдачи информации на основе пользовательского запроса.

В настоящее время различные технологии сбора и анализа данных [1, 2, 3, 4, 5] применяются практически во всех сферах человеческой деятельности. В первую очередь это связано с тем, что данные технологии представляют собой универсальный инструмент для проведения важных исследований и решения различных задач.

Средства анализа данных применяются как в банковской сфере, в различных бизнес решениях, так и при решении производственных задач для регулировки и контроля технологических процессов. Помимо этого средства анализа данных широко применяются для проведения научных исследований в различных областях. Все это говорит об актуальности проведения исследования в данной области.

В настоящее время ведутся работы [1, 3, 4, 6] по созданию автоматизированной фактографической системы [1] для сбора и обработки данных из текстового документа на основе пользовательского запроса. Так же проводятся исследования в области [4] искусственного интеллекта (нейронные сети [3] и алгоритмы обучения) с целью их дальнейшего применения в разрабатываемой системе и в образовательной области [6].

В результате проведенных исследований получены важные результаты [1-3, 5, 7-9]. Начата разработка алгоритмов и проектирование автоматизированной системы анализа и обработки данных, намечены планы дальнейших исследований. В процессе выполненной работы и проведенных исследований были успешно получены необходимые охранные документы [7-9] Российского агентства по патентам и товарным знакам (РОСПАТЕНТ).

*Список литературы*

1. Кондаков А.А. Специальные фактографические средства //Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. XVIII Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов “Молодежь и наука”. Тезисы докладов. В 3 частях.—М.: НИЯУ МИФИ, 2015.—Ч.3.—С.100-101.— (науч. руков.: С.Д. Кулик).
2. Кондаков А.А., Григорьев С.К., Мушта А.А. Спецсредства для принятия решений //Научная сессия НИЯУ МИФИ-2014. XVII Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов “Молодежь и наука”. Тезисы докладов. В 3 частях.—М.: НИЯУ МИФИ, 2014.—Ч.3.—С.104-105.— (науч. руков.: С.Д. Кулик, Ткаченко К.И.).
3. Кулик С.Д., Кондаков А.А. Возможность эффективного применения нейронных сетей в криминалистике //Тезисы докладов. XIII Всероссийская научная конференция “Нейрокомпьютеры и их применение” НКП-2015. Москва, 17 марта 2015г. — М.: МГППУ, 2015. — С.92-93.
4. Кондаков А.А., Семенов А.А. Интеллектуальное средство: ДСМ-метод //Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. XVIII Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов “Молодежь и наука”. Тезисы докладов. В 3 частях.—М.: НИЯУ МИФИ, 2015.—Ч.3.—С.98-99.— (науч. руков.: С.Д. Кулик).
5. Кондаков А.А., Семенов А.А., Шевченко С.С., Пупыкина В.А., Иванов А.Д., Аксенов И.С., Кубышин А.А. Инновационные средства для диагностики //Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. XVIII Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов “Молодежь и наука”. Тезисы докладов. В 3 частях. — М.: НИЯУ МИФИ, 2015.—Ч.3.—С.102-103.—(науч. рук.: С.Д. Кулик, Ткаченко К.И.).
6. Кондаков А.А., Кубышин А.А., Аксенов И.С. Специальные средства подготовки специалистов //Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. XVIII Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов “Молодежь и наука”. Тезисы докладов. В 3 частях. —М.: НИЯУ МИФИ, 2015. —Ч.3. —С.104-105. — (науч. руков.: С.Д. Кулик).
7. Кулик С.Д., Кондаков А.А., Зырянова О.В. Свидетельство на программу Российской Федерации №2012615520 "Special simple solver of puzzles v.1.0" (S-S-S-Puz) / С.Д. Кулик, А.А. Кондаков, О.В. Зырянова (Россия). – Заявка №2012613177; Заяв. 24.04.2012; Зарегистр. 19.06.2012. – (РОСПАТЕНТ).
8. Кулик С.Д., Кондаков А.А., Зырянова О.В., Григорьев С.К. Свидетельство на программу Российской Федерации №2013615594 "Universal specialized solver v.1.0" (U-S-S).—Заявка №2013613594; Заяв. 26.04.2013; Зарег. 17.06.2013.—(РОСПАТЕНТ).
9. Кулик С.Д., Кондаков А.А., Григорьев С.К., Мушта А.А. Свидетельство на программу Российской Федерации №2014616383 "Specialized solver for cloud v.1.0" (S-S-C) /С.Д. Кулик, А.А. Кондаков, С.К. Григорьев, А.А. Мушта (Россия). – Заявка №2014613978; Заяв. 25.04.2014; Зарегистр. 20.06.2014; Опубл. 20.07.2014. – (РОСПАТЕНТ).

Е.С. ЯКОВЛЕВ, К.Д. КРУГЛОВ, ЙЕ МИН ЗО  
Научный руководитель – И.В. АШАРИНА, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский университет «МИЭТ»*

## **ВЫДЕЛЕНИЕ СРЕД МЕЖКОМПЛЕКСНОЙ ПОСЫЛКИ В МНОГОМАШИННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ**

На примере сбое- и отказоустойчивой системы разрабатывается программа, которая моделирует работу алгоритмов выделения сред межкомплексного обмена, представленных в [1, 2].

Сбое- и отказоустойчивые системы – это такие системы, которые способны продолжать выполнение запланированных операций (возможно, с понижением эффективности) при отказе их компонентов. На сегодняшний день, все больше и больше компаний, выдвигают на первое место, требование максимальной надежности информационных систем.

Вопрос особенно актуален для бизнеса или таких областей техники, где ошибка в работе системы или временной ее простоя оборачиваются более чем внушительными финансовыми потерями или серьезными техногенными последствиями.

Данные системы имеют возможность без участия человека:

1. обнаруживать возникающие неисправности;
2. идентифицировать их по типу (сбой/программный сбой/отказ) и по месту возникновения;
3. восстанавливать вычислительный процесс при программных сбоях и реконфигурировать систему при отказах;
4. безопасно останавливать работу системы, при такой степени управляемой деградации [1, 2, 3], при которой дальнейшее ее функционирование невозможно.

Чтобы перечисленные действия выполнялись в отказоустойчивых системах необходимо обеспечить *системное взаимное информационное согласование (СВИС)*.

Для параллельного решения нескольких задач, обменивающихся между собой данными, в таких системах организуется выделение *комплексов* (подсистем, которые удовлетворяют определенным структурным требованиям) [1, 2] для решения задач и *сред межкомплексного обмена* для организации передачи данных между комплексами и выполнения СВИС.

Для достижения поставленной цели:

1. разработаны способы представления графовой модели МВС;
2. разработаны форматы представления входных и выходных данных;
3. выполняется программная реализация алгоритмов, обеспечивающих выделение комплексов в динамически реконфигурируемой сети.

*Список литературы*

1. Ашарина И.В., Лобанов А.В. Выделение комплексов, обеспечивающих достаточные структурные условия системного взаимного информационного согласования в многокомплексных системах // Автоматика и телемеханика. 2014. №8. С.146–156.
2. Ашарина И.В., Лобанов А.В. Выделение структурной среды системного взаимного информационного согласования в многокомплексных системах // Автоматика и телемеханика. 2014. №6. С.115–131.
3. Генинсон Б.А., Панкова Л.А., Трахтенгерц Э.А. Отказоустойчивые методы обеспечения взаимной информационной согласованности в распределенных вычислительных системах // АиТ. 1989. № 5. С. 3-18.

**Р.Р. ФАЛЬКОВСКИЙ**

Научный руководитель – **И.В. САФОНОВ**, к.т.н.

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **МЕТАМОРФНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММ УЛУЧШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Автоматизированное тестирование программ обработки изображений является нерешенной и актуальной проблемой, потому что для оценки качества получившихся в результате обработки изображений требуется привлечение экспертов, которые в состоянии оценить только ограниченное количество тестовых примеров. Предлагается использовать метаморфное тестирование для поиска ошибок в программе коррекции затемненных участков на цифровых фотографиях. В дополнение к известным из литературы метаморфным отношениям вводится отношение, основанное на времени работы программы.

При тестировании программ улучшения изображений (image enhancement) разработчики, как правило, используют относительно небольшое количество тестовых изображений. Это позволяет обнаружить некоторые критичные ошибки, приводящие к сбоям программы, и проверить, что программа удовлетворяет требованиям по улучшению качества для данного ограниченного набора тестов. Ситуация усугубляется тем, что только для небольшого количества задач улучшения изображений может быть сформулирован “слепой” численный критерий качества, но в большинстве случаев качество результата обработки оценивается человеком, что не позволяет выполнять тесты в автоматическом режиме.

Обработка изображений относится к областям разработки программного обеспечения, в которых часто не существует тестового “оракула”, т.е. формального правила для определения пройден тест или произошла ошибка. Для автоматизированного тестирования программ в случае отсутствия оракула было предложено использовать метаморфное тестирование (metamorphic testing) [1]. Основная идея данного подхода: для теста, результат которого в общем случае не известен, задают способы трансформации этого теста в дополнительный набор тестов и задают, так называемые, метаморфные отношения (metamorphic relation) – правила того, как должны измениться (или не измениться) результаты тестов, полученных в результате трансформации теста, по сравнению с исходным тестом.

В последние годы метаморфное тестирование начали использовать при тестировании программ обработки изображений. Например, в [2] описано применение данного подхода для обнаружения логических ошибок в про-



граммах бинарной эрозии и наращивания (dilation). Эффективность способа демонстрируется путем обнаружения намеренно внесенных в алгоритм ошибок.

Мы применили метаморфное тестирование для поиска некорректных результатов работы программ коррекции затемненных участков на цветных цифровых фотографиях [3]. Предлагается использовать следующие метаморфные отношения, т.е. способы трансформации исходного тестового изображения: повороты изображения на углы, кратные 45 градусам, изменение глобального контраста на 5-10%, применение ФНЧ, применение фильтра повышающего резкость, обработка четверти изображения, уменьшение и увеличение изображения в 2-4 раза. Для каждого отношения определена максимально допустимая величина изменения интенсивностей цветов в результате обработки трансформированного изображения по сравнению с результатом обработки исходного изображения. Сравниваются соответствующие друг другу значения пикселей. Если разница между результатами обработки превышает допустимый порог, то генерируется сообщение об ошибке.

Помимо перечисленных метаморфных отношений вводится отношение, основанное на времени работы программы. Это отношение позволяет обнаружить примеры, для которых производительность программы значительно хуже средних значений или теоретического предела для данного размера изображения.

В результате тестирования программы реализующей алгоритм из [3] обнаружено, что: а) использование рекурсивного билатерального фильтра с плоским пространственным ядром может приводить к появлению визуальных артефактов, б) способ вычисления и ступенчатое изменение параметра  $k_s$  ведет к значительному разбросу результатов для практически одинаковых изображений на входе алгоритма.

#### *Список литературы*

1. Guderlei R., Mayer J. Statistical metamorphic testing programs with random output by means of statistical hypothesis tests and metamorphic testing // Seventh International Conference on Quality Software. – IEEE, 2007. – С. 404-409.
2. Jameel T., Lin M., Chao L. Test oracles based on metamorphic relations for image processing applications //16th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing, IEEE, 2015. – С. 1-6.

М.А. ПУХАЕВА, К.С. БУШИНА

Научный руководитель – Е.Б. ЗОЛУТУХИНА, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЯМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ UML НА ОСНОВЕ ГОСТ 34.601-90**

На основании ГОСТ 34.601-90 «Автоматизированные системы. Стадии разработки» разработано формализованное описание процесса управления требованиями в Enterprise Architect с использованием UML.

Каждый разработчик знает, что управление требованиями – это фундамент разработки любой автоматизированной системы (АС). Самыми дорогостоящими ошибками разработки являются ошибки в выявлении, анализе и управлении требованиями.

Тем не менее, единой и удобной методики управления требованиями до сих пор нет. На практике инструменты и методы управления требованиями меняются от проекта к проекту и не гарантируют результат высокого качества.

Отечественные стандарты в области управления жизненных циклов АС помогают формализовать процесс управления требованиями и сократить количество совершаемых ошибок. Например, согласно ГОСТ 34.601-90 «Автоматизированные системы. Стадии создания» работа с требованиями осуществляется на следующих стадиях: формирование требований к АС, разработка ее концепции, техническое задание и сопровождение [1].

Управление требованиями – это систематический подход к выявлению, документированию, планированию реализации требований и отслеживанию их изменений [2].

В зависимости от типа проекта выбирается конкретный метод выявления требований (бизнес-моделирование, интервьюирование и пр.). Выявление требований проводит системный аналитик и эксперты по предметной области. В результате этой деятельности появляются требования записанные, согласованные и структурированные в соответствии со своими типами, представленными в плане управления требованиями [3].

Пошаговое описание процесса управления требованиями визуализировано при помощи диаграммы деятельности в Enterprise Architect фирмы Sparx Systems на рис. 1.

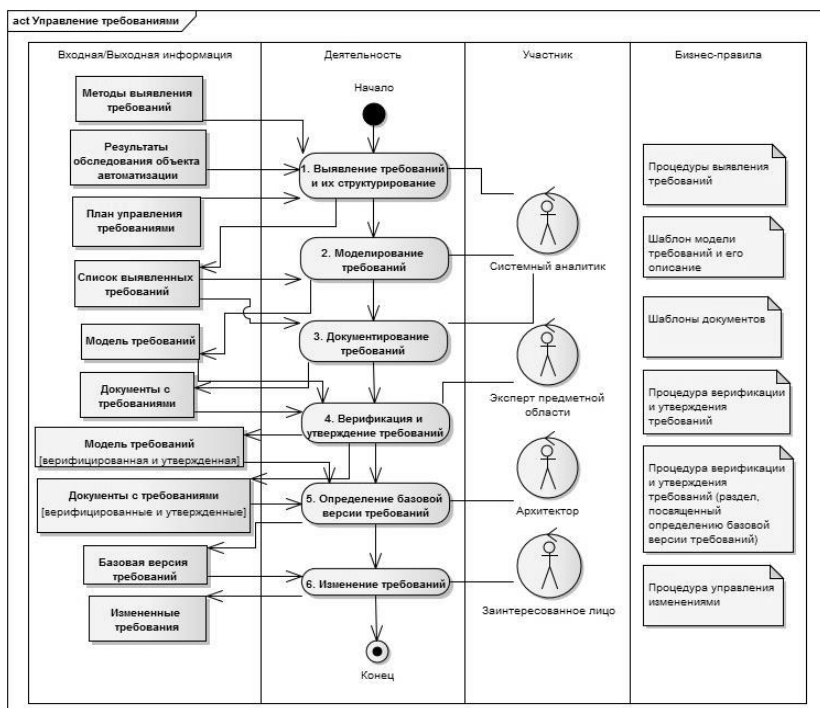


Рис. 1. Процесс управления требованиями

Таким образом, для эффективного достижения целей разработки и сокращению трудозатрат стратегически важно правильно выстроить процесс управления требованиями.

*Список литературы*

1. ГОСТ 34.601-90 «Автоматизированные системы. Стадии создания».
2. Карл Вигерс, Разработка требований к программному обеспечению. М.: «Русская Редакция», 2004. С.13-14.
3. Алфимов Р.В., Золотухина Е.Б., Красникова С.А. Управление требованиями на базе стандартов // Открытые системы. – 2006. №10. С. 13.

А.А. КОНДАКОВ, С.С. ШЕВЧЕНКО, В.А. ПУПЫКИНА,  
И.С. АКСЕНОВ, Е.А. ЩЕКОЧИХИНА, Л.А. БАГРОВА,  
А.А. КУБЫШИН

Научный руководитель – С.Д. КУЛИК, д.т.н., с.н.с., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

В работе кратко представлены результаты разработки новых интеллектуальных средств поддержки принятия решений для решения сложных практических задач и, в частности, задач в области медицины, криминалистики и в области информационных технологий. Для специалиста разработаны необходимые средства поддержки для эффективного принятия важнейших решений.

Практика убедительно показывает, что постоянно требуется эффективно решать актуальные задачи в различных областях. Авторы представляют научную группу, в которой давно и успешно выполняются исследования по разработке [1-6] инновационных эффективных алгоритмов и средств их реализации в рамках научно-исследовательского проекта. Этот проект реализуется по следующим 3-м основным направлениям:

Первое – исследование возможности создания средств принятия эффективных решений в криминалистике [1] и в области квантовых вычислений.

Второе – разработка оперативных средств для принятия решений в области медицины.

Третье – исследование инновационных информационных технологий с элементами искусственного интеллекта (ИИ) для решения актуальных практических задач разработки интеллектуальных средств поддержки принятия решений для различных областей и, в частности, в области информационной безопасности и в области машинного перевода.

На текущем этапе работ наша научная группа занимается разработкой нового автоматизированного программного комплекса для поддержки принятия решений. Успешно разрабатываются необходимые алгоритмы и программы [1, 4-6]. Параллельно с этим выполняется работа по исследованию и разработке специальных алгоритмов решения заданного класса задач с возможностью применения элементов ИИ.

С целью решения поставленных задач проведены предварительные исследования для реализации на практике предложенного проекта. Прове-

денные предварительные исследования показали актуальность и необходимость разработки средств поддержки принятия решений.

Выполнен необходимый анализ рынка и конкурентов. Разработан необходимый бизнес-план.

В процессе выполненных исследований [1, 2] получены важные практические результаты: алгоритмы и программы [3-6]. Выполнены ключевые предварительные экспериментальные исследования средств поддержки принятия решений в различных перспективных областях.

На некоторые разработки получены акты о внедрении. Наиболее значимые результаты (для подтверждения авторских прав) были успешно защищены охранными документами РОСПАТЕНТ [3-6]. На данном этапе работ выполнена разработка новых программ и средств поддержки принятия решений, которые планируется также защитить охранными документами для успешной реализации представленного проекта инновационного бизнеса.

#### *Список литературы*

1. Кондаков А.А., Семенов А.А., Шевченко С.С., Пупыкина В.А., Иванов А.Д., Аксенов И.С., Кубышин А.А. Инновационные средства для диагностики // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. XVIII Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов "Молодежь и наука". Тезисы докладов. В 3 частях. – М.: НИЯУ МИФИ, 2015. – Ч.3.–С.102-103.–(науч. рук.: С.Д. Кулик, Ткаченко К.И.).
2. Кондаков А.А., Кубышин А.А., Аксенов И.С. Специальные средства подготовки специалистов // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. XVIII Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов "Молодежь и наука". Тезисы докладов. В 3 частях. – М.: НИЯУ МИФИ, 2015. – Ч.3. –С.104-105. – (науч. руков.: С.Д. Кулик).
3. Кулик С.Д., Никонец Д.А., Ткаченко К.И., Жижилев А.В. Патент на полезную модель №73750, Российская Федерация (RU), кл. МПК<sup>7</sup> G 07 D 7/00. Устройство определения фальшивых рукописных документов на русском языке. – Заявка №2007147832/22; Заяв. 25.12.2007; Зарегистр. 27.05.2008; Приоритет от 25.12.2007. Оpubл. Бюл. №15. – Ч.3. – С.860.– (РОСПАТЕНТ).
4. Кулик С.Д., Кондаков А.А., Зырянова О.В. Свидетельство на программу Российской Федерации №2012615520 "Special simple solver of puzzles v.1.0" (S-S-S-Puz) /С.Д. Кулик, А.А. Кондаков, О.В. Зырянова (Россия). – Заявка №2012613177; Заяв. 24.04.2012; Зарегистр. 19.06.2012. – (РОСПАТЕНТ).
5. Кулик С.Д., Кондаков А.А., Зырянова О.В., Григорьев С.К. Свидетельство на программу Российской Федерации №2013615594 "Universal specialized solver v.1.0" (U-S-S).–Заявка №2013613594; Заяв. 26.04.2013; Зарег. 17.06.2013.–(РОСПАТЕНТ).
6. Кулик С.Д., Кондаков А.А., Григорьев С.К., Мушта А.А. Свидетельство на программу Российской Федерации №2014616383 "Specialized solver for cloud v.1.0" (S-S-C) /С.Д. Кулик, А.А. Кондаков, С.К. Григорьев, А.А. Мушта (Россия). – Заявка №2014613978; Заяв. 25.04.2014; Зарегистр. 20.06.2014; Оpubл. 20.07.2014. – (РОСПАТЕНТ).

С.А. ТИХОМИРОВА

Научный руководитель – А.Ю. НИКИФОРОВ, к.т.н., доцент  
*Обнинский институт атомной энергетики НИЯУ МИФИ*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ СКЛАДА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

В статье рассмотрена проблема автоматизации работы склада промышленного предприятия. Обоснована актуальность создания автоматизированной системы для конкретной компании, определена архитектура системы управления склада и используемые для разработки технологии.

На любом производственном предприятии склад является важным и самым объемным функциональным подразделением. Информация о материалах на складе занимает большие объемы памяти и, кроме того, постоянно меняется: часть комплектующих имеется на складе, часть необходимо заказать, а часть уже заказана. Все элементы в системе связаны не только между собой, но и с работой с клиентами в офисе, так как информация о наличии какой-либо детали важна для составления заказа. Таким образом, для предприятия необходима автоматизированная система, доступ к которой осуществляется через интернет, что позволяет вносить изменения в систему в режиме реального времени. Это не только упростит работу на разных уровнях предприятия, но и сделает ее более мобильной и функциональной.

Предприятие ООО «Бастион» занимается проектированием, сборкой и монтажом взломостойких металлических дверей и систем пассивной безопасности. Значительную часть производства занимают именно входные двери. Заказ дверей происходит в демонстрационном зале, а затем заказ направляется на производство. Непосредственное изготовление, монтаж и обслуживание изделий производится штатными сотрудниками предприятия, что дает право отнести ООО «Бастион» к предприятию полного цикла.

Производство изделий требует не только профессионального подхода, но и слаженной работы всех структур предприятия, начиная от грамотно составленного заказа и своевременно заказанных материалов (если таких нет в наличии), заканчивая производством и монтажом двери. Таким образом, предприятию необходима система, исключая ошибки, способная обеспечить полный учет поступления, наличия и расхода материалов.

Поскольку различные подразделения предприятия, такие как демонстрационный зал, склад, производственные помещения и руководство расположены в значительном удалении друг от друга, то и система управления должна быть мобильна, в условиях современных технологий необходимую мобильность можно достичь с помощью глобальной сети Интернет.

Склад предприятия достаточно сложная система, которая не может быть полностью автоматической, но необходимо свести вероятность человеческих ошибок к минимуму, что означает, что система должна быть автоматизированной.

Архитектура автоматизированной системы управления складом построена по двухуровневому принципу. Первый компонент представляет собой видимую для пользователя часть – интерфейс типа «человек-машина» - «клиентское приложение», с помощью которого пользователь осуществляет ввод, изменение и удаление данных, дает запросы на выполнение операций и запросы на выборку данных (получение отчетов). Второй компонент (скрытая от пользователей часть системы) - сервер базы данных, осуществляет хранение данных. Пользователь через клиентское приложение инициирует процедуру запроса на выборку, ввод, изменение или удаление данных в базе данных (БД).

Принимая во внимание особенности предприятия и требования к системе управления складом, сделан вывод, что необходимо реализовать новую web-ориентированную систему ведения склада, рассчитанную только на данное предприятие. Для создания данной системы необходимо выбрать средства реализации. Так как было принято решение о применении web-технологий, то самой удобной оболочкой системы может служить сайт или точнее модуль сайта, зайти на который можно через браузер на любом устройстве с Internet доступом.

