

В рамках проведения Фестиваля науки в Тамбовской области

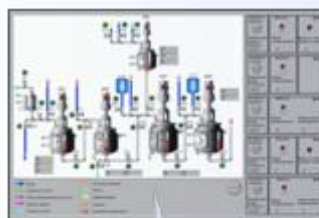
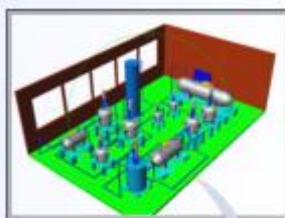


ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН

Выпуск 5, Том III

VIRTUAL SIMULATION, PROTOTYPING AND INDUSTRIAL DESIGN

Issue 5, Volume III



Тамбов

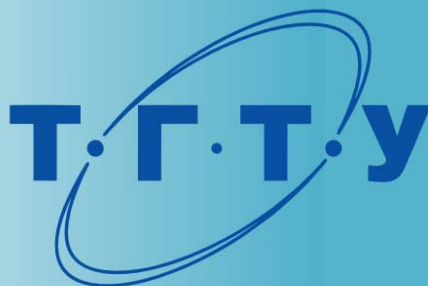
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»

2018

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»

В рамках проведения Фестиваля науки в Тамбовской области



Всероссийский
Фестиваль
науки

ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН

Материалы V Международной научно-практической конференции

г. Тамбов, 14 – 16 ноября 2018 г.

Выпуск 5, Том III

VIRTUAL SIMULATION, PROTOTYPING AND INDUSTRIAL DESIGN

Issue 5, Volume III

Научное электронное издание



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2018

УДК 658.512.2
ББК Ж18я43
В52

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М. Н. Краснянский (общая редакция);
д-р техн. наук, профессор В. А. Немтинов;
д-р техн. наук, профессор В. Г. Мокрозуб;
д-р техн. наук, профессор С. В. Карпушкин;
канд. экон. наук Ю. В. Немтинова;
канд. техн. наук, доцент А. Б. Борисенко;
канд. техн. наук С. В. Карпов

В52 **Виртуальное** моделирование, прототипирование и промышленный дизайн [Электронный ресурс] : материалы V Международной научно-практической конференции : в 3 т. / под общ. ред. М. Н. Краснянского ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – Вып. 5.
ISBN 978-5-8265-1836-6.

Т. III. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 12,5 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.
ISBN 978-5-8265-1998-1.

Опубликованы материалы пленарных и секционных докладов Международной научно-практической конференции, которая посвящена проблемам научно-технического и социально-экономического развития регионов. Целью конференции является обсуждение и публикация научных достижений ученых, а также определение возможных путей решения проблем разработки методов и алгоритмов создания и применения виртуальных моделей и прототипов объектов различного назначения и сложности.

В настоящее время виртуальное моделирование и прототипирование технических систем широко используется при решении задач промышленного дизайна, проектирования, модернизации, перепрофилирования производств различных отраслей промышленности. Еще одна популярная сфера применения виртуального моделирования и прототипирования – создание моделей культурно-исторических объектов в целях сохранения первоначального облика памятников архитектуры, в том числе утраченных, мемориальных и культурных сооружений.

Материалы конференции могут быть полезны преподавателям вузов и средних учебных заведений, научным работникам, руководителям и специалистам предприятий, а также аспирантам, магистрантам и студентам.

Все научные работы, представленные на конференцию, прошли двойное рецензирование программным комитетом и редакционной коллегией.

УДК 658.512.2
ББК Ж18я43

ISBN 978-5-8265-1998-1 (т. III)
ISBN 978-5-8265-1836-6 (общ.)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2018

ОРГАНИЗАТОРЫ

- Министерство образования и науки Российской Федерации
- Российский фонд фундаментальных исследований
- Ассоциация инженерного образования России
- Управление образования и науки Тамбовской области
- ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Конференция проводилась при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-07-20042\18) и Управления образования и науки Тамбовской области (проект 1-НМ-18).

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Приходько Вячеслав Михайлович – председатель программного комитета, советник ректора ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», д-р техн. наук, проф., член-корреспондент РАН.

Краснянский Михаил Николаевич – сопредседатель программного комитета, ректор ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» («ТГТУ»), д-р техн. наук, проф., профессор РАН.

Воеводин Владимир Валентинович – сопредседатель программного комитета, зам. директора НИВЦ МГУ, зав. кафедрой суперкомпьютеров и квантовой информатики ВМК МГУ, д-р техн. наук, проф., член-корреспондент РАН.

Мищенко Сергей Владимирович – почетный ректор ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.

Позднеев Борис Михайлович – директор ИИСТ ФГБОУ ВО «МГТУ «Станкин», д-р техн. наук, проф.

Дворецкий Станислав Иванович – советник при ректорате ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.

Монастырев Павел Владиславович – директор Института архитектуры, строительства и транспорта ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.

Громов Юрий Юрьевич – директор Института автоматизации и информационных технологий ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.

Тютюнник Вячеслав Михайлович – профессор кафедры «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем» ФГБОУ ВО «ТГТУ», генеральный директор Международного Информационного Нобелевского Центра, д-р техн. наук, проф.

Куликов Геннадий Михайлович – исполнитель государственной работы «Организация проведения научных исследований» в ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р физ.-мат. наук, проф.

Каррера Эразмо – профессор аэрокосмических конструкций и аэроупругости Туринского политехнического института, Турин (Италия), д-р техн. наук, проф.

Нобель Микаэл Свен – учредитель и глава Нобелевского благотворительного фонда, полный профессор университета Сока (Япония), д-р наук, проф. (Стокгольм, Швеция).

Горлач Сергей Петрович – зав. кафедрой «Параллельные и распределенные системы» Вестфальского университета имени Вильгельма, г. Мюнстер (Германия), д-р наук, проф.

Яегер Магнус – заместитель декана факультета экономического инжиниринга Восточно-Баварского института Амберг-Вайден (Германия), проф.

Аверченков Владимир Иванович – зав. кафедрой «Компьютерные технологии и системы» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», д-р техн. наук, проф.

Остроух Андрей Владимирович – профессор кафедры «Автоматизированные системы управления» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», д-р техн. наук, проф.

Сердюк Анатолий Иванович – директор Аэрокосмического института ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», д-р техн. наук, проф.

Морозов Михаил Николаевич – зав. кафедрой информатики и системного программирования ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», канд. техн. наук, проф.

Малыгин Евгений Николаевич – профессор кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.

Фролов Сергей Владимирович – зав. кафедрой «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Немтинов Владимир Алексеевич – председатель, профессор кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» (КИСМ) ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.

Соколов Михаил Владимирович – зам. председателя, председатель совета молодых ученых ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, доцент.

Карпушкин Сергей Викторович – профессор кафедры КИСМ ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.

Мокрозуб Владимир Григорьевич – профессор, и.о. зав. кафедрой КИСМ ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.

Егоров Сергей Яковлевич – профессор кафедры КИСМ ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.

Секретари конференции

Борисенко Андрей Борисович – доцент кафедры КИСМ ФГБОУ ВО «ТГТУ», канд. техн. наук, доцент.

Немтинова Юлия Владимировна – доцент кафедры «Экономический анализ и качество» ФГБОУ ВО «ТГТУ», канд. экон. наук.

Карпов Сергей Владимирович – доцент кафедры КИСМ ФГБОУ ВО «ТГТУ», канд. техн. наук.

ORGANIZERS

- Ministry of Education and Science Russian Federation
- Russian Foundation for Basic Research
- Association for Engineering Education of Russia
- Department of Education and Science in the Tambov Region
- Tambov State Technical University

CONFERENCE PROGRAM COMMITTEE

Prikhodko Vyacheslav Mikhailovich – Chairman of the Program Committee, Rector’s counselor of Moscow State Automobile and Road Technical University, Dr. Tech. Sci., Prof., Corresponding member of the Russian Academy of Sciences.

Krasnyanskiy Mikhail Nikolaevich – Co-Chairman, Rector of Tambov State Technical University (TSTU), Dr. Tech. Sci., Prof., professor of the Russian Academy of Sciences.

Voevodin Vladimir Valentinovich – Co-Chairman of the Program Committee, Deputy Director research computing center of Moscow state University, Dr. Tech. Sci., Prof., Corresponding member of the Russian Academy of Sciences.

Mischenko Sergey Vladimirovich – Honored Rector of TSTU, Dr. Tech. Sci., Prof.

Pozdneev Boris Mikhailovich – Vice-Rector for Quality Management of MSTU “STANKIN”, Dr. Tech. Sci., Prof.

Dvoretzkiy Stanislav Ivanovich – TSTU Rectorate’s Counselor, Dr. Tech. Sci., Prof.

Monastirev Pavel Vladislavovich – Director of the Institute of Architecture, Civil Engineering and Transport of TSTU, Dr. Tech. Sci., Prof.

Gromov Yury Yurievich – Director of the Institute of Automation and Information Technologies of TSTU, Dr. Tech. Sci., Prof.

Tyutyunnik Vyacheslav Mikhailovich – Professor of the Department of Construction of Radio-Electronic and Microprocessor Systems of TSTU, CEO of International Information Nobel Center, Dr. Tech. Sci., Prof.

Kulikov Gennady Mikhailovich – Principal Investigator of TSTU, Dr. Phys.-Math. Sci., Prof.

Carrera Erasmo – Full Professor of Aerospace Structures and Aeroelasticity of the Torino Polytechnic Institute, Turin (Italy), Ph. D., Prof.

Nobel Sven Michael – Founder and Head of Nobel Charitable Foundation, Full Professor of the University of Soka (Japan), Ph. D., Prof. (Stockholm, Sweden).

Gorlatch Sergei Petrovich – Head of the Department of Parallel and Distributed Systems of the University of Münster (Germany), Dr. Habil., Prof.

Jaeger Magnus – Deputy Dean of the Faculty of Economic Engineering of Amberg-Weiden University of Applied Sciences (Germany), Dr.-Ing., Prof.

Averchenkov Vladimir Ivanovich – Head of the Department of Computer Technologies and Systems of Bryansk State Technical University, Dr. Tech. Sci., Prof.

Ostroukh Andrey Vladimirovich – Professor of the Department of Automated Control Systems of Moscow State Automobile and Road Technical University, Dr. Tech. Sci., Prof.

Serdyuk Anatoliy Ivanovich – Director of Aerospace Institute of Orenburg State University, Dr. Tech. Sci., Prof.

Morozov Mikhail Nikolaevich – Head of the Department of Computer Science and System Programming Volga State University of Technology, Cand. Tech. Sci., Prof.

Malygin Evgeniy Nikolaevich – Professor of the Department of Computer-Integrated Systems in Mechanical Engineering of TSTU, Dr. Tech. Sci., Prof.

Frolov Sergey Vladimirovich – Head of the Department of Biomedical Engineering of TSTU, Dr. Tech. Sci., Prof.

ORGANIZING COMMITTEE

Nemtinov Vladimir Alexeevich – Chairman, Professor of the Department of “Computer-Integrated Systems in Mechanical Engineering” (CISME) of TSTU, Dr. Tech. Sci., Prof.

Sokolov Mikhail Vladimirovich – Deputy Chairman, Chairman of the Council of Young Researcher of TSTU, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof.

Karpushkin Sergey Victorovich – Professor of the Department of CISME of TSTU, Dr. Tech. Sci., Prof.

Mokrozub Vladimir Grigorievich – Professor, Head of the Department of CISME of TSTU, Dr. Tech. Sci., Prof.

Egorov Sergey Yakovlevich – Professor of the Department of CISME of TSTU, Dr. Tech. Sci., Prof.

Secretaries of the conference

Borisenko Andrey Borisovich – Associate Professor of the Department of CISME of TSTU, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof.

Nemtinova Yulia Vladimirovna – Associate Professor of the Department of “Economic analysis and quality” of TSTU, Cand. Econ. Sci.

Karpov Sergey Vladimirovich – Senior Lecturer of the Department of CISME of TSTU, Cand. Tech. Sci.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция VI. Современные средства обработки информации	12
<i>Земцов И. А., Иванова О. Г., Карев О. И., Маджед Х. Л. Объединение семантического веб-поиска с методом индуктивного рассуждения</i>	<i>13</i>
<i>Земцов И. А., Иванова О. Г., Карев О. И., Маджед Х. Л. Семантический веб-поиск информации в сети Интернет</i>	<i>17</i>
<i>Васильева Л. А., Егоров Ю. С., Чупров Д. А. Применение технологии дополненной реальности при автоматическом распознавании дактильных знаков</i>	<i>21</i>
<i>Мухаметьянова О. А., Дидык Т. Г. Проектирование рекрутинговой информационной системы</i>	<i>26</i>
<i>Дидык Т. Г., Шаронова Ю. В. Разработка модели расчета предварительной стоимости проектных работ</i>	<i>29</i>
<i>Филосова Е. И., Ильина Н. И. Разработка обработчика проставления ставок НДС в номенклатурный справочник</i>	<i>33</i>
<i>Билуха И. Н. Использование «смарт-контрактов» как способ сокрытия договоров внешней разведки</i>	<i>39</i>
<i>Корзина М. И., Харитонова Т. С. Использование современных технологий для разработки стратегии бизнеса</i>	<i>41</i>
<i>Ряшенцева А. Н. Разработка интернет-магазина на примере продажи иммунохимических анализаторов</i>	<i>46</i>
<i>Ряшенцева А. Н. Разработка базы данных для интернет-магазина на примере иммунохимических анализаторов</i>	<i>49</i>
<i>Шурыгина Э. В., Пронина И. В. Методика проверки работоспособности специальной техники</i>	<i>52</i>
<i>Логина А. А., Соломатина Е. М., Хворов В. А. Структура базы данных системы электронного документооборота кабинета заочника</i>	<i>60</i>
<i>Логина А. А., Соломатина Е. М., Хворов В. А. Структура базы данных системы электронного документооборота для управления научными проектами</i>	<i>65</i>
<i>Соломатина Е. М., Логина А. А., Хворов В. А. Структура базы данных СЭД кабинета обучающегося</i>	<i>69</i>
<i>Борисов Д. А. Выбор архитектуры при создании WebAPI приложения. RESTAPI и SOAP</i>	<i>73</i>
<i>Тымчук Т. М., Венцера Н. В. Методы для адаптивной искусственной вентиляции легких</i>	<i>75</i>
<i>Зубкова Т. М., Тагирова Л. Ф. Проектирование адаптированных пользовательских интерфейсов в ИТ-сфере</i>	<i>78</i>
<i>Фанина М. А., Васендина И. С. Методы интеллектуального анализа интернет-контента с целью выявления деструктивного информационного воздействия на человека</i>	<i>83</i>
<i>Обухов А. Д. Структурная модель мобильной системы электронного документооборота кабинета заочного образования</i>	<i>87</i>
<i>Венцера Н. В., Потлов А. Ю., Тымчук Т. М. Тканеимитирующие фантомы в медицине и биологии</i>	<i>91</i>

<i>Сухова А. Д., Егоров Ю. С., Кербенева А. Ю.</i> Подход к созданию предиктивного игрового искусственного интеллекта, учитывающего психоэмоциональное состояние игрока	94
<i>Дейнега О. В., Дейнега А. П.</i> Использование информационных технологий при обработке экспериментальных исследований рабочего процесса объемного счетчика молока	100
<i>Лисицын А. С., Егорова Е. А.</i> Способ искусственной вентиляции легких при видеоторакоскопических операциях у новорожденных детей раннего возраста	106
<i>Ковалев С. В., Громов Ю. Ю., Долбин Р. А.</i> Подсистема мониторинга в рамках ситуационного центра при наблюдении за реализацией целевых программ	110
<i>Трефилов П. А., Громов Ю. Ю., Рыжков А. П.</i> Некоторые аспекты хранения нечетких чисел в темпоральных базах данных	114
<i>Трефилов П. А., Нурутдинов Г. Н., Рыжков А. П.</i> Методы и модели представления нечетких чисел в реляционных базах данных	120
<i>Голева А. И., Стороженко Н. Р.</i> Программирование как инструмент автоматизации и решения широкого круга научных задач	125
<i>Комолова Н. В., Яковлева Е. С.</i> Обеспечение безопасности компьютерных сетей средствами операционной системы Linux	131
<i>Фролова Т. А., Родина Е. Н.</i> 3D-биопринтинг	135
<i>Серебряков А. А., Никитина Н. Ю., Колмаков С. А., Иванов А. А.</i> Информационная модель компьютерного томографа	141
<i>Фролов С. В., Фролова М. С., Никитина Н. Ю., Серебряков А. А., Колмаков С. А.</i> Допплеровские методы исследования	151
<i>Ковалев И. Б., Лядова Н. А., Медведев А. В., Чикурков П. И.</i> Абразивное изнашивание поверхности детали	157
<i>Ковалев И. Б., Лядова Н. А., Медведев А. В., Чикурков П. И.</i> Основные виды механического изнашивания	161
<i>Соломатина Е. М., Логинова А. А., Хворов В. А.</i> Структура мобильной системы электронного документооборота личного кабинета обучающегося университета	165
<i>Логинова А. А., Соломатина Е. М., Хворов В. А.</i> Мобильная система управления документооборотом для управления научными проектами	170
<i>Кузина Е. В., Минаев С. Г., Мамедов Р. И., Кондратьев М. С.</i> Современные средства обработки информации	175
<i>Леньшин С. Г., Судаков Д. Е.</i> Исследование психоэмоционального состояния человека с помощью вейвлет-анализа	178
<i>Алтунин К. А., Соколов М. В.</i> Интеграция CLIPS в систему поддержки принятия решений выбора режимных и конструктивных параметров токарной обработки	184
<i>Гришин А. В., Майникова Н. Ф.</i> Измерительная система для определения температурных зависимостей теплопроводности твердых материалов	188
<i>Мазалов А. Н., Яковлев А. В.</i> Постановка задачи оптимизации размещения фрагментов РБД по узлам распределенной информационной системы	193
<i>Фролова Т. А., Сутормин А. И.</i> Аддитивные установки печати металлами: преимущества и примеры внедрения	199
<i>Обходская Е. В., Обходский А. В., Попов А. С.</i> Применение искусственных нейронных сетей для обработки спектров геохимического анализа	203

<i>Кускова Н. А.</i> Модификации алгоритма вейвлет-анализа периодических и непериодических медико-биологических сигналов	208
<i>Михина А. В.</i> Современные средства обработки биомедицинских данных на примере магнитно-резонансных томографов	213
<i>Михина А. В.</i> Повышение качества изображений при обследовании видео-тепловизионной системой	216
<i>Абрамова А. В., Абрамова Л. В.</i> Применение блокчейн в здравоохранении	222
<i>Данилов М. А., Абрамова Л. В.</i> Использование паттерна MVVM при разработке информационных систем по управлению базой данных	227
<i>Яковлев А. В., Шибков Д. А., Савилова У. А., Яковлева Д. А.</i> Разработка программного обеспечения, реализующего метод обезличивания персональных данных	231
<i>Сергеев А. И., Хохлова А. Ю.</i> Использование интеллектуальных методов для разработки САПР ТП	237
<i>Немтинов В. А., Борисенко А. Б., Трюфилькин С. В., Немтинова Ю. В., Горелов А. А.</i> Использование информационных технологий при создании исторического портрета муниципального образования	241
<i>Ткаченко К. С.</i> Проектирование и применение аналитической модели подвергающегося несанкционированным событиям узла распределенной среды	251
<i>Даев Ж. А., Султанов Н. З.</i> Применение нечетких классификаторов для организации систем поддержки принятия решений при диспетчеризации трубопроводного транспорта природного газа	256
<i>Позднеев Б. М., Толоч А. В., Овчинников П. Е., Куприяненко И. А., Левченко А. Н., Шароватов В. И.</i> Моделирование архитектуры и обеспечение интероперабельности систем управления цифровым предприятием на основе Индустрии 4.0	261
<i>Егоров Е. Г., Егоров С. Я.</i> Веб-приложения для определения теплофизических свойств веществ	269
<i>Семенов Д. Д., Коновалова К. Н.</i> Виртуальная модель системы регулирования давления и температуры	271
<i>Коновалова К. Н., Семенов Д. Д.</i> Эхокардиография с доплерографией для диагностики заболеваний сердца	275
<i>Горелов И. А., Немтинов В. А.</i> Анализ динамики освоения территории «Базарная площадь» города Тамбова	279
Секция VII. Создание электронных учебных материалов с применением технологий виртуального моделирования и прототипирования	290
<i>Лехмус М. Ю., Домрачев А. А., Арсланов А. А.</i> Песочница порталных решений учебных компетенций	291
<i>Гаврилов А. А., Морозов Н. А., Морозова И. А.</i> Подход к автоматизированному формированию кинематических моделей для самостоятельного расчета обучающимися	298
<i>Зинченко Е. И.</i> Внедрение облачных технологий в систему подготовки студентов по естественно-научным дисциплинам	302

<i>Шишкин А. А., Алексеев В. В.</i> Моделирование элементов виртуального тренажера подготовки операторов эрготехнических систем	307
<i>Алексеев В. В., Соловьев А. А., Ларьков В. В., Кротов М. Ю.</i> Организация интерактивного взаимодействия между моделями элементов УТС и пользователем	313
<i>Кротов М. Ю., Губсков Ю. А., Донских И. Н., Шишкин А. А.</i> Применение современных методов обучения в учебно-тренировочных средствах	320
<i>Сутормин А. И., Фролова Т. А.</i> Создание электронных учебных материалов с применением технологии виртуального моделирования	324
<i>Соловьева Т. И., Пыкин И. С., Попов А. В.</i> Виртуальный кабинет «конструирование технологического оборудования»	326
<i>Доненко А. В., Доненко Л. Н., Доненко И. Л.</i> Моделирование математических обучающих ментальных процессов	330
<i>Сафонов В. И.</i> Создание электронных учебных материалов в интерактивной компьютерной среде «1С: математический конструктор»	334
<i>Соколов М. В., Алтунин К. А.</i> Система для обучения проектированию процессов токарной обработки металлов	338

Секция VIII. Моделирование процессов обучения и управления в образовании

Секция VIII. Моделирование процессов обучения и управления в образовании	342
<i>Осипова И. А.</i> Моделирование процесса обучения основам исследовательской деятельности в условиях лаборатории по нанотехнологиям политехнического лицея-интерната	343
<i>Рыков В. И., Макарова С. Ю.</i> Методика формирования модели управления качеством подготовки выпускника вуза на основе компетентностного подхода с учетом требований производства	346
<i>Шувалова Е. Ю.</i> Использование приема сравнения при рассмотрении темы «Обработка информации. Алгоритмы» в школьном курсе информатики	353
<i>Рыпаева Е. В.</i> Проблема обучения алгоритмизации в курсе информатики основной школы	357
<i>Зауголков И. А., Исаева О. В.</i> Оценка состояния системы видеонаблюдения	362
<i>Харин А. А., Харина О. С., Родюков А. В.</i> Образовательная модель для экономики инновационного типа	366
<i>Костюкова Т. П., Лысенко И. А., Саубанов В. С.</i> Управление стратегическими задачами инновационной образовательной системы	374
<i>Федорова А. В.</i> Реализация урока систематизации знаний в курсе алгебры 9 класса	379
<i>Аникина О. В., Гуцина О. М.</i> Моделирование и визуализация в среде R процесса формирования профессиональной компетентности выпускника вуза	386
<i>Назарова А. В., Абрамова Л. В.</i> Разработка информационной системы по сопровождению учебной деятельности студентов и расчета стипендий	391
<i>Попов А. И.</i> Моделирование творческого развития обучающихся в цифровой образовательной среде	397
<i>Попов А. И., Синельников В. М.</i> Управление академической мобильностью студентов экономического профиля	401

Секция IX. Математическое моделирование молекулярных систем	406
<i>Басырова В. А.</i> Исследование биологических эффектов использования озонотерапии для коррекции и лечения отдельных заболеваний	407
<i>Моргунов Р. Б., Дмитриев О. С., Таланцев А. Д., Безверхний А. И.</i> Моделирование осциллирующего перемагничивания спиновых вентиляей	413
<i>Голованчиков А. Б., Меренцов Н. А., Топилин М. В.</i> Моделирование процесса адсорбции в противоточной колонне непрерывного действия с диффузионной структурой потока по газовой фазе	420
<i>Абоносимов О. А., Лазарев С. И., Левин А. А., Селиванов И. В.</i> Математическое описание гидродинамики течения раствора в межмембранном канале электрохимического мембранного аппарата рулонного типа	430
<i>Доненко А. В., Лукьяненко В. А., Доненко И. Л.</i> Математическое моделирование для решения краевой задачи эволюции фрактальных отображений световых полей	436
<i>Горбунов А. В., Громов Ю. Ю., Егоров В. С.</i> Расчет импеданса биологической ткани по модели Ямамото в процессе гальванического воздействия	442
<i>Мордасов М. Д., Лазутин А. В.</i> Моделирование структуры цементно-песчаных смесей	447
<i>Доненко И. Л., Шостка В. И., Воляр А. В.</i> Компьютерное прототипирование фоторобота человека на основе дактилоскопии	451
<i>Богатов Н. М., Григорьян Л. Р., Коваленко А. И., Нестеренко И. И., Половодов Ю. А.</i> Моделирование несимметричного n - p -перехода, обогащенного носителями заряда в равновесном состоянии	454
<i>Петренко В. И., Земцова Я. С.</i> Расчет водородных связей некоторых молекул нитроэтена	461

Секция VI
СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА
ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ



УДК 004.822

Земцов И. А., Иванова О. Г., Карев О. И., Маджед Х. Л.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. +7(999)770-12-37, e-mail: zemtsovigor@yahoo.com)

ОБЪЕДИНЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО ВЕБ-ПОИСКА С МЕТОДОМ ИНДУКТИВНОГО РАССУЖДЕНИЯ

Zemtsov I. A., Ivanova O. G., Karev O. I., Madzhed H. L.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. +7(999)770-12-37, e-mail: zemtsovigor@yahoo.com)

COMBINING SEMANTIC WEB SEARCH WITH INDUCTION DISCUSSION METHOD

Аннотация. Предлагается усовершенствованный подход к семантическому поиску. Это, в частности, способность обрабатывать несоответствия, шум и неполноту, которые, скорее всего, будут возникать в распределенных и гетерогенных средах, таких как интернет.