Таким образом, для реализации системы ведения склада необходимо выбрать язык программирования и систему управления базами данных. На основе многостороннего анализа и в целях совместимости с существующими на предприятии автоматизированными модулями для разработки web-ориентированной системы управления складом выбран язык PHP и MySQL в качестве СУБД.

В.Т. ДМИТРИЕВ, А.С. ТАРАКАНОВА  
Научный руководитель – С.Н. КИРИЛЛОВ, д.т.н., профессор  
*Рязанский государственный радиотехнический университет*

## **ОПТИМАЛЬНЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ПРОИЗВОДНОЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА–ЯКОВЛЕВА**

Рассмотрены методы цифровой обработки сейсмических сигналов, проведено сравнение основных методов взятия производной как ключевой математической операции в преобразовании Хургина–Яковлева. Показан метод вычисления производной с максимальной точностью.

В настоящее время становится все более актуальной проблема повышения точности цифровой обработки речевых сигналов, а также сокращения вычислительных затрат. Устройства цифровой обработки сигналов, применяемые в настоящее время в системах с временным разделением каналов, реализуются на основе теоремы отсчетов В.А. Котельникова [1.], согласно которой непрерывный сигнал можно восстановить по совокупности его отсчетов, взятых с частотой дискретизации равной или больше  $2 \cdot F_v$ , где  $F_v$  - верхняя частота спектра сигнала. Однако, при использовании теоремы отсчетов В.А. Котельникова возникает ошибка при восстановлении сигнала, связанная с невозможностью реализации синтезирующего фильтра с конечной импульсной характеристикой [2.]. На величину ошибки восстановления сигналов также оказывает существенное влияние нестационарность исходного сигнала и наличие шумов квантования. Восстановление сигналов возможно на основе представления Хургина–Яковлева [3,4.], в котором исходный сигнал представляется в виде совокупности отсчетов сигнала и его  $N-1$  первых производных, взятых с частотой дискретизации:  $F_d = F_k / N$ , где  $F_k$  - частота дискретизации определенная в соответствии с теоремой В.А. Котельникова.

К достоинствам использования представления Хургина–Яковлева можно отнести сокращение вычислительных операций в связи с возможностью параллельной обработки сигнала, а также более точную реализацию фильтров. Одним из важных вопросов, возникающих при оценке возможностей реализации алгоритма обработки и передачи информации на основе представления Хургина–Яковлева, является исследование влияния погрешности вычисления производной на точность восстановления исходного сигнала.



Исследованы основные алгоритмы получения производной, различающиеся как точностью, так и вычислительными затратами (конечно-разностный алгоритм [5.]; алгоритм, основанный на полиномиальной интерполяции [6.]; алгоритмы в частотной и временной области [7.]). Алгоритмы, основанные на полиномиальной интерполяции, не требуют серьезных вычислительных затрат, однако не обладают высокой точностью. По этой причине их применение целесообразно в случае, когда требуется лишь приближенная оценка производной, или количество отсчетов достаточно велико (десятки тысяч). Алгоритм, основанный на разложении в ряд Фурье, ввиду большого количества операций практического применения не находит. Показано, что максимальной точностью из рассмотренных методов вычисления производной обладает алгоритм в частотной области, а минимальными вычислительными затратами – конечно-разностные алгоритмы.

Алгоритм, основанный на полиномиальной интерполяции, обладает большей точностью, по сравнению с конечно-разностными, и меньшими вычислительными затратами, по сравнению с алгоритмом, основанном на разложении в ряд В.А. Котельникова.

Исходя из того, что большинство современных алгоритмов цифровой обработки осуществляется в частотной области, наиболее эффективным является использование алгоритма получения производной в частотной области.

#### *Список литературы*

1. Котельников В.А. О пропускной способности “эфира” и проволоки в электросвязи. // Радиотехника. - 1995. - №4-5. - С.42-55.
2. Котельников В.А. Теория потенциальной помехоустойчивости. - М.: Госэнергоиздат, 1956. - 152 с.
3. Хургин Я.И., Яковлев В.П. Методы теории целых функций в радиофизике, теории связи и оптике. - М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. - 220с.
4. Хургин Я.И., Яковлев В.П. Фinitные функции в физике и технике. -М.: Наука, 1971. - 408с.
5. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. - М.: ГИТТЛ, 1967 - 784 с.
6. Данилина Н.И., Дубровская Н.С., Кваша О.П., Смирнов Г.А. Вычислительная математика. - М.: Высшая школа, 1985. - 472 с.
7. Трахтман А.М., Трахтман В.А. Основы теории дискретных сигналов на конечных интервалах. - М.: Сов. радио, 1975. - 208 с.

ЗО МИН КХАЙНГ

Научный руководитель – ЩАГИН А.В., д.т.н.  
*Национальный исследовательский университет «МИЭТ»*

## **ИНДЕНТИФИКАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРЯМОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ С ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКОЙ**

Идентификация системы является актуальной проблемой во многих областях автоматического управления, обработки сигналов, систем коммуникаций, адаптивного управления и спектра энергетических расчётов. В докладе рассматривается использование нейронной сети прямого распространения с временной задержкой для идентификации динамической системы. Разработанная модель нейронной сети является трехслойной сетью с нелинейными функциями активации (сигмовидной) в скрытом слое и линейной функцией активации в выходном слое с задержками ввода-вывода. Результаты моделирования показали, что нейронные сети успешно используются в области идентификации динамических систем.

Динамическая система является системой, которая изменяется во времени, и основным все реальные системы являются динамическими. Современная теория управления требует точной математической модели с целью разработки соответствующих контроллеров, основанной на определенных требованиях. Использование нейронных сетей представляет собой новый метод идентификации. В системной идентификации с использованием нейронных сетей, сравнивается выход неизвестного объекта и выход нейронной сети, и ошибка подается посредством обратной связи на алгоритм обучения, который изменяет модель, в попытке уменьшить ошибку прогнозирования. Прогнозируемая ошибка между выходом объекта и выходом нейронной сети используется в качестве учебного сигнала нейронной сети.

Приводятся результаты моделирования, которые показывают, что нейронная сеть прямого распространения с временной задержкой может быть с успехом использована для моделирования и идентификации динамических систем.

### *Список литературы*

1. Анисимов А.А. Идентификация электромеханических систем с использованием искусственной нейронной сети. «Вестник ИГЭУ» Вып. 3 2008 г.
2. Цибизова Т.Ю. Методы идентификации нелинейных систем управления. 2011 г.

Е.Р. ТИТОВ

Научный руководитель – Е.В. ЧЕПИН, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **СИСТЕМА ПАССИВНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ РОБОТИЗИРОВАННОГО КРЕСЛА**

Представлена система позиционирования механического роботизированного кресла для людей с ограниченными возможностями в лечебных учреждениях. Система является полностью автоматизированной. Местоположение определяется по карте распределения радиосигналов в здании и его близлежащей территории.

Система пассивного позиционирования предоставляет возможность оператору (диспетчеру), посредством дистанционного контроля, отслеживать в режиме реального времени передвижения людей с ограниченными возможностями в лечебных заведениях.

А также выполняются следующие задачи:

- отображение на электронной карте текущего местоположения пациента;
- отслеживание маршрутов передвижения в контролируемой зоне;
- сохранение истории перемещения каждого пациента;
- анализ изменения качества радиосигналов в контролируемой зоне от внешних воздействий.

Бортовая аппаратура системы пассивного позиционирования состоит из трех блоков: цифровой тюнер FM диапазона, микроконтроллер, модуль передачи данных Wi-Fi. Данный бортовой комплекс обладает малогабаритностью, в связи с этим появляется возможность произвести простой монтаж бортового комплекса на роботизированное кресло.

Цифровой тюнер взаимодействует с управляющим устройством посредством шины I2C [1], что позволяет микроконтроллеру быстро получать данные о радиосигналах в конкретном месте здания. В свою очередь, микроконтроллер преобразует полученную информацию о радиосигналах и передает ее на ПК оператора (диспетчера).

Для работы системы, на ПК оператора (диспетчера) необходимо наличие программно-математического обеспечения системы пассивного позиционирования, осуществляющее анализ данных [2], получаемых с цифрового радиоприемника, установленного на кресле, для определения позиции пациента.

Проведя анализ полученных данных с кресла, координаты определяются путем наложения и сравнения текущего получаемого радиосигнала с роботизированного кресла на карту радиосигналов контролируемого здания и его близлежащей территории, составленную ранее.

Стоит отметить, что качество радиосигнала на определенном участке местности зависит от внешних воздействий. Под внешними воздействиями подразумеваются такие факторы как:

- погодные условия;
- изменение положения радиовышек, либо появление новых;
- строительство многоэтажных строений рядом с контролируемой зоной.

Выше перечисленные факторы являются основными, а также, они способны сильно повлиять на распределение радиосигнала в контролируемой зоне. В связи с этим ПМО системы осуществляет анализ и определяет зависимость радиосигналов в контролируемой зоне от внешних воздействий. С учетом этой зависимости уменьшается погрешность определения местоположения роботизированного кресла.

В НУЛ «Робототехника» НИЯУ МИФИ реализован прототип системы пассивного позиционирования. Тестирование и отладка системы в настоящий момент продолжаются.

Стоит отметить, что особенностью данной системы является то, что ее работа возможна как внутри здания, так и на улице. Это позволяет ей быть более конкурентоспособной на рынке. Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 14-07-00843.

#### *Список литературы*

1. Проекты на микроконтроллерах – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://avr-project.ru/articles.php?article\\_id=11](http://avr-project.ru/articles.php?article_id=11).
2. Финкельштейн М.И. Основы радиолокации: Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1983. — 536 с, ил.

К.С. ШЕСТАКОВА

Научные руководители – С.А. ФИЛИППОВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДИЗАЙНОМ САЙТОВ ОТРАСЛИ ДЕЛОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

В работе описан процесс создания системы, предназначенной для проведения быстрых и удобных изменений дизайна сайтов отрасли деловых мероприятий, позволяющей пользователю без специальных знаний проводить работы по изменению дизайна сайта, просматривать и редактировать существующее оформление страниц.

Актуальность данной работы заключается в том, что процесс внесения корректировок в оформление сайта достаточно трудоемкий, особенно если пользователь не знаком с основами веб-программирования. Для работы с сайтами схожей структуры, к примеру, сайтов для конференций, целесообразно создать систему, позволяющую быстро собрать нужные разделы и построить новый сайт. Использование такой системы значительно снизило бы временные и материальные затраты на формирование новых сайтов.

В процессе разработки системы управления дизайном сайтов были изучены вопросы целесообразности создания новой системы, существующие сервисы, предлагающие схожие услуги, проведено формализованное описание работы системы с использованием языка моделирования UML (UnifiedModellingLanguage), по результатам которого был проведен анализ экономической эффективности системы, и ее разработка.

Вначале был проведен анализ сервисов, позволяющих динамично редактировать внешний вид веб-страниц.[1] На этом этапе был выявлен основной принцип работы аналогичных сервисов, проанализированы недостатки существующих систем. По результатам анализа было принято решение создать базовое руководство стилей на примере системы «Конгресс конференций» и на его основе проводить дальнейшую разработку. Также была выбрана технология передачи данных для работы системы.

На следующем этапе проводилось описание бизнес-процесса «работа с сайтом». Были описаны модели «as is» и «to be», выявлены основные этапы процесса, сформулированы функциональные и не функциональные требования к системе, четко обозначены цели создаваемой системы.[2] При анализе диаграмм деятельности было предположено, что внедрение

веб-конструктора позволит сократить время на проведение работ по редизайну, а также оптимизировать деятельность разработчика, что было подтверждено при расчете экономической эффективности проекта. Проведенное бизнес-моделирование подтвердило необходимость создания системы. На основе данных, полученных при проведении моделирования системы управления дизайном типовых сайтов отрасли деловых мероприятий, было составлено техническое задание (ТЗ), в котором определены требования к создаваемой системе, составленное в соответствии с ГОСТ 19.201-78 «Техническое задание на создание программы»[3].

В работе был проведен анализ экономической и технической целесообразности осуществления проекта. По результатам анализа были выявлены основные показатели эффективности проекта. Была подтверждена эффективность проекта в случае его реализации для типизированных сайтов, было выявлено, что внедрение системы позволит значительно сократить годовые расходы на работы по редизайну сайта.

Далее была проведена разработка системы. Созданное средство позволяет динамично изменять оформление страниц сайта, быстро, с минимальными временными затратами вносить изменения на сайт.

Помимо разработки системы было создано руководство пользователя, в котором описаны возможности системы, уровень подготовки пользователя, описаны программные и аппаратные требования к системе.

В итоге была создана система, позволяющая более чем на 80 % сократить временные затраты, а также снизить временные издержки. Одним из преимуществ системы является возможность работы пользователя, не знакомого с основами веб-программирования. Данная система упрощает процесс обработки вносимых изменений, автоматически сохраняет вносимые данные, позволяет экспериментировать с оформлением веб-страниц.

#### *Список литературы*

1. Susan Robertson - Creating Style Guides [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://alistapart.com/article/creating-style-guides>;
2. Золотухина Е.Б. Способ описания функционального требования автоматизированной системе/ Золотухина Е.Б., Алфимов Р.В., Красникова С.А. // «Интерфейс» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.interface.ru>;
3. ГОСТ 19.201-78. Техническое задание на создание программы/

М.В. КОНОНОВА

Научный руководитель – С.А. ФИЛИППОВ, к.т.н., доцент  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ПРИЕМА КЛИЕНТОВ В НОТАРИАЛЬНОЙ КОНТОРЕ

С применением алгоритмов теории расписаний разработано программное средство, позволяющее оптимизировать составление расписания приема клиентов в нотариальной конторе.

В настоящее время не существует системы, которая позволяет оптимизировать процесс записи клиентов в нотариальную контору. Разработанная система позволит увеличить поток клиентов в нотариальной конторе, а также значительно упростить процесс записи на приём.

В основе работы системы лежит один из алгоритмов теории расписаний – упорядочивание по минимуму работ (Shortest processing – time sequencing) [1]. Т.е. очередность обслуживания, при которой работы ( $p$ ) упорядочиваются в порядке неубывания времени их обслуживания. Упорядочивание по данному алгоритму представлено на рисунке 1.

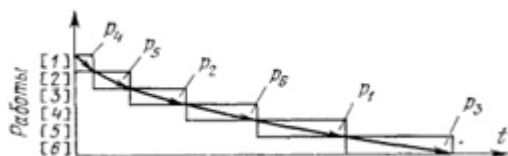


Рис. 1. Упорядочивание работа по времени

Запись через программную систему будет доступна клиентам через web-форму, в которой возможно выбрать желаемый интервал записи на прием. Вследствие особенности работы программной системы окончание записи клиентов происходит за 24 часа до наступления событий.

### Список литературы

1. Конвей Р.В., Максвелл В.Л., Миллер Л.В. Теория расписаний М.: «Наука», 1975.
2. А.А. Лазарев, Е.Р. Гафаров. Теория расписаний, задачи и алгоритмы. М.: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ), 2011. С. 86.

А.А. НЕСТЕРОВ, ЙЕ МИН ЗО  
Научный руководитель – И.В. АШАРИНА, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский университет «МИЭТ»*

## **РАНЖИРОВАНИЕ ВЕРШИН В МНОГОКОМПЛЕКСНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ**

Работа посвящена организации многозадачных параллельных вычислений в необслуживаемых многокомплексных вычислительных системах, где отказоустойчивость и достоверность выполнения заданий обеспечивается применением репликации задач.

При организации многозадачных параллельных вычислений в необслуживаемых многокомплексных многомашинных вычислительных системах (МВС), одной из важнейших является задача системного взаимного информационного согласования (СВИС) [1, 2].

Целью данной работы является разработка программы моделирования работы процесса ранжирования вершин комплекса-получателя. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: 1) разработаны форматы представления входных и выходных данных; 2) выполнена программная реализация алгоритмов, обеспечивающих последовательное вычисление согласованных значений в вершинах 0 и последующих рангов.

Для решения задачи достижения СВИС применяется ранжирование вершин, которое заключается в следующем. В каждом из комплексов МВС выполняется предназначенная для каждого комплекса задача, и после ее завершения комплекс вычисляет согласованное значение полученного результата. Это согласованное значение необходимо передать в другие комплексы (комплексы-получатели) из комплекса, передающего свое согласованное значение и называемого комплексом-источником. Любой комплекс МВС может выступать в роли источника и в роли получателя. Передача сообщений происходит по путям, построенным при выделении сред межкомплексных посылок [2].

Ранжирование вершин комплекса-получателя определяет порядок вычисления в нем согласованных значений комплекса-источника и соответствует орграфу посылок, приписываемому каждой из вершин комплекса-источника, имеющей непустую дизъюнктивную нормальную форму исходящей смежности с ЦВМ комплекса-получателя.

### *Список литературы*

1. Ашарина И.В. и др. Выделение структурной среды системного взаимного информационного согласования в многокомплексных системах // Автоматика и телемеханика. 2014.
2. Ашарина И.В., Лобанов А.В. Выделение комплексов, обеспечивающих достаточные структурные условия системного взаимного информационного согласования в многокомплексных системах // Автоматика и телемеханика. 2014. №8. С.146–156.



В.Т. ДМИТРИЕВ, А.Ф. ЯНАК

Научный руководитель – С.Н. КИРИЛЛОВ, д.т.н., профессор  
*Рязанский государственный радиотехнический университет*

## **АЛГОРИТМ КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ, АДАПТИВНЫЙ К АКУСТИЧЕСКИМ ШУМАМ**

Предложен алгоритм построения кодека речевых сигналов, адаптивного к акустическим шумам (АШ), в состав которого входят блоки основных кодеков речевых сигналов (РС). Исследовано влияние АШ на основные кодеки РС. Предложены рекомендации по применению кодеков РС в условиях действия АШ.

Использование цифровых методов представления, обработки и передачи информации приводит к многократному увеличению занимаемой полосы частот и, как следствие этого, к многократному увеличению избыточности передачи информационных сообщений [1]. Учитывая, что наиболее распространенным сообщением является речь, то вопросы сжатия (цифрового кодирования) речи являются актуальными и традиционными [2].

В настоящее время существуют множество кодеков РС, обладающих различными характеристиками. Системы, в которых они используются, подвержены влиянию различных АШ, которые в той или иной степени, присутствуют практически всегда и везде [4]. В связи с этим возникает необходимость исследования степени влияния различных АШ на различные кодеки, используемые в системах передачи РС и разработка адаптивных к АШ алгоритмов кодирования РС.

В связи с этим, предлагается алгоритм кодирования РС, адаптивный к действию АШ, который включает в себя алгоритмы, используемые в основных кодеках РС, таких как: G.722.2, G.723.1, G.726, G.728i, G.729a. Алгоритм заключается в объединении уже имеющихся и реализованных блоков перечисленных кодеков РС. Причем блоки разных кодеков, выполняющие одинаковые функции, объединяются. К таким блокам можно отнести: блок предварительной обработки, блок анализа коэффициентов линейного предсказания, адаптивная и фиксированная кодовые книги, блок очистки памяти, синтезирующий фильтр. Разрабатываемый в этой работе кодек при изменении шумовой обстановки автоматически переключается в режим, обеспечивающий наилучшее качество обработки РС.

Технические характеристики разрабатываемого адаптивного кодека, определяются техническими характеристиками кодеков, входящих в его

состав. Алгоритм обеспечивает широкий диапазон скоростей передачи, что делает его универсальным. Так, поддерживаются следующие режимы скоростей: 5.3, 6.3, 6.6, 8, 8.85, 12.65, 14.25, 15.85, 16, 18.25, 19.85, 23.85, 24, 32 кбит/с. Вносимая задержка от 1 до 30 мс.

Так же были проведены исследования кодеков РС при влиянии различных АШ с различным отношением сигнала к акустическому шуму (ОСШ). Для оценки качества речи и узнаваемости голоса диктора использовались тестовые фразы, приведенные в ГОСТ Р 50840-95 [5].

Для исследований были выбраны наиболее часто используемые в настоящее время кодеки: LBRAMR 1, 1.2, 2, 2.4 кбит/с; MMBE 1.2, 2.4 кбит/с; RMMBE 2.4 кбит/с; ICELP 4.8, 6, 8 кбит/с; G.723.1 5.3, 6.3 кбит/с; G.729a 8 кбит/с; G.728i 16 кбит/с; G.726 16, 24, 32, 40 кбит/с; G.722 48, 5, 64 кбит/с. На РС накладывались следующие АШ: поезд, стиральная машина, двигатель, самолет, музыка, фен, чайник. Так же накладывались искусственные АШ, являющиеся нормальным процессом: импульсный шум, широкополосный шум, узкополосный (с полосой 0,5 кГц со смещением центральной частоты по спектру сигнала). Исходя из частотных и временных характеристик, представленные АШ можно разделить на импульсные, узкополосные и широкополосные.

В результате исследований были получены экспериментальные зависимости, отражающие общий средний балл для каждого кодека при влиянии различных АШ с различным уровнем.

Таким образом, проанализировано влияние АШ на высокоскоростные, среднескоростные и низкоскоростные кодеки РС при действии различных видов АШ и предложены рекомендации по использованию кодеков РС в различной шумовой обстановке. Так для узкополосных шумов рекомендован кодек G 729a 8 кбит/с, для широкополосных – G 728i 16 кбит/с, для импульсных – G 726 24 кбит/с. При низкоскоростном кодировании рекомендован кодек LBRAMR 2 кбит/с, при среднескоростном – G 729a 8 кбит/с, а при высокоскоростном – G 728i 16 кбит/с.

#### *Список литературы*

1. Шелухин О.И., Лукьянцев Н.Ф. Цифровая обработка и передача речи – М.: Радио и связь, 2000. – 456с.
2. Рабинер Л.Р., Шафер Р.В. Цифровая обработка речевых сигналов: Пер. с англ. / Под ред. М.В. Назарова, Ю.Н. Прохорова. - М.: Радио и связь, 1981.- 495с.
3. Кириллов С.Н., Стукалов Д.Н. Анализ речевых сигналов на основе акустической модели // Изв. РАН. Тех. кибернетика. 1994. №2. - С. 147-153.
4. .ГОСТ Р 50840-95 «Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости».

И.Д. ДАЙЛИДЁНОК

Научный руководитель – А.В. ТРУСОВ, ст. преподаватель  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

## РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Рассматривается прототип системы имитационного моделирования, позволяющий создавать модели бизнес-процессов в различных нотациях с использованием разработанной метамодели. Для задания функций модели и определения ее числовых параметров используется скриптовый язык программирования Lua.

Разрабатываемая система имитационного моделирования предназначена для описания моделей бизнес-процессов в распространенных нотациях. В основу описания бизнес-процесса положена метамодель, отражающая общие черты этих нотаций - в них выполняемые работы логика процесса представлены с помощью узлов графа, а очередность выполнения работ и зависимость по используемым ресурсам – в виде соединяющих эти вершины дуг. Для задания функций модели и последующих расчетов ее числовых параметров (сроков выполнения, количества ресурсов и т.п.) используется интерпретируемый язык Lua.

Модель бизнес-процесса рассматривается как ориентированный помеченный граф [1,2]:

$$G = \langle V, V^p, X \rangle,$$

где  $V$  – множество вершин, соответствующих работам процесса.

$V^p$  – множество предикатных вершин, определяющих порядок выполнения функций в зависимости от результата выполнения предиката

$X$  – множество дуг, соединяющих вышеобозначенные вершины.

Каждой вершине  $V_i \in V$  ( $i = 1, \dots, n$ ) соответствует некоторая функция  $F_i$ , которая принимает вектор аргументов  $\vec{x}_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})$ , результатом ее выполнения будет вектор  $\vec{y}_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{im})$ , т.е

$$\left. \begin{array}{l} \vec{y}_i = F_i(\vec{x}_i) \\ T_k \in T \end{array} \right\}$$

где  $x_{ij}$  ( $j = 1, \dots, k$ ) и  $y_{ij}$  ( $j = 1, \dots, m$ ) – некоторые переменные,  $T_k$  – тип

этих переменных (не обязательно одинаковый для всех элементов вектора), а  $T$  – некоторое множество типов, используемых в модели.

Функции могут быть заданы как с помощью языка Lua [3], так и с помощью ввода в диалоговое окно выражений для математических формул, которые затем преобразуются в код Lua (рис. 1).

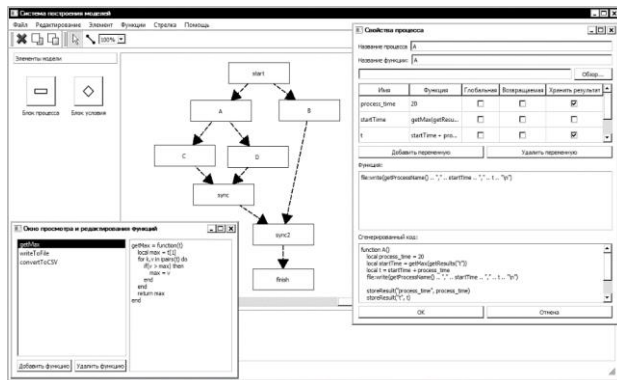


Рис. 1. Окно главной формы программы

Для хранения описания моделей используется текстовый формат JSON. Для разработки интерфейса использовалась библиотека Qt [4].

Разработанный прототип поддерживает выполнение следующих функций:

- построение сетевых моделей комплексов работ и расчет их основных параметров;
- имитационное моделирование систем массового обслуживания;
- визуализация алгоритмов, используемых в созданной модели.

В качестве дальнейшего развития системы планируется реализация возможности создания шаблонов моделей, вызов функций C/C++ из динамических библиотек, обеспечение параллелизма выполняемых расчетов и поддержка классов Lua.

#### Список литературы

1. Румянцев В.П., Трусов А.В., Никитин А.Е. Модели и методы синтеза технологических процессов. Информационно-измерительные и управляющие системы 2011, №10, т. 9.
2. Барсегян А., Куприянов М., Холод И., Тесс М., Елизаров С. Анализ данных и процессов. Учебное пособие, "БХВ-Петербург" 2009.
3. Roberto Ierusalimsky "Programming in Lua". Lua.org, 2013.
4. Jasmin Blanchette, Mark Summerfield "C++ GUI Programming with Qt 4 (2nd Edition) - The official C++/Qt book", Prentice Hall, 2008.

В.Т. ДМИТРИЕВ, С.И. ЛАЗАРЕВ  
Научный руководитель – С.Н. КИРИЛЛОВ, д.т.н., профессор  
*Рязанский государственный радиотехнический университет*

## ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОСКОРОСТНОГО КОДЕКА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ В СЛОЖНОЙ ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКЕ

В данной работе приведены результаты исследования алгоритма детектирования речевой активности, рассмотрена работа трех кодеков речевого сигнала при воздействии на них различных помех.

В современных телекоммуникационных системах основной передаваемой информацией является человеческая речь. В связи с этим все больше внимания уделяется разработкам способов ее передачи по каналу связи, а также уменьшению действия шумов и помех на сигнал в процессе передачи. Все чаще в качестве устройств кодирования речевой информации применяются низкоскоростные кодеки [1].

Цель работы – исследование работы низкоскоростных кодеков речи разных типов в сложной помеховой обстановке. В процессе исследования особое внимание было уделено алгоритму VAD, применение которого совместно с кодером в системе передачи голосовых сообщений, может снизить скорость цифрового потока, не передавая информацию, заключенную в паузах между вокализованными участками человеческой речи. Речевой поток разбивается на окна, каждому из которых присваивается значение «РЕЧЬ», беспрепятственно поступающее на выход устройства, и «ПАУЗА», заменяющаяся отсчетами комфортного для прослушивания шума.

Исследование алгоритма проводилось по схеме, представленной на рисунке 1. М – микрофон, БФП – блок формирования помехи, КС – канал связи, БВП – блок восстановления пауз.

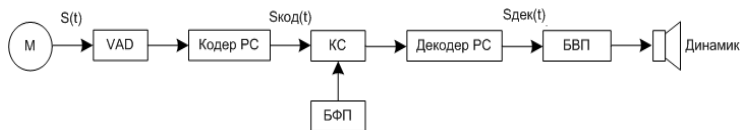


Рисунок 1. Экспериментальная схема

В работе был применен алгоритм VAD, основанный на анализе речевого сигнала по трем характеристикам: скорость перехода непрерывной функции через ноль, энергетика и спектральная плотность [2].

Также рассмотрена работа 3-х кодеков речевого сигнала:

– LPC (кодер с линейным предсказанием) со скоростью цифрового потока 1,2 кбит/с.;

– CELP (линейное предсказание с мультикодовым управлением) со скоростью цифрового потока – 4,8 кбит/с;

– MELP (линейное предсказание со смешанным возбуждением) со скоростью цифрового потока – 4,8 кбит/с.

Все кодеки были подвержены широкополосным и низкочастотным, квазистационарным и нестационарным помехам с динамическим диапазоном от 6 до 30 дБ.

В ходе исследования были получены следующие результаты:

- все три исследуемых кодека обработки речевых сигналов в сложной помеховой обстановке показали примерно одинаковые результаты по качеству восстановленного сигнала – не более 3,5 баллов по ГОСТ P50840-95;

- алгоритм детектора речевой активности при совместном использовании с низкоскоростными кодеками способен снизить избыточность РС на 20% при снижении качества восстановленной речи всего на 0,2-0,6 балла

- кодеки речевого сигнала имеют низкую восприимчивость к широкополосным квазистационарным помехам, в то время, как остальные помехи оказывают в равной степени негативное влияние на качество восстановленного речевого сигнала

Таким образом, произведено исследование низкоскоростного кодека речевого сигнала и произведен анализ качества воспроизведения речи при действии различного уровня помех на сигнал и при различном ОСШ.

#### *Список литературы*

1. Поляков, А.Н. Об одном из способов решения задачи определения оптимальных управляющих параметров системы низкоскоростной компрессии речевой информации // Телекоммуникации. - 2008. - №3. – С. 15-18.

2. Шелухин О.И., Лукьянцев Н.Ф. Цифровая обработка и передача речи. – М.: Радио и связь, 2000. – 456 с.

А.А. ТРУТЦЕ

Научный руководитель – Е.Б. ЗОЛУТУХИНА, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА И СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ НИЯУ «МИФИ»**

Для обеспечения учета материальных ценностей в Управлении Информатизации НИЯУ «МИФИ» разработана и реализована Система Инвентаризации Материальных Ценностей. Система внедрена, интегрирована с другими информационными системами, используемыми Управлением и планируется к внедрению в другие подразделения Университета.

В настоящее время на балансе Управления Информатизации (УИ) НИЯУ «МИФИ» находится значительное количество оборудования и прочих материальных ценностей. Их учет осложняется значительным количеством оборудования, его большим разнообразием, значительным числом сотрудников, его использующих, и большим числом помещений, по которым оно распределено.

С целью облегчения учета материальных ценностей в УИ НИЯУ «МИФИ» было принято решение о разработке Системы Инвентаризации Материальных Ценностей (СИМЦ) [1].

Целями создания СИМЦ являются:

- облегчение контроля распределения подотчетных материальных ценностей по материально ответственным лицам, лицам, использующим материальные ценности, помещениям и подразделениям НИЯУ «МИФИ»;
- автоматизация сбора статистики;
- подготовка отчетов и документов на передачу и списание материальных ценностей.

СИМЦ предназначена к использованию сотрудниками УИ НИЯУ «МИФИ», и, в перспективе, материально ответственными лицами всех подразделений НИЯУ МИФИ.

Были определены:

- основные бизнес-процессы, связанные с обращением материальных ценностей в УИ;
- построены их модели в виде UML-диаграмм;
- определены основные роли в бизнес-процессах;
- определены подлежащие автоматизации этапы бизнес-процессов;

- разработана концепция СИМЦ;
- определены основные пользовательские роли при работе с СИМЦ;
- определены основные разделы СИМЦ и их содержание;
- определены основные требования к дизайну СИМЦ.

На основе вышеперечисленного было разработано техническое задание на разработку Системы.

С целью обеспечения возможности работы конечных пользователей СИМЦ без установки специального программного обеспечения, облегчения ее модификации и снижения стоимости разработки, СИМЦ была реализована в виде веб-приложения, на базе хорошо зарекомендовавшей себя связки [2]:

- Язык программирования PHP 5.4;
- Скриптовый язык программирования Javascript;
- Реляционная, MySQL-совместимая система управления базами данных MariaDB версии 5.6.21.

Для реализации элементов пользовательского интерфейса использовались Javascript-библиотеки jQuery версии 1.7.2 и jqGrid версии 4.3.3.

Согласно разработанному техническому заданию СИМЦ была реализована, размещена на серверах отдела юникс-технологий УИ и интегрирована с другими информационными системами, использующимися в УИ:

- сервером Active Directory;
- системой IP-телефонии [3].

Система Инвентаризации в настоящее время используется сотрудниками Управления Информатизации НИЯУ «МИФИ» [4], планируется ее внедрение в другие подразделения Университета.

#### *Список литературы*

1. Трутце А.А. Обоснование необходимости разработки системы инвентаризации материальных ценностей для Управления Информатизации НИЯУ «МИФИ». В кн.: 18-я Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов «Молодежь и наука», материалы. М: НИЯУ «МИФИ», 2014.
2. Usage of server-side programming languages for websites [Электронный ресурс] // World Wide Web Technology Surveys (30.11.2015). URL: [http://w3techs.com/technologies/overview/programming\\_language/](http://w3techs.com/technologies/overview/programming_language/) (дата обращения: 30.11.2015).
3. Служба IP-телефонии Управления Информатизации [Электронный ресурс]. URL: <https://voip.mephi.ru/> (дата обращения: 30.11.2015).
4. Система Инвентаризации НИЯУ МИФИ [Электронный ресурс]. URL: <http://sklad.mephi.ru/> (дата обращения: 30.11.2015).



И.А. КУЗНЕЦОВ

Научный руководитель – А.И. ГУСЕВА, д.т.н, профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРЕДОБРАБОТКА ДАННЫХ, ВЫБОР И ФОРМИРОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ДАННЫХ**

При интеллектуальном анализе данных этап предобработки, порой, занимает до 80% времени исследователя. Если отнестись к этому этапу недостаточно серьезно, то придется столкнуться со следующим принципом: низкокачественная информация на входе – бесполезный результат на выходе. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-07-08742.

При работе с каким-то набором данных никогда нельзя быть уверенным в том, что содержащиеся в нем данные представлены без пропусков, ошибок и противоречий. Очень часто такие наборы называют «сырыми», т.е. без какой-либо предварительной обработки. Основная задача этапа предобработки – это приведение данных из низкокачественных к высококачественным, т.е. полным и точным.

Среди проблемных зон в «сырых» наборах выделяют следующие уровни [1]:

- уровень ячейки таблиц:
  - орфографические ошибки;
  - отсутствие данных;
  - фиктивные значения;
  - логически неверные значения;
  - составные значения;
- уровень записи в БД:
  - противоречивость значений в разных полях записи;
- уровень таблицы в БД:
  - нарушение уникальности;
  - отсутствие стандартов.

Сам процесс очистки данных состоит из следующих этапов (см. Рис.1):



Рисунок 1. Этапы предобработки данных

Дополнительной задачей, от решения которой во многом зависит качество результатов – это процесс выделения и формирования новых признаков из набора данных.

В одном наборе данных количество признаков может быть огромным и достигать 100 000 и более. В этом случае необходимо выбрать наиболее оптимальные признаки, так как их огромное количество может создать только лишний шум, привести к переобучению алгоритма, увеличить количество вычислений и снизить итоговую точность алгоритма.

Существует ряд методов для выделения ключевых признаков из существующего набора [2]:

- Метод фильтров;
- Метод «обертки»;
- Встроенные методы.

Иногда дополнительно выделяют гибридный метод, основанный на методе фильтров и методе «обертки».

Существует также ряд подходов, которые позволяют снизить количество первоначальных признаков одним из следующих образом:

- удаление столбцов, где слишком много пропусков;
- удаление сильно коррелирующих между собой столбцов;
- метод главных компонент – удаление лишних столбцы с минимальной потерей информации;
- метод независимых компонент – расширение метода главных компонент и факторного анализа;
- и другие.

Несмотря на обилие автоматических алгоритмов отбора и сокращения размерности набора данных, одним из ключевых факторов высокого качества итогового результата будет являться аналитическая работа исследователя при формировании производных признаков на основе существующих.

#### *Список литературы*

1. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Холод И. И., Тесс М. Д., Елизаров С. И. – Анализ данных и процессов: учебное пособие, 3-е издание. СПб.: БХВ-Петербург, 2009 – 512 с.
2. Priti Gupta, Omdutt Sharma. – Feature selection: an overview. International Journal of Information Engineering and Technology (IMPACT: IJiet) ISSN(E): Applied; ISSN(P): Applied Vol. 1, Issue 1, Jul 2015, 1-12

Ю.В. КИСЕЛЕВ

Научный руководитель – И.А. КУЗНЕЦОВ, аспирант  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

## ПРОБЛЕМЫ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ

В данной работе рассмотрены основные проблемы рекомендательных систем и предлагаются решения по сбору входных данных. Работа поддержана проектом № 2014-14-576-0146-016 в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы».

Рекомендательная система – модель, которая дает рекомендацию пользователю об интересующих его объектах (фильмах, музыке, книгах, новостях, веб-сайтах) на основе данных о его профиле (рис 1) [1]. Товарные рекомендации позволяют большему количеству людей найти нужный им товар, даже если они не думали о покупке в данный момент, что дает увеличение конверсии магазина [2]. Эти системы успешно реализованы на таких популярных сайтах как: Имхонет, Ozon, Surfingbird, Amazon, Netflix, Groovesnark, Imdb, Startpack Market, Last.fm, Wikimart.

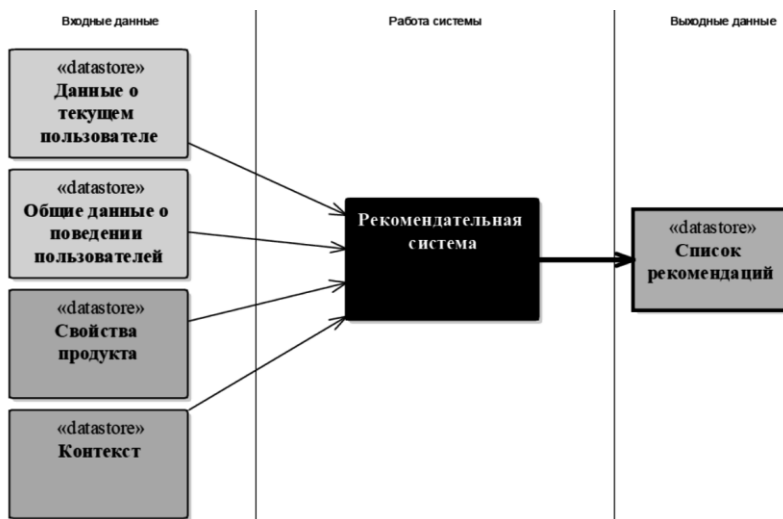


Рис. 1. Схема работы рекомендательной системы

### **Основные проблемы рекомендательных систем:**

1. Проблема «холодного старта» заключается в том, что при первом входе в рекомендательную систему для нового субъекта неизвестны значения рейтингов или функции релевантности для практически всех объектов предпочтений. То же самое относится и к появлению нового объекта.
2. С увеличением количества пользователей в системе, появляется проблема «масштабируемости». Например, имея 10 миллионов покупателей и миллион предметов, алгоритм коллаборативной фильтрации требует слишком много вычислительных мощностей и времени для расчётов [3].

### **Примеры сбора данных:**

- запрос у пользователя оценки объекта по дифференцированной шкале;
- сбор информации о пользователе из социальных сетей;
- предъявление пользователю двух объектов с вопросом о том, какой из них лучше;
- предложение создать список объектов, любимых пользователем.
- наблюдение за тем, что осматривает пользователь в интернет-магазинах или базах данных другого типа;
- ведение записей о поведении пользователя онлайн;
- отслеживание содержимого компьютера пользователя [4];

Данная работа показала, что при помощи правильной обработки нужных входных данных можно сделать “холодный старт” более “теплым” и сократить размерность матрицы, используя функцию похожести (similarity), что значительно сократит требуемые вычислительные мощности и время на формирование рекомендации.

### *Список литературы*

1. Федоровский А.Н., Логачева В.К. Архитектура рекомендательной системы, работающей на основе неявных пользовательских оценок, Труды 13й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» - RCDL'2011, Воронеж, Россия, 2011
2. P. Melville, J. M Raymond, R.Nagarajan. Content-Boosted Collaborative Filtering for Improved Recommendations - University of Texas, 2002
3. J. Herlocker, J. Konstan, L. Terveen, and J. Riedl. «Evaluating collaborative filtering recommender systems», ACM Transactions on Information Systems, Vol. 22(1), 2004
4. Нефедова, Ю. С. Архитектура гибридной рекомендательной системы GEFEST (Generation–Expansion–Filtering–Sorting–Truncation, Системы и средства информ.). 2012. Том 22. Вып 2.

И.В. КРАСНИКОВА

Научный руководитель – А.И. ГУСЕВА, к.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОВ ОБРАБОТКИ НАУЧНОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

При большом объеме данных научной и образовательной информации появляется необходимость их систематизировать и обрабатывать с использованием методов статистической обработки данных для выявления знаний.

Для решения задач, связанных с анализом данных при наличии случайных и непредсказуемых воздействий, математиками и другими исследователями (биологами, психологами, экономистами и т.д.) за последние двести лет был выработан мощный и гибкий арсенал методов, называемых в совокупности математической статистикой. Эти методы позволяют выявлять закономерности на фоне случайностей, делать обоснованные выводы и прогнозы, давать оценки вероятности их выполнения или невыполнения [1].

Подробно рассмотрены основные понятия научной и образовательной информации, основные методы статистической обработки данных, а так же возможность применения их для научной и образовательной информации, учитывая ее особенности и специфику.

Основные методологии при статистическом анализе данных -- KDD, SEMMA, CRISP-DM. Несмотря на разнообразие бизнес-задач почти все они могут решаться по единой методике [2]. Основными и общедоступными в использовании методами являются: кластерный анализ, корреляционный анализ, а так же деревья решений.

Программное обеспечение Microsoft Excel, RapidMiner, Matlab, StatSoft Statistica и т.п., позволяют провести первичную обработку данных, подготовить их к анализу и проанализировать для дальнейшей интерпретации и получения знания. А так как научная и образовательная информация по своей сути представляет собой структурированные и неструктурированные данные, данное ПО позволяет применять большое количество методов для статистического анализа данного типа информации.

### *Список литературы*

1. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере: учебное пособие. Изд. 3-е, перераб. и доп./Под ред. В. Э. Фигурнова — М.: ИНФРА-М, 2002.
2. Киреев В.С. «Лабораторный практикум для магистров по курсу «Математические и инструментальные методы обработки статистической информации» // М.: РОСПАТЕНТ

Д.И. БАЖЕНОВ

Научный руководитель – Е.Б. ЗОЛУТУХИНА, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ЕДИНОГО ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА ВБЛИЗИ АЭРОПОРТОВ**

В данной работе рассмотрено проектирование единой парковочной системы, позволяющей автоматизировать процесс управления парковочным пространством и полностью изменить представление об использовании услуг подобного рода.

Большинство жителей крупных мегаполисов, в том числе и Москвы, не могут попасть в нужное место без транспорта. Действительно, площадь города очень большая. А в стремлении приобрести авто наша страна занимает чуть ли не лидирующие позиции в мире. Значительно удобнее добираться в аэропорт на личном авто. Благодаря личному автотранспортному средству вы в любое время сможете добраться до аэропорта. Единственная проблема – где оставить автомобиль на время отсутствия в городе.

### **Основные проблемы парковочного пространства в аэропортах:**

1. Высокая стоимость.
2. Малая численность парковочных мест.
3. Трудности при въезде(выезде) в(с) аэропорта.

### **Единая парковочная система позволит:**

- объединить всех индивидуальных предпринимателей частных парковок вблизи аэропортов;
- находить и бронировать места через специальное приложение;
- обеспечить относительно низкую стоимость парковки;
- возможность отслеживать наличие транспортного средства на месте в режиме реального времени;
- оплачивать/продлевать время парковки;
- индивидуальный подбор парковки из соображений удобства для каждого клиента.

Данная работа показала, что создание и внедрение информационной системы по организации единого парковочного пространства вблизи аэропортов позволит значительно упростить использование паркинга. Подобная система существенно сократит личное время клиентов, упростит процедуры поиска и аренды парковочных мест.

Е.А. МАХНОВЕЦ, М.В. РУМЯНЦЕВА  
Научные руководители – М.С. СЕРГЕЕВ, к.т.н., доцент  
С.А. КРАСНИКОВА, старший преподаватель  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ СТАНДАРТОВ CDIO В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

Предлагается автоматизированная система поддержки стандартов CDIO для оценивания образовательных программ в технических вузах на соответствие стандартам CDIO. Все данные по стандартам, документы, подтверждающие соответствие и отчеты, будут доступны пользователю в режиме реального времени.

В настоящее время одной из важнейших задач, решение которой оказывает прямое влияние на развитие экономики страны, является обеспечение предприятий и организаций различных секторов экономики высококвалифицированными, в том числе, инженерными, кадрами. В свою очередь для подготовки таких кадров необходимо повысить качество образования с учетом требований реального производства, особенно это относится к инженерным специальностям.

На сегодняшний день существуют различные проекты по стандартизации образования в мире. Одним из таких примеров является проект по реформированию технического образования «Инициатива CDIO». Основной идеей проекта является формирование и предоставление образования, которое подчеркивает инженерные основы, изложенные в контексте жизненного цикла реальных систем, процессов и продуктов «Задумай – Спроектируй – Реализуй – Управляй». Стандарты CDIO – это комплексный подход к инженерному образованию: набор общих принципов создания учебных программ, их материально-технического обеспечения, подбора и обучения преподавателей.

Оценка образовательных программ (ОП) с точки зрения соответствия CDIO производится по 12 стандартам, соответствие каждому из стандартов оценивается по определенным критериям по 5-ти бальной шкале. Для оценки ОП необходимо произвести ее анализ по каждому стандарту и на основе оценки выявить путь совершенствования программы. Оцениваем и выявлением путей развития занимаются группы экспертов из числа сотрудников данного вуза, т.к. анализ соответствия образовательной программы CDIO производится в форме самооценки. Тем не менее сбор, анализ и оценка полученной информации требуют значительных затрат вре-

мени и человеческих ресурсов. Также следует отметить, что такая экспертиза несет определенный субъективизм.