Ключевые слова: семантика, алгоритм поиска, семантическая сеть, сбор данных, обнаружение знаний.

Abstract. An improved approach to semantic search is proposed. This is, in particular, the ability to handle inconsistencies, noise and incompleteness, which are likely to occur in distributed and heterogeneous environments such as the Internet.

Keywords: semantics, search algorithm, semantic network, data collection, knowledge detection.

В последнее время обширная исследовательская деятельность направлена на создание семантической сети как будущей формы интернета. Веб-поиск как ключевая технология сети интернет эволюционирует в новую форму поиска в семантическом интернете. Перспективный подход к такому семантическому поиску в интернете основан на объединении стандартных поисковых машин в качестве основного вывода результатов семантического поиска.

Общая архитектура предлагаемой поисковой системы семантической сети состоит из интерфейса, оценщика запросов и механизма вывода, где оценщик запросов реализован поверх стандартной веб-страницы поисковой системы. Стандартные веб-страницы и их объекты обогащаются страницами аннотаций на основе онтологии. Таким образом, мы предполагаем, что существуют семантические аннотации к стандартным веб-страницам и к объектам на стандартных веб-страницах. Такие аннотации становятся широко доступными для большого класса веб-ресурсов. Семантические аннотации о веб-страницах и объектах также могут быть автоматически изучены с веб-страниц и объектов, подлежащих аннотации [1], и(или) их можно извлечь из существующих онтологических баз знаний в семантической сети. Еще одно важное стандартное предположение, которое мы делаем, состоит в том, что веб-страницы и их объекты имеют уникальные идентификаторы.

В качестве примера рассмотрим простой сценарий: веб-страница i_1 содержит информацию о кандидате наук i_2 по имени Алиса, и о двух ее статьях – для конференции i_3 под названием «От веб-поиска в семантический веб-поиск» и для журнала i_4 , озаглавленной «Онтологический семантический поиск в Интернете», опубликованных в 2018 году.

Используя онтологию, содержащую некоторые базовые знания, семантические аннотации затем дополнительно усиливаются на этапе компиляции автономной онтологии, где механизм вывода добавляет все свойства, которые могут быть выведены из семантических аннотаций и онтологии. Полученные семантические аннотации затем публикуются как веб-страницы, поэтому их можно искать стандартными поисковыми машинами. Например, онтология может содержать знания о том, что:

- 1) документы конференций и журналов являются статьями;
- 2) документы конференций не являются журнальными статьями;
- 3) $isAuthorOf$ связывает ученых и статьи;
- 4) $isAuthorOf$ является инверсией $hasAuthor$;
- 5) $hasFirstAuthor$ – функциональное двоичное отношение, которое формально выражается:

$$\begin{aligned} ConferencePaper \subseteq Article; JournalPaper \subseteq Article; ConferencePaper \subseteq \neg JournalPaper; \\ \exists isAuthorOf \subseteq Scientist; \exists isAuthorOf \subseteq Article; isAuthorOf \subseteq hasAuthor; \\ hasAuthor \subseteq isAuthorOf; (funct\ hasFirstAuthor). \end{aligned}$$

Используя это онтологическое знание, мы можем извлечь из вышеупомянутых аннотаций, что два документа i_3 и i_4 являются статьями, и они написаны Алисой. Эти результирующие семантические аннотации (объекты) на стандартных веб-страницах публикуются в виде HTML-страниц с указателями на соответствующие страницы объектов, поэтому их в дополнение к стандартным веб-страницам можно искать обычными поисковыми системами. Чтобы позволить обработку завершенных семантических аннотаций существующими поисковыми системами, было использовано их простое текстовое представление. Важно отметить, что это текстовое представление представляет собой просто список свойств, каждое из которых в конечном итоге рассматривается вместе с идентификатором или значением данных в качестве атрибута, и поэтому данный список может быть немедленно закодирован как список тройников RDF (среда описания ресурса) [2].

Оценщик запросов уменьшает каждый запрос поиска семантического веб-сайта пользователя на этапе обработки онлайн-запросов на последовательность стандартных запросов веб-поиска на стандартных веб-страницах и страницах аннотаций, которые затем обрабатываются стандартной поисковой машиной Web. Оценщик запросов также собирает результаты и преобразует их в один ответ, который возвращается пользователю. В качестве примера поискового запроса семантической сети можно запросить всех кандидатов наук, опубликовавших статью в 2018 году с RDF в качестве ключевого слова, что формально выражается следующим образом:

$$Q(x) = \exists y (PhDStudent(x) \wedge isAuthorOf(x, y) \wedge Article(y) \wedge yearOfPublication(y; 2018) \wedge keyword(y; \langle RDF \rangle)) :$$

На следующем шаге рассмотрим базы знаний о семантической сети, а также синтаксис и семантику запросов семантического веб-поиска к таким базам знаний. Затем мы обобщаем технику PageRank для нашего подхода. В качестве основных языков онтологии [1] используем синтаксис и семантику описания логики (DL) [3].

Интуитивно, база знаний в семантической сети состоит из фоновой TBox и ABoxes, по одной для каждой конкретной веб-страницы и для каждого объекта на веб-странице. Например, домашняя страница ученого может быть такой конкретной веб-страницей и быть связанной с ABox, в то время как публикации на домашней странице могут быть такими объектами, которые также связаны с каждым объектом из ABox.[4]

Мы предполагаем попарно непересекающиеся множества D , A , R_A , R_D , I и V атомных типов данных, атомных понятий, атомных ролей, атомных атрибутов, отдельных лиц и значений данных соответственно. Пусть I – дизъюнктное объединение двух множеств P и O веб-страниц и веб-объектов, соответственно. Неформально каждый $p \in P$ является идентификатором конкретной веб-страницы, а каждый $o \in O$ является идентификатором конкретного объекта на конкретной веб-странице. Мы предполагаем, что атомные роли связаны между веб-страницами. Первая представляет собой структуру ссылок между конкретными веб-страницами, а последняя кодирует появление конкретных веб-объектов на конкретных веб-страницах [5].

Определение 1. Семантическая аннотация A_a для веб-страницы или объекта $a \in P \cup O$ – конечный набор аксиом членения понятия A (a), аксиомы членства ролей P (a, b) и аксиомы членства атрибутов U (a, v), где $A \in A$, $P \in R_A$, $U \in R_D$, $b \in I$ и $v \in V$. Семантическая база знаний $KB = (\mathcal{T}, (A_a)_{a \in P \cup O})$ состоит из TBox \mathcal{T} и одна семантическая аннотация A_a для каждой веб-страницы и объекта $a \in P \cup O$ [4].

Неофициально база знаний семантической сети состоит из некоторых базовых терминологических знаний и некоторых утвердительных знаний для каждой конкретной веб-страницы, и для каждого конкретного объекта на веб-странице. Фоновые терминологические знания могут быть связаны с некоторыми глобальными репозиториями семантической сети или онтологией, определенной локально сайтом пользователя. В отличие от фоновых терминологических знаний, утвердительная база знаний будет непосредственно храниться в интернете на страницах аннотаций, таких как описанные стандартные веб-страницы и, таким образом, доступна через веб-поисковые системы [6].

Пример 1. Мы используем базу знаний $KB = (\mathcal{T}, A)$ для спецификации некоторой простой информации об ученых и их публикациях. Наборы атомных понятий, атомных ролей, атомных атрибутов и значений данных:

$A = \{\text{Scientist, Article, ConferencePaper, JournalPaperg}\},$

$R_A = \{\text{hasAuthor, isAuthorOf, contains}\},$

$R_D = \{\text{name, title, yearOfPublicationg}\},$

$V = \{\text{«Алиса», «От веб-поиска в семантический веб-поиск», 2018, «Онтологический семантический поиск в Интернете»}\}.$

Список использованных источников

1. **Search** and ranking of knowledge in the semantic network / L. Dean, R. Pan, T. V. Finin et al. // In Proc. ISWC-2005, LNCS 3729. – P. 156 – 170.

2. **Practical** reasoning and effective responses to queries in the logic of description: the DL-Lite family / D. Calvanes, G. De Giacomo, D. Lembo et al. // J. Autom. Reasoning. – 2007. – № 39(3). – P. 385 – 429.
3. **Berners-Lee, T.** Semantic web / T. Berners-Lee, J. Handler, O. Lassila // Scientific American, 284: 34-43, 2001.24 INFSYS RR 1843-08-11.
4. **Data** binding with ontologies / A. Poggi, D. Lembo, D. Calvanese et al. // J. Data Semantics. – 2008. – 10. – P. 133 – 173.
5. **DLV system** for knowledge representation and reasoning. ACM Trans / N. Leone, G. Pfeifer, W. Faber et al. // Deduct Journal. – 2006. – № 7(3). – P. 499 – 562.
6. **Rosati, R.** Finite models in DL-Lite / R. Rosati // In Proc. ESWC-2008, LNCS 5021. – P. 215 – 229.

УДК 004.822

Земцов И. А., Иванова О. Г., Карев О. И., Маджед Х. Л.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. +7(999)770-12-37, e-mail: zemtsovigor@yahoo.com)

СЕМАНТИЧЕСКИЙ ВЕБ-ПОИСК ИНФОРМАЦИИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Zemtsov I. A., Ivanova O. G., Karev O. I., Madzhed H. L.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. +7(999)770-12-37, e-mail: zemtsovigor@yahoo.com)

SEMANTIC WEB SEARCH FOR ON THE INTERNET

Аннотация. Предлагается подход к семантическому поиску, который сочетает в себе стандартный веб-поиск с онтологическими знаниями. Показано, как стандартные поисковые системы могут использоваться в качестве основного инструмента вывода для поиска по онтологии. Для аннотации и разбора запросов используются легкие программные клиенты.

Ключевые слова: семантика, алгоритм поиска, семантическая сеть, сбор данных, обнаружение знаний.

Abstract. We propose an approach to semantic search that combines a standard web search with ontological knowledge. It is shown how standard search engines can be used as the main output tool for ontology search. Lightweight software clients are used to annotate and parse requests.

Keywords: semantics, search algorithm, semantic network, data collection, knowledge detection.

Многие эксперты предсказывают, что следующий огромный шаг вперед в области веб-информационных технологий будет достигнут путем добавления семантики к веб-данным и, возможно, будет состоять из определенной формы семантической сети.

Общая архитектура предлагаемой системы семантического поиска показана на рис. 1. Она состоит из интерфейса, аннотатора, механизма вывода и оценщика запросов (рис. 1), которые представляют собой легкие клиентские приложения для пользовательского сайта поверх стандартных веб-поисковых систем. Стандартные веб-страницы и их содержащиеся объекты обогащаются страницами аннотаций, которые основаны на фоновой онтологии.[1]

Более конкретно, аннотатор позволяет пользователю добавлять семантические аннотации к стандартным веб-страницам и объектам на стандартных веб-страницах. Например, в очень простом сценарии веб-страница i_1 может содержать информацию о кандидате – студентке i_2 , названной Алиса, и двух ее статьях, а именно статье для конференции i_3 под названием «От веб-поиска в семантический веб-поиск» и статье для журнала i_4 , озаглавленной «Онтологический семантический поиск в Интернете», опубликованных в 2018 году. Предполагается, что веб-страницы и их объекты имеют уникальные идентификаторы. Теперь пользователь может добавить одну семантическую аннотацию для веб-страницы, кандидатскую диссертацию студента Алиса, журнал и документ конференции. Аннотация для веб-страницы может просто кодировать, что в ней упоминаются Алиса и две статьи, в то время как аннотация для Алисы может кодировать, что она является кандидатом наук, студентом с именем Алиса и автором статей i_3 и i_4 .

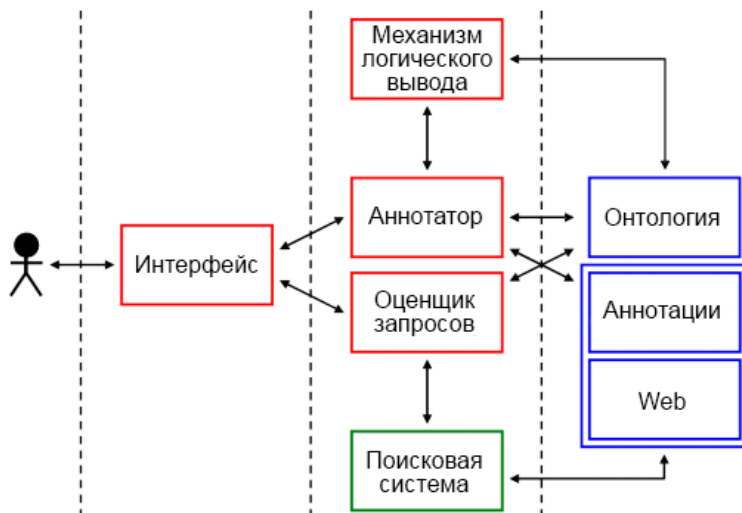


Рис. 1. Архитектура системы

Аннотация для статьи i_3 может кодировать, что i_3 является документом конференции и имеет название «От веб-поиска в семантический веб-поиск», в то время как аннотация для статьи i_4 может кодировать, что i_4 является журнальной статьей, автором которой является Алиса, имеет название «Онтологический семантический поиск в Интернете», опубликована в 2018 году и имеет ключевое слово «RDF». Семантические аннотации i_1 , i_2 , i_3 и i_4 формально выражаются как множества аксиом A_{i_1} , A_{i_2} , A_{i_3} и A_{i_4} соответственно [2]:

$$A_{i_1} = \{\text{contains}(i_1, i_2), \text{contains}(i_1, i_3), \text{contains}(i_1, i_4)\};$$

$$A_{i_2} = \{\text{PhDStudent}(i_2), \text{name}(i_2, \text{“Алиса”}), \text{isAuthorOf}(i_2, i_3), \text{isAuthorOf}(i_2, i_4)\};$$

$$A_{i_3} = \{\text{ConferencePaper}(i_3), \text{title}(i_3, \text{“От веб-поиска в семантический веб-поиск”})\};$$

$$A_{i_4} = \{\text{JournalPaper}(i_4), \text{hasAuthor}(i_4, i_2), \text{title}(i_4, \text{“Онтологический семантический поиск в Интернете”}), \text{yearOfPublication}(i_4, 2018), \text{keyword}(i_4, \text{“ RDF ”})\}.$$

Используя онтологию, содержащую некоторые базовые знания (например, из некоторых репозиторий семантической сети), эти семантические аннотации затем дополнительно расширяются на этапе автономного вывода, где механизм логического вывода добавляет все свойства, которые могут быть выведены из семантических аннотаций и онтологии. Полученные (завершенные) семантические аннотации затем публикуются как веб-страницы, поэтому их можно искать стандартными поисковыми машинами. Например, онтология может содержать знание о том, что все публикации в журналах и конференциях также являются статьями, что документы конференций не являются журнальными статьями, а «автор» – это обратное отношение к «имеет автора».

Используя это знание онтологического фона, мы можем извлечь из вышеупомянутых аннотаций, что две статьи i_3 и i_4 также являются статьями, и обе написаны Алисой.

Эти поисковые завершенные семантические аннотации стандартных веб-страниц, созданных аннотатором, публикуются как HTML-страницы с указателями на соответствующие страницы объектов. Например, страницы HTML для завершенных семантических аннотаций вышеперечисленных A_{i_1} , A_{i_2} , A_{i_3} и A_{i_4} . При этом они не являются рукописными, а получены с помощью стимулирующего онтологического просмотра и аннотации.

Оценщик запросов, изображенный на рис. 1, уменьшает каждый запрос поиска семантического веб-сайта пользователя в онлайн-шаге на последовательность стандартных запросов веб-поиска на стандартных веб-страницах и страницах аннотаций, которые затем обрабатываются стандартной поисковой машиной, при условии, что стандарт веб-страницы и аннотации соответствующим образом индексируются. Оценщик запросов также собирает результаты и преобразует их в один ответ, который возвращается пользователю. В качестве примера поискового запроса семантической сети можно привести запрос всех кандидатов наук, студентов, опубликовавших статью в 2018 году с RDF в качестве ключевого слова, который формально выражается следующим образом:

$$Q(x) = \exists y (PhDStudent(x) \wedge isAuthorOf(x; y) \wedge Article(y) \wedge yearOfPublication(y; 2018) \wedge keyword(y; \langle RDF \rangle)) :$$

Этот запрос преобразуется в два запроса $Q_1 = PhDStudent \text{ AND } isAuthorOf$ и $Q_2 = Article \text{ AND } \langle yearOfPublication 2018 \rangle \text{ AND } \langle keyword RDF \rangle$, которые могут быть выполнены стандартной поисковой системой Интернета, такой как Яндекс. Результат исходного запроса Q затем строится по результатам двух запросов Q_1 и Q_2 [3].

Более формально ядро нашего подхода сводит семантический веб-поиск к стандартным веб-поискам через три преобразования: τ_1 , τ_2 и τ_3 . Трансформация τ_1 принимает семантическую аннотацию A и преобразует ее (используя онтологию) в ее завершённую версию $\tau_1(A)$, которая может быть соответствующим образом проиндексирована и обыскана с помощью стандартного поиска по ключевым словам. Эти описания публикуются как веб-страницы. Трансформация τ_2 принимает на основе онтологии семантический Web-запрос Q и переводит его в (как правило, короткую) последовательность $\tau_2(Q) = \langle K_1, K_2, \dots, K_n \rangle$ стандартных поисковых запросов по ключевым словам, которые выполняются через классические поисковые системы. Наконец, преобразование τ_3 собирает ответы $Ans(K_1), Ans(K_2), \dots, Ans(K_n)$, агрегирует, ранжирует и преобразует их в конечный результат $R = \tau_3(\langle Ans(K_1), Ans(K_2), \dots, Ans(K_n) \rangle)$, который возвращается пользователю. Преобразования осуществляются с помощью эффективных алгоритмов, которые реализуются в виде легких клиентов на сайтах пользователей или в виде веб-сервисов. Программа, реализующая τ_1 , соответствует аннотатору, изображенному на рис. 1. Аннотатор использует, в свою очередь, механизм вывода, который обращается к онтологии. Аннотатор публикует результаты $\tau_1(A)$ через локальный или удаленный веб-сервер, к которому он подключен. Трансформации τ_2 и τ_3 являются частью Оценщика запросов, изображенного на рис. 1. Они взаимодействуют через API или веб-интерфейсы с поисковой системой, например, Яндекс.

В качестве базового языка онтологии мы используем логику описания $DL - Lite_A$ [4], которая добавляет типы данных к ограниченной комбинации логических описаний $DL - Lite_F$ (также называемых $DL - Lite$) и $DL - Lite_R$. Все эти логические описания относятся к семейству $DL - Lite$ [3].

Предположим, что описываемые логики моделируют область интересов с точки зрения понятий и ролей, которые представляют собой, в частности, классы индивидуумов и двоичные отношения между классами индивидуумов соответственно. База знаний кодирует подмножество отношений между понятиями отношениями подмножества

между ролями, принадлежностью индивидуумов к понятиям и принадлежностью пар лиц к ролям.

Логики описания *DL – Lite* представляют собой класс логик ограниченного описания, для которых основные задачи рассуждения возможны в полиномиальное время вообще, а некоторые из них даже в *LogSpace* в сложности данных. Логики описания *DL – Lite* являются фрагментами *OWL* и наиболее распространенных трактуемых языков онтологии в контексте семантической сети. Они особенно направлены на приложения, интенсивно использующие данные.

Список использованных источников

1. **Berners-Lee, T.** Semantic web / T. Berners-Lee, J. Handler, O. Lassila // *Scientific American*, 284: 34-43, 2001.24 INFSYS RR 1843-08-11.
2. **Brin, S.** Anatomy of a large-scale hypertext search engine / S. Brin // *Computer Networks*. – 1998. – 30 (1/7). – P. 107 – 117.
3. **Practical** reasoning and effective responses to queries in the logic of description: the DL-Lite family / D. Calvanes, G. De Giacomo, D. Lembo et al. // *J. Autom. Reasoning*. – 2007. – 39 (3). – P. 385 – 429.
4. **Data** binding with ontologies / A. Poggi, D. Lembo, D. Calvanese et al. // *J. Data Semantics*. – 2008. – 10. – P. 133 – 173.