Создание системы, которая могла бы производить оценку качества технического образования по 12 стандартам CDIO и выдавать рекомендации для его дальнейшего улучшения, значительно бы упростило работу экспертов и добавило точности в решение поставленной задачи.

В связи с этим была начата разработка современной автоматизированной системы получения объективной информации о результатах образовательной деятельности в соответствии со стандартами CDIO.

Проектируемая система предназначена для автоматизации процесса мониторинга соответствия ОП кафедры мировым стандартам CDIO с целью обнаружения и дальнейшего улучшения качества технического образования. Данная система будет выполнять действия аналогичные тем, которые выполняет эксперт при оценивании образовательной программы и в конечном итоге выдавать определенное заключение, которые будут включать оценку по каждому из стандартов CDIO и рекомендации по совершенствованию программы. Система предназначена для частичной автоматизации процесса сбора и обработки информации при проведении экспертизы соответствия ОП кафедры стандартам CDIO.

Актуальность разработки данной системы заключается в следующем: данная система позволит консолидировать документы по оценке образовательной, выполнять сбор статистики и обобщать индивидуальные экспертные оценки в единый отчет; алгоритм оценивания ОП в дальнейшем будет совершенствоваться по результатам опытной эксплуатации.

#### *Список литературы*

1. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информационно-методическое издание / Пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 17 с.



В.Т. ДМИТРИЕВ, А.Д. СУЗДАЛЬЦЕВ  
Научный руководитель – С.Н. КИРИЛЛОВ, д.т.н., профессор  
*Рязанский государственный радиотехнический университет*

## **МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ IP-СВЯЗИ И ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА КОДЕКОВ**

Предложена методика проектирования IP-телефонии, приведены результаты исследования по построению сети. Показаны и проанализированы оценки кодеков в сетях связи.

В настоящее время одним из основных факторов развития предприятия является качественная, дешевая и надежная связь. Учрежденческие автоматические телефонные станции (АТС) предоставляют доступ сотрудникам предприятия при наличии конечного числа городских телефонных линий. Программные АТС являются решением для малого бизнеса или организации. Среди их достоинств выделяют: быстроту развертывания системы, доступность, масштабируемость (при необходимости добавлять новые терминалы) и стоимость владения. Речь представляется в виде пакетов данных, используя протокол Voice over Internet Protocol. При этом не требуется создание новых сетей, так как работа системы осуществляется с помощью уже имеющейся компьютерной сети [1]. Существующие методики не учитывают качество сигнала на выходе кодеков.

Проведен анализ различных способов проектирования сетей IP-телефонии. На их основе разработана методика построения. Отличие данной методики от других заключается в том, что она более понятна для студентов, а также начинающих проектировщиков [2].

В силу известных недостатков IP-телефонии возникает вопрос оценки качества речевых сигналов на выходе. При передаче по каналу связи, речь рассматривается с точки зрения случайного процесса и его характеристики определяют параметры передаваемого сигнала, которые могут быть точно измерены [3].

Если переданный речевой сигнал воспринимается человеком, то сигнал оценивается слуховой системой. При этом, субъективная оценка требует создания голосовой базы, сбора бригады экспертов и результаты тестов отображают усредненное качество. Все это нужно будет повторять при различных перестроениях и задержках в сетях связи. В качестве объективной оценки качества речевых сигналов нами осуществлен выбор оценки PESQ – одной из наиболее точных методов объективной оценки.

Она представляет собой алгоритм определения качества речевой связи.

В настоящее время наиболее популярной IP-АТС является Asterisk [4], так как она распространяется с открытой лицензией и поддерживает множество протоколов. Для проведения исследования нами построен фрагмент сети связи, состоящий из компьютера с установленной программной АТС, коммутатора, IP-телефонов. Для изучения кодеков произведена контрольная запись голоса, которая воспроизводилась на одном телефоне и регистрировалась на другом.

С помощью алгоритма PESQ проведены исследования качества связи кодеков, использующиеся в IP-телефонии. IP-АТС Asterisk и IP-телефоны Linksys предлагают на выбор кодеки: G.723, G.726-16, G.726-24, G.726-32, G.726-40, G.729a. Объективная оценка учитывает искажение при кодировании сигнала, ошибки при передаче, потерю пакетов, время задержки пакетов, что является существенной проблемой при передаче через IP-протокол. Наихудшие результаты по качеству речи обеспечили кодеки G.729a и G.723. Это объясняется тем, что требуется большая вычислительная мощность из-за специальных алгоритмов сжатия для уменьшения затрат на ширину передачи данных. Следовательно, их лучше использовать в условиях жестких ограничений по объемам трафика, например, на внешние соединения. Семейство кодеков G.726 получили наилучшую оценку. Показано, что алгоритмы кодирования со скоростью 40 кбит/с и 32 кбит/с имеет практически одинаковое качество речи. Кодеки G.726-16, G.726-24 заняли промежуточные позиции.

На основе предложенной методики и по результатам проведенного исследования разработаны две лабораторные работы, позволяющие построить фрагмент сети на базе программной АТС Asterisk, настроить ее, а также сравнить качество кодеков, используемых в IP-телефонии. Они предназначены для студентов по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

#### *Список литературы*

1. Гольштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л.: IP-телефония.- М.: Радио связь. 2001.- 366 с.
2. Ананьев А.Н. и др. Построение современных корпоративных сетей. // Вестник связи. №2. 2001. - 21-30 с.
3. Сергеев В.С., Баринов В.В., Сжатие данных, речи, звука и изображений в телекоммуникационных системах, ИП «РадиоСофт», 2009. – 360 с.
4. Меггелен Дж., Мадсен Л., Смит Дж.: Asterisk: будущее телефонии, 2-е издание. – Пер. с англ. – СПб: Символ-Плюс, 2009. – 656 с.

М.Д. АСЕЕВ, С.А. НЕМЕШАЕВ, А.П. НЕСТЕРОВ  
Научный руководитель – Б.А. ЩУКИН, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ ЗАДАЧ ФИНАНСОВОГО СЕКТОРА**

В докладе рассматриваются различные математические модели прогнозирования временных рядов с целью создания собственной комплексной модели для высокоточного прогноза изменения различных финансовых показателей. Создаваемая модель позволит сократить затраты финансовых организаций и увеличить эффективность использования денежных средств.

Анализ временных рядов – один из наиболее востребованных разделов прикладной статистики. Под временным рядом понимается последовательность значений некоторого протекающего во времени процесса [1]. Примерами таких рядов являются биржевые индикаторы, цены на опционы, цены на недвижимость, объёмы продаж, снятия/внесения наличности банковскими клиентами и т.п.

Основной целью анализа временных рядов является прогнозирование, т.е. предсказание будущих значений на основе настоящих и предыдущих статистических данных [2]. Особенно остро данный вопрос стоит в финансовом секторе. Неэффективно составленный прогноз приводит к большим убыткам финансовых организаций. В связи с этим создание универсальной модели прогнозирования является как никогда актуальным.

Для построения качественного прогноза необходим большой объём статистических данных. Обладая широким диапазоном статистической информации, можно качественно проанализировать основные явления временного ряда: тренд, сезонность, цикличность, случайный шум [3]. Выделение и исследование данных характеристик лежат в основе различных методов статистического анализа.

В процессе финансового прогнозирования для расчёта финансовых показателей используются специфические методы, например, построение регрессионных и авторегрессионных моделей, использование стохастических методов и моделей скользящего среднего.

В ходе исследования данных о снятиях денежных средств с пластиковых карт крупного коммерческого банка в Екатеринбурге в период с 1

января по 2 сентября 2014 года были использованы следующие математические модели:

- Линейные и полиномиальные регрессионные модели;
- Модели экспоненциального сглаживания (Брауна, Хольта, Хольта-Уинтерса, Гейла-Вейджа);
- ARIMA (*англ.* Autoregressive Integrated Moving Average) – интегрированная модель авторегрессии — скользящего среднего.

Можно сделать вывод, что использование одной конкретной модели прогнозирования не позволяет эффективно предсказывать будущие значения исследуемого временного ряда.

Результаты проведённых расчётов показывают, что можно существенно увеличить эффективность управления денежными потоками данного банка до 35%, а именно повысить качество прогнозирования доставки и вывоза наличности из дополнительных офисов банка, торговых точек.

В соответствии с проведёнными анализом и исследованиями было принято решение о разработке инновационной модели прогнозирования, учитывающей достоинства и недостатки вышеуказанных методов. Модель строится на основе аддитивного весового критерия, позволяющего провести комбинирование атомарных моделей. Для предсказания динамики спроса в данном случае используются методы работы с большими массивами данных (Big Data) с предобработкой по реконструкции аттрактора, что позволяет определить влияние неявных факторов. Создание комбинированной модели в данном ключе является новым решением и может стать эффективным способом минимизации затрат финансовых организаций.

В качестве инструментов анализа данных использовались следующие пакеты:

- STATISTICA 13;
- Anaconda (дистрибутив языка Python);
- RStudio (IDE языка программирования R).

Для реализации комплексной модели была выбрана платформа Java 7 EE, позволяющая создавать надёжные кроссплатформенные приложения.

#### *Список литературы*

1. Бабешко, Л.О. Основы эконометрического моделирования: учебное пособие — 5-е изд. — Москва: Ленанд, 2015. — 428 с.
2. Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвящённый машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных [электронный ресурс] // URL: <http://www.machinelearning.ru>. (дата обращения: 28.11.2015).

К.Д. КРУГЛОВ, Е.С. ЯКОВЛЕВ

Научный руководитель – И.В. АШАРИНА, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский университет «МИЭТ»*

## **ВЫДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ В МНОГОМАШИННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ**

В работе представлены способы реализации алгоритмов выделения комплексов, описываемых в [1, 2]. Были разработаны форматы представления входных-выходных данных и способы представления графовой модели **многомашинных вычислительных систем (МВС)**. Также выполнена программная реализация алгоритмов, обеспечивающих выделение комплексов в динамически реконфигурируемой сети.

Достижение согласованности действий различных ЦВМ системы в условиях возникновения допустимых неисправностей, формулируемое как проблема достижения **взаимного информационного согласования (ВИС)** [3], является важнейшим аспектом при организации многозадачных параллельных вычислений в необслуживаемых **многомашинных вычислительных системах (МВС)**. Обеспечение достоверности проводимых вычислений в таких системах гарантируется применением метода репликации задач, выполняемых системой. В работе используется **модель враждебной неисправности ЦВМ**.

**Комплексом** называется группа ЦВМ, выполняющих репликацию задачи. **Многокомплексная МВС** – это отказоустойчивая МВС, в которой разными комплексами одновременно выполняются различные прикладные задачи, обменивающиеся данными путем использования сред межкомплексного обмена. В [1, 2] описана задача, в следующей постановке: имеется динамически реконфигурируемая сеть, в которой строится система, решающая параллельно несколько взаимодействующих задач. Каждая задача имеет свою степень отказоустойчивости и решается на специально выделенном комплексе, способном обеспечить эту степень отказоустойчивости. Итогом проделанной работы является программа, которая обеспечивает выделение комплексов в динамически реконфигурируемой сети.

### *Список литературы*

1. Ашарина И.В., Лобанов А.В. Выделение структурной среды системного взаимного информационного согласования в многокомплексных системах // Автоматика и телемеханика. 2014. №6. С.115–131.
2. Ашарина И.В., Лобанов А.В. Выделение комплексов, обеспечивающих достаточные структурные условия системного взаимного информационного согласования в многокомплексных системах // Автоматика и телемеханика. 2014. №8. С.146–156.

П.В. НОВИКОВА

Научный руководитель – А.Л. САПУНЦОВ, к.э.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ РЫНКА ЦЕННЫХ БУМАГ: ВЫЯВЛЕНИЕ СВЯЗИ СДЕЛОК С ОТМЫВАНИЕМ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ**

В данной работе рассматривается пример использования метода главных компонент для определения весомости критериев подозрительности сделок, на рынке ценных бумаг.

Благодаря стремительному развитию информационных технологий, что позволило увеличить скорость осуществления транзакций, всемирный охват и способность к адаптации, рынок ценных бумаг стал очень привлекательным для использования в противозаконных целях, в том числе, для отмывания денег и финансирования терроризма, а также манипулированию в целях повышения или понижения котировок ценных бумаг.

Предметом работы является анализ признаков сделок, вызывающих подозрение в отмывании денежных средств. Объектом исследования является рынок ценных бумаг. Цель исследования: оптимизация процесса выявления подозрительных сделок на рынке ценных бумаг. Данная задача будет решена с применением метода главных компонент, в программной среде MatLab. Будут выявлены все признаки, сопутствующие проведению сделки на рынке ценных бумаг, затем будут проанализированы и исключены менее значимые признаки, и оставлены наиболее весомые. Это можно выполнить методом нахождения главных компонент. Системный анализ позволит минимизировать основные критерии подозрительных сделок до нескольких наиболее значимых признаков, что повысит точность выявления подозрительных объектов.

### *Список литературы*

1. В.А Борокова "Рынок ценных бумаг: Учебное пособие" Питер, 2012г.,- 352с.
2. О.Е Акимова, Е.Г Попкова "Основы финансового мониторинга" Инфра-м, 2014г, - 166с.
3. М.М Прошунин, М.А Татчук "Финансовый мониторинг (противодействие легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма): Учебник" БФУ им.Канта, 2014г – 417с.

М.А. МЯЛИН, Д.А. ХИМОЛОЗКО

Научный руководитель – Л.Г. ГАГАРИНА, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский университет «МИЭТ»*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ**

На примере системы непрерывной интеграции Jenkins рассмотрена оптимизация процесса разработки программного обеспечения для распределённой системы с балансировкой нагрузки, проведением регулярных тестов, оценки качества кода и построений программных артефактов.

Тестирование является неотъемлемой частью жизненного цикла разработки программного обеспечения (ПО). При этом стоит понимать, что тестирование крайне желательно проводить в условиях, близких к реальным, чтобы иметь возможность обнаружить ошибки, которые не проявляются во время разработки. Всё вышесказанное входит в концепцию, которая называется «непрерывная интеграция».

Существует метод разработки ПО, использующий централизованную систему контроля версий с последующим ручным тестированием на устройстве разработчика. Такой способ создаёт неудобства при разработке в команде и исключает возможность автоматизации процесса тестирования, поэтому возрастает актуальность концепции «непрерывной интеграции».

«Непрерывная интеграция» — это практика разработки ПО, которая заключается в выполнении частых автоматизированных сборок проекта для скорейшего выявления и решения интеграционных проблем. Переход к непрерывной интеграции позволяет снизить трудоёмкость тестирования и сделать его более предсказуемым за счет наиболее раннего обнаружения и устранения ошибок и противоречий.

В результате использования системы непрерывной интеграции решается проблема изменений и правок, внесенных разными разработчиками, появляется возможность объективно оценивать результаты разработки и проводить регулярное тестирование.

Балансировка нагрузки (Load Balancing) применяется для оптимизации выполнения распределённых (параллельных) вычислений с помощью распределённой (параллельной) ВС. Балансировка нагрузки предполагает равномерную нагрузку вычислительных узлов (процессора многопроцес-

сорной ЭВМ или компьютера в сети). При появлении новых заданий программное обеспечение, реализующее балансировку, должно принять решение о том, где (на каком вычислительном узле) следует выполнять вычисления, связанные с этим новым заданием. Кроме того, балансировка предполагает перенос (migration – миграция) части вычислений с наиболее загруженных вычислительных узлов на менее загруженные узлы.

Однако при выполнении распределенного приложения возникает конфликт между сбалансированным распределением объектов по процессорам и низкой скоростью обменов сообщениями между процессорами. Если логические процессы распределены между процессорами таким образом, что издержки на коммуникацию между ними сведены к нулю, то некоторые процессоры (компьютеры) могут простаивать, в то время как остальные будут перегружены.

В другом случае, "хорошо сбалансированная" система потребует больших затрат на коммуникацию. Следовательно, стратегия балансировки должна быть таковой, чтобы вычислительные узлы были загружены достаточно равномерно, но и коммуникационная среда не должна быть перегружена.

Реализация распределённой системы имитации требует разработки алгоритмов синхронизации объектов (или процессов), функционирующих на различных узлах ВС. Алгоритмы синхронизации мы уже обсуждали ранее. Эффективность реализации этих алгоритмов, в свою очередь, зависит от равномерности распределения (балансировки) вычислительной нагрузки по узлам ВС во время функционирования распределённой программной системы, каковой является, в частности, распределённая система имитации.

#### *Список литературы*

1. Continuous integration / Wikipedia URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Continuous\\_integration](https://en.wikipedia.org/wiki/Continuous_integration).
2. Jenkins Continuous Integration Cookbook / Alan Mark Berg – 2012.
3. Continuous integration / Lib.Custis URL: [http://lib.custis.ru/Continuous\\_Integration](http://lib.custis.ru/Continuous_Integration).
4. Косяков, М.С. Введение в распределённые вычисления / М.С. Косяков – СПб: НИУ ИТМО, 2014. – 155 с.



В.А. ФЕДОРОВА

Научный руководитель – О.Л. ГОЛИЦЫНА, к.т.н., доцент  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

## АЛГОРИТМ РАСЧЕТА СЕМАНТИЧЕСКОЙ БЛИЗОСТИ ДЕСКРИПТОРОВ

Рассматриваются подходы к измерению семантической близости между дескрипторами поисковых образов с использованием парадигматических связей в политематической лексикографической БД.

Меры семантической близости широко применяются в области обработки естественного языка [1]. Расчет семантической близости дескрипторов тезауруса в основном учитывает длину пути, соединяющего дескрипторы (с учетом или без ассоциативных связей), или положение дескрипторов в иерархии [1-3].

В настоящей работе решалась задача сопоставления поисковых образов, представленных множествами дескрипторов тезауруса, с целью построения их пересечения с учетом меры семантической близости дескрипторов. Индексирование проводилось с использованием лексикографической БД, содержащей тезаурусы различных предметных областей: науковедение, информатика, лингвистика, экономика и др.

В связи с тем, что тезаурусы, входящие в состав базы данных, имеют неравномерное иерархическое развитие, оказалось неэффективным применять меры, не позволяющие адекватно рассчитать семантическую близость для коротких иерархических цепочек [4].

Мера, предложенная в [3], позволяет рассчитывать семантическую близость даже для иерархических цепочек, состоящих из двух дескрипторов. Для расчета вводится множество суперпонятий  $UC(c_i, H^{c_i})$ , содержащее само понятие  $c_i$ , а также всех его предков в иерархической цепочке этого понятия –  $H^{c_i}$ :

$$UC(c_i, H^{c_i}) = \{c_j \in H^{c_i} \mid \exists m = (c_i, x_{i_1}, x_{i_2}, \dots, x_{i_k}, c_j) \cup (c_i = c_j)\},$$

где  $m$  – маршрут, соединяющий понятия  $c_i$  и  $c_j$ , в котором используются переходы  $x_{i_1}, x_{i_2}, \dots, x_{i_k}$  к вышестоящим понятиям.

Мера семантической близости рассчитывается при этом как отношение числа общих суперпонятий к числу всех суперпонятий дескрипторов:

$$S(c_1, c_2) = \frac{|UC(c_1, H^{c_1}) \cap UC(c_2, H^{c_2})|}{|UC(c_1, H^{c_1}) \cup UC(c_2, H^{c_2})|}$$

Однако при формировании множества суперпонятий в лексикографической БД необходимо было учесть существование полисемии, порожденной объединением тезаурусов нескольких предметных областей [4]. Были сформулированы и реализованы в алгоритме правила построения иерархических цепочек для дескрипторов, входящих более чем в один тезаурус.

При построении пересечения двух поисковых образов  $A$  и  $B$  как множеств дескрипторов  $D_A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  и  $D_B = (b_1, b_2, \dots, b_m)$  рассчитывается матрица семантической близости  $W$  размерности  $n \times m$ :  $W = (w_{ij})$ , где  $w_{ij} = S(a_i, b_j)$ ,  $i = \overline{1..n}$ ,  $j = \overline{1..m}$ . Множество дескрипторов пересечения формируется из тех дескрипторов, для которых выполняется условие:  $\max_{j=\overline{1..m}}(w_{ij}) = \max_{i=\overline{1..n}}(w_{ij})$

Такой алгоритм определяет достаточное значение меры семантической близости для включения дескрипторов в пересечение не через фиксированное пороговое значение, а на основании контекста, задаваемого дескрипторами каждого поискового образа. Так, для пар дескрипторов «Инновационный менеджмент» – «Наука управления», «Инновационный менеджмент» – «Стратегическое управление», «Стратегическое управление» – «Государственное управление», «Коммерческий кредит» – «Денежные средства», «Заемный капитал» – «Коммерческий кредит», «Заемный капитал» – «Источник финансирования» получены ненулевые значения мер семантической близости. Однако сформулированному ограничению удовлетворяют только пары дескрипторов «Инновационный менеджмент» – «Стратегическое управление», «Коммерческий кредит» – «Заемный капитал». Также в пересечении оказались такие пары понятий, как «Сырьевые ресурсы» – «Стратегические ресурсы», «Муниципальный бюджет» – «Бюджетная система», «Техническое перевооружение» – «Приоритеты развития», «Фонд заработной платы» – «Материальные ресурсы», «Высшее образование» – «Образование взрослых».

#### Список литературы

1. Лукашевич Н.В., Добров Б.В. Разрешение лексической многозначности на основе тезауруса предметной области //Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: Тр. междунар. конф. «Диалог 2007». –М.,2007-с.400-406
2. Lin D. An information-theoretic definition of similarity // Proc. Of the Int'l Conference on Machine Learning - 1998
3. Maedche A., Zacharias V. Clustering Ontology-Based Metadata in the Semantic Web / Proceedings PKDD-2002, LNAI 2431, 2002. — P. 348-360
4. Голицына, О.Л. Сравнительный структурно-статистический анализ лексики и связей информационно-поисковых тезаурусов/О.Л. Голицына, Н.В. Максимов //Научно-техническая информация. Сер. 2, Информационные процессы и системы.-2015.-№ 6. С. 14-28

Е.В. ФИЛАТКИН

Научный руководитель – В.П. РУМЯНЦЕВ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОГРАНИЧЕНИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ЖУРНАЛОВ СОБЫТИЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Работа рассматривает подход к прогнозированию появления узких мест в деятельности предприятия путем анализа журнала событий информационных систем.

В последнее время в различных компаниях быстро растет использование информационных систем. Новые системы ориентированы на поддержку функционирования процессов компании, в них вовлечены человеческие, программные и другие ресурсы. Это такие системы как ERP, CRM, WFM, SCM и др. Они способны накапливать в журналах событий объективную информацию о деятельности компании, которые в свою очередь можно использовать для построения и идентификации прогностических моделей. Первые работы по прогнозированию с использованием журналов событий стали появляться в начале 2000-х, в рамках сравнительно новой дисциплины «process mining» - глубинного анализа процессов построенных по журналам событий. [1]

Основными атрибутами журналов событий являются (см. рисунок 1):

- Идентификатор случая (case): хранит случаи (кейсы), для которых выстраиваются последовательности событий журнала.
- Деятельность, работа (activity): хранит работы, выполняемые в рамках событий журнала.
- Ресурс, инициатор (resource, originator): хранит основных действующих лиц событий журнала (тех, кто выполняет действия в рамках событий журнала).
- Отметка времени (timestamp): хранит дату и время регистрации событий журнала.
- Прочее (other data): сюда попадает вся оставшаяся в журнале информация.