УДК 004.89

Васильева Л. А.¹, Егоров Ю. С.², Чупров Д. А.³

^{1,2}Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева,
Россия, г. Нижний Новгород

¹(Тел. 89092838852, e-mail: lubavasilyeva03@gmail.com),

²(Тел. 89081642646, e-mail: ckar@list.ru),

³ООО «Кибернетика», Россия, г. Нижний Новгород
(Тел. 89200425326, e-mail: info@kibernetika.com)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОМ РАСПОЗНАВАНИИ ДАКТИЛЬНЫХ ЗНАКОВ

Vasilyeva L. A.¹, Yegorov Yu. S.², Chuprov D. A.³

^{1,2}Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R. E. Alekseev,
Russia, Nizhny Novgorod

¹(Tel. 89092838852, e-mail: lubavasilyeva03@gmail.com),

²(Tel. 89081642646, e-mail: ckar@list.ru),

³Kibernetika LLC, Russia, Nizhny Novgorod
(Tel. 89200425326, e-mail: info@kibernetika.com)

FINGERSPELLING RECOGNITION USING AUGMENTED REALITY

Аннотация. Работа посвящена вопросам использования технологии дополненной реальности при распознавании языка жестов с целью расширения возможностей коммуникации глухонемых людей с окружающим миром. Рассматривается возможность применения датчика захвата движения рук Leap Motion для автоматического распознавания знаков дактильного алфавита.

Ключевые слова: дополненная реальность, распознавание образов, обработка данных, дактильный алфавит.

Abstract. The work is devoted to the use of the augmented reality technologies in the fingerspelling recognition with the purpose of deaf people adaptation. The possibility of using the Leap Motion sensor for automatic recognition of manual alphabet signs is considered.

Keywords: augmented reality, pattern recognition, data processing; fingerspelling.

Адаптация людей с проблемами слуха и речи к жизни современного общества является важной задачей, достижению которой могут помочь новые технологии в сфере распознавания жестов. Традиционные визуальные методы распознавания жестов все еще не достаточно точны для использования в реальных приложениях. Одной из причин этого являются ограничения оптических сенсоров, чувствительных к условиям освещения и шумам фона. Для получения высокой надежности распознавания жестов также используются информационные перчатки, которые гораздо надежнее, но имеют существенные недостатки: пользователю приходится носить перчатку, которая иногда требует калибровки, что очень неудобно и делает движения ненатуральными. Также зачастую перчатки очень дорогие, хотя в последнее время и ведутся работы по уменьшению стоимости таких устройств [1]. В результате такой метод распознавания жестов не очень популярен.

Благодаря разработке компанией OcuSpec датчика захвата движения рук Leap Motion появились новые возможности применения дополненной реальности при распознавании языка жестов.

В языке жестов передача информации во время общения происходит по нескольким каналам: непосредственно через жесты руками, выражение лица, форму губ, положение тела и головы. Жесты руками описываются через положение рук, направление движения, форму и направление кистей рук. Таким образом, возможность определения формы и положения кистей рук является очень важной задачей в контексте распознавания жестового языка, которая на данный момент полностью не решена [1].

Поскольку датчик захвата движения рук Leap Motion позволяет отслеживать движение обеих рук и десяти пальцев с необходимой скоростью и точностью, а также обеспечивает возможность оцифровки полученного результата, становится возможным автоматическое распознавание дактильных знаков вспомогательной системы русского жестового языка.

Стоит отметить, что дактилология – это форма общения, использующая дактильную азбуку, с помощью которой транслируются движения пальцев рук в орфографическую форму. Существуют значительные различия между жестовым языком и пальцевым алфавитом. Жестовые знаки, в первую очередь, представляют собой целые слова, в то время как пальцевым алфавитом передают звуки речи (буква за буквой).

Буквы из дактильного алфавита, называемые дактилемы, воссоздаются пальцами рук, т.е. каждое положение пальцев означает некоторую букву, аналогичную буквенному алфавиту; по очертанию многие из них отдаленно напоминают буквы печатного шрифта (например, «о», «м», «г», «ш»).

Общение с помощью дактилологии выглядит следующим образом: говорящий человек воспроизводит буквы на дактиле, а принимающий наблюдает за движением руки и сопоставляет их с азбукой. Если же зрение человека слишком низкое, чтобы видеть знаки, то он воспринимает их осязательно, при этом, такая форма общения называется дактильно-контактной (ДКР).

На настоящий момент в мире существует более 40 дактильных алфавитов и систем. Количество знаков в «пальцевом алфавите» аналогично количеству знаков в алфавите самого языка, хотя встречаются случаи, когда количество знаков не равно. Например, в России 30 знаков представляют 33 буквы разговорного языка, а в Китае 30 знаков демонстрируют символы алфавита «пиньинь», которым пользуются до сих пор.

Дактильный алфавит, несмотря на плюсы, имеет ряд недостатков: нет возможности использовать заглавные буквы, а также знаки разделения слов и предложений (пробелы и знаки пунктуации), кроме того, использование слов, показывающих различные эмоции, также ограничено.

Русская дактильная азбука (рис. 1) является вспомогательной системой русского жестового языка, в которой каждому из 30 жестов одной руки (обычно правая рука) соответствует одна буква русского языка. Произношение происходит согласно правилам русской орфографии. Дактилология отличается от обычных жестов, которые обозначают понятие или комплекс понятий.

Дактилирование производится плавно и слитно обращенной к собеседнику кистью правой руки, которая согнута в локте, в соответствии с правилами орфографии, проговаривая дактилируемые слова и смотря на собеседника. Слова разделяются паузами,

а фразы – остановками. Кисть при дактилировании перемещается влево. В случае ошибки заново дактилируется слово с начала [2].

В настоящее время уже существуют программно-технические решения в области распознавания языка жестов:

1. На основе платы Intel Edison создана перчатка, которая принимает сведения от датчиков, закрепленных на ней, обрабатывает их с использованием метода опорных векторов, узнает, какой букве соответствует жест, и отправляет то, что получилось, Android-приложению для озвучивания.

2. В Калифорнийском университете Сан-Диего (США) изобрели перчатку, которая превращает знаки языка жестов в текст на экране компьютера или смартфона. Перчатка состоит из стандартной спортивной перчатки, оснащенной девятью гибкими сенсорами, которые расположены над костяшками пальцев.

3. В Малайзии создан переводчик языка жестов (ASLT). Система обеспечивает возможность обнаружения и распознавания движений мышц лица, рук и верхней части туловища человека.

В отличие от описанных решений для автоматического распознавания дактильных знаков предлагается использовать технологию дополненной реальности.

Существует несколько определений дополненной реальности. Исследователь Рональд Азума в 1997 году определил ее как систему, которая совмещает виртуальное и реальное, взаимодействует в реальном времени и работает в трехмерном пространстве [3]. При этом с помощью технических средств в воспринимаемой человеком реальности появляются «дополнительные» элементы (когда виртуальные объекты «монтируются» в его поле восприятия).

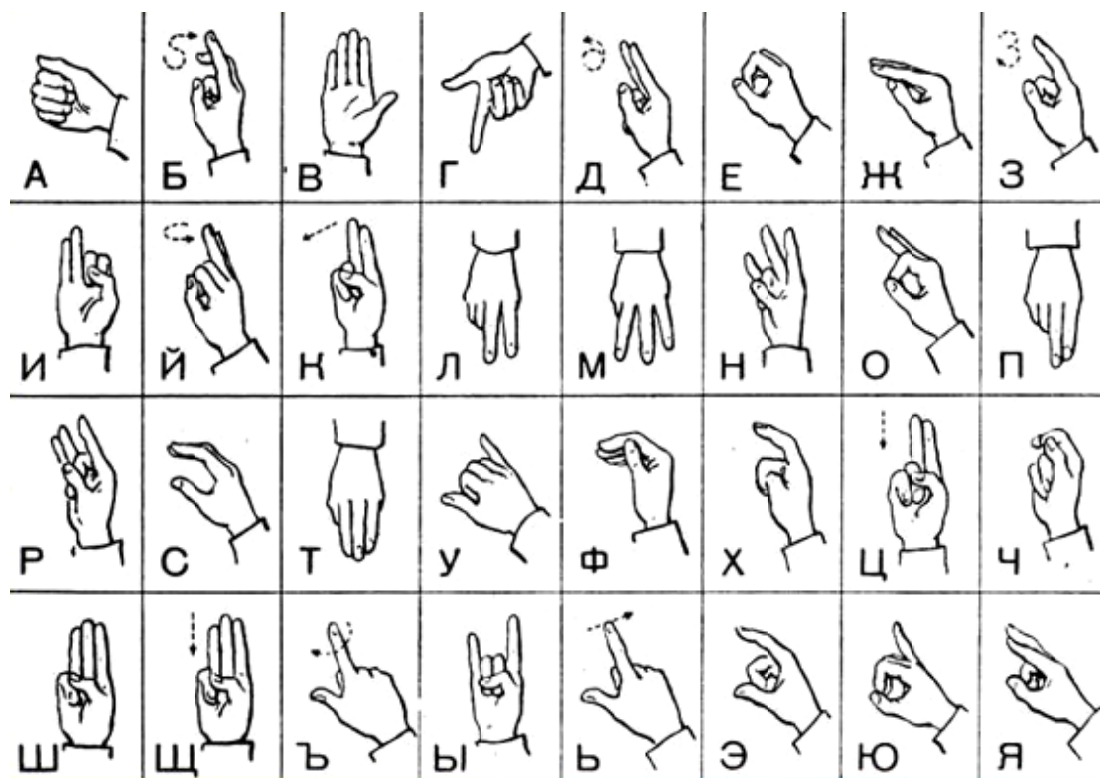


Рис. 1. Русская дактильная азбука [2]

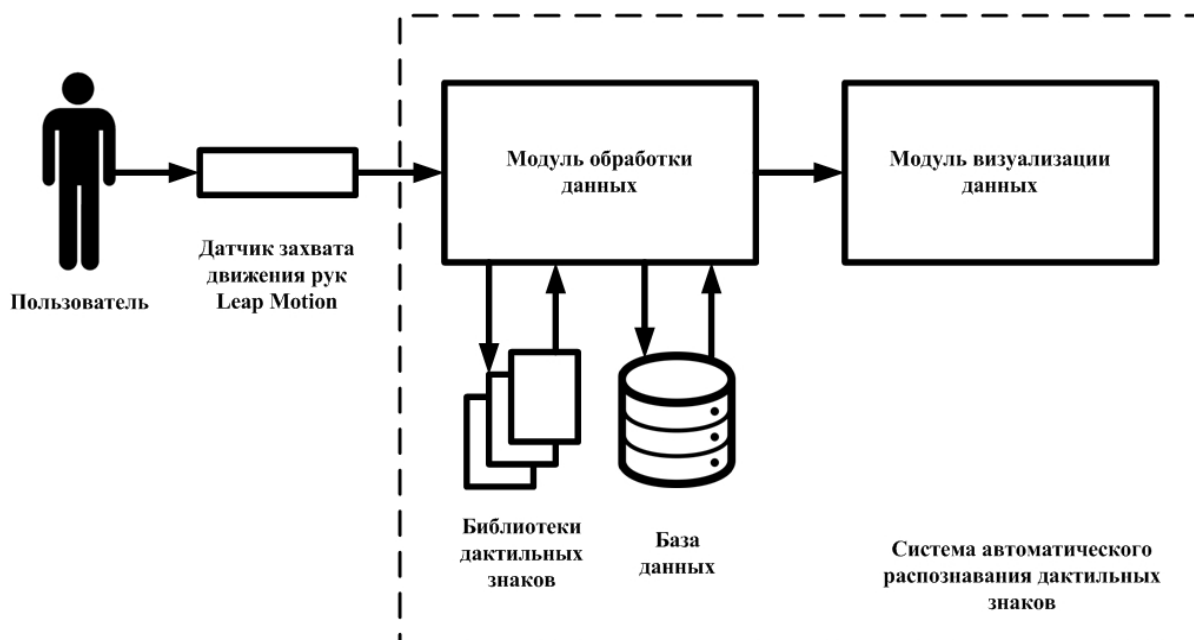


Рис. 2. Система автоматического распознавания дактильных знаков

Таким образом, система автоматического распознавания дактильных знаков (рис. 2), используя оцифрованные данные с датчика захвата движения рук Leap Motion, позволит модулю обработки данных (МОД) сопоставлять дактилемы со знаками, содержащимися в заранее подготовленных библиотеках, а после сохранения полученного результата в базе данных выдавать через модуль визуализации данных (МВД) на экран пользователю целые слова и даже предложения на естественном языке.

Предполагается, что такая система должна обладать возможностью самообучения. Однако, самообучение возможно только при наличии в системе аналитической подсистемы с базой знаний, включающей в себя как базу правил, так и базу моделей. На основе начальных знаний будут формироваться начальные модели, которые можно применить для моделирования дактилем.

По мере накопления данных и их анализа произойдет уточнение знаний, соответственно уточнятся и модели, а их применение будет становиться все более адекватно реальности [4].

При этом планируется использовать метод опорных векторов – алгоритм обучения с учителем, который анализирует данные, используемые для классификации и регрессионного анализа. На вход системы подается набор обучающих примеров, каждый из которых принадлежит одной из n категорий, затем на основе этих данных строится модель, которая классифицирует новые наборы показателей, относя их к одной из существующих категорий. На основе обучающих примеров алгоритм находит оптимальную гиперплоскость, что позволяет ему относить к существующим категориям новые примеры.

Разработанные таким образом библиотеки могут содержать дактильные алфавиты различных мировых языков, что позволит решить одну из актуальных проблем, связанных с распознаванием дактильных знаков.

На рисунке 3 показан пример применения датчика захвата движения рук Leap Motion для моделирования знаков русского дактильного алфавита.



Рис. 3. Пример применения датчика захвата движения рук Leap Motion

Автоматическое распознавание знаков русской дактильной азбуки с использованием технологии дополненной реальности позволит расширить возможности коммуникации глухонемых людей с окружающим миром.

Список использованных источников

1. Система распознавания дактильных жестов русского языка глухих / Н. С. Дорофеев, В. Л. Розалиев, Ю. А. Орлова, А. Н. Солошенко // Известия ВолгГТУ. – 2013. – № 14(117). – С. 42 – 45.
2. Зайцева, Г. Л. Жестовая речь. Дактилология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г. Л. Зайцева. – М. : Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2015. – 192 с.
3. Azuma, R. A Survey of Augmented Reality Presence: Teleoperators and Virtual Environments / R. Azuma. – August 1997. – P. 355 – 385,
4. Баранов, В. Г. Способы аналитической обработки для системы поддержки принятия решений / В. Г. Баранов, В. Р. Милов, Б. А. Суслов // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2010. – № 2. – С. 12 – 15.
5. Васильева, Л. А. Применение технологии дополненной реальности при автоматическом распознавании дактильных знаков / Л. А. Васильева, Ю. С. Егоров // Информационные системы и технологии» (ИСТ 2018) : тр. XXIV Междунар. науч.-техн. конф. – Н. Новгород : НГТУ, 2018. – С. 500 – 503.

УДК 004.04

Мухаметьянова О. А., Дидык Т. Г.

Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия, г. Уфа
(E-mail: argamont@mail.ru, tanayr@mail.ru)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКРУТИНГОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Mukhametianova O. A., Didyk T. G.

Ufa State Aviation Technical University, Russia, Ufa
(E-mail: argamont@mail.ru, tanayr@mail.ru)

DESIGNING A RECRUITMENT INFORMATION SYSTEM

Аннотация. Актуальность темы настоящей работы обусловлена тем, что в современных условиях правильный подбор персонала может помочь компании в увеличении производительности и прибыли, формировании лояльной команды сотрудников. Неправильный выбор может привести к большой текучке персонала или недостаточной компетентности сотрудников и, как следствие, низкой эффективности компании в целом.

Ключевые слова: прием на работу, автоматизированная информационная система, отдел кадров, служба по работе с персоналом, кандидат, персонал.

Abstract. The relevance of the topic is due to the fact that in modern conditions the right staffing can help the company in increasing productivity and profits, forming a loyal team of employees. The wrong choice can lead to high staff turnover or lack of competence of employees and, as a result, low efficiency of the company as a whole.

Keywords: hiring, automated information system, personnel department, personnel service, applicant, staff.

В настоящее время необходимым условием продвижения в сфере информационных технологий является внедрение информационных систем.

Сбор, хранение, поиск, переработка, преобразование, распространение и использование информации в различных сферах деятельности приобретают решающее значение для успеха и конкурентной борьбе. В современный информационный век для предпринимателей ключевое значение имеет не просто разработка принципиально нового изделия, а создание такого продукта или услуги, которые положили бы начало формированию нового направления в производстве, нового рынка. Только в этом случае предприятие (организация) может рассчитывать на приемлемый уровень издержек производства и снижение степени риска при выходе сначала на национальный, а затем на мировой рынок. Предпринимательское дело среди других направлений на конкурентном рынке выделяется с помощью средств информационной индивидуализации бизнеса.

Процесс подбора кадров является неотъемлемой частью работы службы персонала в любой компании. Правильный выбор кандидатов может помочь компании в увеличении производительности и прибыли, формировании лояльной команды сотрудников. Неправильный выбор может привести к большой текучке персонала или недостаточной компетентности сотрудников и, как следствие, низкой эффективности компании в целом. Функции специалиста по персоналу представлены на рис. 1.



Рис. 1. Дерево функции службы по работе с персоналом

Создание АИС способствует повышению эффективности производства экономического объекта и обеспечивает качество управления. Наибольшая эффективность АИС достигается при оптимизации планов работы компании, быстрой выработке оперативных решений, четком маневрировании материальными и финансовыми ресурсами [1]. Отметим, что автоматизированное управление кадрами практически до сих пор дублируется бумажными документами. Это можно объяснить, с одной стороны, консерватизмом работников, традициями, недоверием к вычислительной технике и страховкой от непредвиденных обстоятельств, с другой – несовершенством законодательной базы в области электронного документооборота.

Таким образом, у сотрудников отдела кадров увеличивается объем работы с информацией и документами. При этом часть задач, которые отдел кадров должен решать, из-за дефицита времени остаются либо вообще нереализованными, либо реализованными с помощью примитивных алгоритмов, вследствие чего совершенно неудовлетворительных по качеству полученных результатов. И, как следствие, работникам отдела кадров трудно найти достаточные резервы времени для контактов с людьми. Невозможно заранее спланировать ту часть рабочего времени, которую специалист отдела кадров тратит на общение с посетителями [2].

Модель «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ» представляет собой усовершенствованный процесс модели «КАК ЕСТЬ». В данной модели отражает процесс с учетом внедрения ИС. Модель необходима для анализа лучших путей выполнения работы и процесса передачи документации, отражает процесс работы компании в будущем (рис. 2).

Внедрение ИС приводит к усовершенствованию процесса приема на работу, что, в свою очередь, вносит изменения в систему бизнес-правил, которые используются в компании.

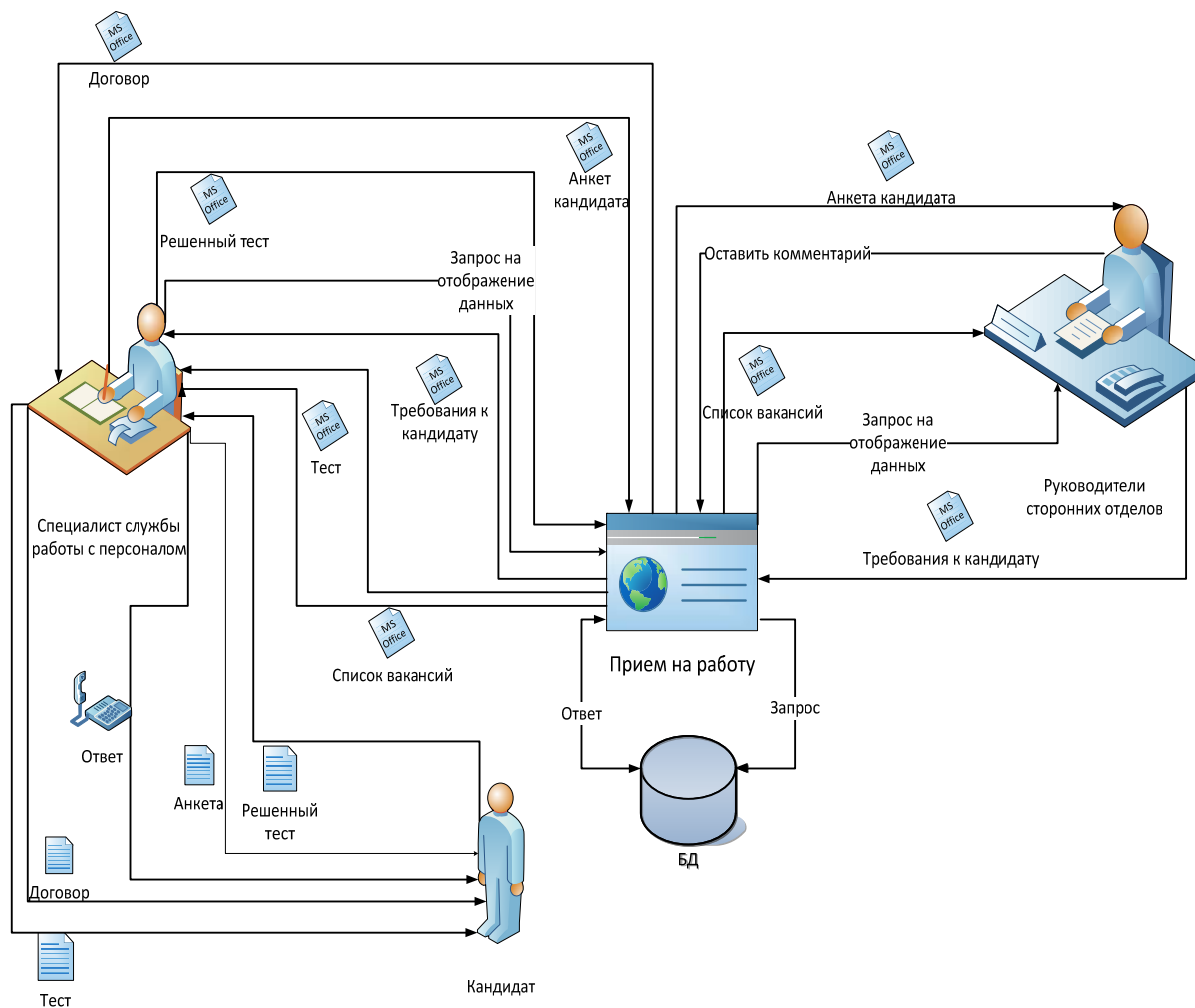


Рис. 2. Мнемосхема процесса приема на работу «Как должно быть»

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что процесс приема на работу остался прежним, но ИС дает возможность оперативно принимать решения в подборе персонала. В новой системе менеджеру по персоналу не надо будет отправлять документы на почту руководителям, руководитель отдела, зайдя в систему, может сам посмотреть информацию о кандидате, вакансию или этапы собеседования, т.е. в работе менеджера не будет дублируемой работы.

Список использованных источников

1. **Фаизова, С. Р.** Реинжиниринг обеспечивающих бизнес-процессов организации / С. Р. Фаизова, Т. Г. Дидык // Наука на современном этапе: вопросы, достижения, инновации. Социальное и экономическое развитие в XXI веке. Особенности развития современной науки: актуальные вопросы, открытия и перспективы : материалы междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 103 – 106.

2. **Дидык, Т. Г.** Обзор стратегий автоматизации бизнес-процессов / Т. Г. Дидык, Ю. В. Шаронова // Современная наука для решения задач инновационной экономики : сборник материалов междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 80 – 82.

УДК 004

Дидык Т. Г., Шаронова Ю. В.

Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия, г. Уфа
(E-mail: tanayr@mail.ru, hedviga@mail.ru)

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ РАСЧЕТА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СТОИМОСТИ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ

Didyk T. G., Sharonova J. V.

Ufa State Aviation Technical University, Russia, Ufa
(E-mail: tanayr@mail.ru, hedviga@mail.ru)

DEVELOPMENT OF THE PRELIMINARY COST CALCULATION MODEL FOR DESIGN WORKS

Аннотация. Разработка и создание дополнительных модулей для сайта любой компании в настоящее время может преследовать сразу несколько целей. С помощью дополнительных модулей можно расширить круг потенциальных клиентов, повысить экономическую эффективность работы отделов организации, а также упростить процесс обратной связи с клиентами.

Ключевые слова: сайт, мнемосхема, нотация EPC, диаграмма компонентов.

Abstract. The development and creation of additional modules for the website of any company can currently pursue several goals at once. With the help of additional modules, you can expand the circle of potential customers, improve the economic efficiency of the organization's departments, and also simplify the process of customer feedback.

Keywords: site, mnemonic, UML notes, component diagram.

Объектом исследования в данной работе являются бизнес-процессы планово-экономического отдела проектной организации. Предметом исследования является расчет предварительной стоимости проектных работ. Целью работы является повышение экономической эффективности деятельности планово-экономического отдела за счет автоматизации расчета стоимости проектных работ.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- разработка модуля сбора первичной информации (параметров для расчета стоимости работ);
- разработка расчетного модуля, позволяющего с учетом выбранных характеристик рассчитать стоимость работ;
- обеспечение удобства приема заявок на работы от заказчика через заполнение форм на сайте;
- сокращение времени обслуживания клиентов.

Основными задачами отдела является:

- формирование планов проектно-изыскательских и других видов работ по номенклатуре и срокам выполнения (перспективных, текущих);
- формирование графиков проектирования;
- подготовка экономико-статистической отчетности в сроки;
- контроль сроков выполнения проектно-изыскательских работ;
- работа с клиентами (расчет предварительной стоимости проектных работ).

В существующей в настоящее время модели оформления заявки имеются недоработки. Для того, чтобы сотрудник ПЭО мог сформировать требования клиентов и рассчитать предварительную стоимость работ, ему необходимо занести информацию об объекте и его стоимости в таблицу MS Excel. Данная система оформления заявки является трудоемкой, а также высока вероятность потери требований клиента.

Перечислим основные недостатки при расчете предварительной стоимости проектных работ в MS Excel:

- затратный по временным показателям процесс сбора первичной информации;
- не автоматизированный расчет стоимости проектных работ (вероятность ошибок в результатах предварительного расчета стоимости работ);
- вероятность потери данных и требований клиента.

Для автоматизации расчета стоимости работ, удобства оформления заявки клиента на проведение проектных работ, а также хранения данных и требований клиента, целесообразным было разработать подсистему, состоящую из трех модулей («Модуль сбора первичной информации», «Расчетный модуль» и «Модуль формирования заявки») к действующему сайту организации. Это значительно сократит время обслуживания заказчика, ведь он сможет сам без особых усилий рассчитать стоимость необходимых ему проектных работ и оставить заявку на сайте организации [1].

Преимущества разработки подсистемы к действующему сайту следующие:

- оперативное формирование расчета стоимости проектных работ;
- централизованное хранение данных о требованиях заказчика;
- быстрый и удобный расчет стоимости проектных работ;
- предотвращение потери данных о клиентах;
- защита информации от несанкционированного доступа.

Внедрение подсистемы расчета стоимости работ улучшит качество сервиса обслуживания клиентов [2].

Задачами автоматизации являются:

- разработка модуля сбора первичной информации (параметров для расчета стоимости работ);
- разработка расчетного модуля, позволяющего с учетом выбранных характеристик рассчитать стоимость работ;
- обеспечение удобства приема заказов на выполнение проектных работ;
- сокращение времени обслуживания клиентов.

На рисунке 1 представлена мнемосхема бизнес-процесса – расчет стоимости работ «как есть». Мнемосхема наглядно отображает происходящие процессы по расчету стоимости проектных работ с задействованными в этом процессе лицами. Стрелками показано взаимодействие между элементами.

На мнемосхеме «как есть» показано, что по запросу от заказчика специалистами ПЭО выполняется расчет стоимости проектных работ. Данный процесс происходит с помощью MS Excel путем ввода информации об объекте проектирования, его характеристик, объема предполагаемых работ и цены. Затем специалисты ПЭО информируют заказчика о проведенных расчетах, после чего он принимает решение о заключении договора.

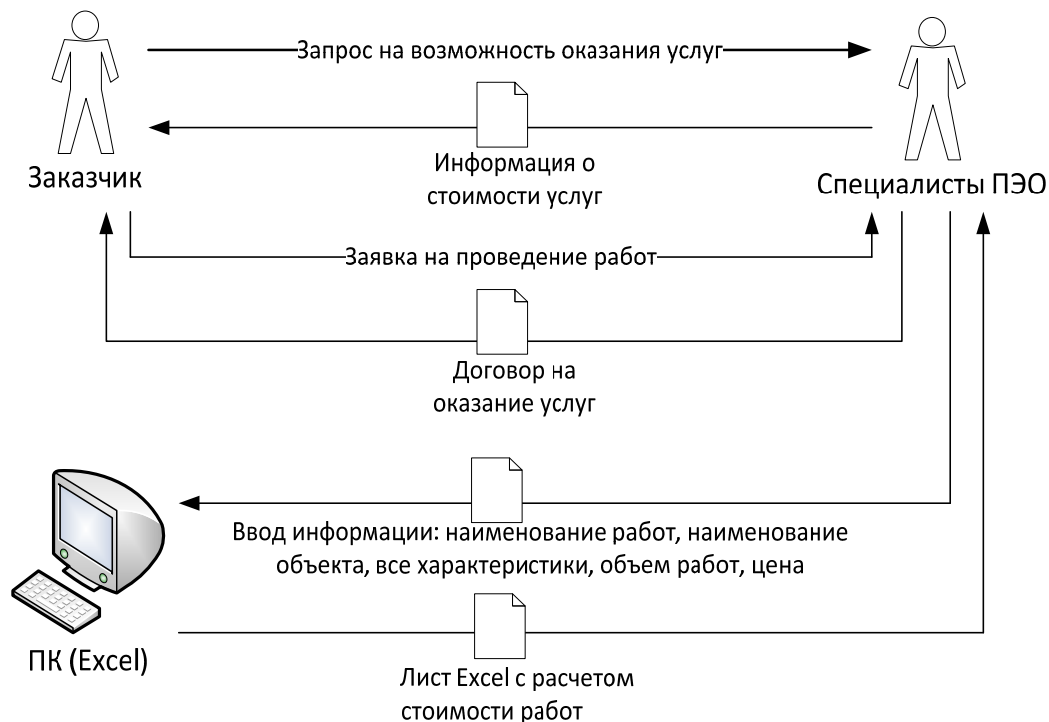


Рис. 1. Мнемосхема бизнес-процесса «Расчет стоимости работ» («как есть»)

Нотация EPC – это нотация описания бизнес-процессов в виде последовательности событий и функций. Для каждой функции могут быть определены начальные и конечные события, участники, исполнители, материальные и информационные потоки, сопровождающие ее, а также проведена декомпозиция на более низкие уровни. Для ветвления процесса используются операторы И, ИЛИ, исключаящее ИЛИ. Основным принципом нотации, на котором все строится, является понятие событийности. В общем виде готовая схема в нотации EPC выглядит как последовательность событий и функций с детализацией до используемых объектов и участников процесса.

Основанием для проведения работ по теме «Автоматизация расчета стоимости работ» является отсутствие на рассматриваемом предприятии централизованной системы сбора и хранения информации для расчета предварительной стоимости проектных работ. Отметим, что автоматизированная работа по расчету стоимости проектных работ до сих пор производится вручную, путем внесения параметров для расчета стоимости работ в MS Excel.

Трудовые ресурсы планово-экономического отдела используются нерационально, поскольку сотрудники затрачивают много времени на обработку информации для расчета стоимости работ и обратной связи с клиентами, поэтому было принято решение о внедрении подсистемы, для автоматизации ввода первичной информации, проведения расчетов стоимости проектных работ и формированию заявки.

Создаваемая система предполагает две группы пользователей с разными правами доступа [3]. На рисунке 2 представлена диаграмма компонентов, на которой показаны предполагаемые пользователи модуля и их функции. Также диаграмма компонентов показывает состав разрабатываемой подсистемы, а именно три модуля и БД, и как они взаимосвязаны между собой и с пользователями.

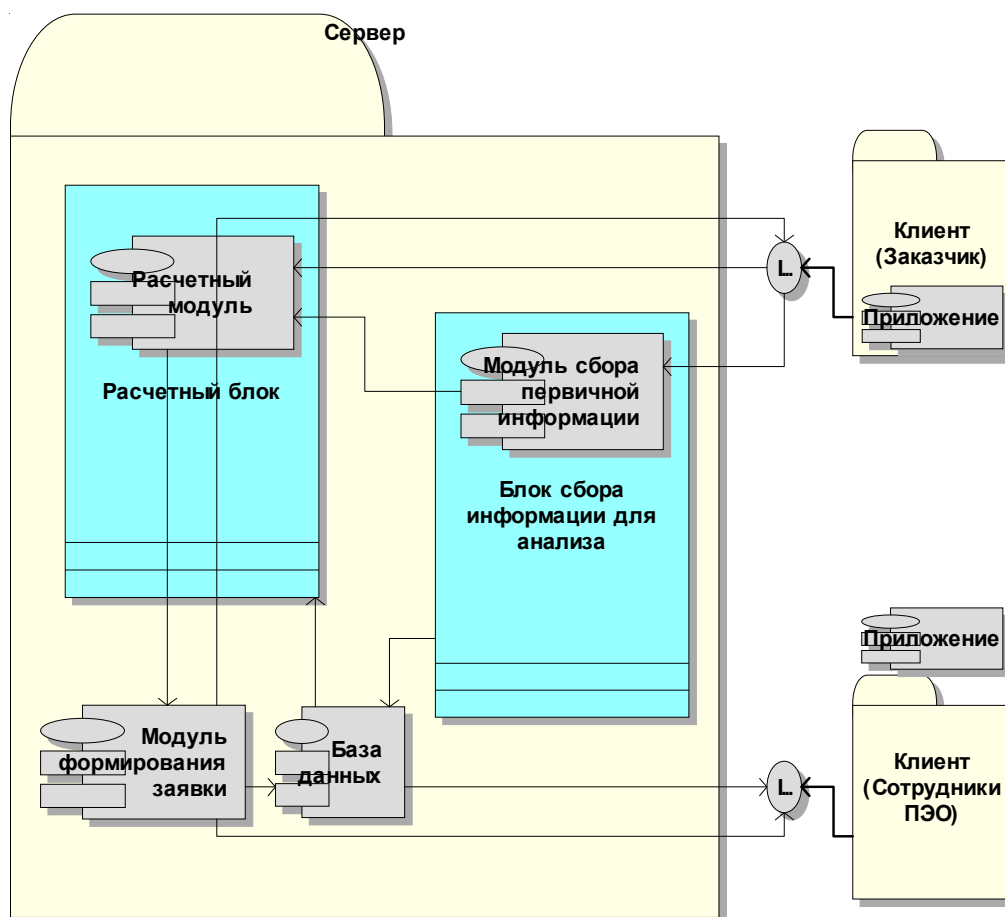


Рис. 2. Диаграмма компонентов

В рамках работы был проведен подробный анализ предметной области, изучен механизм работы планово-экономического отдела с клиентами, основанный на заключении договора по оказанию услуг. Были выделены основные недостатки при работе с клиентами, на основе чего была поставлена задача разработки подсистемы «Расчет стоимости работ».

Список использованных источников

1. **Фаизова, С. Р.** Реинжиниринг обеспечивающих бизнес-процессов организации / С. Р. Фаизова, Т. Г. Дидык // Наука на современном этапе: вопросы, достижения, инновации. Социальное и экономическое развитие в XXI веке. Особенности развития современной науки: актуальные вопросы, открытия и перспективы : материалы междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 103 – 106.
2. **Дидык, Т. Г.** Обзор стратегий автоматизации бизнес-процессов / Т. Г. Дидык, Ю. В. Шаронова // Современная наука для решения задач инновационной экономики : сборник материалов междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 80 – 82.
3. **Дидык, Т. Г.** Технология верстки web-интерфейсов со стороны клиента / Т. Г. Дидык, Р. Н. Сафиулин, Ю. В. Шаронова // Методы, модели и информационные технологии в управлении социально-экономическими системами : сб. науч. тр. X Междунар. науч.-практ. internet-конф. Уфа, 14 октября – 14 ноября 2016 года. – Уфа : ИСЭИ УНЦ РАН, 2016.

УДК 004:658

Филосова Е. И., Ильина Н. И.

Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия, г. Уфа
(Тел. (3472)724035, e-mail: filsova@yandex.ru)

РАЗРАБОТКА ОБРАБОТЧИКА ПРОСТАВЛЕНИЯ СТАВОК НДС В НОМЕНКЛАТУРНЫЙ СПРАВОЧНИК

Filsova E. I., Pina N. I.

Ufa State Aviation Technical University, Russia, Ufa
(Tel. (3472)724035, e-mail: filsova@yandex.ru)

DEVELOPING PROCESSOR FOR AFFIXED VAT RATES IN THE NOMENCLATURE DIRECTORY

Аннотация. В данной статье рассматривается деятельность большинства магазинов Башпотребсоюза, соединенных в одну общую глобальную сеть, и работа по внедрению и доработке корпоративной информационной системы.

Ключевые слова: информационная система, ставка НДС, номенклатурный справочник, 1С-Рарус, автоматизация.

Abstract. This article discusses the activities of most stores Bashpotrebsoyuz, connected in one common global network, and work on the implementation and refinement of corporate information systems.

Keywords: information system, VAT rate, item list, 1С-Rarus, automation.

Введение. Важнейшим фактором работы сети магазинов является оперативный сбор информации из каждого магазина, как бы далеко друг от друга они не находились, и осуществление централизованного управления ими. Централизованное управление торговой сети возможно только с помощью применения информационных технологий во всех его магазинах. Внедрением этих систем в магазины и склады Башпотребсоюза занимается отдел автоматизации торговли.

Товарно-материальные потоки являются основой хозяйственной деятельности торгового предприятия. Рациональное управление товарно-материальными ценностями (ТМЦ) является залогом эффективной деятельности предприятия, так как позволяет организовать складское хозяйство, повысить производительность труда работников склада, сотрудников снабженческо-сбытовых структур и т.д. Структура организации складского хозяйства в Башпотребсоюзе достаточно сложная и иерархическая. В организации существуют две крупные межрайонные базы, которые поставляют продукцию на склад района или магазина или в другую отрасль деятельности организации.

Учет запасов ТМЦ и управление ими предполагает учет свойств, характеристик, условий хранения, транспортировку, качество товара и спроса на него. Неправильное ведение учета запасов может обернуться предприятию убытками. Результатом будет большое количество складских запасов на определенный товар, на содержание которого тратится неоправданное количество денежных средств, либо отсутствие популярного товара, а значит неудовлетворенный спрос и, соответственно, недобор торговой вы-

ручки. Следовательно, учет величины товарного запаса служит неотъемлемой частью управления торговлей.

Средства статистического анализа запасов позволяют оценить привлекательность каждого изделия по его доле в обороте или прибыли предприятия, стабильность продаж, выявить плохо продаваемую продукцию по критериям среднего срока хранения, расхода за период и коэффициента оборачиваемости. Статистические данные являются входной информацией для определения плана закупок.

Проектирование обработчика проставления ставок НДС. Учет запасов, поставок, анализ статистических данных и многое другое будет выполняться в полной мере только в том случае, если структура информационной системы организована должным образом. Поскольку справочник номенклатуры является одним из часто используемых и пополняемых, то большое внимание следует уделять присвоению наименований в данном справочнике.

Типовыми ошибками работы операторов со справочниками являются:

- открытие нескольких карточек на один и тот же товар;
- произвольный набор наименования товара, без соблюдения правил заполнения;
- занесение товара без учета структуры папок (товарных групп и подгрупп) в произвольные места классификатора;
- неполное заполнение полей в карточке товара, в том числе поля «Ставка НДС».

Несоблюдение правил заполнения приводит к недействительной, искаженной информации, которая не отражает текущее положение предприятия. Отчет продаж, остатков выводится некорректно, данные по ним затруднительно достоверно анализировать.

Изучив деятельность и процессы предприятия, была выявлена проблема неполного заполнения полей в карточке товара, а именно, поля «Ставка НДС». Отсутствие в некоторых позициях поля «Ставка НДС» привело к тому, что предприятие не может сформировать отчет о вычетах НДС в налоговый орган.

Предприятию необходимо для правильного расчета налоговых вычетов заполнять номенклатурные позиции соответствующими (0, 10 или 18%) ставками налога на добавленную стоимость (НДС), определяемыми на законодательном уровне. Единый для всей потребительской кооперации Башкортостана справочник номенклатур на сегодняшний день содержит более 65 тыс. товарных позиций, включенных в более 160 магазинов. Тем не менее, торговая сеть продолжает динамично развиваться. Оператор вручную способен за день внести изменение в 500 – 1000 карточек товара. Кроме того, корректное ведение ставок НДС при ручном вводе, в обстановке постоянных изменений справочника номенклатур, является практически нереализуемой задачей.

Для успешной реализации проекта объект проектирования ИС должен быть, прежде всего, адекватно описан, должны быть построены его полные и непротиворечивые функциональные и информационные модели [1 – 3]. Деятельность торгового предприятия заключается в купле-продаже товаров, поэтому особое внимание должно уделяться справочнику Номенклатура, в котором содержатся все проданные товары или товары на реализацию. Вследствие этого рассмотрим процесс ведения справочника Номенклатура.

Одним из начальных этапов работы программы 1С-Рарус было заполнение справочника Номенклатура. Для только начинающих автоматизацию магазинов данные вводятся из документа товарной матрицы. По мере работы автоматизированных мага-

зинов, начинается закупка товаров, которые раньше не продавались. Регистрация таких товаров в БД фиксируется на основании документа Накладная.

Проектирование системы осуществлялось в программном средстве Enterprise Architect на языке UML. Рассмотрим декомпозицию процесса ведения справочника Номенклатура на основе документа накладной в одном из функционирующих магазинов (рис. 1).

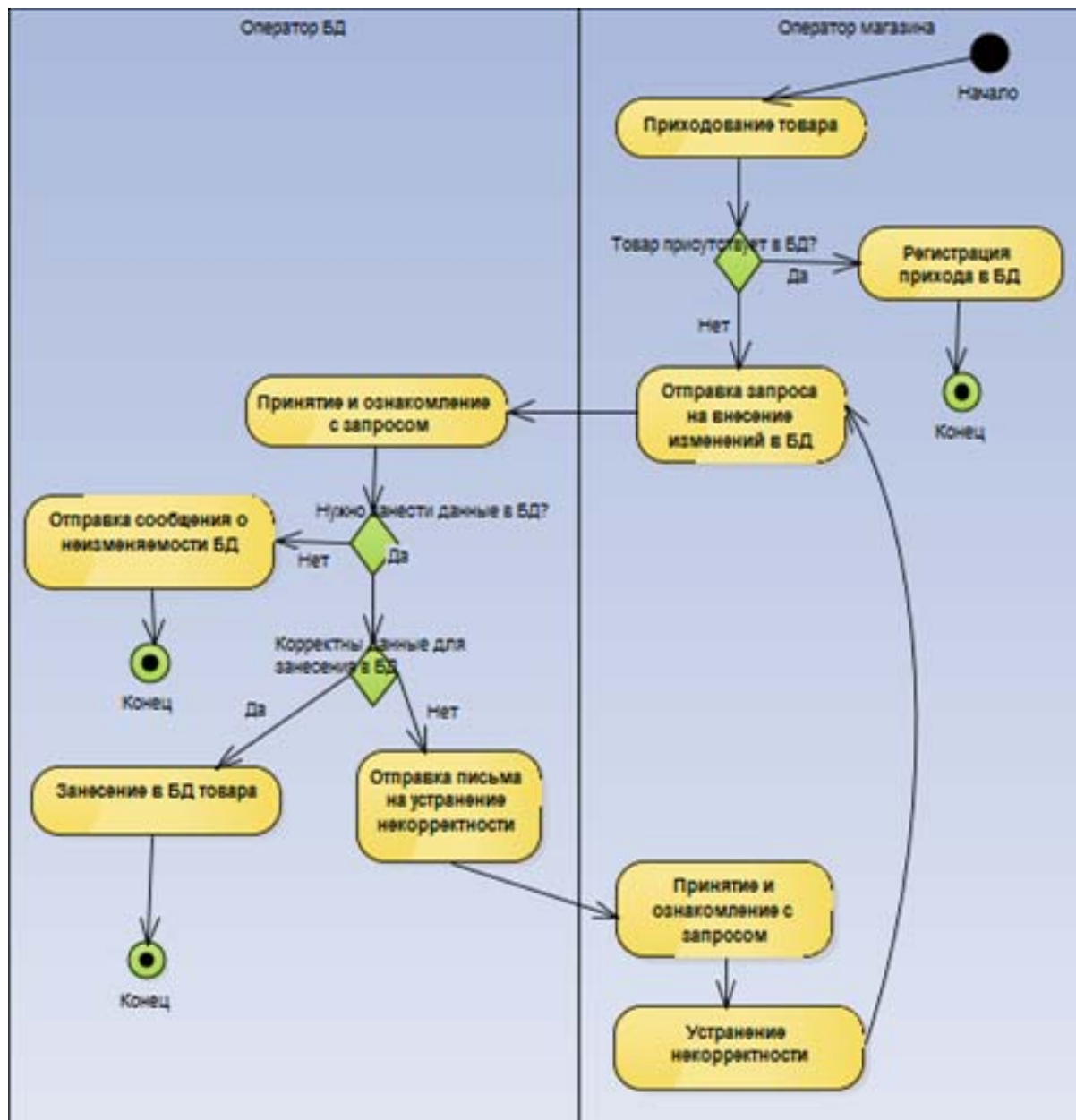


Рис. 1. Декомпозиция модели ведения Номенклатурного справочника

В магазин поставляется товар, сотрудники приходят его и отдают накладную оператору магазина для регистрации документооборота в ИС. Перед тем как занести в БД, оператор ищет указанный в накладной товар в его базе. Если товар присутствует в БД, то оператор оформляет приход либо отправляет по почте запрос оператору БД БПС на добавление товара в Номенклатурный справочник. Оператор БД БПС реша-

ет о необходимости изменения товарной карточки. Если нет необходимости, то управляет уведомление оператору магазина, что данные не будут занесены. Если решает занести изменения, то потом проверяет корректность присланных данных. Если запрос правильно сформулирован, то заносит информацию в БД, иначе управляет письмо оператору магазина на уточнение данных. Затем действия повторяются.

Устранение проблемы предполагалось осуществлять вручную, так как других методов не находилось. Оператор БД БПС должен был зайти в окно товарной карточки и установить соответствующую ему Ставку НДС, если это требовалось (рис. 2).