Таким образом, каждая строка в таком журнале соответствует отдельному событию. В свою очередь, каждое событие несет в себе информацию о породившем его случае, выполненного в рамках его деятельности и

времени его регистрации. Подобные журналы событий можно рассматривать как совокупности случаев, а отдельные случаи — как последовательности ссылающихся на них событий.

| caseID | activityID | originator | timestamp         | other data |
|--------|------------|------------|-------------------|------------|
| case 1 | activity A | Иван       | 09.12.2015: 10.01 | ...        |
| case 2 | activity A | Алексей    | 09.12.2015: 10.24 | ...        |
| case 3 | activity A | Елена      | 09.12.2015: 14.45 | ...        |
| case 3 | activity B | Михаил     | 10.12.2015: 9.39  | ...        |
| case 1 | activity B | Михаил     | 10.12.2015: 12.50 | ...        |
| case 1 | activity C | Иван       | 10.12.2015: 16.14 | ...        |
| case 3 | activity D | Ольга      | 11.12.2015: 11.03 | ...        |
| ...    | ...        | ...        | ...               | ...        |

Рис. 1. Пример журнала событий

Благодаря временным меткам в журнале событий можно отследить динамику изменения как самого процесса, так и сопутствующих атрибутов (other data). Также, в зависимости от правил регистрации работ в журнале событий, можно выявить ограничения или узкие места, так называемые бутылочные горлышки в работе ресурсов или инициаторов работ (resource, originator). Узкое место – это процесс в цепочке процессов, ограничения в пропускной способности которого ограничивают пропускную способность всей цепи. В данном случае, узким местом называется ресурс, который по различным причинам не имеет возможность обработать работу вовремя, т.е. до момента появления следующей работы. Таким образом, образуются очереди из входящих работ. [2]

Зная производительность труда каждого ресурса, зная динамику изменения входящих работ, можно определить тот момент времени в будущем, когда наступят проблемы. Для построения прогностической модели необходимо отфильтровать журнал событий и разделить его на обучающую и тестовую выборку.

*Список литературы*

1. Van der Aalst W. M. P. Process mining: discovery, conformance and enhancement of business processes. Springer, 2011.

А.В. АКСЕНОВ

Научный руководитель – И.А. КУЗНЕЦОВ, аспирант  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА КОНТЕНТ-АНАЛИЗА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

В работе показаны виды, этапы и методы проведения контент-анализа. Данная работа позволит проводить контент-анализ сообщений из социальных сетей и выделять ключевые единицы сообщения для последующего анализа. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-07-08742.

*Контент-анализ* или анализ содержания – метод изучения графической и текстовой информации, целью которого является перевод изучаемой информации в количественные показатели и ее статистической обработке. Представляет собой перевод текстовой информации в количественные показатели. Подсчет появления в публикации исследуемых показателей: слов, графиков, символов, фотографий, характеризует количественный контент-анализ, а поиск в тексте присутствия или отсутствия исследуемой переменной называется качественным контент-анализ.[1]

**Виды контент-анализа.** По функциям: поисковый – направленный на проверку выдвинутой гипотезы, выявление неизвестных тенденций; контрольный – связанный с более точным определением уже известного содержания. По характеру: направленный, когда точно известно, что нужно измерять; ненаправленный, когда исследователь действует интуитивно, не систематизируя заранее объекта исследования.

Контент-анализ включает в себя 5 основных этапов. [2]

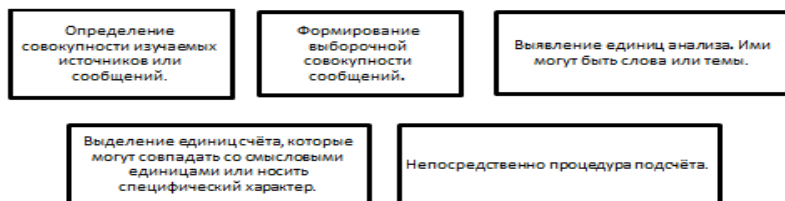


Рисунок 1. Этапы контент-анализа

В контент-анализе могут использоваться разные подходы обработки данных в зависимости от содержания исследуемого объекта. Такие способы как: частотное или процентное распределение, коэффициенты корре-

ляции, сопоставительные таблицы специальные математико-статистические способы, факторный анализ. Методы машинного обучения контент-анализа применяются в задачах определения тональности уже долгое время, однако их применение в социальных сетях началось сравнительно недавно. [1,3]

**TF-IDF, векторная модель.** Сущность этой модели – сравнение отношений расстояний между векторами. Заметим, что векторная модель позволяет не только решать задачи релевантности, но и, например, автоматической классификации. **Сущность метрики TF-IDF – учёт частотных характеристик слов в документе и коллекции документов, точнее, вес некоторого слова пропорционален количеству употребления этого слова в документе, и обратно пропорционален частоте употребления слова в других документах коллекции.**

Мера TF-IDF часто используется в задачах анализа текстов и информационного поиска, например, как один из критериев релевантности документа поисковому запросу, при расчёте меры близости документов при кластеризации. [2,3]

#### *Список литературы*

1. Гордеева Т.Н. Журнал: известия Российского педагогического университета имени А.И. Герцена. Выпуск №45/том19/2007 [Электронный ресурс], <http://cyberleninka.ru/article/n/kontent-analiz-publikatsiy-zhurnala-sotsiologicheskie-issledovaniya-gorodskie-problemy> - статья в интернете
2. Википедия, свободная энциклопедия [Электронный ресурс], <https://ru.wikipedia.org/wiki/Контент-анализ> – статья в интернете
3. Свечников С.В. Журнал: вестник тамбовского государственного университета. Выпуск №3/Том13/2007 [Электронный ресурс],-<http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-algoritmov-poiska-i-analiza-informatsii-dlya-kategorizatsii-veb-saytov> – статья в интернете

Ю.С. ГАЛАКТИОНОВ

Научный руководитель – И.А. КУЗНЕЦОВ, аспирант  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ СБОРА ОНЛАЙН ИНФОРМАЦИИ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ**

В данной работе рассмотрены основные проблемы разработки алгоритма для сбора онлайн информации о деятельности научно-исследовательских учреждений и предлагаются решения по сбору данных с информационных порталов. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-07-08742.

В наше время невозможно представить себе жизнь без систем сбора и обработки информации, главными показателями которых является актуальность и достоверность получаемых данных, повышение уровней сохранности и доступности информационных ресурсов и эффективное управление ими.

Сбор информации — это деятельность субъекта, в ходе которой он получает сведения об интересующем его объекте.

Использование интернет-технологий при создании алгоритмов сбора и обработки информации и построении информационных систем различного назначения в ближайшее время станет доминирующим в мировом информационном пространстве по следующим причинам. Эти технологии:

- Позволяют организовать с достаточной простотой для пользователя системы поиска нужной информации;
- Предъявляют минимальные требования, как с технической стороны, так и со стороны программного обеспечения к рабочему месту клиента;
- Поддерживают распределенные системы хранения информации и множественные методы ее хранения;
- Поддерживают удаленные методы редактирования и пополнения информации.

### **Основные проблемы сбора онлайн информации:**

3. Проблема определение основных атрибутов заключается в том, что необходимо составить перечень атрибутов о том, какие данные можно получать о деятельности научно-исследовательских

учреждений: название статьи, дата публикации, файл публикации.

4. Проблема разработки механизма сбора данных с информационных порталов заключается в том, что необходимо разработать сам алгоритм сбора данных, который будет включать такие вещи, как обход блокировки со стороны сервера, обработка тайм-аутов и прочих исключений.
5. Необходим мониторинг информации для предоставления актуальной и достоверной информации, для этого необходим алгоритм проверки новых публикаций, сравнение этого перечня с уже существующими данными и обработка отсутствующих публикаций.

#### **Основные подходы к сбору данных:**

- Анализ DOM дерева, использование XPath. Используя этот подход, данные можно получить напрямую по идентификатору, имени или других атрибутов элемента дерева;
- Парсинг строк. Иногда данные отображаются с помощью некоторого шаблона, когда значения параметров стандартные, а меняются только их значения. В таком случае данные могут быть получены без анализа DOM дерева, а путем парсинга строк;
- Регулярные выражения. Регулярные выражения необходимо использовать только для извлечения данных, которые имеют строгий формат — электронные адреса, телефоны и т.д.;
- Визуальный подход. Суть подхода в том, чтобы пользователь мог без использования программного языка настроить систему для получения нужных данных любой сложности и вложенности.;

Данная работа показала, что алгоритм сбора онлайн информации позволяют создать стабильную и гибкую в масштабировании систему, которая позволит пользователям получать структурированную информацию о деятельности научно-исследовательских учреждений.

#### *Список литературы*

1. Ландэ Д.В., Снарский А.А., Безсуднов И.В. Интернетика: Навигация в сложных сетях: модели и алгоритмы. - 2009.
2. Плешко, В.В. RCO на РОМИП 2004 / В.В. Плешко, А.Е. Ермаков, В.П. Голенков //Российский семинар по оценке методов информационного поиска (РОМИП 2004). – Пушкино, 2004. – С. 43–61.
3. Википедия, свободная энциклопедия [Электронный ресурс],- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Web\\_mining](https://ru.wikipedia.org/wiki/Web_mining) -статья в интернете



Л.О. МАРАСАНОВ

Научный руководитель – В.В. ГЛУХОВ, к.т.н., профессор  
*Московский государственный технический университет гражданской авиации*

## **ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО КРИТЕРИЯ СОГЛАСИЯ ХИ-КВАДРАТ (КРИТЕРИЯ НИКУЛИНА) ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛА**

Работа посвящена повышению безопасности и регулярности полетов ВС ГА путем получения оценок точностных характеристик ВС ГА на основе формирования функций распределения параметров полета, адекватных их реальному виду по записям бортовых устройств регистрации параметров полета.

В ходе проведения летных и сертификационных испытаний необходимо провести серию полетов для установления соответствия точности самолетовождения требованиям авиационных властей или международным нормам. Под точностными характеристиками автоматических режимов полета ЛА обычно понимают дисперсию или вероятность выхода за поле допуска какого-либо оцениваемого параметра. Например, по требованиям RNP отклонение (дисперсия) ЛА от линии заданного пути должно составлять не более  $\pm 1$  м.м. (морской мили) или вероятность выхода за поле допуска должна быть  $< 0,001$  [1]. Для оценки точностных характеристик определяется, находится ли оцениваемый параметр в допуске или нет. В случае если оцениваемый параметр не выходит из допуска, то ЛА допускается к эксплуатации в зонах с данными требованиями точности самолетовождения. В противном случае – не допускается.

Основным этапом в оценке точностных характеристик является задача определения вида функции распределения исследуемого параметра полета. Эта задача решается на основе критериев согласия. К подобным критериям относятся Хи-квадрат, Колмогорова, Мизеса и др. Среди них наиболее приемлемым для оценки точностных характеристик является Хи-квадрат или критерий Пирсона как критерий, имеющий наибольшую мощность [2]. За последние несколько лет отечественными и зарубежными учеными были сделаны важные улучшения в теории критерия согласия Хи-квадрат.

Таким образом, возникает необходимость определения оценок точностных характеристик ЛА различных режимов полета на основе современных достижений математической статистики [3].

Решение указанной проблемы возможно путём рассмотрения следующих задач:

- анализа существующих требований к точностным навигационным характеристикам ВС;
- анализа методов оценок вида функции законов распределения параметров полета и выбора наиболее оптимального из них;
- разработка обобщенного алгоритма выбора вида функции распределения параметров полета для оценки точностных характеристик;
- разработка алгоритма оценки логнормального распределения на основе критерия Никулина;
- разработка программного обеспечения для оценки точностных характеристик ВС на основе записей параметров полета;
- экспериментальная проверка предложенных алгоритмов оценки точностных характеристик на основе данных реальных полетов.

*Список литературы*

1. Глухов В.В., Марасанов Л.О. Применение модифицированного критерия согласия хи-квадрат (критерий Никулина) для оценки точностных характеристик летательных аппаратов. Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества. Тезисы докладов международной научно-технической конференции, посвященной 35-летию со дня основания университета. - М.: МГТУГА 2006 г.
2. Марасанов Л.О., Глухов В.В. Определение мощности модифицированного критерия согласия хи-квадрат (критерия Никулина) при оценке точностных характеристик летательных аппаратов. Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества. Тезисы докладов международной научно-технической конференции, посвященная 85-летию гражданской авиации России. – М.: МГТУГА, 2008г.
3. Марасанов Л.О. Совершенствование оценок точностных характеристик летательных аппаратов. Научный вестник, серия Авионика и электротехника, М.: МГТУГА 2009 г.

**К.В. МЕЛЬНИК**

Научный руководитель – Д.Е. КОЖЕВНИКОВ, преподаватель  
*Национальный исследовательский университет «МИФИ»*

**МЕСТО OLTP СИСТЕМ В АВТОМАТИЗАЦИИ  
ПРОЦЕССОВ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ИСПОЛНЕНИЕ  
ПОЛИТИКИ ПОД/ФТ В ОРГАНИЗАЦИЯХ**

В работе кратко рассматриваются основные требования к системе обработки данных, реализующей политику ПОД/ФТ в организации, а так же предлагается выбор класса систем обработки данных на основе требований, предъявляемых к системе.

В последнее время у всех на слуху проблема предотвращения терроризма. В Российской Федерации существует Национальная система по противодействию отмыванию денег и финансированию терроризма (ПОД/ФТ).

Успешная работа этой системы во многом зависит от реализации политики ПОД/ФТ в подконтрольных Росфинмониторингу организациях.

Рассмотрим реализацию политики ПОД/ФТ в организациях являющихся операторами по приему платежей. Основной задачей политики таких организаций в рамках Национальной системы ПОД/ФТ является отслеживание подозрительных денежных операций. Поскольку количество осуществляемых операций велико, необходимо автоматизировать этот процесс.

Отмечу, что данные об операциях агрегируются в единую базу данных. Но накопление и структуризация данных является необходимым, но не достаточным процессом для анализа данных на предмет наличия признаков подозрительных операций.

Существуют СУБД – системы управления базами данных, которые позволяют производить анализ имеющихся данных.

существуют два основных класса СУБД – OLTP и OLAP. Для выбора класса СУБД необходимо знать, какие задачи и требования накладываются на систему.

Перечислим ключевые требования к системе обработки данных, реализующей политику ПОД/ФТ в организации:

1. Непрерывность работы, несмотря на некорректность исходных данных (специальное искажение данных или ошибки, связанные с человеческим фактором);
2. Добавление данных в любое время (поток операций идёт непрерывно);
3. Оперативный отклик системы (время выполнение запроса должен измеряться в секундах);
4. Высокая производительность.

Анализ основных характеристик OLTP и OLAP систем, говорит о том, что система обработки данных должна быть класса OLTP, чтобы отвечать на ключевые требования, выдвигаемые к системе, реализующей политику ПОД/ФТ в подконтрольных Росфинмониторингом организаций, а именно в организациях являющимися операторами по приему платежей.

Е.В. СМИРНОВА

Научный руководитель – Н.В. МАКСИМОВ, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **БАЙЕСОВСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕКСТА В ДОКУМЕНТАЛЬНЫХ ПОТОКАХ**

Представлена вероятностная модель, описывающая возможность восстановления смысла исходного текста при отсутствии какого-либо термина в нём, а также вероятность появления нового смысла при совместном употреблении двух терминов. Данная модель основана на аналогиях с такими физическими явлениями как интерференция и дифракция волн.

В настоящее время исследования концептуальной природы и сущности информации являются очень актуальными. Предложена модель, основанная на аналогиях с явлениями квантовой механики и вероятностном подходе к описанию значений характеристик частиц. Рассмотрена одна из проблем, возникающих в ходе обработки информации в документальных потоках, а именно возможность восстановления смысла исходного текста при отсутствии какого-либо термина в нём, а также вероятность появления нового смысла при совместном употреблении двух терминов. Была построена модель, основанная на теореме Байеса, описывающая данные вероятности:

$$P(A|B) = \frac{P(AB)}{P(B)},$$

где  $P(A|B)$  – вероятность гипотезы  $A$  при наступлении события  $B$ ,  $P(AB)$  – вероятность совместного события  $AB$ ,  $P(B)$  – вероятность наступления события  $B$  [1]. События  $A$  и  $B$  определяются в зависимости от решаемой проблемы. Экспериментальная проверка модели проведена на лексике ключевых слов реферативной базы данных INIS МАГАТЭ, получены численные значения вероятностей, а также построены их распределения.

Полученные результаты могут быть использованы для дальнейшего изучения основных свойств информации и закономерностей информационных взаимодействий.

### *Список литературы*

1. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика, — М.: Высшее образование. 2005

С.И. ЛЕСНИКОВ

Научный руководитель – В.В. ДАНЬШИН, аспирант  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ДИСКРЕТНОГО СИГНАЛА С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЧЕСКОГО МЕТА КОМБИНАТОРНОГО ПЕРЕБОРА МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ**

Для решения проблемы автоматизации процесса анализа дискретных временных сигналов разработан новый метод анализа, основанный на комбинаторном переборе методов цифровой обработки сигналов.

Нашем коллективом факультетской лаборатории Робототехника НИЯУ МИФИ был разработан новый алгоритм машинного обучения, который позволяет быстро проводить анализы дискретных временных сигналов и решать различные задачи в таких областях машиностроения как виброакустика, дефектоскопия и автоматизированный контроль износа оборудования.

Предлагаем рассмотреть класс задач, когда на исследуемой установке монтируется датчик, например, микрофон, гироскоп или акселерометр, и по его показаниям нужно определить, что именно происходит с узлами конструкции. Конструкцией может быть эксплуатируемая труба нефтегазопровода, редуктор, электропривод. И по показаниям одного или нескольких датчиков необходимо вести автоматизированный контроль за износом подшипников, трещин и других видов отказа оборудования.

Для решения данной задачи производится сбор образцов показаний на стадии эксплуатации оборудования, в том числе и разрушающего контроля, собирается группа исследователей (3-5 человек), которые решают данную задачу за 6-18 месяцев, в зависимости от сложности задачи и объемов финансирования.

В ходе решения задачи исследователи активно применяют методы цифровой обработки сигналов, выдвигают гипотезы, осуществляют статистические доказательства своих гипотез, после чего приступают к разработке опытного образца и испытаниям на реальном объекте. Мы нашли способ как сократить путь от получения данных до разработки системы принятия решений до нескольких секунд.

Для этого мы берем входной сигнал, прогоняем его через наш классификатор состояний, и с помощью алгоритм генерируем  $N$  мерное пространство временных признаков нашего входного сигнала, проводим их анализ методами наименьших квадратов или среднеквадратичных отклонений, после чего выбираем решение с наименьшей ошибкой распознавания. Размерность пространства признаков в нашем случае равна 1000 и может быть изменена в зависимости от вычислительных мощностей. На данный момент алгоритм можно без проблем запускать на 2х ядерном планшете с частотой ядер 1,5 ГГц.

Чтобы проверить работоспособность нашего метода в таком большом количестве признаков, мы поставили задачу распознавания типа сигнала между дискретными данными, сгенерированных по уравнению прямой и синусоиды, в условиях наложения аддитивных дисперсионных шумов, сгенерированных по равномерному закону распределения.

Алгоритм продемонстрировал возможность безотказно автоматически классифицировать сигналы с помехами в 500% от амплитуды исследуемых сигналов, что было подтверждено на выборке в 3 экспериментах по 1000 опытов.

Хотим обратить внимание, что такие результаты получены без каких-либо оптимизаций, просто за счет большого количества признаков исследуемом сигнале. Мы хотим провести дополнительные статистические доказательства работоспособности нашего метода на различных прикладных задачах и моделях.

#### *Список литературы*

1. Бархатов В.А. Обнаружение сигналов и их классификация с помощью распознавания образов.//Дефектоскопия. -2006. -№4.-с.14-27. URL: [http://fprbor.ru/uploadedFiles/files/Pattern\\_Recognition\\_1.pdf](http://fprbor.ru/uploadedFiles/files/Pattern_Recognition_1.pdf) (дата обращения: 10.12.2015).
2. Lacoste A., Laviolette F., Marchand M. Bayesian Comparison of Machine Learning Algorithms on Single and Multiple Datasets.// AISTATS-12, 2012. URL: <http://jmlr.csail.mit.edu/proceedings/papers/v22/lacoste12/lacoste12.pdf> (дата обращения: 10.12.2015).
3. Applebaum D. Leby Processes and Stochastic Calculs. / D.Applebaum – Cambridge: Cmbridge University Presss, 2004-p.384.

А.В. КРЮКОВА

Научный руководитель – Б.А. ЩУКИН, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ЯЗЫКУ SQL**

Система обучения языку SQL была создана с целью создания единой базы заданий, ранжированных по уровню сложности построения запросов (в т.ч. вложенных), которые помогут быстро освоению курса.

В МИФИ на кафедре «Кибернетика» в рамках выпускной квалификационной работы было разработано программное обеспечение, обучающее студентов строить запросы к базе данных на языке SQL.

Система поддерживает работу с несколькими базами данных, а также позволяет добавлять новые. Также имеется ряд заданий к базам данных. Задания делятся по уровню сложности на простые, средние и сложные. К простым заданиям относится построение запросов на выборку данных без условий или с 1-2 условиями к одной таблице. К средним заданиям относится построение запросов на выборку данных с условиями, также здесь студент научится получать выборку из нескольких таблиц. К сложным заданиям относится построение вложенных запросов. Кроме того, в системе имеется справочник по языку SQL.

Система была протестирована на группе из 30 добровольцев. Как результат, каждый человек освоил уровень 1 и уровень 2. Уровень 3 был освоен 70% добровольцев.

### *Список литературы*

1. IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology/IEEE Std 610.12-1990
2. Edgar Frank Codd. The Relational Model For Database Management Version 2, 2000. – 538 с. ISBN: 0201141922B04062001
3. Карл Вигерс, Джой Битти. Разработка требований к программному обеспечению. 3-е изд., дополненное. – М.: Издательство «Русская редакция»; СПб.: Издательство «БХВ-Петербург», 2014. – 736 с.
4. Виктор Гольцман. MySQL 5.0 Библиотека программиста. – СПб.: Издательство «Питер», 2010. – 253 с.
5. Поль Дюбуа. MySQL. Сборник рецептов. – Пер. с англ. – СПб.: Издательство «Символ-Плюс», 2006. – 1056 с.
6. Джордж Шлоснейгл. Профессиональное программирование на PHP. : Пер. с англ. – М.: Издательство «Вильямс», 2006. – 624 с.
7. Брайан Хоган. HTML5 и CSS3. Веб-разработка по стандартам нового поколения. 2-е изд. – СПб.: Издательство «Питер», 2014. – 320 с.

А.А. КИРПИЧЕВ

Научный руководитель – Е.В. МАТРОСОВА, к.э.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ АНАЛИЗА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ**

В работе рассматриваются преимущества применения семантического анализа текста, как части автоматизированной системы по поддержке принятия решения при оценке научно-исследовательских работ

Стремительное развитие телекоммуникационных технологий приводит к тому, что всё большее число людей имеют доступ к получению образования удалённо. Показателем эффективности образовательной деятельности является выпускная квалификационная работа. Каждая такая работа должна быть проверена на соответствие ряду требований, предъявляемых к оформлению и содержанию. Основные требования регулируются государством, которое разрабатывает федеральные государственные образовательные стандарты, в соответствии с которыми выпускная работа должна быть направлена на решение профессиональных задач и соответствовать программе обучения [1]. Помимо государственных стандартов образовательное учреждение устанавливает собственные требования в целях повышения качества образовательной деятельности.

В настоящий момент научно-исследовательские работы проверяются вручную сотрудниками ВУЗов, которые должны оценивать и научную новизну, и проверить степень заимствования информации из других источников, проверить их достоверность и авторитетность, а ввиду лёгкого доступа к самым разнообразным информационным ресурсам, эти процедуры проверки вызывают сложности даже в традиционном образовании.

Для борьбы со злоупотреблением заимствований была разработана система «Антиплагиат», позволяющая оценить количество цитирований в работе и их оправданность. Однако она обладает рядом существенных недостатков, среди которых отсутствие отслеживания хронологии проверяемых работ, недостаточное наполнение базы данных, система не позволяет оценить заимствования из иноязычных источников [2]. Таким образом, возможности «Антиплагиата» ограничены. Следствием вышеперечисленных сложностей является то, что сотрудники образовательных учреждений не всегда могут или хотят уделять должное внимание про-



верке качества квалификационных работ, то есть имеет место негативный человеческий [3].

Исходя из вышеперечисленных проблем, для стандартизации процесса проверки необходимо создание автоматизированной системы поддержки принятия решения по оценке качества научно-исследовательских работ. Существование такой системы с единой методикой оценки позволит частично снизить влияние человеческого фактора, и это приведёт к росту качества научной деятельности в целом.

Неотъемлемой частью системы является средство семантического анализа текста, который позволяет выделить смысловую составляющую научно-исследовательской работы, также взаимосвязь с другими работами. В свою очередь, на основе этих взаимосвязей делается вывод о научной новизне, актуальности, ценности работы и соответствии с направлением исследования. Таким образом, семантический анализ позволяет точно определить место рассматриваемой работы среди других и сделать беспристрастный вывод о профессиональной подготовке автора и величине его вклада научную область.

Также рассматриваемая система поможет скоординировать научную деятельность. Помимо строгой проверки на соответствие стандартам, можно осуществлять сбор и агрегацию результатов смыслового анализа работ для выделения тенденций в различных областях исследования. В перспективе возможно отслеживание динамики развития научных отраслей, а эта информация, в свою очередь, важна для дальнейшей научной деятельности, упрощая поиск информации, решённых и нерешённых задач, чётко структурируя результаты деятельности.

Таким образом, были рассмотрены основные возможности автоматизированной системы поддержки принятия решений по оценке качества научно-исследовательских работ, рассмотрены преимущества использования, а также перспектива дальнейшего развития.

*Список литературы*

1. ФГОС высшего профессионального образования по направлению подготовки прикладная информатика, Министерство образования.
2. Система «Антиплагиат» - достоинства и недостатки, Осаул К.
3. Проблемы и перспективы дистанционного обучения в 21 веке Рулиене Л.Н.

К.М. ДАДТЕЕВ, С.А. НЕМЕШАЕВ

Научный руководитель – Б.А. ЩУКИН, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗАХ**

В докладе проводится обзор веб-системы обучения и контроля знаний. Её использование позволяет значительно сократить количество затрачиваемого преподавательским составом времени на проверку и оценку знаний обучающихся.

Актуальность работы состоит в том, что в последнее время всё больше людей обучаются удаленно, по статистическим данным за 2013 год в США количество людей, обучающихся удалённо превысило 5 миллионов человек [1]. Электронное обучение внедряется и в российские образовательные учреждения, однако отечественные СДО не удовлетворяют сегодняшним потребностям студентов, ни одна из них не является целостной системной, не объединяет в себе все элементы учебного процесса [2].

Предпосылками для создания данной системы была необходимость автоматизации процесса обучения, выявленная в результате анкетирования и интервьюирования целевой аудитории, а именно студентов и профессорско-преподавательского состава. В процессе исследования было проведено изучение данных, согласно которым использование СДО в большинстве случаев повышает скорость запоминания материала обучающимися в среднем на 15-25%.

Основной задачей СДО является автоматизация процесса контроля знаний. Рано или поздно большинство образовательных учреждений сталкиваются с тем, что проведение контрольных мероприятий и последующая их проверка начинает занимать существенную часть времени преподавательского состава. Преподаватель, единожды создав тест, сможет использовать его в любое время, все, что потребуется в дальнейшем это указывать какие группы учащихся и когда должны пройти контрольное мероприятие. После его завершения достаточно просто открыть итоги теста и получить подробный отчет о результатах проверки. В дополнение к этому система позволяет получить детализированный отчет о полноте освоения дисциплины студентами, а также их прогресс по дисциплинам, следует отметить, что получение такого рода статистики без автоматизированных средств весьма трудоемко.

Другая важная задача системы дистанционного обучения - сделать образование более доступным, особенно остро эта проблема стоит для людей с ограниченными возможностями. Для того чтобы участвовать в обучении, достаточно иметь доступ в интернет, при этом неважно с какой платформы происходит использование системы, ведь “Вектор” оптимизирован для мобильных устройств, которые в настоящий момент имеются у подавляющего числа населения. Все необходимые для обучения материалы преподаватель может загружать в систему, а оценка освоения материала может быть проведена с помощью электронного тестирования.

Особенностью разрабатываемой системы является то, что она направлена не только на преподавательский состав. Система спроектирована таким образом, чтобы максимально точно отображать структуру учебного заведения, что позволяет ей автоматизировать процесс построения и ведения отчетности образовательного учреждения, это позволит сократить количество сопутствующего персонала до минимума и, следовательно, минимизировать расходы связанные с ведением отчетности.

Разработка в виде веб-системы позволяет реализовывать СДО по схеме SaaS (англ. Software as a Service - программное обеспечение как услуга)

Для реализации выбрана платформа ASP.NET MVC с использованием рекомендуемой Microsoft технологией доступа к данным ADO.NET Entity Framework. С технологической точки зрения уникальность системы заключается в гибкой, веб-ориентированной, настраиваемой и адаптируемой архитектуре для поддержки образовательного процесса в высших учебных заведениях. Разработка программного комплекса в такой архитектуре позволяет предлагать университетам продукт, который будет способен максимально точно встроиться в процессы, проходящие внутри учебного заведения, что в свою очередь позволит с наибольшей эффективностью использовать весь функционал системы, а также минимизировать материальные и временные издержки за счет полной или частичной автоматизации большинства процессов.

#### *Список литературы*

1. Allen, E., & Seaman, J. Grade Level: Tracking Online Education in the United States, 2015, Wellesley, MA: Babson College. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.onlineearningsurvey.com/reports/gradelevel.pdf> (дата обращения: 25.09.15). -С.47.
2. Кошкина Е. Н. Проблемы развития дистанционного обучения в России //Подготовлено по запросу Комитета Государственной Думы по образованию к парламентским слушаниям на тему: «Нормативное обеспечение реализации образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий» – 2014. – С. 15.

Ю.А. МАЛОВА

Научный руководитель – Э.В. МЯКУШКО, ст. преподаватель  
Снежинский физико-технический институт НИЯУ МИФИ

## ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ АЭРОСТАТОМ

В статье ставится задача построить модель автоматического управления метеорологическим беспилотным аэростатом с применением алгоритма Мамдани, который будет поддерживать заданную высоту.

Предлагается построить модель автоматического управления аэростатом с применением алгоритма Мамдани на основе базы правил (таблица 1), учитывающих все возможные состояния объекта. Алгоритм включает следующие шаги:

1. Фаззификация входных переменных;
2. Агрегирование подусловий правил нечеткой продукции;
3. Активизация подзаключений правил нечеткой продукции;
4. Аккумуляция подзаключений правил нечеткой продукции;
5. Дефаззификация.

Задача управления – поддерживать заданную высоту. Осуществим решение задачи при помощи нечеткого контроллера. Управление осуществляется по двум переменным: высоте  $H$  (рисунок 1) и скорости изменения высоты  $dH/dt$  (рисунок 2).

Таблица 1. База правил

| $x_{вх1}$ \ $x_{вх2}$ | NB | NS | Z  | PS | PB |
|-----------------------|----|----|----|----|----|
| NS                    | PB | PM | PS | Z  | NS |
| Z                     | PM | PS | Z  | NS | NM |
| PS                    | PS | Z  | NS | NM | NB |

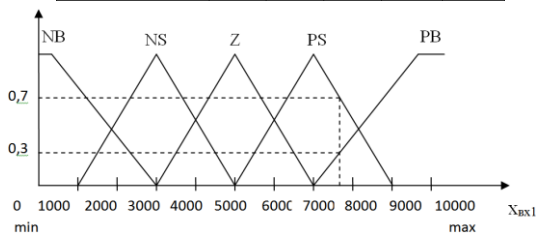


Рисунок 1. Входная переменная-высота полета метеозонда

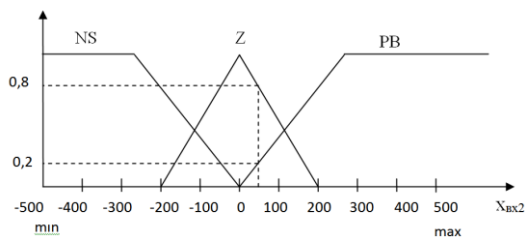


Рисунок 2. Входная переменная-скорость изменения высоты полета метеозонда

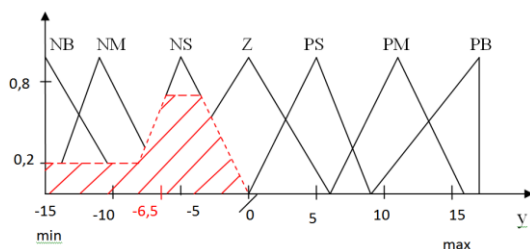


Рисунок 3. Выходная переменная-перемещение исполнительного элемента

- 1) Если PS(0,7)(рисунок 1) и Z(0,8) (рисунок 2), то NS(0,7) (рисунок 3)
- 2) Если PS(0,7)(рисунок 1) и PS(0,2)(рисунок 2),то NM(0,2)(рисунок 3)
- 3) Если PB(0,2)(рисунок 1) и Z(0,8)(рисунок 2), то NM(0,2)(рисунок 3)
- 4) Если PB(0,2)(рисунок 1) и PS(0,2)(рисунок 2),то NB(0,2)(рисунок 3)

Передача данных с метеозонда будет поступать с датчиков метеорологической информации с помощью радиопередатчика в автоматические режиме.

На модели видно, что при любых фактических изменениях высоты система управления вырабатывает управляющий сигнал, направленный на удержание заданной высоты, что и требуется в поставленной задаче.

#### Список литературы

1. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.: ил.

Е.И. ЯКОВЕНКО

Научный руководитель – Н.В. МАКСИМОВ, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФРАКТАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТА**

Построена и проверена гипотеза о фрактальности свойств текста. Для проверки гипотезы был проведён морфологический анализ словосочетаний документальных баз данных. На основе этого анализа была получена статистика конструкций словосочетаний, а также было подсчитано количественное значение признаков, возникающих у объекта при добавлении нового слова к уже готовой конструкции. Выведены формулы для нахождения размерности текста.

Фрактальность языка предполагает в нем наличие самоподобия и рекурсии [1]. В связи с этим была построена и экспериментально проверена гипотеза о фрактальной структуре текста.

Экспериментальная проверка заключалась в следующем:

- 1) был проведён морфологический анализ словосочетаний;
- 2) были изучены конструкции словосочетаний и принцип их построения;
- 3) были посчитаны количественные значения возникающих признаков объекта в зависимости от части речи добавленного слова, а также выведены математические формулы для нахождения размерностей словосочетаний.

Рассматриваются словосочетания, построенные на связи главного/зависимого слова со словами, являющимися следующими 5 частями речи: качественное прилагательное, относительное прилагательное, притяжательное прилагательное, причастие и существительное. Главное слово в словосочетании всегда существительное. На начальном уровне словосочетание состоит из двух слов, причём зависимые слова-все 5 рассматриваемых частей речи. Количество признаков объекта ( $N$ ), возникающих на каждом уровне словосочетаний (значение уровней словосочетаний соответствует количеству зависимых слов) находится в следующем интервале:  $0 \leq N \leq 3$ .

На втором уровне словосочетаний все слова, выраженные 5 рассматриваемыми частями речи, кроме существительного, конкретизируют образ объекта, то есть новое добавленное слово сочетается с предыдущим, а не самим объектом, выраженным именем существительным. На следующих уровнях не все ново-добавленные слова сочетаются с предыдущими

и конкретизируют образ объекта – количество признаков в некоторых случаях  $N=0$ .

Так как не всегда при добавлении части речи появляются новые признаки всего объекта в целом, то были выведены 2 формулы для нахождения размерности текста на каждом уровне. За основу данных формул взята формула связи размерности с мерой и длиной (её частный случай – фрактальная размерность Минковского) –  $M = L^D$ , где  $M$  – мера,  $L$  – размер,  $D$  – размерность.

$$1) D = \frac{\ln N}{\ln(\frac{1}{k_1})}, \text{ где } N - \text{ количество словосочетаний, в которых при до-}$$

бавлении новых частей речи появляются признаки у всего объекта (образа) в целом;  $k_1$  – дробная размерность таких словосочетаний.

$$0 \leq N \leq 3$$

$$2) D = \frac{\ln M}{\ln(\frac{1}{k_2})}, \text{ где } M - \text{ количество словосочетаний, в которых при до-}$$

бавлении новых частей речи (т.е. при расширении словосочетания) не появляются признаки у всего объекта в целом, признаки появляются только у отдельного объекта;  $k_2$  – дробная размерность таких словосочетаний.

Так как в работе рассматривается добавление 5 частей речи, то  $k_2=1/5$ .

$$M=5-N, \text{ следовательно, } 2 \leq M \leq 5.$$

Итоговое значение размерности - среднее значение всех фрактальных размерностей, т.е.  $D = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$ .

На основе проделанного исследования можно сделать вывод о том, что гипотеза о фрактальной структуре текста верна, и применение математической формулы для нахождения фрактальной размерности применима к размерности текста естественного языка.

#### *Список литературы*

1. Кретов А.А., Фрактальность в русском языке. // url: <http://www.tipl-vrn.ru...vrn...publication/fractality...russian...>



И.В. ОЖЕРЕД

Научный руководитель – А.А. МАЛЮК, к.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

В докладе рассматривается реализация дистанционного способа обучения с использованием технологии облачных вычислений. Описываются актуальные вопросы информационной безопасности, возникающие при использовании таких технологий.

Всеобъемлющий рост информационного пространства сопровождается появлением в информационно-телекоммуникационной сети подложных ресурсов с целью деструктивного воздействия на интересы личности, общества и государства. Параллельно с этим в сети «Интернет» растет количество злоумышленников, стремящихся получить какую-либо выгоду, в том числе, носящую материальный характер, за счет недостаточной компетенции пользователей в информационной сфере.

В связи с этим, широкое использование дистанционного обучения как важнейшей компоненты складывающейся системы открытого образования позволяет не только повысить уровень грамотности в информационной сфере посредством создания и реализации индивидуальной траектории, но и организовать общение с ведущими преподавателями и учеными.

Реализация дистанционного обучения с применением технологии облачных вычислений позволяет не только сократить финансовые затраты, но и существенно повысить качество предоставляемой услуги, за счет перераспределения усилий участников [1].

В данном случае наиболее выгодным вариантом развертывания является гибридная модель развертывания облачных сервисов, позволяющая перемещать данные или приложения между частными и публичными моделями.

Частная модель развертывания позволяет сохранить имеющиеся на сегодняшний день внутренние порталы учебных заведений для собственных нужд без кардинального изменения содержательного наполнения. При



этом она будет полностью удовлетворять внутренним потребностям организации, и позволит сохранить приватность доступа к конфиденциальным данным для соответствующих пользователей.

В силу открытого характера образовательной среды, первостепенное значение для обеспечения информационной безопасности имеют доступность и целостность информации, циркулирующей в облачной среде.

Определение и категоризация рисков информационной безопасности необходима в случае использования облачной среды для дистанционного предоставления образовательных услуг. Облачные сервисы представляют собой средство для хранения информации, к которой на сегодняшний день можно получить доступ с любого мобильного устройства. Однако? важным преимуществом облачных сервисов является возможность совершать обмен и взаимодействие с виртуальной образовательной средой. В связи с этим, сравнительный анализ рисков должен учитывать не только риски хранения, но и передачи информации.

Кроме этого, применяемый в процессе построения гибридной облачной среды подход к безопасности предусматривает проработку возникающих различного рода вопросов и создает предпосылки для появления унифицированной модели защиты в облачной среде.

#### *Список литературы*

1. Малюк А.А., Ожеред И.В. Перспективы развития «облачных» технологий. Информационная безопасность и защита персональных данных в «облачной» среде // Вестник Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», 2013. № 1. С. 120-124.

С.В. ПОНОМАРЁВ

Научный руководитель – А.П. ДУРАКОВСКИЙ, к.т.н., доцент  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОТ ИЗУЧЕНИЯ ИСХОДНОГО КОДА И УЯЗВИМОСТЕЙ**

На основе проведенного анализа существующих систем защит и их недостатков, программных средств изучения кода и поиска уязвимостей обосновывается необходимость в разработке новой модели системы защиты.

В настоящее время наиболее актуальной угрозой является наличие уязвимостей в программном обеспечении и системах защиты. Одной из причин является то, что разработчик при проектировании не уделяет должное внимание защите от модификации, уничтожения и блокирования программного кода. Выполнение этой задачи ложится на системы защиты, которые, как правило, внедряют свои уникальные механизмы защиты в программный код и, тем самым, повышают устойчивость к взлому программного обеспечения. Однако интеграция механизмов защиты должна осуществляться на этапе тестирования программного обеспечения, так как может возникнуть несовместимость этих компонентов, что в результате приведет к их неработоспособности или возникновению уязвимостей.

Наличие уязвимостей позволяет злоумышленнику разработать эксплойт, который позволит нейтрализовать или обойти систему защиты и получить несанкционированный доступ к данным. Причем, информацию о наличии уязвимостей программного обеспечения, злоумышленник может получить как из открытых источников, так и в результате собственного исследования. Для детального изучения программного обеспечения применяются специальные программные средства, такие как отладчики, дизассемблеры, шестнадцатеричные редакторы и другие [1]. Стоит отметить, что используемые системы для защиты программного обеспечения сильно затрудняют исследование кода программными средствами, а в некоторых случаях и полностью нейтрализуют их. В результате, разработчик может успеть обнаружить уязвимости и устранить их раньше, чем злоумышленник ими воспользуется.

Существует еще один тип специальных программных средств, используемый для тестирования программного обеспечения на наличие недостатков, называемый фаззер [2,3,4]. Одним из его главных преимуществ

является то, что системы защиты никак не реагируют на него и не препятствуют его работе. Это связано с тем, что фаззер тестирует программу, подавая на вход невалидные, непредусмотренные или случайные данные[3,4], а затем отслеживает и производит запись в лог файл информацию, о возникающих ошибках. Другими словами, не вмешивается во внутреннюю структуру программы, как это делают, например, отладчики. Стоит отметить, что для разработки методики тестирования необходимы сведения о внутреннем устройстве программного обеспечения[2], а для этого применяются программные средства для изучения кода. Хотя не исключается возможность применения фаззера с методикой тестирования похожего программного обеспечения, в котором не применялись механизмы защиты, и код которых был полностью изучен.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что система защиты программного кода от изучения, модификации, блокирования и уничтожения, является главным компонентом, так как препятствуют получению злоумышленником сведений о внутренней структуре программе, о логике ее работы и другие. Данная информация является ключевой, так как на ее основе возможен поиск уязвимостей, разработка эксплойта и методик тестирования, нейтрализация или обход встроенных механизмов защиты, что повышает надежность используемого программного обеспечения. Модели существующих систем разрабатывались для противодействия специальным программным средствам, и не учитывали собственных механизмов защиты, наличие и устранение уязвимостей. Поэтому необходима разработка новой модели систем защиты, которая будет более гибкой, в плане ее совершенствования, так как стремительное развитие информационных технологий открывает новые угрозы. Кроме того, она должна интегрироваться и обеспечивать полную совместимость с программным обеспечением, так это позволит избежать появлению новых уязвимостей и снижению эффективности защиты.

#### *Список литературы*

1. Крис Касперски, Ева Рокко. Искусство дизассемблирования.// БХВ-Петербург, 2008.
2. Автоматическое тестирование программ. Электронный ресурс. [habrahabr.ru/post/128503](http://habrahabr.ru/post/128503)
3. Саттон Майкл Дж.Д., Грин А., Амини П. Fuzzing: исследование уязвимостей методом грубой силы. // Символ-плюс, 2009. С.560
4. G. Balakrishnan, T. Reps, D. Melski, T. Teitelbaum WYSINWYX: What You See Is Not What You Execute. Электронный ресурс. <http://research.cs.wisc.edu/wpis/papers/wysinwyx05.pdf>

Е.А. ШАХОВ, И.С. ТЕРЕХОВ

Научный руководитель – А.А. МЕЩЕРЯКОВ, аспирант  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ВИРТУАЛИЗАЦИИ**

На основе проведенного анализа существующих средств обеспечения безопасности инфраструктуры виртуализации и их недостатков, программных средств функционального тестирования обосновывается необходимость в разработке автоматических тестов данных средств защиты.

В настоящее время технологии виртуализации получили широкое распространение. Они обладают целым рядом преимуществ: простота развертывания новых серверов и рабочих станций, возможность выполнения антивирусной проверки и резервного копирования в выключенном состоянии, распределение ресурсов. Однако неизбежно появляются уязвимости, характерные для новой инфраструктуры.

Это обусловлено появлением новых компонентов: гипервизор, средства управления виртуальной средой. Это ключевые компоненты, обеспечивающие возможность одновременной работы нескольких операционных систем: их изоляцию друг от друга, распределение ресурсов между ними и т.д. Так как гипервизор имеет доступ ко всем компонентам виртуальной среды, получение контроля над ним даёт неограниченный доступ ко всей среде. Эти проблемы могут быть решены при помощи средств обеспечения доверенной загрузки. Модуль доверенной загрузки подтверждает, что основные системные файлы являются оригинальными. Это исключает возможность запуска и использования компонентов, модифицированных злоумышленником. Однако, при внедрении данного компонента защиты, могут быть созданы определённые препятствия для целевых пользователей. С другой стороны, система защиты может не реагировать на некоторые типы атак. Из этого следует необходимость соответствующих проверок, которые должны проводиться регулярно и при любом изменении параметров компонентов защиты. Выполнение их вручную на большом числе машин требует значительных затрат. Решить эту проблему можно с помощью автоматических тестов – небольших сценариев, эмулирующих действия пользователя или злоумышленника.

Наиболее удобным средством разработки и выполнения автоматических тестов является IBM Rational Functional Tester. Тестовые сценарии для него представляют собой скрипты, написанные на языке Java. Запуск тестов возможен по расписанию, при наступлении некоторого события или вручную. При выполнении тестов от пользователя не требуется никаких дополнительных действий. В случае получения ожидаемого результата, тест считается пройденным успешно, а программа планирует следующее выполнение согласно расписанию. В случае получения результатов, отличных от ожидаемых, тест считается не пройденным, а программа сообщает администратору об обнаруженных проблемах. При разработке автоматических тестов важно учитывать их специфику для конкретной задачи. В данном случае необходимо проверять наборы действий как со стороны пользователя, так и со стороны злоумышленника. Удобнее всего это реализуется путем запуска одних и тех же тестовых сценариев с различными параметрами. Любой тестовый сценарий складывается из нескольких элементарных действий. Так, для изменения DNS-сервера на виртуальной машине необходимо подключиться к требуемой машине, авторизоваться в системе, выполнить изменения и сохранить их. Корректным завершением тестового сценария является результат, при котором пользователям с достаточными правами всегда удастся изменить адрес DNS, а в остальных случаях изменение выполнено не будет. На данный момент было разработано 16 наборов автоматических тестов, среди которых – идентификация и авторизация пользователя, управление ролями и правами, администрирование виртуальных машин, изменение их настроек, управление питанием и др.