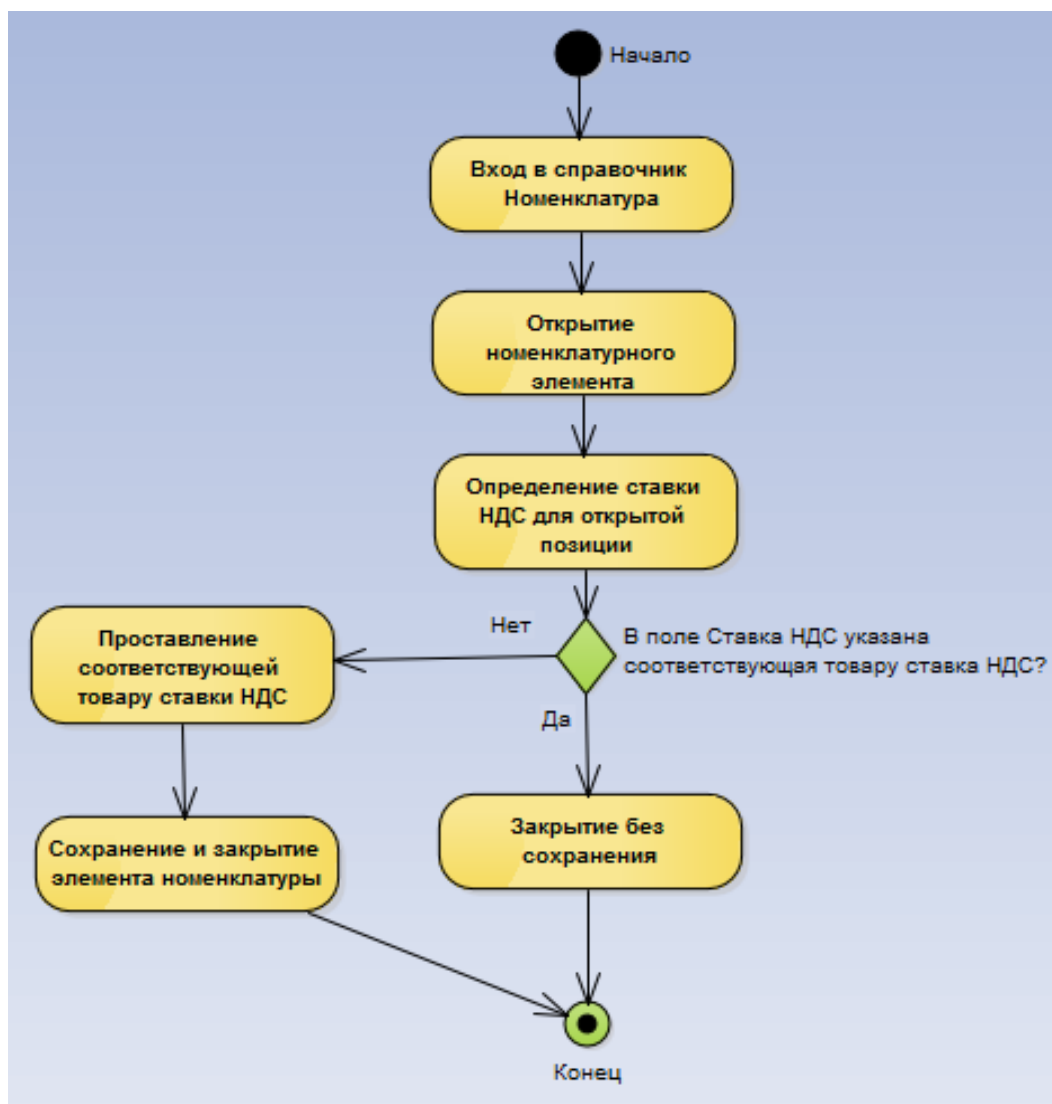


Рис. 2. Модель автоматизируемого процесса «КАК ЕСТЬ»

Действие должно было выполняться для каждого номенклатурного элемента. На текущий момент времени в базе данных насчитывалось около 65 тысяч товарных позиций. Работа предстояла быть рутинной и монотонной.

Изучение описанной деятельности позволило оценить текущее состояние дел и выявить узкие места, которые необходимо модернизировать. Было обнаружено, что на выполнение работы ведение справочника Номенклатура влияет человеческий фактор. Обусловлено это тем, что работа осуществляется не в полном объеме и допускаются

ошибки при его заполнении, т.е. некоторые поля не заполнены или заполнены некорректно. Последствия таких недочетов отражаются в работе ИС, отчеты перестают показывать текущее состояние дел предприятия.

Разработка и внедрение программного средства. Благодаря правильно предоставленным ставкам НДС на товарах можно сформировать декларации по налогу на добавленную стоимость с верными показателями и за минимум времени. На предприятии заполнение данного поля для некоторых товарных карточек было проигнорировано. Последствия отразились на формировании отчетов о вычетах НДС для налогового органа.

Рассмотрим процесс устранения ошибки заполнения справочника автоматически, с помощью создаваемой программы (рис. 3). При внедрении автоматизируемой разработки оператору БД БПС необходимо в программе 1С-Рарус запустить обработчик, в нем выбрать товарную группу и соответствующую ее Ставку НДС, затем запустить обработчик на выполнение операции.

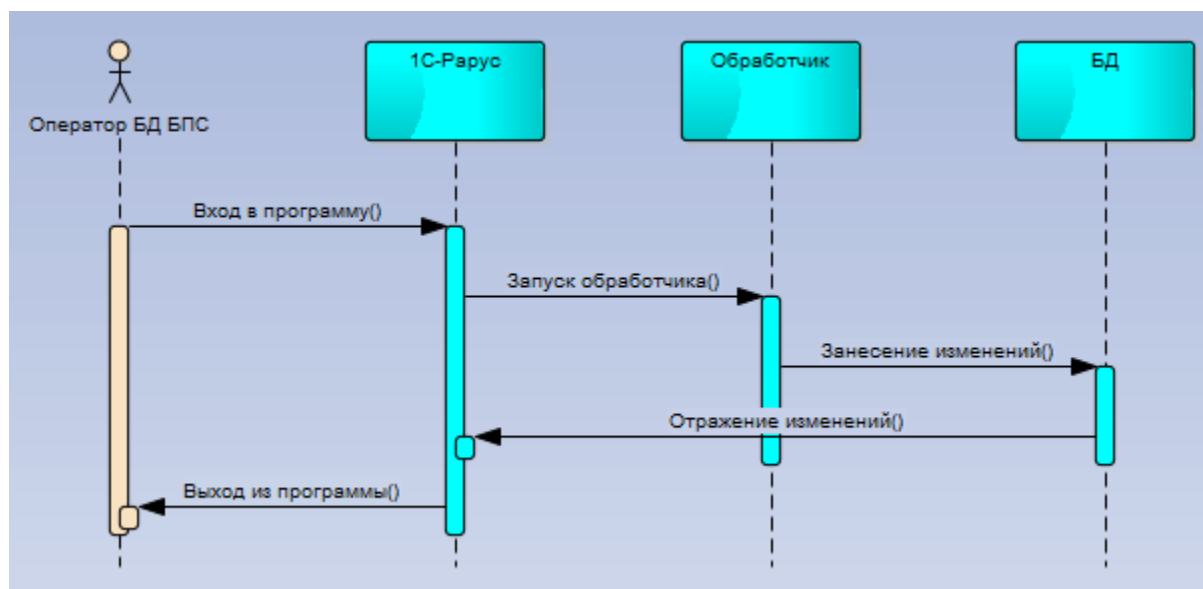


Рис. 3. Диаграмма последовательности модели «Как должно быть»

В ходе выполнения работы были последовательно пройдены все этапы проектирования, разработки и внедрения информационной системы:

- изучение предметной области – деятельности торговой сети Башпотребсоюз;
- изучение информационных потоков организации;
- выбор и обоснование методологии проектирования ИС;
- построение функциональной модели бизнес-процессов предметной области;
- описание входных и выходных данных системы;
- проектирование базы данных;
- создание форм приложения, позволяющих пользователю взаимодействовать с базой данных и получать необходимую информацию.

При разработке программы применялся метод объектного программирования, т.е. моделируемая организация рассматривалась как набор взаимодействующих объектов – производственных единиц. Создание и внедрение информационной системы поменяло

условия выполнения операций, структуры процессов. Это привело к необходимости изменения системы бизнес-правил, используемых на предприятии, модификации должностных инструкций сотрудников.

Разработанная программа позволила не только ускорить процесс проставления ставок НДС, но и избежать ошибок, связанных с человеческим фактором. Внедрение разработанного механизма позволяет существенно сократить время на выполнение данной операции и повысить ее точность выполнения. Без использования представленной разработки процесс выполнялся бы несколько месяцев, а с помощью данного обработчика можно выполнить за один рабочий день, но также быстрота выполнения данного процесса зависит от множества других факторов.

Заключение. Программа разрабатывалась на языке 1С, чтобы потом возможно было запустить ее в существующей системе «1С-Рарус: Торговый комплекс. Продовольственные товары ред. 8». Используя данное программное приложение, Башпотребсоюз получил возможность организовать ведение справочника, облегчая при этом работу оператора БД БПС. Справочник номенклатур товаров постоянно изменяется, на законодательном уровне изменяются ставки НДС для товаров, поэтому задача разработки не потеряет своей актуальности и в будущем.

Список использованных источников

1. **Вендров, А. М.** Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем : учебник / А. М. Вендров. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 544 с.
2. **Смирнова, Г. Н.** Проектирование экономических информационных систем : учебник / Г. Н. Смирнова, А. А. Сорокин, Ю. Ф. Тельнов – М. : Финансы и статистика, 2005. – 491 с.
3. **Мартынов, В. В.** Проектирование информационных систем : учебное пособие / В. В. Мартынов, Н. О. Никулина, Е. И. Филосова. – Уфа : УГАТУ, 2008. – 376 с.

References

1. **Vendrov, A. M.** Proektirovanie programmnoho obespecheniya ekonomicheskikh informatsionnyih sistem : uchebnik / A. M. Vendrov. – M. : Finansyi i statistika, 2006. – 544 s.
2. **Smirnova, G. N.** Proektirovanie ekonomicheskikh informatsionnyih sistem : uchebnik / G. N. Smirnova, A. A. Sorokin, Yu. F. Telnov. – M. : Finansyi i statistika, 2005. – 491 s.
3. **Martyinov, V. V.** Proektirovanie informatsionnyih sistem : uchebnoe posobie / V. V. Martyinov, N. O. Nikulina, E. I. Filosova. – Ufa : UGATU, 2008. – 376 s.

УДК 004.946

Билуха И. Н.

Северный (Арктический) Федеральный университет имени М. В. Ломоносова,
Россия, г. Архангельск
(E-mail: vanya2997@gmail.com)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «СМАРТ-КОНТРАКТОВ» КАК СПОСОБ СОКРЫТИЯ ДОГОВОРОВ ВНЕШНЕЙ РАЗВЕДКИ

Bilukha I. N.

Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Russia, Arkhangelsk
(E-mail: vanya2997@gmail.com)

USING “SMART-CONTRACTS” TO CONCEAL FOREIGN INTELLIGENCE TREATIES

Аннотация. Благодаря анонимности и исключению доверенных посредников, криптовалюты, такая как Биткойн, стимулировала к повышению безопасности в сообществах (включая внешнюю разведку).

Ключевые слова: смарт-контракты, блокчейн, компьютерная безопасность, внешняя разведка, обработка данных, хранение данных.

Abstract. Thanks to their anonymity and elimination of trusted intermediaries, cryptocurrencies such as Bitcoin have increased safety in communities (including foreign intelligence).

Keywords: smart-contracts, blockchain, cyber security, foreign intelligence, data processing, data storage.

От доисторического бартера до интернет-рынков доверие всегда играло важную роль в сделках. Раньше люди могли полагаться только на инстинкты и опыт при оценке надежности предлагаемой транзакции. Развитие верховенства закона повысило безопасность, переместило доверие с межличностного уровня на доверие к обществу и институтам, которые имели право проводить операции и предоставлять помощь пострадавшей стороне.

Смарт-контракты – это компьютерные программы, которые безопасно работают на блочной цепочке; они выполняются автономно в соответствии с заранее заданными переменными, а результат, проверенный и вписанный в блок-цепочку, практически необратим. Это гарантирует, что согласованная транзакция, которая обычно включает передачу криптовалюты, выполняется, когда выполняются условия, установленные сторонами, которые прописываются в коде смарт-контракта. В стандартной среде исполнение соглашения зависит от доброй воли сторон и может быть применено через судебную систему в случае дефолта. Смарт-контракты автоматически обеспечивают желаемый результат соглашения.

Во внешней иностранной среде, где принудительное исполнение сделки через судебную систему вообще не является вариантом, характеристики смарт-контрактов могут стать ценным активом. Анонимность сделки также гарантируется, а это означает,

что стороны могут проводить сделки, не раскрывая свои личности друг другу и другим сторонам, которые могут наблюдать за сделкой.

Таким образом, технология может играть важную роль в транзакциях, совершаемых внешней разведкой. Это могло бы помочь гарантировать, что обе стороны получат то, что они хотят от сделки, без необходимости устанавливать доверие через репутацию, раскрывать личность или давать обещания, которые в условиях военного времени имеют мало значения.

Хотя эти сценарии событий, безусловно, привлекательны для внешней разведки, но следует подчеркнуть, что интеллектуальные контракты как технология находятся в начальной фазе и являются недостаточно функциональными и универсальными для удовлетворения всех потребностей из-за нескольких технических проблем. К ним относятся, в частности, интеграция оракулов (внешние фиды данных, которые вводят информацию, инициирующую выполнение интеллектуальных контрактов), способных проверять успешные исполнения транзакций, а так же трудность перевода определенных типов отношений на язык смарт-контрактов. Степень гибкости, предоставляемая технологией, просто не может соответствовать той, которая предоставляется юридическим документом, и поэтому смарт-контракты на данный момент наиболее подходят для выполнения транзакций, которые не имеют сложности и нюанса.

Нельзя недооценивать потенциал технологии смарт-контрактов как актива в разведывательной деятельности и организациях. Хотя несомненно, что нынешнее отсутствие гибкости смарт-контракта и многочисленные технические трудности ограничивают вышеприведенные сценарии, также несомненно, что технология будет быстро развиваться.

Список использованных источников

1. **Что такое** смарт-контракты на базе блокчейна? [Электронный ресурс]. – URL : <https://mining-cryptocurrency.ru/umnye-smart-kontrakty/>, свободный (дата обращения: 10.10.2018)
2. **Кольцо Гигге:** исследование будущего криминальных смарт-контрактов [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.initc3.org/files/Gyges.pdf>, свободный (дата обращения: 10.10.2018)

References

1. **What are** blockchain-based smart contracts? [Electronic resource]. – URL : <https://mining-cryptocurrency.ru/umnye-smart-kontrakty/>, free (date of the application: 10.10.2018)
2. **The Ring of Gyges:** Investigating the Future of Criminal Smart Contracts [Electronic resource]. – URL : <https://www.initc3.org/files/Gyges.pdf>, free (date of the application: 10.10.2018)

УДК 004.946

Корзина М. И.¹, Харитонов Т. С.²

Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, Россия,
г. Архангельск

¹(Тел. +7(911)552-36-99, e-mail: m.korzina@narfu.ru),

²(E-mail: kharitonova.tatiana.s@yandex.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СТРАТЕГИИ БИЗНЕСА

Korzina M. I.¹, Kharitonova T. S.²

Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Russia, Arkhangelsk

¹(Tel. +7(911)552-36-99 e-mail: m.korzina@narfu.ru),

²(E-mail: kharitonova.tatiana.s@yandex.ru)

THE USE OF MODERN TECHNOLOGIES FOR THE DEVELOPMENT OF BUSINESS STRATEGY

Аннотация. Современный бизнес приобретает ряд особенностей, связанных с информационными возможностями и вычислительными системами, к ним относятся сокращение числа персонала, повышение требований клиентов, а также улучшение анализа данных для составления стратегий развития. Все же целью и условием существования любого предприятия является получение прибыли и так называемая «борьба за выживание». Рассмотрим, каким образом современные технологии и анализ данных участвуют в помощи установления стратегий развития.

Ключевые слова: информационная система, сфера услуг, клиентская база, аналитическая обработка данных, оптимизация работы предприятия, бизнес.

Abstract. Modern business acquires several features related to information capabilities and computing systems; these include reducing the number of staffs, increasing customer requirements, as well as improving data analysis for the preparation of development strategies. Yet the purpose and condition of the existence of any enterprise is to make a profit and the so-called “struggle for survival”. The paper considers how modern technology and data analysis are involved in developing development strategies.

Keywords: information system, service sector, customer base, analytical data processing, enterprise optimization, business.

В последнее время в России происходит ужесточение нормативно-правовых норм в сторону бизнеса, к ним относятся сокращение программы поддержки малого и среднего бизнеса в 2017 и 2018 годах, увеличение вмененного налога, высокие взносы в пенсионный фонд, увеличение объема отчетности и многие другие факторы, которые влияют на количественное сокращение предприятий малого и среднего бизнеса [1]. По статистике количество вновь созданных предприятий меньше, чем число закрывшихся, и лишь 4% предприятий существуют более 3 лет [3]. Данную статистику можно объяснить простотой создания нового (малого, среднего) бизнеса и сложностью удержания клиентов, ведением отчетности и уплаты налогов.

Самыми популярными видами малого и среднего бизнеса являются торговля и сфера услуг. В общем и целом, развитие компаний выбранных сфер похоже, в той и другой требуется закупка материалов/товаров, привлечение клиентов/покупателей и расчет стратегии развития (закупки/рекламы), управление штатом работников (продавцы/исполнители/контент-менеджеры интернет-магазинов), поэтому рассмотрев одну из них можно провести аналогию и с другой. Остановимся на рассмотрении одной из возможных сфер деятельности малого предпринимательства – сфере услуг.

Сфера услуг – сфера экономики, где производятся блага, полезный эффект которых проявляется в самом процессе их создания [4]. Это могут быть предприятия, связанные с транспортом, связью, здравоохранением, образованием, искусством и многими другими, объединенными высокой конкуренцией на рынке предоставления услуг на момент вхождения в бизнес, где скорость ответа на запрос, мобильность и доступность имеют большое влияние на результат.

Основной площадкой для размещения рекламы, поиска и общения с клиентом стал Интернет. Большинство человек различного возраста имеют возможность использовать глобальную сеть практически всегда, этому способствуют как предоставляемые государством возможности (свободный wi-fi в крупных городах России), так и различные тарифы у операторов сотовых и проводных сетей, направленных на доступность интернет сети.

Различные информационные сайты и страницы в социальных сетях позволяют предпринимателям вести открытую (прозрачную) деятельность, проводить рекламные компании, искать клиентов с минимальными финансовыми затратами. Кроме того, многие сайты позволяют проводить различную аналитику для выяснения потребностей клиента, что позволяет предпринимателю быстро реагировать на запросы потенциальных клиентов, реализуя гибкую политику ведения бизнеса, меняя направленность и акценты в зависимости от интересов на данный период времени.

Одним из возможных предприятий малого бизнеса в сфере услуг является салон красоты. Салон красоты – заведение, занимающееся косметическим обслуживанием мужчин и женщин [5]. По официальным данным Росстата, в России работает от 20 000 до 30 000 зарегистрированных парикмахерских и салонов красоты. Салон красоты является многопрофильным заведением, что часто усложняет вход в данный бизнес в связи с большим количеством вложений, исходя из этого часто предприниматель основывается на одном профиле (самозанятость) и далее расширяет введением новых должностей и других видов услуг.

Требуемым персоналом будут являться администратор и мастера, количество которых в идеале определить с помощью анализа данных. Определение количества работников является неотъемлемой частью определения прибыли предприятия, так как при должном уровне рекламных кампаний количество клиентов может быть выше возможного для обслуживания, что значит потерю прибыли, а в случае с салоном красоты и потерю будущих клиентов, так как поход в салон красоты чаще является циклическим (например, раз в месяц), отсюда и потери в год будут выше (в количество раз цикла). Кроме того, при наличии большого числа работников и недостаточном уровне рекламы, ситуация так же будет направлена в сторону потери прибыли, так как мастерам-работникам требуется платить зарплату. А если не обслужено требуемое количество клиентов для покрытия всех расходов предприятия, выплата зарплаты будет либо не-

возможна, либо предприятие будет работать в минус. Таким образом, требуется добиться хорошего сочетания количества работников и выполненной ими работой, также определить зависимости между количеством мастеров, заявками от клиентов и рекламными компаниями. Данные зависимости в масштабах предприятия трудны для обработки без специализированных программ и компьютера, именно поэтому для составления стратегий развития предприниматели все чаще обращаются к анализу данных.

Для проведения анализа данные требуется собирать и хранить. Существует несколько подходов к сбору и хранению данных на предприятиях, во-первых, данные могут храниться в бумажном виде и по окончании отчетного периода рассчитываться вручную и сдаваться в требуемые органы, во-вторых, данные могут храниться в электронном виде, чаще табличном, в одном месте и разного типа, с возможностью расчета единичного параметра (например, общей прибыли), и невозможностью их полного анализа, в-третьих, возможно использование специализированных общих программ для сбора и хранения данных, например, 1С-Бухгалтерия, данные в подобных системах можно анализировать, но в случае специфики производства, они не принесут никакой пользы, так для слона красоты 1С-Бухгалтерия не подскажет, например, среднего возраста клиентов или средний цикл их походок в салон, наконец, существуют специализированные программы для определенного типа бизнеса, включающие в себя основные параметры для анализа, а также и саму возможность анализа данных, требуемых для производства.

Одним из вариантов специализированных программ можно назвать «1С Салон красоты». Данная программа представляет собой веб-сервис или установочную программу для компьютера, позволяет вести клиентскую базу и историю взаимодействия клиентом, позволяет просматривать статистику и аналитику, включает в себя модули учета денежных средств, управления персоналом, складом, также имеется возможность вести запись клиентов онлайн. Данная программа отвечает всем требованиям для отслеживания работы предприятия, кроме ее высокой стоимости, которая подойдет только для крупных салонов красоты.

Следующий вариант подобного программного обеспечения – CRM системы (Системы управления взаимоотношениями с клиентами). Данные программы встречаются и в платном и в бесплатном варианте (ограниченном), включают в себя множество функций по работе с клиентами, начиная от ведения клиентской базы, заканчивая телефонией и тайм-менеджментом, в свою очередь направленность на очень широкую аудиторию исключает некоторые требуемые функции для специфики предприятий и перегружают работу остальной системы, обязуя предпринимателя платить за все функции, даже которые он не использует. Стоимость подобных систем различна и подойдет для предприятий разной величины.

Наиболее удачным вариантом являются узконаправленные веб-сервисы, так для салонов красоты существуют такие сервисы, как Арника и YCLIENTS, которые включают в себя все требуемые для салона красоты функции: ведение клиентской базы, журнала посещений, финансовый и складской учет, расчет зарплат и программ лояльности, кроме того данные системы поддерживают включение онлайн-записи прямо на веб-ресурсах предприятия, и масштабируются под его размер, однако за их использование требуется ежемесячная оплата, в данном случае выбор остается за предпринимателем.

Кроме того, не редкость, когда предприятие заказывает разработать информационную систему организациям по заданным требованиям. В случае с салоном красоты основными требованиями являются: ведение клиентской базы с возможностью ее аналитической обработки, и быстрого расчета по предоставленным услугам, простота и доступность интерфейса и логики, так как работать с системой придется администратору и зачастую с высокой скоростью. Из обработанных данных требуется вывод средних значений стоимости процедуры для различных периодов (неделя/месяц/год), включающий в себя расчеты как с включением системы лояльности, так и без, это позволит проанализировать действительно ли стоимость услуг подходит, и насколько хорошо работает программа лояльности, так как порой высокая стоимость в прайсе перекрывается бесконечными большими скидками и приблизительные расчеты оказываются неверными, кроме того, для сравнения стоимости средние показатели так же важны.

Хорошим дополнением будет вывод количественных показателей выполненной работы каждого мастера, с возможностью составления рейтинга работников. К таким показателям относятся количество выполненных процедур каждым мастером, суммы, заработанные ими, суммарное и процентное количество скидок. По этим данным можно определить, насколько загружен мастер, и возможность варьирования его заработной платы.

С учетом того, что к данной информации требуется быстрый доступ, а так же важна сохранность и защита персональных данных и коммерческой информации, хранимой в подобной системе, хорошим вариантом будет ее создание в виде веб-ресурса, таким образом, данные будут храниться на сервере, с возможностью создания резервных копий, дополнительно к защите данных на стороне разработчика, будет защита от взломов на сервере, и доступ к информации будет возможен с любого устройства без установок специализированного оборудования и программного обеспечения. В случае использования веб-ресурса для повышения доверия со стороны клиентов можно использовать официальный сайт салона красоты.

Информационная система позволит сформировать у предпринимателя наиболее точное видение положения дел, позволяя принимать решения, основываясь на аналитических данных. Наблюдая результат от своих действий директор может сформировать более точную стратегию развития предприятия, быстро реагировать на изменения состояния рынка, основываясь на помощи в принятии решения от данной системы, тем самым увеличивать прибыль и масштаб предприятия.

Список использованных источников

1. **Хандриков, И. И.** Итоги 2017 года для малого и среднего предпринимательства [Электронный ресурс] / И. И. Хандриков. – URL : <http://www.yabloko.ru/blog/2018/01/16>
2. **ИП Эксперт.** Сколько было закрыто ИП в 2018 году [Электронный ресурс]. – URL : <http://ipexperts.ru/biznes/razvitie/skolko-zakrylos-ip-v-2018-godu.html>
3. **Статистика** бизнеса [Электронный ресурс]. – URL : <http://vawilon.ru/statistika-biznesa/>
4. **Юридическая энциклопедия.** Сфера услуг.году [Электронный ресурс]. – URL : https://yuridicheskaya_encyclopediya.academic.ru/

5. **Академик.** Салон красоты [Электронный ресурс]. – URL : <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/492617>

6. **Программы** для парикмахерских и салонов красоты [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.livebusiness.ru/tools/salon/>

References

1. **Handrikov, I. I.** Itogi 2017 goda dlya malogo i srednego predprinimatel'stva. [Электронный ресурс] / I. I. Handrikov. – URL : <http://www.yabloko.ru/blog/2018/01/16>

2. **IP Эксперт.** Skol'ko bylo zakryto IP v 2018 godu [Электронный ресурс]. – URL : <http://ipexperts.ru/biznes/razvitie/skolko-zakrylos-ip-v-2018-godu.html>

3. **Статистика** бизнеса [Электронный ресурс]. – URL : <http://vawilon.ru/statistika-biznesa/>

4. **Юридическая энциклопедия.** Sfera uslug.godu [Электронный ресурс]. – URL : https://yuridicheskaya_encyclopediya.academic.ru/

5. **Академик.** Салон красоты [Электронный ресурс]. – URL : <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/492617>

6. **Программы** для парикмахерских и салонов красоты [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.livebusiness.ru/tools/salon/>

УДК 004.91

Ряшенцева А. Н.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 89027312135, e-mail: sasha-rashenceva@yandex.ru)

РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА НА ПРИМЕРЕ ПРОДАЖИ ИММУНОХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРОВ

Ryashentseva A. N.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 89027312135, e-mail: sasha-rashenceva@yandex.ru)

DEVELOPING AN ONLINE STORE FOR IMMUNOCHEMICAL ANALYZERS

Аннотация. Разработан интернет-магазин с основными и необходимыми вкладками, а так же данными, которые характеризуют данный вид товара.

Ключевые слова: интернет-магазин, сайт, иммунохимические анализаторы.

Abstract. An online store with the main and necessary tabs, as well as data that characterize this type of product has been developed.

Keywords: online store, website, immunochemical analyzers.

В настоящее время большой популярностью пользуются интернет-магазины, в которых можно заказать товары не выходя из дома. Интернет-магазины удобны как для владельца, так и для покупателя. Ведь владелец экономит значительную часть средств на ведении и обслуживании помещения и самого магазина, а покупатель может быстро и в любое время обратиться к продавцу за необходимой информацией и получить качественный товар.

В том числе и в условиях рынка медицинской техники, интернет-магазины пользуются большим спросом. Но создание сайта для интернета-магазина серьезная работа, требующая серьезного подхода со стороны разработчика.

Сайт должен обладать рядом характеристик: во-первых, он должен включать в себя достаточно большую информацию о компании и товарах. Во-вторых, информация должна быть понятна и доступна, быть «на виду» у пользователя. В-третьих, информация должна быть достоверной и проверяемой.

Именно для увеличения эффективности в работе с информацией необходимо тщательно продумать структуру сайта.

Если рассматривать интернет-магазин медицинской техники, да и любой другой вид товаров, сайт должен содержать как минимум: главную страницу, каталог продукции, информацию о компании, партнеров, новости, а так же контакты. Сам же домен – т.е. содержание ссылки на сайт – должен быть понятным, чтобы покупатель сразу понимал, о чем пойдет речь.

На главной странице интернет-магазина должна быть отображена информация о роде деятельности, основных интересах компании, а так же контактные данные. Сюда входят: логотип, адреса, контактные телефоны, основное направление деятельности. Например, если компания занимается продажей иммунохимических анализаторов,

то на главной странице необходимо указать логотип или девиз компании, а так же фото с данным видом медицинской техники (рис. 1).

Так же на главной странице необходимо вывесить меню сайта с ссылками на другие страницы: каталог, оплата, доставка, партнеры, о компании и т.д.

Главной целью интернет-магазина является продажа товаров. Поэтому необходимо создать каталог, в котором будут включены все товары с подробным описанием и техническими характеристиками, а также будут указаны цены на каждый товар (рис. 2). Необходимо предусмотреть сортировку товаров по производителю, цене, характеристикам, если эта классификация возможна. Например, в случае продажи иммунохимических анализаторов можно создать сортировку (поиск) товаров по методу иммунохимического анализа или по типу емкости.



Рис. 1. Главная страница



Рис. 2. Каталог товаров

Обязательно надо добавить в меню сайта условия гарантии, ведь каждый покупатель хочет быть уверен в качестве покупаемого товара. Также на сайте можно отобразить услуги, которые производит магазин: монтаж, настройка, замена расходных материалов, сервисное обслуживание и т.д.

Конечно, необходимо указать способ оплаты и доставку, ведь потенциальному покупателю интересен конечный результат.

Важно разместить на сайте новости и информацию о компании – дату основания, историю и т.д., а так же отзывы покупателей. Эта информация должна быть на виду у пользователя, поэтому лучше отобразить ее на главной странице сайта или отдельным пунктом меню. Необходимо воспользоваться возможностью связи в социальных сетях.

Таким образом, разработка интернет-магазина имеет ряд серьезных проблем, с которыми столкнется разработчик. Оформление сайта и грамотное добавление информации в него являются основным звеном в достижении эффективности в работе с информационным ресурсом.

Список использованных источников

1. **Современные** тенденции развития медицинских информационных систем мониторинга / С. В. Фролов, М. А. Лядов, И. А. Комарова, О. А. Остапенко // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2013. – № 2(46). – С. 66 – 75.
2. **Коновалова, К. Н.** Современные средства обработки информации в электрокардиографии / К. Н. Коновалова, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II междунар. науч.-практ. конф. – Вып. 2 : в 2 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. II.
3. **Фролова, Т. А.** Information models of a medical device for its evaluation / Т. А. Фролова, М. С. Фролова, И. А. Толстухин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 4. – С. 587 – 591.
4. **Современные** тенденции развития рынка медицинских информационных систем / С. В. Фролов, С. Н. Маковеев, С. В. Семенова, С. Г. Фареа // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 16, № 2. – С. 266 – 272.

References

1. **Modern** trends in the development of health information system monitoring / S. V. Frolov, M. A. Lyadov, I. A. Komarova, O. A. Ostapenko // Problems of modern science and practice. University. V. I. Vernadsky. – 2013. – № 2(46). – P. 66 – 75.
2. **Konvalova, K. N.** And Modern means of information processing in electrocardiography / K. N. Konvalova, T. Frolova // Virtual modeling, prototyping and industrial design: materials of II international scientific-practical conference. – V. 2 : 2 T. / under the General editorship of V. A., nemtinova ; FGBOU VPO «TSTU». – Tambov : Publishing house FGBOU VPO «TSTU», 2016. – V. 2. – T. II.
3. **Frolova, T. A.** Information models of a medical device for its evaluation / T. A. Frolova, M. S. Frolova, I. A. Tolstukhin // Bulletin of Tambov state technical University. – 2015. – V. 21, № 4. – P. 587 – 591.
4. **Sovremennye** tendencii razvitiya rynka medicinskih informacionnyh sistem / S. V. Frolov, S. N. Makoveev, S. V. Semenova, S. G. Farea // Vestnik TGTU. – 2010. – V. 16, № 2. – P. 266 – 272.

УДК 004.91

Ряшенцева А. Н.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 89027312135, e-mail: sasha-rashenceva@yandex.ru)

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА НА ПРИМЕРЕ ИММУНОХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРОВ

Ryashentseva A. N.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 89027312135, e-mail: sasha-rashenceva@yandex.ru)

DEVELOPMENT OF A DATABASE FOR IMMUNOCHEMICAL ANALYZERS ONLINE STORE

Аннотация. Разработана структура базы данных и база данных для интернет-магазина на примере иммунохимических анализаторов, используя среду MySQL Workbench.

Ключевые слова: база данных, реляционная модель, связи, иммунохимические анализаторы.

Abstract. The structure of the database and the database itself for the online store for immunochemical analyzers using MySQL Workbench were developed.

Keywords: database, relational model, communications, immunochemical analyzers.

В настоящее время сложно представить себе биомедицинскую систему без управления информацией в ней. Все данные, поступающие в систему, необходимо собирать, хранить, обрабатывать и т.д.

Исключением не является и интернет-магазин какого-либо вида медицинской техники или услуг. Объем информации, поступающий и хранящийся в подобных системах, обширен и тяжело поддается систематизации, а тем более обработке. Поэтому разработка баз данных является ключевым этапом при создании эффективной информационной системы медицинского назначения.

Базы данных подобного рода предназначены для увеличения эффективности работы с информацией.

Для разработки структуры базы данных необходимо проанализировать предметную область, т.е. определить основные типы информации, которые она будет включать. Для разработки базы данных для интернет-магазина строго необходимы такие сущности как: производители, поставщики, заказчики, каталог, аппарат, заказ.

Каждая сущность – это таблица базы данных, каждая из которых будет иметь несколько атрибутов. Например, сущность «Аппарат» будет иметь несколько атрибутов: название, производитель, технические характеристики (5 – 10), цена.

Для разработки структуры базы данных, воспользуемся средой MySQL Workbench. Это удобная среда для создания визуальной и интуитивно понятной базы данных, без использования языка SQL. Создадим таблицы с присущими ей атрибутами. После этого необходимо создать связи между таблицами.

Однако, стоит заметить, что для эффективной и согласованной работы базы данных необходимо упрощение – *нормализация базы данных*. Существует несколько нормаль-

ных форм. Приводя таблицы к нормальным формам, мы упрощаем работу с БД, избавляемся от дублирования информации, ее противоречивости и других аномалий. Таким образом, чтобы избавиться от дублирования информации необходимо связывать таблицы между собой.

Например, таблица «аппарат» будет иметь связь с таблицей «производители», причем связь будет иметь характер «один ко многим» (1:n), так как один производитель может производить несколько аппаратов. После создания связи, при необходимости изменения данных о производителе, не придется дублировать информацию в таблицу «Аппарат», она изменится автоматически, благодаря связи с внешним ключом.

Структура базы данных для интернет-магазина представлена на рис. 1.

Таким образом, мы видим, что все таблицы приведены в нормальную форму – все поля являются атомарными, первичный ключ не является составным, а все поля зависят только от первичного ключа и не связаны между собой внутри одной таблицы.

База данных для интернет-магазина иммунохимических анализаторов имеет 6 таблиц, связанных между собой.

Таблица Manufacture (производитель) имеет информацию о производителях, контактные данные и ключевое поле.

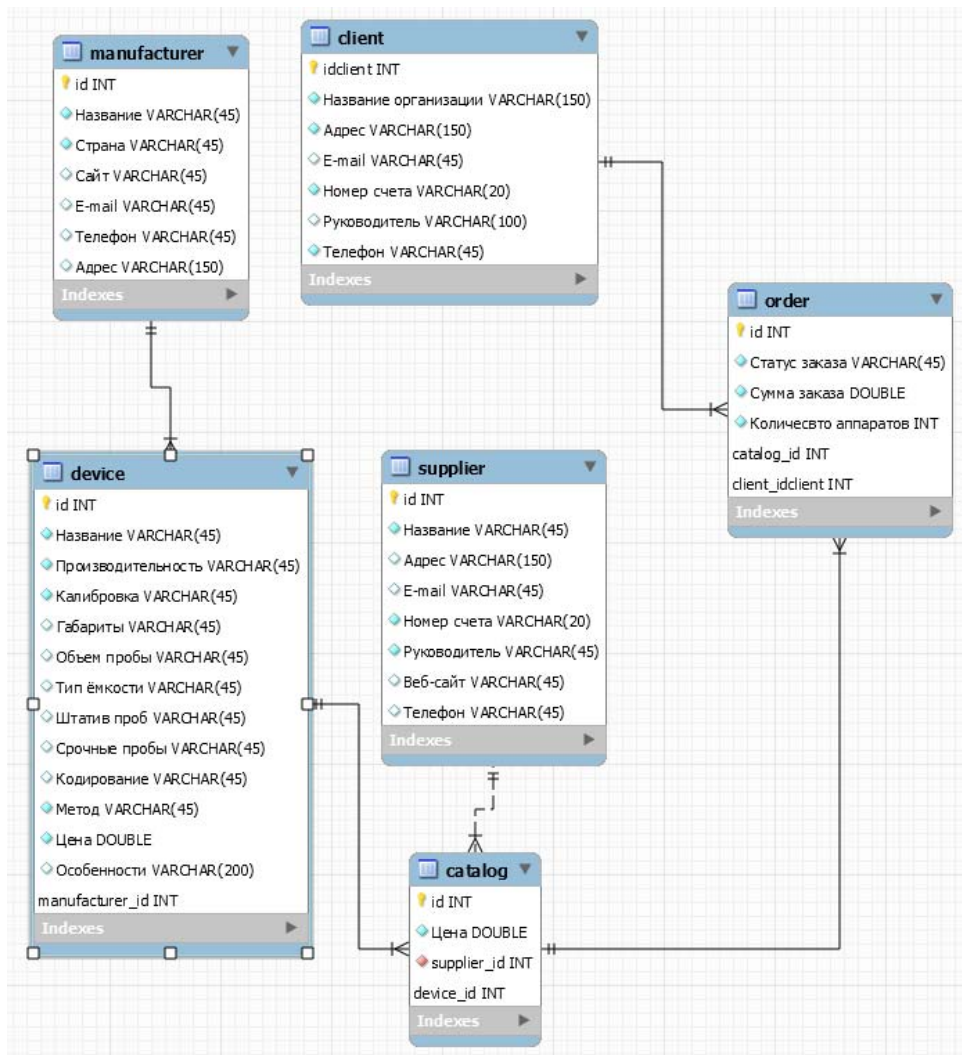


Рис. 1. Структура базы данных

Таблица Device (аппарат) включает в себя информацию об аппаратах, стоимость, технические характеристики и связана с производителями с целью отсутствия дублирования информации.

Таблицы Client и Oder связаны между собой, так как информация о заказе включает в себя информацию о заказчике, например адрес и другие контактные данные.

Таким образом, мы видим, что созданная база данных значительно упрощает работу с информацией, позволяет быть ей более доступной и понятной, а так же ускоряет работу с поиском и изменением данных в информационной системе.

Список использованных источников

1. **Современные** тенденции развития медицинских информационных систем мониторинга / С. В. Фролов, М. А. Лядов, И. А. Комарова, О. А. Остапенко // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2013. – № 2(46). – С. 66 – 75.

2. **Коновалова, К. Н.** Современные средства обработки информации в электрокардиографии / К. Н. Коновалова, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II междунар. науч.-практ. конф. – Вып. 2 : в 2 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. II.

3. **Фролова, Т. А.** Information models of a medical device for its evaluation / Т. А. Фролова, М. С. Фролова, И. А. Толстухин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 4. – С. 587 – 591.

References

1. **Modern** trends in the development of health information system monitoring / S. V. Frolov, M. A. Lyadov, I. A. Komarova, O. A. Ostapenko // Problems of modern science and practice. University. V. I. Vernadsky. – 2013. – № 2(46). – P. 66 – 75.

2. **Konvalova, K. N.** And Modern means of information processing in electrocardiography / K. N. Konovalova, T. Frolova // Virtual modeling, prototyping and industrial design: materials of II international scientific-practical conference. – V. 2 : 2 T. / under the General editorship of V. A., nemtinova ; FGBOU VPO «TSTU». – Tambov : Publishing house FGBOU VPO «TSTU», 2016. – V. 2. – T. II.

3. **Frolova, T. A.** Information models of a medical device for its evaluation / T. A. Frolova, M. S. Frolova, I. A. Tolstukhin // Bulletin of Tambov state technical University. – 2015. – V. 21, № 4. – P. 587 – 591.

УДК 62-529

Шурыгина Э. В.¹, Пронина И. В.²

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

¹(Тел. 89204857658, e-mail: feder68@mail.ru),

²(Тел. 89204983074, e-mail: ipronina@yandex.ru)

МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Shurugina E. V.¹, Pronina I. V.²

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

¹(Tel. 89204857658, e-mail: feder68@mail.ru),

²(Tel. 89204983074, e-mail: ipronina@yandex.ru)

VERIFICATION TECHNIQUE OF OPERATIONAL CAPACITY OF SPECIAL EQUIPMENT

Аннотация. В данной статье рассматривается методика проверки работоспособности специальной техники, оценка технического состояния образцов специальной техники, приводятся характеристики способов проверки работоспособности.

Ключевые слова: методика проверки, способы проверки работоспособности, специальная техника.

Abstract. This article discusses the method of testing the performance of special equipment, assessment of the technical condition of items of special equipment, the characteristics of methods of testing performance.

Keywords: methods of testing, methods of testing, special equipment.

Вооруженные силы РФ представляют собой вооруженную организацию государства, созданную для защиты его суверенитета и территориальной целостности в случае агрессии или войны. Особую роль в них играет специальная техника, предназначенная для ведения и обеспечения боевых действий, обучения войск и обеспечения заданного уровня ее готовности к использованию по назначению.

Работоспособными образцами специальной техники являются образцы, которые пригодны к боевому использованию (использованию по назначению), при этом снижение тактических характеристик, определяющих способность выполнять задачи по предназначению, не превышает 15% от заданных значений согласно эксплуатационной документации на образец. В основу определения работоспособности положены критерии отказа образцов специальной техники, разработанные главными конструкторами при указанном допустимом снижении тактических характеристик и согласованные с генеральным заказчиком [1 – 3, 5 – 8].

Работоспособность специальной техники проверяется и оценивается во время несения боевого дежурства, подъема по тревоге, на учениях, занятиях, в парках, на позициях, складах и в других местах путем осмотра или проверки на функционирование основных систем, узлов и агрегатов с использованием контрольно-проверочных машин и средств измерений.

Специальная техника представляется для проверки лично командирами проверяемых подразделений. Проверка проводится с участием расчетов или экипажей (водителей и других должностных лиц), за которыми они закреплены. При проверке состояния специальной техники в первую очередь определяется ее готовность к боевому применению (использованию по назначению).

Методика проверки работоспособности специальной техники представляет собой совокупность способов, приемов проверки состояния изделий, при котором оно способно выполнять задачи по своему предназначению с параметрами, установленными требованиями технической документации [4, 6, 7].

При проверке и оценке состояния каждого образца проверяется и оценивается техническое состояние, уход и сбережение.

Техническое состояние образца оценивается «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Уход и сбережение образца оценивается «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Состояние образца специальной техники определяется оценками за техническое состояние, уход и сбережение и оценивается «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

При обнаружении в ходе проверки неисправностей и недостатков личный состав должен принимать немедленные меры по их устранению. Недостатки в техническом состоянии, уходе и сбережении, устраненные личным составом в ходе проверки образца, при оценке его состояния не учитываются.

Образец, оцененный «неудовлетворительно», может быть перепроверен по решению проверяющего, если в ходе проверки подразделения личным составом устранены выявленные отказы и недостатки в состоянии образца, и командир подразделения повторно представил его для проверки. При этом оценка за состояние образца не может быть выше «удовлетворительно».

Образец, получивший неудовлетворительную оценку, до устранения отказов снимается с боевой готовности. В отношении начальника образца или лица, ответственного за его техническое состояние, принимаются меры дисциплинарного порядка.

Начальник образца специальной техники, получивший неудовлетворительную оценку по технической подготовке, отстраняется от исполнения служебных обязанностей и может быть допущен к его эксплуатации только после сдачи зачетов в квалификационной комиссии воинской части.

Состояние техники подразделения определяется оценками за состояние проверенных образцов и оценивается «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

В случае неудовлетворительной оценки за состояние специальной техники части (подразделения) назначается расследование и принимаются меры по устранению выявленных недостатков.

При выводе общей оценки воинской части, подразделению по итогам проверки оценка состояния техники является определяющей. Часть и подразделение не могут оцениваться выше, чем состояние техники.

Результаты проверки оформляются актом (разделом в акт проверки воинской части). Акт подписывается старшим проверяющим техники в воинской части и утверждается установленным порядком.

1. Оценка технического состояния образцов специальной техники

Оценка за техническое состояние	Предъявляемые требования по работоспособности	Предъявляемые требования по параметрам
ОТЛИЧНО	Образец боеготовый. Все системы образца и составные части системы электропитания исправны (соответствуют требованиям эксплуатационной документации на образец и его составные части)	Параметры соответствуют требованиям эксплуатационной документации на образец
ХОРОШО	Образец боеготовый. Все системы образца и составные части системы электропитания работоспособны	Отклонение параметров от требований эксплуатационной документации на образец не превышает 10% (коэффициента шума приемных каналов – не более одной единицы, чувствительности в децибелах – не ниже 2%)
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	Образец боеготовый. Системы образца, определяющие реализацию его тактических характеристик, работоспособны. Допускается отказ резервных составных частей системы электропитания и резервной аппаратуры, систем тренажа, контроля, документирования, дистанционного управления, неиспользуемых сопряжений, а также систем охлаждения, кондиционирования и вентиляции, если отказ не ведет к выключению образца	Отклонение параметров от требований эксплуатационной документации на образец не превышает 15% (коэффициента шума приемных каналов – не более двух единиц, чувствительности в децибелах – не ниже 4%)
НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	Образец небоготовый. Не выполняются требования для оценки «удовлетворительно»	Не выполняются требования для оценки «удовлетворительно»

Недостатки, обнаруженные в ходе проверки специальной техники подразделения, и выставленные оценки за состояние образцов записываются проверяющими в Книгу осмотра (проверки) вооружения, военной техники и боеприпасов подразделения.

Техническое состояние образцов техники оценивается в соответствии с требованиями, изложенными в табл. 1.