Исходя из изложенного, можно сделать вывод, что разработка автоматических тестов является неотъемлемой частью внедрения системы защиты. Отсутствие проверки работоспособности, а также подтверждения корректности работы в определенных ситуациях может привести к затруднению работы конечных пользователей с системой, а также к снижению эффективности.

#### *Список литературы*

1. Официальная документация VMware. Электронный ресурс: <http://www.vmware.com/ru/support/support-resources/pubs>
2. Винниченко И.В. Автоматизация процессов тестирования // Питер, 2005. С.203
3. Проблема выбора средств защиты информации для виртуализированных инфраструктур. Электронный ресурс: [http://www.risspa.ru/sites/g/files/g771341/f/files/RISSPA\\_Проблема%20выбора%20СЗИ%20для%20виртуализированных%20инфраструктур.pdf](http://www.risspa.ru/sites/g/files/g771341/f/files/RISSPA_Проблема%20выбора%20СЗИ%20для%20виртуализированных%20инфраструктур.pdf)

А.И. ДАВЫДЕНКО

Научный руководитель – Е.В. МАТРОСОВА, к.э.н.  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПОДХОД К АНАЛИЗУ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

В рамках реализации программы повышения качества обработки и защиты информации возникла необходимость разработки новых подходов и моделей оценки безопасности информационных систем лечебно-организаций или адаптации к специфике деятельности существующих методов управления.

Неотъемлемой составляющей процесса управления рисками информационной безопасности является оценка риска. В оценку риска может входить оценка затрат, требований законодательства, социальных, экономических и экологических аспектов, проблем заинтересованных лиц, приоритетов и других факторов. На основе результатов оценки риска информационной безопасности лица, принимающие решения, могут разработать и реализовать соответствующие управленческие мероприятия по установке приоритетов в управлении рисками и требований к информационной безопасности. После определения требований и оценки рисков для идентифицированных информационных активов должны быть выбраны и реализованы необходимые меры и средства контроля и управления для уменьшения рисков до уровня, приемлемого для организации.

При анализе требований для защиты информационных активов и применения соответствующих средств управления для обеспечения необходимой защиты этих информационных активов необходимо использовать основные принципы, способствующие успешной работы системы информационной безопасности:

- понимание необходимости системы информационной безопасности;
- назначение ответственных лиц и определение меры ответственности за информационную безопасность;
- выявление наличия личных интересов при определении административных обязанностей;
- возрастание социальных ценностей;
- оценка риска, определяющая соответствующие меры и средства контроля и управления для достижения допустимых уровней риска;

- безопасность как неотъемлемый существенный элемент информационных сетей и систем;
- активное предупреждение и выявление инцидентов информационной безопасности;
- обеспечение комплексного подхода к менеджменту информационной безопасности;
- непрерывная переоценка и соответствующая модификация системы информационной безопасности.

После сбора первичной информации о рисках необходимо провести их группировку. Одним из возможных признаков группировки может быть выбрана степень проявления и степени значимости рисков (табл.1.) [1].

Таблица 1. Группировка рисков

| Раздел             | Показатель  |
|--------------------|---|
| Степень проявления | 0 – риск рассматривается как несущественный                 |
|                    | 25 – риск, скорее всего, не реализуется                     |
|                    | 50 – риск имеет равные шансы проявления или неосуществления |
|                    | 75 – риск, скорее всего, проявится                          |
|                    | 100 – риск проявится наверняка                              |
| Степени значимости | Низкий риск   |
|                    | Умеренный риск  |
|                    | Высокий риск  |

Обязательным этапом анализа является определение весовых коэффициентов показателей внутри каждого профиля. Для этого может быть использован метод анализа иерархий Томаса Саати (МАИ), который представляет собой математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решения. [2] В рамках данного метода проводится построение иерархической структуры показателей, обработка собранных данных и расчет итоговых весовых значений показателей риска.

В результате проведенных аналитических работ каждый риск приобретает весовой коэффициент, который характеризует его место в общей иерархии рисков, а также для принятия корректных управленческих решений должна быть сформирована стоимостная оценка риска.

*Список литературы*

1. В.Н. Вяткин, И.В. Вяткин, В.А. Гамза, Ю.Ю. Екатеринославский, Дж. Дж. Хэмптон под ред. И. Юргенса. Риск-менеджмент: Учебник / М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2003 — 512 с. .
2. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1989. — 316 с.

А.А. АЛТУХОВ<sup>1, 2</sup>

Научный руководитель – В.А. КОНЯВСКИЙ<sup>1, 3</sup>, д.т.н., профессор

<sup>1</sup>Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

<sup>2</sup>Закрытое акционерное общество «ОКБ САПР», Москва

<sup>3</sup>Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт проблем вычислительной техники и информатизации», Москва

## **ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕТНЫМИ ДАННЫМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ АППАРАТНОГО МОДУЛЯ ДОВЕРЕННОЙ ЗАГРУЗКИ НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОДХОДА К АВТОРИЗАЦИИ И АУТЕНТИФИКАЦИИ**

Предлагается решение по оптимизации управления пользователями аппаратного модуля доверенной загрузки на основе изменения подхода к авторизации и аутентификации, учитывающего особенности централизованного управления модулями доверенной загрузки. Предложенный подход реализован в составе комплекса для Единой медицинской информационно-аналитической системы.

Проблема уделённого централизованного управления АМДЗ не является новой. На рынке существуют решения по удалённому и централизованному управлению АМДЗ. Однако для конкретной задачи решения могут быть не оптимальны, в этом случае необходимо создать новое решение, учитывающее особенности целевой информационной системы (ИС).

Единая медицинская информационно-аналитическая система (ЕМИАС) имеет ряд особенностей, которые необходимо учесть в процессе проектирования системы уделённого централизованного управления (СУЦУ) модулями доверенной загрузки.

Одно из основных требований к средствам вычислительной техники (СВТ) данной ИС – это отсутствие явной привязки пользователей к ним. Иными словами, любой пользователь должен иметь, возможность получить доступ на любом терминале или рабочей станции, входящей в состав информационной системы (ИС) в соответствии со своими правами.

В парадигму резидентного компонента безопасности (РКБ) [1. С. 208], а значит и в его возможные реализации, были заложены принципы «определённости пользователя» (иными словами был заведомо известен перечень пользователей, работающих с конкретным средством вычислительной техники (СВТ)) и принцип «самодостаточности» (предполагается, что РКБ обладает всей необходимой информацией для организации доверен-



ной вычислительной среды (ДВС) [2-3]). В связи с этим принципом АМДЗ работает с конечным списком пользователей.

СУЦУ для существующих АМДЗ имеют недостаток. Так как предполагается, что каждый РКБ должен иметь полную базу пользователей, то значит, администратор системы должны добавлять полную базу на все модули доверенной загрузки.

Для того чтобы избежать выше описанной трудности в АМДЗ был изменён подход к аутентификации и авторизации. Авторизация пользователя происходит на основании информации, которую он предоставляет на идентификаторе (смарт-карта или токен), а аутентификации происходит при помощи технологии основанной на электронной цифровой подписи, которая проверяет подлинность предоставляемых данных для авторизации.

Общая схема работы выглядит следующим образом.

У каждого пользователя есть аппаратный токен, который поддерживает две роли: администратора информационной безопасности (АИБ) и пользователя. АИБ формирует в соответствии со служебным положением пользователя данные, необходимые для авторизации (различные атрибуты доступа) и регистрации (данные, идентифицирующие пользователя), подписывает их на закрытом ключе удостоверяющего центра (УЦ) и затем сохраняет данные в аппаратно защищённую, доступную на чтение пользователю после ввода ПИН-кода память на токене. В защищённую память АМДЗ устанавливаются сертификаты открытых ключей УЦ. Пользователь запускается сеанс работы. Пользователю предлагается предъявить токен и ввести ПИН-код. После чего проверяется подпись атрибутов доступа и учётной информации. В случае если данные аутентичны, то набор полученных атрибутов используется для авторизации пользователя.

Одним из плюсов является возможность использования уже существующей инфраструктуры открытых ключей, что упрощает интеграцию СУЦУ и не усложняет ИС дополнительными компонентами.

#### *Список литературы*

1. Конаевский В. А. Управление защитой информации на базе СЗИ НСД «Аккорд». М.: «Радио и связь», 1999. – 325 с.
2. Конаевский В. А. Методы и аппаратные средства защиты информационных технологий электронного документооборота. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. М., 2005.
3. Способ защиты от несанкционированного доступа к информации, хранимой на персональной ЭВМ. Патент на изобретение № 2475823. 20.02.2013, бюл. № 5.

Д.М. САТ

Научные руководители – К.С. ЗАЙЦЕВ, д.т.н., доцент

Г.О. КРЫЛОВ, д.ф.-м.н., к.юр.н., профессор

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫХ ЗЛОУПОТРЕБЛЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИПТОВАЛЮТ**

В работе рассмотрена схема отмывания денежных средств и финансирования терроризма с использованием криптовалют на примере транзакций наиболее известной валюты bitcoin, также предложен подход для выявления «прачечных» криптовалют

Одним из новых вызовов нашего времени явилось практическое внедрение внесударственных криптовалют, и, соответственно, способов отмывания денег с использованием этих валют.

Анализ схем отмывания денег с помощью криптовалюты bitcoin. Необходимо сформировать функцию, результатом выполнения которой будет вероятностная оценка причастностей транзакции к деятельности ОД/ФТ:

- Допускается гипотеза о компактности изучаемого множества;
- Рассматриваются транзакции криптовалюты bitcoin;
- Исследуется база данных транзакций на момент проведения исследования;
- Отнесение к транзакциям ОД/ФТ образует полную группу событий.

В процессе исследования осуществлялся поиск и сбор данных о транзакциях криптовалюты bitcoin. Для хранения и обработки была спроектирована и реализована реляционная база данных. Для формирования признакового пространства были формализованы и автоматизированы признаки подозрительности операций в типологиях отмывания денег с использованием классической банковской системы и статьи по анализу транзакций криптовалют из отчётов ФАТФ. На основании нее были применены методы анализа данных, в частности методы кластерного анализа и метод главных компонент. В результате были выявлены подозрительные операции с использованием «прачечных». Применяя алгоритмы выявления подозрительных финансовых операций, были определены признаки транзакций, использованных для отмывания. Результаты исследо-

вания позволяют разработать инструменты, с помощью которых можно вести мониторинг подозрительных транзакций.

В работе использовано следующее программное обеспечение:

- Полученная база транзакций bitcoin была загружена в SQL Developer Oracle.
- После загрузки данные были отфильтрованы с помощью выявленных признаков финансовых злоупотреблений
- Расчёт признакового пространства был произведён с использованием IBM i2 Analyst's Notebook.
- В программе IBM i2 Analyst's Notebook был проведен детальный визуальный анализ транзакций и провели анализ полученных результатов.

Согласно данной работе, была выдвинута и верифицирована на основании полученных результатов анализа гипотеза о существовании признаков идентификации отмыывания денежных средств с использованием криптовалют, формализованы в признаковое пространство свойства транзакций связанных с отмыыванием денежных средств и финансированием терроризма и экстремизма.

При реализации данного проекта было принято решение апробировать аналоги методов анализ данных с целью поиска оптимального по результативности и ресурсоёмкости алгоритма. А так же целесообразно расширить признаковое пространство за счёт производных признаков, базирующихся на активности кошельков.

#### *Список литературы*

1. Биткойн, информационный сайт. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bitcoin.org/ru/faq#what-is-bitcoin>
2. ОТЧЁТ ФАТФ, Ключевые определения и потенциальные риски в сфере ПОД/ФТ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.eurasiangroup.org/files/FATF\\_docs/Virtualnye\\_valyuty\\_FATF\\_2014.pdf](http://www.eurasiangroup.org/files/FATF_docs/Virtualnye_valyuty_FATF_2014.pdf)
3. Власов А.В. Электронные деньги и эволюционная теория происхождения денег / Власов А.В. // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. – 2012. - №12. – С. 17.
4. Информация «Об использовании при совершении сделок «виртуальных валют», в частности, Биткойн» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.cbr.ru/press/pr.aspx?file=27012014\\_1825052.htm](http://www.cbr.ru/press/pr.aspx?file=27012014_1825052.htm)
5. Феномен криптовалюты Биткойн как способа расчетов и заработка. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://prostoinvesticii.com/o-dengakh/fenomen-kriptovalyuty-bitkoin-kak-sposoba-raschetov-i-zarabotka.html>
6. Базовое пособие по выявлению и расследованию отмыывания преступных доходов, совершенного посредством виртуальных валют. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.imolin.org/pdf/UNODC\\_VirtualCurrencies\\_final-\\_RU\\_Print.pdf](https://www.imolin.org/pdf/UNODC_VirtualCurrencies_final-_RU_Print.pdf)

7. История bitcoin и причины нестабильности валюты. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vestifinance.ru/articles/40536>
8. Краткая сводка: Цифровая «прачечная» по отмыванию денег, анализ виртуальных валют и их использования в киберпреступности. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mcafee.com/ru/resources/white-papers/wp-digital-laundry.pdf>
9. Brian David Schwartz, Deficiencies in regulations for anti-money laundering in a cyber-laundering age including COMET: Central Online AML Merchant Enforcement Tool [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://vk.com/doc48275126\\_430791464?hash=35daaa278c89bc5bb4&dl=e0941eff3c44fc475e](http://vk.com/doc48275126_430791464?hash=35daaa278c89bc5bb4&dl=e0941eff3c44fc475e)
10. Leanne Stuhlmiller, MITIGATING VIRTUAL MONEY LAUNDERING: AN ANALYSIS OF VIRTUAL WORLDS AND VIRTUAL CURRENCIES. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://vk.com/doc48275126\\_430786614?hash=e8d70c78e588ad65dc&dl=34461d792a339c223f](http://vk.com/doc48275126_430786614?hash=e8d70c78e588ad65dc&dl=34461d792a339c223f)
11. Meiklejohn, S., Pomarole, M., Jordan, G., Levchenko, K., McCoy, D., Voelker, G. M., & Savage, S. (2013, October). A fistful of bitcoins: characterizing payments among men with no names. In Proceedings of the 2013 conference on Internet measurement conference (pp. 127-140). ACM.
12. Ober, M., Katzenbeisser, S., & Hamacher, K. (2013). Structure and anonymity of the bitcoin transaction graph. *Future internet*, 5(2), 237-250.
13. Kondor, D., Pósfai, M., Csabai, I., & Vattay, G. (2014). Do the rich get richer? An empirical analysis of the Bitcoin transaction network. *PloS one*, 9(2), e86197.
14. Moser, M., Bohme, R., & Breuker, D. (2013, September). An inquiry into money laundering tools in the Bitcoin ecosystem. In *eCrime Researchers Summit (eCRS)*, 2013 (pp. 1-14). IEEE.
15. Ron, D., & Shamir, A. (2014). How Did Dread Pirate Roberts Acquire and Protect His Bitcoin Wealth?. In *Financial Cryptography and Data Security* (pp. 3-15). Springer Berlin Heidelberg.
16. Fleder, M., Kester, M. S., & Pillai, S. (2014). Bitcoin Transaction Graph Analysis. HYPERLINK "<http://people.csail.mit.edu/spillai/data/papers/bitcoin-transaction-graph-analysis.pdf>" <http://people.csail.mit.edu/spillai/data/papers/bitcoin-transaction-graph-analysis.pdf>
17. Möser, M., Böhme, R., & Breuker, D. (2014). Towards Risk Scoring of Bitcoin Transactions. In *Financial Cryptography and Data Security* (pp. 16-32). Springer Berlin Heidelberg. Baumann, A., & Lischke, B. F. M. Exploring the Bitcoin Network.

С.А. ОВЧИННИКОВ

Научные руководители – Ш.У. НИЗАМЕТДИНОВ, к.т.н.

А.П. ПАХОМОВ, ст. преподаватель

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБМЕНА ИНФОРМАЦИИ ПРИ СВЕРКЕ СПИСКОВ ПОДОЗРИТЕЛЬНЫХ ЛИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТОКОЛОВ ZERO KNOWLEDGE PROOF**

Была построена и реализована модель обмена информации при сверке списков подозрительных лиц с использованием протоколов Zero Knowledge Proof (доказательство с нулевым разглашением)

Согласно приказу Федеральной службы по финансовому мониторингу от 23 декабря 2014 г. № 349 "Об утверждении Положения о направлении Федеральной службой по финансовому мониторингу в кредитные организации запросов о представлении информации об операциях клиентов, о бенефициарных владельцах клиентов и информации о движении средств по счетам (вкладам) клиентов, а также информации, необходимой для выполнения обязательств по соответствующим международным договорам Российской Федерации, в электронной форме" Федеральная служба по финансовому мониторингу должна передать банку данные тех лиц, которые подозреваются в ОД/ФТ. Возникает серьёзная проблема, может оказаться так, что среди подотчётных организаций имеются лица, которые получив запрос по конкретным персонам могут скомпрометировать информацию, предупредив подозреваемого, это значит все подозреваемые и их сообщники будут предупреждены и скорее всего примут меры по противодействию компетентным органам.

Данная работа предлагает решение этой проблемы с помощью внедрения протокола на основании криптостойких алгоритмов обеспечивающих анонимное сопоставление персональных (идентификационных) данных лиц подозреваемых в отмывании денег и/или финансировании терроризма со списком клиентов каждого подопечного лица(банка) без разглашения самих персональных(идентификационных) данных.

Для этого предлагается использовать протоколы семейства Zero Knowledge Proof обеспечивающие процесс сверки списков следующими свойствами: ни одна из сторон, участвующая в процессе сверки, не смо-

жет обмануть другую сторону, высокой стойкостью основанной на вычислении дискретного логарифма и факторизации больших чисел.

Первым шагом для анонимной и достоверной сверки списков клиентов банка и списка подозреваемых лиц, является сверка списка подозреваемых, со списком всех клиентов, без разглашения этих данных. Результатом этого процесса будет таблица вероятностей нахождения конкретного лица в конкретном подопечном лице (банке). Соответственно после того, как получена таблица можно смело отправлять запрос в конкретный банк с уже управляемой уверенностью, что подозреваемый действительно является клиентом данного банка.

Криптостойкость алгоритма доказана в работах и в процессе сертификации, актуальность данной задачи обусловлена аналогичными исследованиями, которые ведутся в FIU.net и IBM Anonymous Resolution.

Спроектирована модель для обмена данными с использованием протокола для двух клиентов. Спроектированная модель разработана и апробирована на двух компьютерах.

Главная задача, которая рассматривалась в данной работе это проектирование и моделирование архитектуры системы для обмена данными более чем с 2-мя клиентами. Разработанная модель также исследована на предметы выявления проблем с ресурсоёмкостью.

В дальнейшем, разработанную модель предлагается использовать для решения задач Федеральной службы по финансовому мониторингу.

#### *Список литературы*

1. Goldreich O., Oren Y. Definitions and properties of zero-knowledge proof systems //Journal of Cryptology. – 1994. – Т. 7. – №. 1. – С. 1-32.
2. Федеральный закон от 25.07.2002 N 115-ФЗ
3. Peng K., Boyd C., Dawson E. Batch zero-knowledge proof and verification and its applications //ACM Transactions on Information and System Security (TISSEC). – 2007. – Т. 10. – №. 2. – С. 6.

А.А. МАКСУТОВ

Научный руководитель – М.А. ИВАНОВ, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**

Рассмотрен пример реализации протокола взаимодействия «умных» вещей с целью минимизации ресурсных затрат при разработке устройств и создания комплексного подхода к решению задачи обеспечения информационной безопасности при использовании Интернета вещей.

В настоящее время набирает популярность такая научная концепция, как Интернет Вещей (ИВ). В рамках её развития в обиход появляется всё больше предметов, которые могут взаимодействовать друг с другом через сеть Интернет. Однако, на данный момент взаимодействие это носит примитивный характер и практически всегда требует дополнительных действий со стороны человека для корректной работы. Причиной этому становится уязвимость средств управления устройствами для потенциального злоумышленника: подавляющее большинство «умных» устройств спроектировано без учета требований к защите от несанкционированного доступа[1].

Это произошло в результате того, что на данном этапе развития ИВ представляет собой набор слабо связанных между собой или изолированных друг от друга сетей, взаимодействие между которыми происходит через единый интерфейс(пример: бортовой компьютер авто с его диагностическим портом) и полностью управляется человеком. При таком подходе проблема уязвимости отдельных элементов сетей не стояла остро ввиду отсутствия доступа к ним. Однако с развитием концепции ИВ появились потребности в использовании «умных» устройств в различных средах информации (в том числе и в пользовательских сетях Wi-Fi) и автоматизации их взаимодействия без участия человека.

Существует множество подходов к решению задач, связанных с обеспечением информационной безопасности. Однако, используемые в современных сетях подходы обеспечивают конфиденциальность и целостность переданных данных, но не имеют инструментов для обнаружения активности со стороны потенциального злоумышленника. Использование полноценных систем обнаружения вторжений полностью решает эту пробле-

му, но является избыточным и ресурсоёмким для использования в частных локальных сетях.

Для решения задачи обнаружения вредоносной активности в рамках интрасети между устройствами построенных по концепции ИВ был предложен протокол взаимодействия, работающий на сетях с ячеистой топологией (mesh-сети).

В рамках протокола выделено 2 сущности: узел и корень, который также является узлом сети (корневой узел). Под вредоносной активностью подразумевается попытка реализации атаки посредника человеком, не обладающего какими-либо правами доступа в сети. Предполагается, что злоумышленник обладает оборудованием, которое может перекрыть сигнал пользовательской беспроводной сети.

Каждый узел (устройство внутри интрасети) имеет список всех узлов и сертификат для идентификации узла[2]. Генерация сертификата выполняется удостоверяющим центром, роль которого выполняет корневой узел. Загрузка сертификата в устройство выполняется администратором сети.

Корневой узел с определенной периодичностью рассылает каждому узлу сети сообщение, содержащее зашифрованное на сеансовом ключе значение внутреннего счётчика, построенного на РСЛОС, и список узлов сети и ожидает сообщение с инкрементом отправленного значения счётчика, зашифрованного на том же ключе, и обновленный список узлов сети в том случае, если один из узлов изменил своё состояние. При получении сообщения несоответствующего содержания узел, отправивший сообщение помечается, как потенциально опасный элемент сети. При отсутствии ответа узел помечается, как отключенный от сети. Полученные значения счётчика может использоваться для защиты информации при обмене информацией между узлами сети для определения состояния узлов.

Таким образом, предложенный протокол позволяет защитить сетевое взаимодействие от атак типа атака посредника и усложняет задачу подбора пароля.

#### *Список литературы*

1. Hewlett-Packard Development Company. 70 percent of Internet of Things devices vulnerable to attack. //HP Study Reveals-2014: <http://www8.hp.com/us/en/hp-news/press-release.html?id=1744676>.
2. D. Cooper, S. Santesson, S. Farrell, S. Boeyen, R. Housley, W. Polk. Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and Certificate Revocation List (CRL) Profile // Network Working Group-2008: <https://tools.ietf.org/html/rfc5280>.