Уход и бережение образца техники проверяется и оценивается по показателям, характеризующим поддержание его в готовности к боевому использованию:

- комплектность образца;
- состояние автомобильных базовых шасси;
- проведение технического обслуживания образца;

- состояние ЗИП;
- состояние средств измерений;
- состояние штатных аккумуляторных батарей и зарядных устройств;
- состояние кабельного хозяйства;
- выполнение правил заправки агрегатов питания и гидросистем;
- состояние техники безопасности и противопожарной охраны;
- состояние эксплуатационной документации.

Комплектность образца оценивается «неудовлетворительно», если комплектность не соответствует ведомости комплектации эксплуатационной документации.

Состояние автомобильных базовых шасси оценивается «неудовлетворительно», если один или несколько автомобилей, тягачей, транспортеров-тягачей из комплекта образца не работоспособны.

Проведение технического обслуживания оценивается «неудовлетворительно», если на образце не проводились техническое обслуживание 1, техническое обслуживание 2, сезонное обслуживание в течение полугода, отсутствуют Планы проведения технического обслуживания или при проверке выявлены неисправности, обусловленные низким качеством технического обслуживания.

Состояние индивидуального ЗИП оценивается «неудовлетворительно», если ЗИП укомплектован менее чем на 70% при эксплуатации образца менее 10 лет и менее чем на 50% при эксплуатации 10 лет и более, не ведется Карточка некомплектности ЗИП или восполнение ЗИП не проводилось в течение двух последних лет.

Состояние средств измерений оценивается «неудовлетворительно», если одно из средств измерений, предназначенных для измерения параметров, определяющих тактические характеристики образца, неисправно или не проверено в установленные сроки.

Остальные показатели ухода и сбережения образца не оцениваются, выявленные в ходе проверки недостатки записываются в акт проверки и учитываются при оценке организации эксплуатации радиоэлектронной техники воинской части.

Уход и сбережение образца оценивается «удовлетворительно», если все пять показателей ухода и сбережения оценены «удовлетворительно».

Уход и сбережение образца оценивается «неудовлетворительно», если один или несколько из пяти показателей ухода и сбережения оценены «неудовлетворительно».

Оценка за состояние образца техники соответствует оценке за его техническое состояние, если уход и сбережение оценено «удовлетворительно».

Оценка за состояние образца выставляется на один балл ниже оценки его технического состояния, если уход и сбережение оценено «неудовлетворительно».

В целом проверка работоспособности специальной техники направлена на обнаружение отказов и сводится к анализу, выбору и выполнению ряда последовательных испытаний при поиске отказов, т.е. постоянное сужение границ области отказов до тех пор, пока отказ не будет локализован до конкретного поврежденного элемента.

Каждый последующий шаг предпринимается на основе информации, полученной от предыдущего испытания и указывающей, какая часть системы может исключаться из рассмотрения как исправная. Таким образом, поиск отказа состоит в последовательном делении системы сначала на крупные участки (с исключением из рассмотрения исправных), а затем на все более мелкие. Эту логическую, планомерную последовательность испытаний называют методом последовательных приближений.

Метод последовательных приближений является необходимым, но недостаточным элементом методики проверки работоспособности специальной техники. Для его реализации нужны определенные способы (приемы), с помощью которых можно обнаружить отказы, установить порядок их использования, вытекающий из особенностей аппаратуры и характера возникшего отказа.

Среди наиболее распространенных способов проверок специальной техники выделяют внешний осмотр; контрольные переключения и регулировки; промежуточные измерения; замены; сравнения; изучение перечня характерных неисправностей.

Способ внешнего осмотра основан на использовании внешних признаков проявления отказов (например, потемнение поверхностей деталей, отсутствие свечений нитей накала ламп, перегревание корпусов электроприборов, проявление ненормального шума и т.п.). Способ внешнего осмотра малоэффективен и применяется, как правило, при поиске отказов аварийного характера. Низкая эффективность этого способа связана с тем, что очень малая доля неисправностей имеет явные признаки. Для сложной аппаратуры, которой является специальная техника ВС РФ, вероятность визуального обнаружения неисправного элемента по внешним признакам также очень мала.

При проведении внешнего осмотра особое внимание необходимо уделять также качеству монтажа. Качество монтажа включает в себя: правильность размещения элементов на плате, качество паянных соединений, целостность печатных проводников, отсутствие инородных включений в материал платы, отсутствие замыканий, целостность изоляции на проводах, надежное крепление контактов в разъемах. Внешний осмотр производят, как правило, при отключенном питании. При этом необходимо следить, чтобы в монтаж не попали случайные предметы, которые при включении изделий специальной техники могут вызвать короткое замыкание.

Внешним осмотром можно выявить неисправность радиоламп (например, по отсутствию свечения нити накала), переменных резисторов (по плавности хода оси), подстроечных конденсаторов и т.д. Во включенном состоянии можно определить перегрев трансформаторов, электролитических конденсаторов, анодов радиоламп, корпусов транзисторов и др. О наличии неисправностей в схеме блока могут свидетельствовать запахи от перегретых обмоток, резисторов, пропиточного материала трансформаторов, изменение тона звуковых колебаний, вызываемых работой трансформаторов и других узлов схемы. Для проверки отсутствия коротких замыканий и соответствия значений сопротивлений отдельных участков схемы используют карты (таблицы) сопротивлений. В них указывают величины сопротивлений между отдельными участками схемы, измеренные омметром. В качестве опорной точки при измерении сопротивления принимают плюс или минус источника питания или шасси. Для проверки соответствия режима работы элементов схемы номинальному используют карты (таблицы) напряжений. Также следует обратить внимание на следы тепловых повреждений электронных элементов, печатных проводников, проводов, разъемов. При осмотре необходимо проверить целостность изоляции на проводах, отсутствие трещин, возникших в результате старения, механического воздействия, особенно в местах, где проводники работают на перегиб. Особое внимание следует обратить на наличие загрязнений, пыли, вытекания электролита и запах. Наличие загрязнений может являться причиной неработоспособности техники или индикатором причины неисправности (например, вытекание электролита). Осмотр печатного монтажа требует хорошего освещения. Желательно приме-

нение увеличительного стекла. Как правило, замыкания между пайками и некачественные пайки видны только под определенным углом зрения и освещения. Необходимо также обратить внимание на любые механические повреждения корпусов, электронных элементов, плат, проводников, экранов.

Способ контрольных переключений и регулировок состоит в том, что на основе оценки внешних признаков проявления неисправности последовательно исключаются из рассмотрения исправные участки аппаратуры путем анализа трактовых схем и использования рабочих органов переключения, регулировок и элементов текущего контроля работоспособности (сигнальных лампочек, встроенных приборов и т.д.). Достоинством данного способа проверки работоспособности специальной техники являются быстрота, простота проверки предположений о состоянии участков системы. Применяется этот способ, как правило, на начальной стадии поиска отказа для грубого определения области отказа, так как он позволяет выделить только участок аппаратуры, а не конкретное место повреждения.

Способ промежуточных измерений заключается в том, что для сужения области неисправности или нахождения отказавшего элемента необходимо провести измерения режимов электропитания блоков, режимов работы ламп, сопротивление цепей и проверку с помощью осциллографа напряжений и токов в контрольных точках схемы. Результаты измерений сравниваются с режимами и параметрами, приведенными в описании аппаратуры. Данный способ проверки достаточно распространен, особенно на конечном этапе поиска неисправности, когда границы неисправной части системы сужены до блока, каскада или цепи и нужно найти отказавший элемент. Для испытаний этим способом используется как встроенная, так и придаваемая контрольно-измерительная аппаратура.

Способ замены состоит в том, что отдельные элементы заменяют заведомо исправными и проверяют, восстанавливается ли при этом работоспособность изделия специальной техники или нет. Если работоспособность восстанавливается, делается вывод о неисправности замененного элемента. Если нет, то в лучшем случае можно только исключить элемент из дальнейшего поиска неисправности. Данный способ целесообразен только при проверке легкоъемных элементов (электровакуумных приборов, блоков и др.) и применение его возможно только при наличии в ЗИП заведомо исправных элементов. Серьезным недостатком способа является то, что в ряде случаев из-за неисправностей других элементов может быть приведен в негодность и исправный резервный элемент, а причина неисправности останется невыясненной.

Способ характерных неисправностей заключается в том, что отказ отыскивается на основании известных признаков, однозначно характеризующих данный отказ. Перечень таких отказов и их признаков оформляется в виде таблицы, которая содержится в инструкции по эксплуатации изделия. В таблицу сводятся отказы, часто повторяющиеся, характерные для данной системы, выявленные в процессе эксплуатации. Недостатком этого способа является громоздкость таблиц характерных неисправностей и их заведомая неполнота. В то же время данный способ может оказать существенную помощь малоопытному персоналу при отыскании простейших и характерных отказов.

Способ сравнения состоит в том, что режим работы неисправного элемента системы сравнивается с режимом работы однотипного элемента исправной системы. Он дополняет и упрощает способ промежуточных измерений, может быть применен при на-

личии однотипных элементов или систем. Этот способ прост, поскольку при сравнении режимов не нужно знать абсолютных значений измеряемых величин и параметров, а можно обойтись простыми приборами. Но нужно не забывать, что значения токов и напряжений в однотипных схемах могут существенно различаться за счет различий их регулировки, а недостаточно опытный специалист может принять эти различия за признак отказа.

Способ временной модификации схемы предназначен для исключения взаимного влияния и для устранения неоднозначности в измерениях и состоит в обрыве связей, подключении дополнительных связей, выпаивании или впаивании элементов. Частичное отключение цепей применяется в случаях, когда цепи оказывают взаимное влияние и неясно, какая из них является причиной неисправности; когда неисправный блок может вывести из строя другие блоки; когда есть предположение, что неправильная или неисправная цепь блокирует работу системы. Следует с особой осторожностью отключать цепи защиты и цепи отрицательной обратной связи, так как их отключение может привести к значительному повреждению изделия. Отключение цепей обратной связи может приводить к полному нарушению режима работы каскадов и в результате не дать желаемого результата. Размыкание цепей положительной обратной связи в генераторах, естественно, приводит к срыву генерации, но может позволить снять характеристики каскадов.

Очевидно, что рассмотренные способы неравноценны как по условиям применимости, так и по их возможностям. При поиске неисправности необходимо эти способы применять в комплексе, выбирая на каждом этапе наиболее эффективный, соответствующий характеру отказа и особенностям конструкции аппаратуры.

Таким образом, проверка работоспособности специальной техники является определяющим фактором эффективности ведения и обеспечения военных действий.

Список использованных источников

1. **Немтинов, В. А.** Применение теории нечетких множеств и экспертных систем при автоматизированном выборе элемента технической системы / В. А. Немтинов, С. Я. Егоров, П. И. Пахомов // Информационные технологии. – 2009. – № 10. – С. 34 – 38.
2. **Мокрозуб, В. Г.** Процедурные и информационно-логические модели планирования выпуска продукции и ремонтов технологического оборудования многоассортиментных производств / В. Г. Мокрозуб, С. Я. Егоров, В. А. Немтинов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 2. – С. 72 – 76.
3. **Информационная** модель объекта сложной технической системы / В. А. Немтинов, В. Г. Мокрозуб, Ю. В. Немтинова, Е. С. Егоров // Радиотехника. – 2010. – № 12. – С. 41 – 43.
4. **Вооружение** российской армии. Современное вооружение российской армии. Военная техника и вооружение [Электронный ресурс]. – <http://fb.ru/article/137144/voorujenie-rossiyskoy-armii-sovremennoe-voorujenie-rossiyskoy-armii-voennaya-tehnika-i-voorujenie>
5. **Немтинов, В. А.** О подходе к созданию системы принятия решений при проведении государственной экологической экспертизы / В. А. Немтинов, Ю. В. Немтинова // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2005. – № 3. – С. 65 – 74.

6. **Немтинов, В. А.** Использование системы моделирования динамических процессов для оперативного управления промышленным производством / В. А. Немтинов, Ю. В. Немтинова // Химическая промышленность сегодня. – 2007. – № 7. – С. 43 – 48.

7. **Немтинов, В. А.** Прогнозирование чрезвычайных ситуаций с использованием информационных технологий / В. А. Немтинов, Ю. В. Немтинова, Ж. Е. Зимнухова // Геоматика. – 2014. – № 4. – С. 84 – 90.

8. **Немтинов, В. А.** Автоматизированное формирование природоохранных мероприятий при проведении государственной экологической экспертизы / В. А. Немтинов, Д. В. Сарычев, Ю. В. Немтинова // Химическая промышленность сегодня. – 2003. – № 7. – С. 45 – 55.

References

1. **Nemtinov, V. A.** Primenenie teorii nechetkih mnozhestv i ehkspertnyh sistem pri avtomatizirovannom vybere ehlementa tekhnicheskoy sistemy / V. A. Nemtinov, S. Ya. Egorov, P. I. Pahomov // Informacionnye tekhnologii. – 2009. – № 10. – P. 34 – 38.

2. **Mokrozub, V. G.** Procedurnye i informacionno-logicheskie modeli planirovaniya vypuska produktsii i remontov tekhnologicheskogo oborudovaniya mnogoassortimentnykh proizvodstv / V. G. Mokrozub, S. Ya. Egorov, V. A. Nemtinov // Informacionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve. – 2009. – № 2. – P. 72 – 76.

3. **Nemtinov, V. A.** Informacionnaya model' ob»ekta slozhnoj tekhnicheskoy sistemy / V. A. Nemtinov, V. G. Mokrozub, Yu. V. Nemtinova, E. S. Egorov // Radiotekhnika. – 2010. – № 12. – P. 41 – 43.

4. **Vooruzhenie** rossijskoj armii. Sovremennoe vooruzhenie rossijskoj armii. Voennaya tekhnika i vooruzhenie [EHlektronnyj resurs]. – <http://fb.ru/article/137144/vooruzhenie-rossiyskoy-armii-sovremennoe-vooruzhenie-rossiyskoy-armii-voennaya-tehnika-i-vooruzhenie>

5. **Nemtinov, V. A.** O podhode k sozdaniyu sistemy prinyatiya reshenij pri provedenii gosudarstvennoj ehkologicheskoy ehkspertizy / V. A. Nemtinov, Yu. V. Nemtinova // Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Teoriya i sistemy upravleniya. – 2005. – № 3. – P. 65 – 74.

6. **Nemtinov, V. A.** Ispol'zovanie sistemy modelirovaniya dinamicheskikh processov dlya operativnogo upravleniya promyshlennym proizvodstvom / V. A. Nemtinov, Yu. V. Nemtinova // Himicheskaya promyshlennost' segodnya. – 2007. – № 7. – P. 43 – 48.

7. **Nemtinov, V. A.** Prognozirovaniye chrezvychajnykh situatsiy s ispol'zovaniem informacionnykh tekhnologiy / V. A. Nemtinov, Yu. V. Nemtinova, Zh. E. Zimnuhova // Geomatika. – 2014. – № 4. – P. 84 – 90.

8. **Nemtinov, V. A.** Avtomatizirovannoe formirovaniye prirodoohrannykh meropriyatij pri provedenii gosudarstvennoj ehkologicheskoy ehkspertizy / V. A. Nemtinov, D. V. Sarychev, Yu. V. Nemtinova // Himicheskaya promyshlennost' segodnya. – 2003. – № 7. – P. 45 – 55.

УДК 004.91

Логинова А. А.¹, Соломатина Е. М.², Хворов В. А.³

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

¹(Тел. +79996220655, e-mail: safazu24@gmail.com),

²(Тел. +79156757880, e-mail: ekaterina.solomatina2017@yandex.ru),

³(Тел. +79108597696, e-mail: vadimhvorovhnz@mail.ru)

СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА КАБИНЕТА ЗАОЧНИКА

Loginova A. A.¹, Solomatina E. M.², Khvorov V. A.³

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

¹(Tel. +79996220655, e-mail: safazu24@gmail.com),

²(Tel. +79156757880, e-mail: ekaterina.solomatina2017@yandex.ru),

³(Tel. +79108597696, e-mail: vadimhvorovhnz@mail.ru)

DATABASE STRUCTURE OF ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT SYSTEM OFFICE OF EXTRAMURAL STUDENT

Аннотация. Развитие взаимодействия вуза и обучающегося во время дистанционного или заочного обучения очень важно, поэтому необходима разработка некоторой информационной системы для обеспечения достаточного уровня такого взаимодействия. В качестве такой системы предлагается использование приложения под мобильные платформы. Это значительно повысит мобильность пользователей и обеспечит им постоянную взаимосвязь с вузом. В статье рассматривается структура базы данных системы электронного документооборота личного кабинета заочника и ее основные компоненты.

Ключевые слова: система электронного документооборота, дистанционное обучение, информационные системы, информационные потоки, структура базы данных.

Abstract. The development of interaction between the university and the student during distance or distance learning is very important, so it is necessary to develop some information system to ensure a sufficient level of such interaction. As such a system, it is proposed to use the application for mobile platforms. This will significantly increase the mobility of users and provide them with a permanent relationship with the University. The article deals with the database structure of the electronic document management system of the office of extramural student and its main components.

Keywords: electronic document management system, distance learning, information systems, information flows, database structure.

Вследствие интенсивного развития и усложнения структуры информационных потоков в подразделениях вузов возникает необходимость в применении комплексных средств оптимизации, которые были бы способны повысить оперативность, мобильность и гибкость принятия управленческих решений. Одним из таких инструментов является применение систем электронного документооборота (СЭД). Переход от бумажного к электронному документообороту представляет собой одну из важнейших и актуальных задач автоматизации деятельности научно-образовательного учреждения.

Реализация электронного документооборота в вузе как одного из базовых структурных элементов деятельности организации сможет повысить эффективность вуза за счет автоматизации процессов передачи информации. Также это приведет к снижению общих затрат на обработку и хранение документов, повышению безопасности информации за счет разграничения доступа к ней пользователям СЭД. Значительно ускорится поиск и выборка документов, появится возможность коллективной работы над ними, что невозможно при бумажном документообороте. Все это в целом окажет положительное влияние на конкурентоспособность вуза.

Развитие и управление образовательной деятельностью является одной из важнейших задач в рамках научно-образовательного учреждения. В очной форме обучения уже давно активно используются различные информационные системы (балльно-рейтинговые системы, кабинеты обучающихся), доказавшие свою эффективность. Однако, в области заочного и дистанционного образования имеются свои особенности и требования, что приводит к необходимости проведения анализа процессов в данной предметной области и формулированию новых параметров и структуры программного обеспечения.

Актуальность развития дистанционных форм обучения очевидна. Для многих категорий населения альтернатива в качестве дистанционного обучения намного удобней очной формы университетского образования. Дистанционное обучение отвечает требованиям современной жизни, особенно если учесть не только транспортные расходы, но и расходы на организацию всей системы очного обучения. При дистанционном обучении взаимодействие студента с преподавателем происходит на расстоянии, интерактивно, используя широкий спектр методов.

В ходе заочного обучения, в том числе и дистанционного, степень взаимодействия университета и студента может быть недостаточной. Поэтому обучающемуся требуется личный кабинет, в котором могут размещаться сведения о текущей успеваемости, о результатах сдачи зачетов, о назначении на стипендию, расписание занятий, объявления деканата и т.д. Наиболее удобный способ организации такого личного кабинета – приложение для мобильных платформ, так как это облегчит доступ к информации, создаст возможность работы в офлайн режиме и даст возможность мгновенного оповещения студента с помощью уведомлений прямо из приложения.

Для создания такого приложения на первом этапе необходимо разработать структуру базы данных (рис. 1). В предлагаемой структуре необходимо учесть особенности предметной области и поставленные перед информационной системой требования.

База данных представляет собой совокупность одиннадцати связанных между собой таблиц. Рассмотрим подробнее каждую из них.

Таблица «Вход» служит для хранения логина, пароля и PIN-кода для входа в личный кабинет и студентов, и преподавателей.

Таблица «Студент» предназначена для хранения информации о студенте и его идентификатор, который является первичным ключом.

Таблица «Преподаватель» служит для хранения информации о преподавателе и его идентификатор, который является первичным ключом.

Таблица «Документы» используется для хранения документов. В локальной БД приложения будут храниться только названия документов и ссылки на них. Поле «id новости» требуется на случай если к новости прилагается какой-либо документ. Поле «группа» определяет группы студентов, которые могут видеть документ.

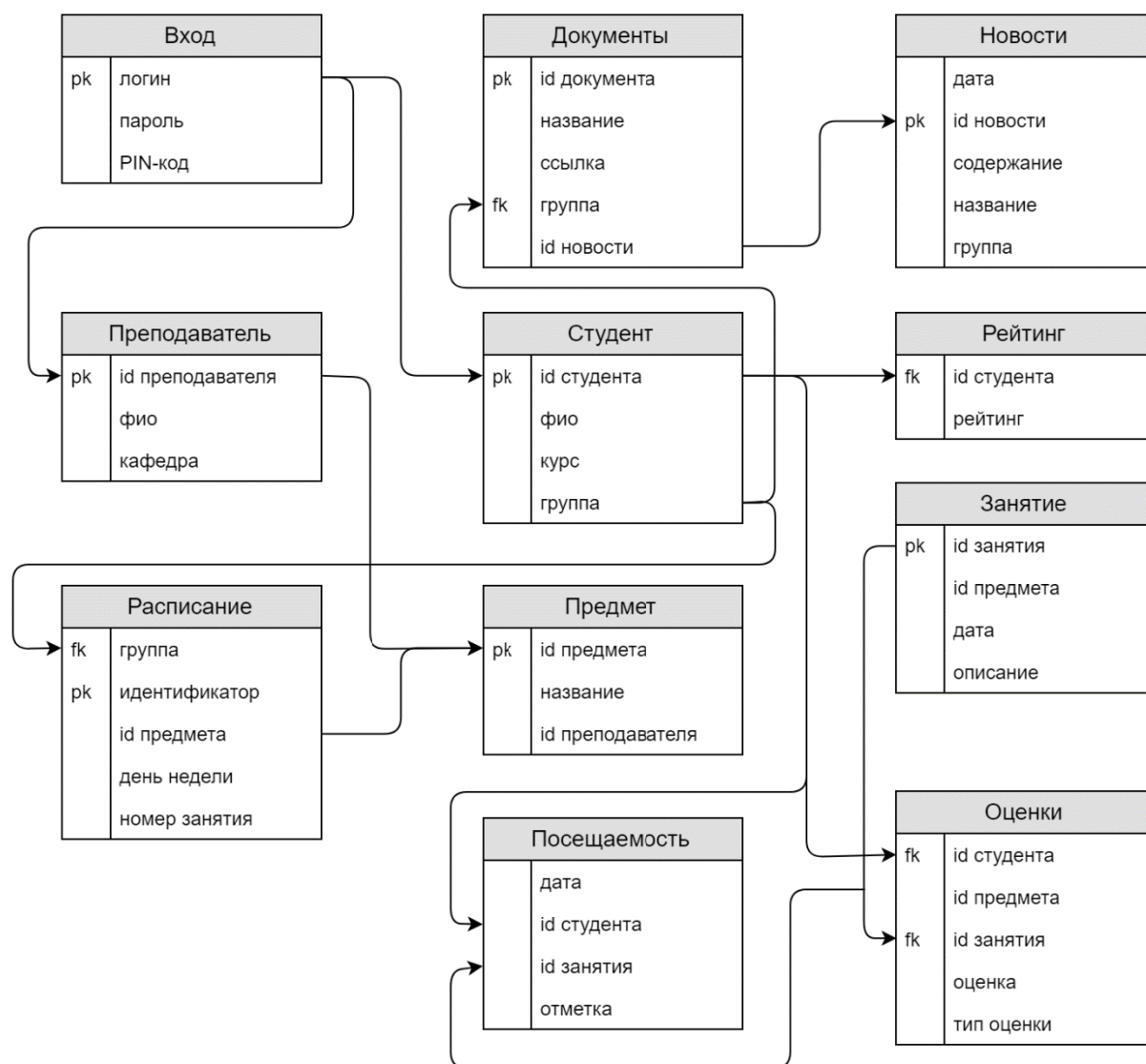


Рис. 1. Структура базы данных

Таблица «Новости» служит для хранения новостей, в том числе и объявлений. Поле «группа» определяет группы, которым адресована новость или объявление. В локальной БД приложения также будут храниться только названия и ссылки на новости.