В.В. МОРЯШОВА

Научный руководитель – И.Ф. ДУША

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРОБЛЕМА ВЕРИФИКАЦИИ УЯЗВИМОСТЕЙ, ОБНАРУЖИВАЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЧЕСКИХ СКАНЕРОВ**

За основу изучения был взят набор конкретных веб уязвимостей и спроектирована программа, позволяющая для каждого типа уязвимостей реализовывать безопасную эксплуатацию для получения в дальнейшем статистических данных.

В целях исследования возможных вариантов решения проблемы по улучшению качества используемых сервисов, подверженных возможности атаки многочисленными веб уязвимостями, было разработано автономное программное обеспечение для обнаружения и эксплуатации этих уязвимостей на основе отчетов со сканера уязвимостей “Acunetix”.

Задача автоматических сканеров – обнаружение уязвимостей на основе эвристических алгоритмов, несовершенство которых приводит к наличию ошибок в отчетах. В связи с этим, был предложен способ для уменьшения этих ошибок, основанный на верификации обнаруженных уязвимостей. Так, для уязвимостей, полученных с отчетов сканера проводилась безопасная эксплуатация при конкретно заданных параметрах. Была проанализирована сложность проведения атаки на веб сервис, в результате чего рассмотрены возможные варианты предотвращения появления потенциальных ошибок сканеров. В зависимости от типа и сложности уязвимости можно провести атаку на веб сервис без нанесения вреда, в то время как при использовании сканеров есть вероятность нанесения ущерба сервису.

Посредством разработанного программного комплекса были сформированы статистические данные, демонстрирующие возможность проверки ошибок, возникающих при использовании сканеров уязвимостей, а также сформулированы предложения по предотвращению отрицательного воздействия сканера на обрабатываемый сервис.

### *Список литературы*

1. Косачев А.С., Пономаренко В.Н. Анализ подходов к верификации функций безопасности и мобильности. URL: [http://www.ispras.ru/preprints/docs/rep\\_15\\_2006.pdf](http://www.ispras.ru/preprints/docs/rep_15_2006.pdf)
2. Лепихин В.Б., Гордейчик С.В. Использование сканеров безопасности в процессе тестирования сети на устойчивость к взлому. // Учебный центр "Информзащита", М.:2005, Ч.1, С. 8-9.



Е.В. ЗАРИПОВА

Научный руководитель – А.Е. ОКРОПИШИН, к.т.н.  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД ПРИ СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКОМ РАЗБОРЕ ДОКУМЕНТОВ

Расширенная объектная модель документа рассматривается как способ решения задачи классификации и распознавания документов с точки зрения их логической структуры. Алгоритм автоматического распознавания логической структуры документа реализуется с помощью теории образов.

Все системы, предназначенные для анализа документальной информации, сталкиваются с проблемой импорта документов. Постоянно такие системы обрабатывают большие объемы данных, и ручная обработка таких данных не представляется возможной. В связи с чем возникает необходимость проведения автоматической обработки документов с целью обеспечения их эффективного хранения.

Реализовать механизм обработки документов, в зависимости от характеристических особенностей документов и их элементов позволяет представление модели документа как объекта, имеющего характерные для него свойства и поведение.

Расширенная объектная модель документа представляет собой следующую систему:

$$S_i = \{M_i, A_i, Z_i\},$$

где:

$M_i = \{M_i^{(0)}, M_i^{(1)}, \dots, M_i^{(s+1)}\}$  - множество объектов;

$A_i = \{A_i^{(0)}, A_i^{(1)}, \dots, A_i^{(s+1)}\}$  - множество свойств объектов;

$Z_i = \{Z_i^{(0)}, Z_i^{(1)}, \dots, Z_i^{(s+1)}\}$  - множество композиций объектов (закон композиции);

Под объектами  $M_i$  в нашем случае подразумеваются структурные составляющие документа. Каждый из них обладает набором признаков, которые являются набором свойств объектов  $A_i$ . Тогда множество композиций объектов  $Z_i$  - это и есть однозначный набор тех структурных составляющих, которые содержатся в документе каждого типа.

При решении задачи классификации структурных элементов документа в качестве элемента, который необходимо классифицировать, рассматривается абзац. Для каждого абзаца можно выделить те свойства, которые позволяют человеку соотнести абзац с определённым структурным элементом.

На основе этих свойств строятся вектора признаков для каждого элемента.  $x(\omega) : \Omega \rightarrow X$  - функция, ставящая в соответствие каждому объекту  $\omega$  точку  $x(\omega)$  в пространстве признаков. Для формирования решающего правила необходимо иметь обучающее множество элементов. То есть это некоторая индикаторная функция  $g(\omega) : \Omega \rightarrow M$ , где  $M = \{1, 2, \dots, m\}$ , которая разбивает множество абзацев  $\Omega$  на  $m$  непересекающихся классов  $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_m$ , характеризующих типы элементов, и существует решающее правило  $\hat{g}(x) : X \rightarrow M$ , который характеризует оценку для  $g(\omega)$  на основании  $x(\omega)$ , т.е.  $\hat{g}(x) = \hat{g}(x(\omega))$ .

На основе вышеописанного метода обработки документов был разработан алгоритм, позволяющий проводить автоматическое выделение и классификацию структурных элементов документов.

На текущий момент стоит задача дальнейшего обучения алгоритма, а также расширения пространства документов, их структурных элементов и соответствующих характеристических свойств.

#### *Список литературы*

1. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика : учеб. пособие / Большакова Е.И., Клышинский Э.С., Ландэ Д.В., Носков А.А., Пескова О.В., Ягунова Е.В. — М.: МИЭМ, 2011. — 272 с.
2. Вапник В.Н., Червоненкис А.Я. Теория распознавания образов (статистические проблемы обучения). — М: Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1974. — 416 с.

К.В. МОНАНКОВ

Научный руководитель – Н.В. МАКСИМОВ, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПРОГРАММНЫЙ КОМПОНЕНТ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ И СВЯЗЕЙ ДОКУМЕНТАЛЬНЫХ ПОТОКОВ**

Разработан программный компонент анализа динамики и связей документальных потоков, реализующий метод поиска взаимосвязей временных рядов потоков публикаций, основанный на приведении временного ряда к описательной форме, что позволяет проводить поиск похожих временных рядов не по параметрам и свойствам временного ряда, а по их символьным описаниям. Разработаны интерактивные визуально-аналитические средства манипулирования выборками документов, используемые для формирования анализируемых пространств, отражающих динамику отдельных научных направлений и аспектов.

Для науки представляют интерес методы анализа динамики публикационной активности, а также методы выявления сложившихся или потенциальных зависимостей направлений. В [1] предложен метод, позволяющий найти взаимозависимости между различными научными областями на основе представления временных рядов документальных потоков в виде символьных последовательностей, отражающих их «поведенческие» характеристики, что позволило использовать классические механизмы документального дескрипторного поиска «по вхождению».

В ходе решения задачи поиска взаимосвязей возникает проблема формирования документальных потоков для построения временных рядов, так как зачастую невозможно установить четкие границы между научными направлениями хотя бы из-за отсутствия формальных методов идентификации принадлежности к направлению публикаций, имеющих междисциплинарный характер. Наличие интерактивных визуально-аналитических средств манипулирования выборками документов позволит эксперту на основе личных знаний о предметной области сформировать множества действительно значимых документов, используя визуальные средства, не прибегая к составлению поисковых запросов.

Анализируемые множества документов представляют собой результаты поиска в базе данных по тематическим запросам, группируемые и идентифицируемые (именуемые) пользователем либо на этапе включения выборки в анализируемое пространство, либо непосредственно во время анализа. Для формирования документальных потоков в интерактивном режиме необходимо наличие интерфейсных решений, позволяющих про-

изводить в диалоговом режиме операции объединения и выборки подмножеств документов. Затем пользователь может построить интересные его временные ряды, произвести поиск взаимосвязей, возможно, применив дополнительные параметры: выделить в построенном системой дескриптивном описании действительно определяющие участки, изменить характер других участков (если ему известны соответствующие факты), выбрать степень обобщения и особенности соотнесения и т.д. Результаты анализа представляют собой не только визуализацию временных рядов, но сами являются инструментом поиска, так как, например, от точки распределения можно перейти к соответствующим документам и далее использовать метод поиска аналогов.

Разработан и включен в состав документальной информационно-аналитической системы xIRBIS [2] программный компонент анализа динамики и связей документальных потоков, реализующий описанную модель. Визуальный интерактивный интерфейс позволяет не только просматривать документы, но и анализировать группы документов, взаимосвязи между группами. С помощью интерфейсных элементов пользователь может предметно выбирать ту часть полученного результата поиска, которая его интересует, например, путем фиксации значений отдельных атрибутов, что сокращает размерность анализируемого пространства без потери значимой для пользователя информации. При поиске взаимосвязанных временных рядов пользователь может применять дополнительные параметры: производить поиск с разной степенью сглаживания, при необходимости маскировать дескриптивные описания временных рядов, таким образом регулируя степень обобщения. Также предусмотрена возможность задания произвольного дескриптивного описания с использованием синтаксиса регулярных выражений, для поиска временных рядов с похожим поведением.

Таким образом, появляется возможность выявления нового знания при анализе возможных зависимостей между соотношениями в различных предметных областях науки и техники.

#### *Список литературы*

1. Горбун Е.С., Максимов Н.В., Монанков К.В., Низаметдинов Ш.У. Модель и средства интерактивного анализа динамики и связей потоков публикаций научной информации. Научная визуализация, 2015, т. 7, № 5, с. 12-25.

Д.О. КАПУСТИН

Научный руководитель – А.Е. ОКРОПИШИН, к.т.н.

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва*

**АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ПОИСКОВОГО  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ  
ГЕТЕРОГЕННЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ**

Предлагается способ разбора и трансляции поисковых запросов для их корректной обработки в разнородных удаленных информационных ресурсах, с целью дальнейшего получения наиболее точных и полных результатов поиска по ним. Рассматривается подход к построению спецификации поисковых ресурсов, позволяющий автоматизировано осуществлять приведение исходных поисковых запросов к запросам на языках целевых ресурсов.

Существует множество программ, способных преобразовывать поисковые запросы, однако они не являются унифицированными, так как в основном предназначены для решения узкопрофильных задач. Таким образом, практическая цель данной исследовательской работы в конечном итоге – это создание унифицированного транслятора поисковых запросов, обеспечивающего наиболее точное и полное преобразование поисковых запросов на определенном языке в аналогичные запросы на языках различных ресурсов, по которым должен осуществляться поиск. Для решения поставленной задачи были применены алгоритмы разбора исходного поискового запроса в бинарное дерево [3], проанализированы различные поисковые системы и ресурсы, используемые ими языки запросов. На основе этого и моделей, приведенных в литературе [1,2], составлены алгоритмы, автоматизирующие преобразование запросов с учетом множества характеристик, описывающих целевые информационные ресурсы. Разработано программное средство, предназначенное для преобразования поисковых запросов в соответствии с синтаксисом языков целевых ресурсов.

*Список литературы*

1. Edgar Jasper - «Query Translation in Heterogeneous Database Environments» (School of Computer Science and Information Systems, Birkbeck College, University of London, 2001)
2. Jiang Fangjiao, Jia Linlin, Meng Xiaofeng - «Query Translation on the Fly in Deep Web Integration» (Renmin university of China, WUJNS Том 12 №5, 2007)
3. Jeffrey Elkner, Allen B. Downey, Chris Meyers - «How to think like a computer scientist: Learning with Python» (Green Tea Press Wellesley, Massachusetts, Quality Books, Inc., 2012)

А.А. ДРОЗДОВА

Научный руководитель – А.И. ГУСЕВА, д.т.н., профессор  
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

## **ПОСТРОЕНИЕ АДАПТИВНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧАЮЩЕГО КУРСА**

В ходе проведенной автором работы, была создана обобщенная модель построения электронного обучающего курса, ориентированная на максимально эффективное обучение. Выделен перечень результатов, на которые должно ориентироваться проводимое обучение. Данный перечень представлен в виде слоев, где каждый последующий включает в себя предыдущий. Рассмотрены свойства и критерии, которым должен соответствовать обучающий курс, а также проанализированы результаты от его внедрения.

В последние годы многие организации начали рассматривать расходы на обучение персонала как основные и необходимые, понимая, что именно высококвалифицированный персонал является ключевым звеном в конкурентной борьбе в современных рыночных условиях.

Несмотря на активное использование электронных обучающих технологий, на текущий момент имеется ряд проблем, препятствующих развитию данного направления. К общим проблемам можно отнести недостаточность нормативно-методического обеспечения, недостаточную организационно-управленческую и техническую поддержку процесса обучения, а также наличие нескольких автоматизированных систем обучения.

На основе всего вышесказанного автором предлагается следующая обобщенная модель построения электронных обучающих:

1. Электронный обучающий курс должен содержать элементы адаптивности.
2. Обучающий курс должен быть максимально ориентирован на самостоятельную работу обучающегося, а также обеспечивать его заинтересованность в процессе обучения.
3. Обучающий курс должен учитывать специфику обучения в профессиональной сфере.
4. В обучающий курс обязательно должны быть включены элементы активного обучения.
5. Компьютерные средства обучения должны содержать актуальный учебный материал и быть снабжены актуальной нормативной базой.

6. Средства обучения должны быть ориентированы на использование в Web-среде.

7. Обеспечение непрерывности и цикличности процесса обучения и тестирования.

8. Образовательная программа должна быть нацелена на решение профессиональных проблем обучающихся специалистов.

Учитывая изменение профессиональных навыков и умений как важнейший результат обучения, система повышения квалификации специалистов должна ориентироваться на более широкий перечень результатов, которые были бы адекватны вышеуказанным потребностям [2]. Этот перечень можно представить в виде уровней, где каждый последующий включает в себя предыдущий.

Первый уровень – базовые навыки, второй – профессиональные навыки, третий – межличностные навыки, четвертый – навыки обучения, пятый – личностные изменения.

9. В обучающий курс должен быть включен итоговый тест.

Реализация предложенной модели построения адаптивного обучающего электронного курса позволит обеспечить:

- четкую структуру курса и его упорядоченность;
- возможность организации индивидуального подхода к обучению специалиста, гибкость предоставления информации;
- многофункциональность обучающего курса;
- поэтапный самоконтроль обучения специалиста и контроль со стороны руководства;
- постоянную заинтересованность в обучении;
- возможность профессионального самосовершенствования без отрыва от производства.

#### *Список литературы*

1. Бизнес-образование: специфика, программы, технологии, организация / под общ. ред. С.Р. Филоновича. – М.: Издательский дом ГУ ВШЭ, 2004. – 690 с.
2. Гусева А.И., Дроздова А.А. Анализ применения электронных обучающих курсов в системе корпоративного обучения банковских сотрудников // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 11–4. – С. 845-851;
3. Дроздова А.А., Гусева А.И. Современные технологии дистанционного обучения в банковской сфере // *Современные проблемы науки и образования*. – 2014. – № 5.



## ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ СТАТЕЙ

### – А –

Аксенов А.В., 221  
Аксенов И.С., 170, 180  
Алексеева И.А., 58  
Алешина А.А., 61  
Алтухов А.А., 248  
Алюшин А.М., 36, 38, 40  
Антонова М.В., 59  
Асеев М.Д., 211  
Ашарина И.В., 174, 192, 213

### – Б –

Багрова Л.А., 168, 180  
Баженов Д.И., 206  
Байков Д.В., 150  
Баландина А.И., 19, 63, 105  
Башков А.А., 65  
Безверхний Е.В., 67  
Белкин В.Д., 69  
Бибиков К.Н., 71  
Бобков С.Г., 165  
Богданова А.А., 73  
Борисов А.В., 93  
Бочкарёв П.В., 75  
Бударагин Н.В., 54  
Бухаров В.А., 77  
Бушина К.С., 79, 178

### – В –

Васильев Н.П., 77, 81, 85, 99, 103,  
113, 117, 124, 137, 142, 152  
Васичкин Е.О., 25  
Вахитов А.А., 79  
Вишня А.С., 51

### – Г –

Гагарина Л.Г., 215  
Галактионов Ю.С., 223  
Гейдарова А.Н., 166  
Гетманов В.Г., 32, 44, 45, 46

Глухов В.В., 225  
Голицына О.Л., 217  
Головачев А.С., 81  
Голубчиков В.В., 17  
Гриднев А.А., 83  
Гриднева Е.А., 121  
Гусева А.И., 26, 56, 75, 87, 201, 205,  
264

### – Д –

Давыденко А.И., 246  
Дадтеев К.М., 234  
Дайлиденок И.Д., 195  
Даньшин В.В., 42, 229  
Дворянкин С.В., 38  
Дмитриев В.Т., 184, 193, 197, 209  
Донских А.И., 85  
Дроздова А.А., 56, 87, 264  
Дульский В.Ю., 166  
Дураковский А.П., 242  
Дуров Р.А., 160  
Душа И.Ф., 257

### – Е –

Егоров А.Д., 89, 109, 154

### – З –

Зайцев К.С., 250  
Зарипова Е.В., 258  
Захряпин С.О., 91, 111  
Звягина М.И., 93  
Зо Мин Кхайнг, 186  
Золотарев Н.А., 128  
Золотухина Е.Б., 79, 178, 199, 206

### – И –

Иванов Г.И., 45, 46  
Иванов М.А., 101, 123, 255

– Й –

Йе Мин Зо, 174, 192

– К –

Калинцев Д.С., 95  
Капустин Д.О., 262  
Кащеев А.А., 29, 164  
Киреев В.С., 17, 21  
Кириллов С.Н., 184, 193, 197, 209  
Кириченко Д.О., 28  
Кирпичев А.А., 232  
Киселев Ю.В., 203  
Климов В.В., 19, 63, 105  
Кожевников Д.Е., 23, 226  
Козырев А.А., 97  
Колмыков А.Ю., 99  
Колобова Я.С., 162  
Комаров Т.И., 101  
Кондаков А.А., 170, 172, 180  
Кононова М.В., 191  
Коняевский В.А., 248  
Корнилов А.С., 32  
Коротков А.Е., 34  
Короткова М.А., 91, 111, 156  
Корягин В.А., 103  
Косткина А.Д., 19, 63, 105  
Кошелев В.И., 29, 164  
Красникова И.В., 205  
Красникова С.А., 207  
Круглов К.Д., 174, 213  
Крыжановский К.А., 148  
Крылов Г.О., 250  
Крюкова А.В., 231  
Кубышин А.А., 180  
Кузнецов А.А., 107  
Кузнецов И.А., 201, 203, 221, 223  
Кулик С.Д., 168, 170, 172, 180

– Л –

Лазарев С.А., 197  
Лебедева А.В., 26, 51  
Левин А.И., 109  
Левин К.Э., 23  
Леонов П.Ю., 25

Леонова Н.М., 36, 52, 54, 59  
Лесников С.И., 229  
Любомудров А.А., 65

– М –

Максимов Н.В., 228, 238, 260  
Максutow А.А., 255  
Малова Ю.А., 236  
Малофеева А.В., 111  
Малюк А.А., 240  
Маник Д.В., 152  
Марасанов Л.О., 225  
Матросова Е.В., 232, 246  
Махновец Е.А., 207  
Мельник К.В., 226  
Мецераков А.А., 244  
Минаев В.Н., 113  
Минин П.Е., 109, 154  
Митрейкин И.П., 31  
Монаков К.В., 260  
Моряшова В.В., 257  
Мунин Д.А., 115  
Муслиенко О.Ю., 117  
Мякушко Э.В., 236  
Мялин М.А., 215

– Н –

Немешаев С.А., 67, 211, 234  
Немуров Е.В., 51  
Нестеров А.А., 192  
Нестеров А.П., 211  
Низаметдинов Ш.У., 253  
Никитин Л.Н., 160  
Никифоров А.Ю., 182  
Новикова О.Ю., 119, 141  
Новикова П.В., 214

– О –

Овчинников С.А., 253  
Ожеред И.В., 240  
Окропишин А.Е., 258, 262  
Островский Д.Н., 52

**- П -**

Пастушкова А.А., 42  
Пахомов А.П., 253  
Перевозчиков В.А., 119, 120  
Пономарёв С.В., 242  
Прокофьев А.О., 121  
Прохоров И.В., 136  
Пупыкина В.А., 180  
Пухаева М.А., 174  
Пуцаенко В.Р., 44

**- Р -**

Рапетов А.М., 123  
Редюк С.Ю., 34, 48  
Решетов В.Н., 162  
Ровнягин М.М., 61, 71, 95, 97, 107,  
124, 152  
Руданов М.В., 126  
Румянцев В.П., 219  
Румянцева М.В., 207  
Ряховская Ю.С., 128

**- С -**

Сапачёв И.Д., 152  
Сапунцов А.Л., 214  
Сасов К.С., 33  
Сат Д.М., 250  
Саттаров А.Б., 34, 48  
Сафонов И.В., 40, 144, 146, 176  
Седова О.М., 130  
Сергеев М.С., 207  
Скитева Л.И., 49  
Смирнов А.В., 165  
Смирнов А.С., 139  
Смирнова Е.В., 228  
Снегирева С.А., 132  
Соколов И.Д., 134  
Сорокин С.В., 126  
Стамболиян А.Р., 136  
Суздальцев А.Д., 209  
Сухарев П.В., 137  
Сыроежкин С.Н., 48

**- Т -**

Тараканова А.С., 184  
Тахтеева П.М., 132  
Терентьев М.Н., 69  
Терехов И.С., 244  
Терехова Д.М., 52  
Титов Е.Р., 187  
Тихомирова А.Н., 28, 126, 130, 132  
Тихомирова С.А., 182  
Толстая П.М., 139  
Трёкина Т.А., 59  
Троицкий С.С., 120, 141  
Трофимов Ф.А., 142  
Трусов А.В., 195  
Трутце А.А., 199  
Турко С.А., 144, 146

**- У -**

Урванов Г.А., 150  
Ушаков В.Л., 49

**- Ф -**

Фальковский Р.Р., 176  
Федоренко В.И., 21  
Федорова В.А., 217  
Филаткин Е.В., 219  
Филиппов С.А., 31, 33, 58, 189, 191  
Флоренцева Н.И., 148

**- Х -**

Химолозко Д.А., 215

**- Ч -**

Челик Н.А., 101  
Чепин Е.В., 42, 83, 150, 187  
Чернышов А.А., 19, 63, 105  
Чистяков И.С., 150  
Чугунков И.В., 119, 120, 121, 141  
Чуканов В.О., 115

**- Ш -**

*Шахов Е.А., 244*  
*Шевченко С.С., 170, 180*  
*Шелопугин К.Д., 152*  
*Шестакова К.С., 189*  
*Штанько А.Н., 154*  
*Шумилов Ю.Ю., 89, 109, 154*

**- Щ -**

*Щагин А.В., 186*  
*Щекочихина Е.А., 170, 180*  
*Щукин Б.А., 67, 134, 211, 231, 234*

**- Ю -**

*Юдов И.Д., 156*

**- Я -**

*Яковенко Е.И., 238*  
*Яковлев Е.С., 174, 213*  
*Янак А.Ф., 193*  
*Янкевич Е.А., 73*

**- D -**

*Dionisev P.A., 158*

**- K -**

*Kiselev B.G., 158*