В таблице «Расписание» размещается информация о расписании для каждой группы в формате «предмет-день недели-номер занятия».

Таблица «Предмет» применяется для хранения информации о предмете и идентификатор преподавателя, который его ведет.

Личные показатели студентов сохраняются в таблицу «Рейтинг», значения которых рассчитываются на основании полученных оценок.

Таблица «Оценки» содержит информацию об оценках по соответствующим предметам на каждом проведенном занятии.

Таблица «Посещаемость» используется для сохранения информации о посещении студентом занятий.

Таким образом, представленная структура позволяет сохранить всю необходимую информацию об информационных потоках в рамках личного кабинета заочника. Даль-

нейшие исследования будут проводиться в области разработки необходимого алгоритмического и программного обеспечения кабинета заочника.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках гранта Президента РФ МК-1666.2018.9.

Список использованных источников

1. **Ostroukh, A. V.** Model of Documents Management for Academic and Research Universities on Basis Set Theory / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. – 2015. – № 15. – С. 5.
2. **Краснянский, М. Н.** Математическая модель электронного документооборота на основе теории множеств / М. Н. Краснянский, С. В. Карпушкин, А. Д. Обухов, А. В. Остроух // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2015. – № 5. – С. 52 – 58.
3. **Краснянский, М. Н.** Разработка информационной системы электронного документооборота управления фундаментальных и прикладных исследований / М. Н. Краснянский, А. Д. Обухов, С. В. Карпушкин, А. В. Остроух // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 2.
4. **Краснянский, М. Н.** Методика классификации и обработки документов в системе управления электронным документооборотом научно-образовательного учреждения / М. Н. Краснянский, А. Д. Обухов // Вопросы современной науки и практики. Ун-т им. В. И. Вернадского. – 2018. – № 2(68). – С. 203 – 216.
5. **Krasnyanskiy, M. N.** Formalization of document management using multilevel graph model of information processing / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 413 – 420.
6. **Krasnyanskiy, M. N.** The algorithm of document routing in the electronic document management system using machine learning methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, A. A. Voyakina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 765 – 772.
7. **Krasnyanskiy, M. N.** Algorithm for Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // Journal of Applied Sciences. – 2016. – V. 16, № 7. – С. 332.
8. **Krasnyanskiy, M. N.** Formulation of the Problem of Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin, A. D. Obukhov // Global Journal of Pure and Applied Mathematics. – 2016. – V. 12, № 3. – С. 2395 – 2409.

References

1. **Ostroukh, A. V.** Model of Documents Management for Academic and Research Universities on Basis Set Theory / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. – 2015. – № 15. – P. 5.
2. **Krasnyanskiy, M. N.** Matematicheskaya model' ehlektronnogo dokumentooborota na osnove teorii mnozhestv / M. N. Krasnyanskiy, S. V. Karpushkin, A. D. Obuhov, A. V. Ostroukh // Promyshlennyye ASU ikontrollery. – 2015. – № 5. – P. 52 – 58.

3. **Krasnyanskiy, M. N.** Razrabotka informacionnoj sistemy ehlektronnogo dokumentooborota upravleniya fundamental'nyh i prikladnyh issledovanij / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obuhov, S. V. Karpushkin, A. V. Ostrouh // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2015. – V. 21, № 2.
4. **Krasnyanskiy, M. N.** Metodika klassifikacii i obrabotki dokumentov v sisteme upravleniya ehlektronnym dokumentooborotom nauchno-obrazovatel'nogo uchrezhdeniya / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obuhov // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Un-t im. V. I. Vernadskogo. – 2018. – № 2(68). – P. 203 – 216.
5. **Krasnyanskiy, M. N.** Formalization of document management using multilevel graph model of information processing / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 413 – 420.
6. **Krasnyanskiy, M. N.** The algorithm of document routing in the electronic document management system using machine learning methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, A. A. Voyakina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 765 – 772.
7. **Krasnyanskiy, M. N.** Algorithm for Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // Journal of Applied Sciences. – 2016. – V. 16, № 7. – C. 332.
8. **Krasnyanskiy, M. N.** Formulation of the Problem of Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin, A. D. Obukhov // Global Journal of Pure and Applied Mathematics. – 2016. – V. 12, № 3. – C. 2395 – 2409.

УДК 004.91

Логинова А. А., Соломатина Е. М., Хворов В. А.Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 89996220655, e-mail: safazu24@gmail.com)**СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО
ДОКУМЕНТООБОРОТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫМИ ПРОЕКТАМИ****Loginova A. A., Solomatina E. M., Khvorov V. A.**Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 89996220655, e-mail: safazu24@gmail.com)**THE DATABASE STRUCTURE OF THE ELECTRONIC DOCUMENT MANAG-
MENT SYSTEM FOR SCIENTIFIC PROJECTS**

Аннотация. Для повышения эффективности работы во многих сферах человеческой деятельности необходимо проведение научных исследований. Работа с научными проектами связана с созданием и обработкой огромного количества информации, требует тщательного планирования и контроля за выполнением этапов. Любая информационная система, в том числе системы электронного документооборота (СЭД), преследует цель обработки данных об объектах реального мира, поэтому одним из главных этапов в создании информационной системы является создание базы данных (БД). Введение нормализации таблиц при разработке информационной модели обеспечивает минимальный объем физической, т.е. записанной на каком-либо носителе, БД и ее максимальное быстродействие, что напрямую отражается на качестве функционирования информационной системы. В статье рассматривается структурная схема базы данных мобильной СЭД для управления научными проектами и основные ее компоненты.

Ключевые слова: система управления электронным документооборотом, обработка информации, база данных, структурная модель, автоматизация научных проектов, системный анализ.

Abstract. To increase the efficiency of work in many spheres of human activity, research is needed. Working with scientific projects is associated with the creation and processing of a huge amount of information; it requires careful planning and control over the implementation of stages. Any information system, including the EDMS, has the goal of processing data about real-world objects; therefore, one of the main steps in creating an information system is the creation of a database (DB). The introduction of the normalization of relations in the development of an information model provides the minimum amount of physical that is, recorded on any medium, database, and its maximum speed, which directly affects the quality of the information system. The article discusses the structural scheme of the mobile EDMS database for managing scientific projects and its main components.

Keywords: electronic document management system, information processing, mobile EDMS, structural model, automation of scientific projects, system analysis, mobile platforms.

В последние годы любая интеллектуальная деятельность без применения информационных технологий будет крайне неэффективной, так как необходимо своевременное ознакомление с актуальной информацией и ее обработка на всех этапах жизненного цикла проекта. От российского научного сообщества все настойчивее требуется орга-

низация деятельности и оценка ее успешности по правилам западного научного мира с использованием различных наукометрических показателей, например, с использованием систем электронного документооборота (СЭД), которые помогают следить за выполнением этапов проекта. Естественно, любой ученый, аспирант или студент теоретически может воспользоваться таким ресурсом, но возникают две важные проблемы. Первая из них – как найти электронный ресурс, который будет выполнять все требования организации, а вторая – высокая стоимость более универсальных ресурсов. Поэтому актуальной задачей по-прежнему остается разработка адаптированных, облегченных СЭД для обработки и управления научными проектами, которая будет отвечать всем требованиям организации.

Любая информационная система, в том числе СЭД, преследует цель обработки данных об объектах реального мира. Важным этапом в создании информационной системы является создание базы данных (БД). Создавая БД, разработчик стремится упорядочить информацию по различным признакам для последующего их извлечения по заданному набору признаков. Без строго структурирования данных осуществить поиск и обработку информации затруднительно.

Создание системы для управления проектами требует разработки соответствующей реляционной базы данных. При формировании БД необходимо учитывать, что работа с научными проектами связана с созданием и обработкой огромного количества информации, поэтому обращение к этой информации должно быть организовано максимально удобным и структурированным способом. Приведение системы для управления проектами к требуемому уровню нормальной формы является основой построения реляционной БД. В процессе нормализации элементы данных группируются в таблицы, представляющие объекты и их взаимосвязи. Теория нормализации основана на том, что определенный набор таблиц обладает лучшими свойствами при включении, модификации и удалении данных, чем все остальные наборы таблиц, с помощью которых могут быть представлены те же данные. Введение нормализации отношений при разработке информационной модели обеспечивает минимальный объем физической, т.е. записанной на каком-либо носителе, БД, и ее максимальное быстродействие, что напрямую отражается на качестве функционирования информационной системы.

Общая структура базы данных в СЭД управления научными проектами представлена на рис. 1.

Для работы с научными проектами необходим личный кабинет пользователя с его данными, которые будут использоваться при входе на ресурс. При разработке базы данных необходимо учитывать два типа пользователей: руководитель и исполнитель. Так же один и то же пользователь одновременно может быть руководителем проекта и быть назначенным на выполнение других проектов. Личные данные в системе БД записаны в таблице «Users».

При создании нового проекта создается карточка проекта и назначается уникальное ID этого проекта, что заносится в базу «Projects». Этот ID будет однозначно определять проект в таблице, где также содержится вся информация о нем, включая информацию о руководителе проекта (leader).

Все ссылки на исполнителей представлены в вспомогательной таблице «Executor», где приводится идентификатор исполнителя и его роль в проекте.

В таблице «Documents» содержится информация о документе, ссылка на проект и на пользователя, загрузившего его.

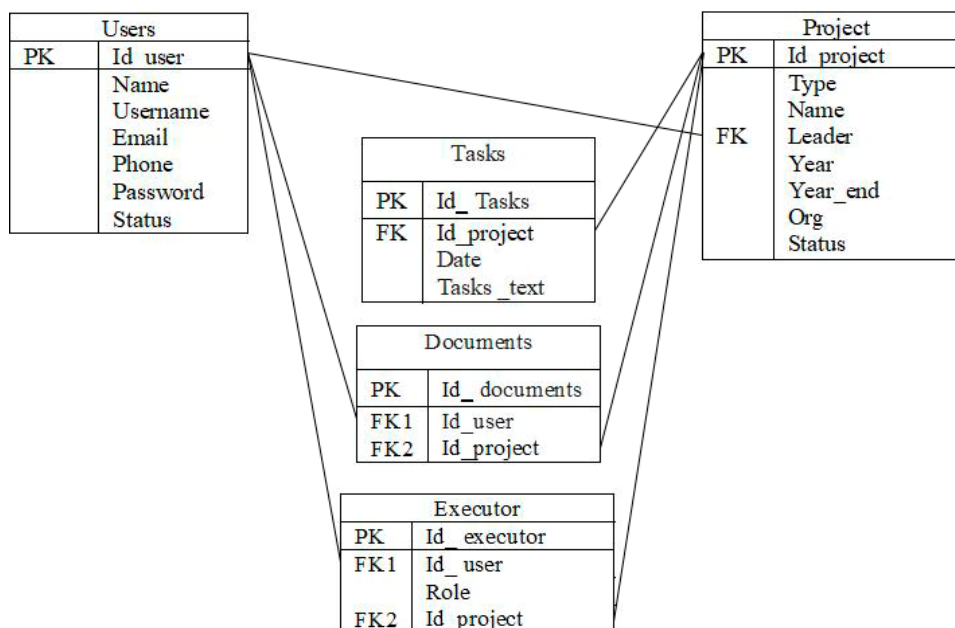


Рис. 2. Структура базы данных

Основные задачи и этапы проекта фиксируются в таблице «Tasks» со ссылкой на проект и ответственного за него пользователя.

Таким образом, база данных необходима для корректной организации информации в СЭД. Предлагаемая структура базы данных СЭД для управления научными проектами будет использоваться для ее дальнейшего проектирования и программной реализации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках гранта Президента РФ МК-1666.2018.9.

Список использованных источников

1. **Ostroukh, A. V.** Model of Documents Management for Academic and Research Universities on Basis Set Theory / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. – 2015. – № 15. – P. 5.
2. **Краснянский, М. Н.** Математическая модель электронного документооборота на основе теории множеств / М. Н. Краснянский, С. В. Карпушкин, А. Д. Обухов, А. В. Остроух // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2015. – № 5. – С. 52 – 58.
3. **Краснянский, М. Н.** Разработка информационной системы электронного документооборота управления фундаментальных и прикладных исследований / М. Н. Краснянский, А. Д. Обухов, С. В. Карпушкин, А. В. Остроух // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 2.
4. **Краснянский, М. Н.** Методика классификации и обработки документов в системе управления электронным документооборотом научно-образовательного учреждения / М. Н. Краснянский, А. Д. Обухов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2018. – № 2(68). – С. 203 – 216.
5. **Krasnyanskiy, M. N.** Formalization of document management using multilevel graph model of information processing / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 413 – 420.

6. **Krasnyanskiy, M. N.** The algorithm of document routing in the electronic document management system using machine learning methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, A. A. Voyakina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 765 – 772.

7. **Krasnyanskiy, M. N.** Algorithm for Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // Journal of Applied Sciences. – 2016. – V. 16, № 7. – P. 332.

8. **Krasnyanskiy, M. N.** Formulation of the Problem of Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin, A. D. Obukhov // Global Journal of Pure and Applied Mathematics. – 2016. – V. 12, № 3. – P. 2395 – 2409.

References

1. **Ostroukh, A. V.** Model of Documents Management for Academic and Research Universities on Basis Set Theory / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. – 2015. – № 15. – P. 5.

2. **Krasnyanskiy, M. N.** Matematicheskaya model' ehlektronnogo dokumentooborota na osnove teorii mnozhestv / M. N. Krasnyanskiy, S. V. Karpushkin, A. D. Obuhov, A. V. Ostroukh // Promyshlennye ASU i kontrollery. – 2015. – № 5. – P. 52 – 58.

3. **Krasnyanskiy, M. N.** Razrabotka informacionnoj sistemy ehlektronnogo dokumentooborota upravleniya fundamental'nyh i prikladnyh issledovanij / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obuhov, S. V. Karpushkin, A. V. Ostroukh // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2015. – V. 21, № 2.

4. **Krasnyanskiy, M. N.** Metodika klassifikacii i obrabotki dokumentov v sisteme upravleniya ehlektronnym dokumentooborotom nauchno-obrazovatel'nogo uchrezhdeniya / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obuhov // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Un-t im. V. I. Vernadskogo. – 2018. – № 2(68). – P. 203 – 216.

5. **Krasnyanskiy, M. N.** Formalization of document management using multilevel graph model of information processing / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 413 – 420.

6. **Krasnyanskiy, M. N.** The algorithm of document routing in the electronic document management system using machine learning methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, A. A. Voyakina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 765 – 772.

7. **Krasnyanskiy, M. N.** Algorithm for Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // Journal of Applied Sciences. – 2016. – V. 16, № 7. – P. 332.

8. **Krasnyanskiy, M. N.** Formulation of the Problem of Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin, A. D. Obukhov // Global Journal of Pure and Applied Mathematics. – 2016. – V. 12, № 3. – P. 2395 – 2409.

УДК 004.91

Соломатина Е. М., Логинова А. А., Хворов В. А.Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 89156757880, e-mail: ekaterina.solomatina2017@yandex.ru)**СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ СЭД КАБИНЕТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ****Solomatina E. M., Loginova A. A., Khvorov V. A.**Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 89156757880, e-mail: ekaterina.solomatina2017@yandex.ru)**THE STRUCTURE OF STUDENT ACCOUNT IN THE EDMS DATABASE**

Аннотация. В последние несколько лет информационные технологии развиваются очень активно и получают все более широкое распространение и применение. Это связано с тем, что объем информации, которая обрабатывается и используется учебным заведением в процессе его функционирования постоянно возрастает. Любое современное научно-образовательное учреждение не может нормально функционировать без информационной системы, автоматизирующей работу обучающегося, преподавателя и деканата. Наряду с ними активно применяются системы электронного документооборота (СЭД) для повышения эффективности оформления и обработки документов. Автоматизация документооборота позволяет вывести ВУЗ на новый уровень развития. Одной из задач автоматизации является разработка информационных систем по управлению личными кабинетами обучающихся. В рамках данной статьи рассматривается вопрос разработки даталогического обеспечения СЭД кабинета обучающегося.

Ключевые слова: система электронного документооборота, высшее образование, образовательный процесс, автоматизация, даталогическое обеспечение.

Abstract. In the last few years, information technologies have been developing very actively and are becoming more widespread and widely used. This is due to the fact that the amount of information that is processed and used by the educational institution in the process of its functioning is constantly increasing. Any modern scientific and educational institution can not function properly without an information system that automates the work of the student, lecturer and dean. Along with them, electronic document management systems (EDMS) are actively used to improve the efficiency of registration and processing of documents. Automation of document flow allows bringing the university to a new level of development. One of the tasks of automation is the development of information systems for the management of personal accounts of students. In this article discusses the development datalohic ensure EDMS account of the student.

Keywords: electronic document management system, higher education, educational process, automation, datalogical support.

Современные научно-образовательные учреждения не могут нормально функционировать без систем управления и обработки информации, например, СЭД, используемых для повышения эффективности оформления и обработки документов. Если говорить о проектировании систем электронного документооборота (СЭД) для научно-образовательного учреждения, то можно выделить следующие задачи: формирование единой базы данных (БД) студентов и преподавателей, автоматизация всех видов

отчетности института, ведение электронного архива документации и т.д. Разрабатываемая система гарантирует пользователю сохранность документа в базе данных в неизменном виде.

Далее рассмотрим структуру БД для обучающегося научно-образовательного учреждения (рис. 1).

Вход. Таблица хранит данные о личном логине и пароле, а также Пин (id-обучающегося).

Обучающиеся. В этой таблице содержится вся информация о студенте (Ф.И.О., курс и т.д.). Таблица «Обучающиеся» связан с таблицей «Вход» строчкой «id-обучающиеся».

Группы. Предоставление списков групп и их наименование.

Расписание. Хранит данные о связях между группами и их расписаниями.

Занятия группы. Содержит информацию обо всех занятиях, времени их проведения, а также Ф.И.О. преподавателя.

Предметы и журнал посещаемости. В таблице находятся данные отследить активность студента в рамках учебы, такую как посещаемость и оценки.

Зачетная книжка. Содержит в себе информацию о результатах сдачи экзаменов и других зачетных единиц.

Рейтинг студента. Рейтинг рассчитывается на основе оценок и посещаемости обучающегося.

Новости. Объявления для студентов.

Портфолио. Используется для хранения личных достижений студентов (статьи, грамоты и т.д.) для оформления портфолио.

Научное руководство. Таблица хранит связи о руководстве преподавателей над студентами.

Преподаватель. Содержит всю информацию о преподавателях.

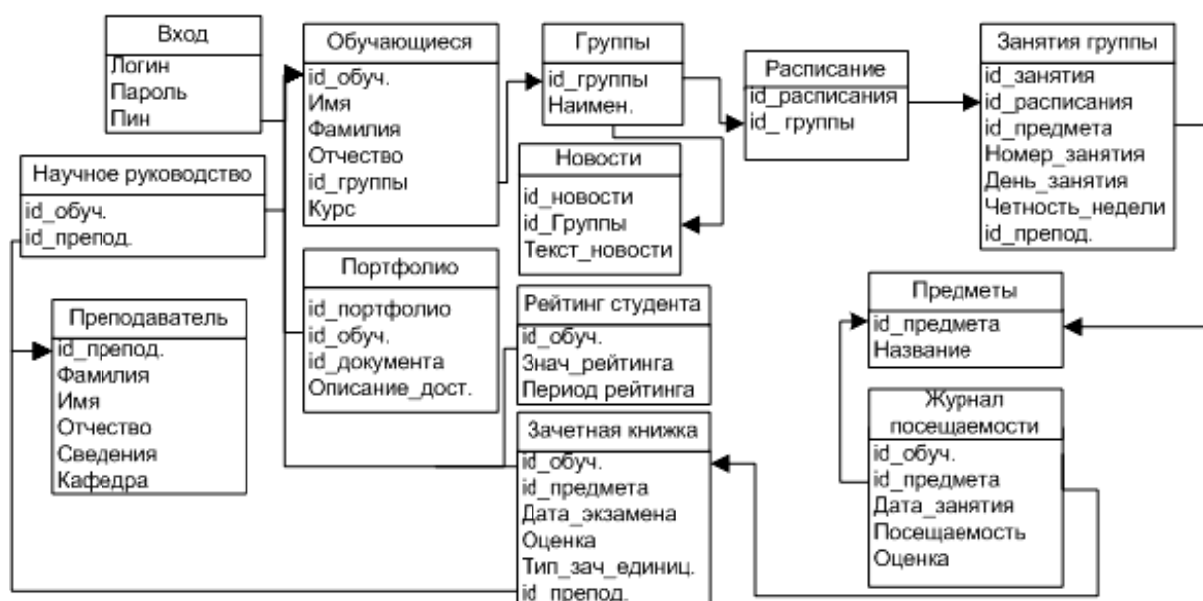


Рис. 3. Структура Базы данных для обучающегося Высшего учебного заведения

За основную часть работы, касающейся ведения документооборота, отвечает административно-управленческий персонал и преподаватели-предметники. Разработанная структура базы данных для обучающегося научно-образовательного учреждения используется для хранения информации о процессе обучения студентов при последующей реализации программного обеспечения СЭД.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках гранта Президента РФ МК-1666.2018.9.

Список использованных источников

1. **Ostroukh, A. V.** Model of Documents Management for Academic and Research Universities on Basis Set Theory / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. – 2015. – № 15. – P. 5.
2. **Краснянский, М. Н.** Математическая модель электронного документооборота на основе теории множеств / М. Н. Краснянский, С. В. Карпушкин, А. Д. Обухов, А. В. Остроух // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2015. – № 5. – С. 52 – 58.
3. **Краснянский, М. Н.** Разработка информационной системы электронного документооборота управления фундаментальных и прикладных исследований / М. Н. Краснянский, А. Д. Обухов, С. В. Карпушкин, А. В. Остроух // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 2.
4. **Краснянский, М. Н.** Методика классификации и обработки документов в системе управления электронным документооборотом научно-образовательного учреждения / М. Н. Краснянский, А. Д. Обухов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2018. – № 2(68). – С. 203 – 216.
5. **Krasnyanskiy, M. N.** Formalization of document management using multilevel graph model of information processing / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 413 – 420.
6. **Krasnyanskiy, M. N.** The algorithm of document routing in the electronic document management system using machine learning methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, A. A. Voyakina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 765 – 772.
7. **Krasnyanskiy, M. N.** Algorithm for Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // Journal of Applied Sciences. – 2016. – V. 16, № 7. – P. 332.
8. **Krasnyanskiy, M. N.** Formulation of the Problem of Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin, A. D. Obukhov // Global Journal of Pure and Applied Mathematics. – 2016. – V. 12, № 3. – P. 2395 – 2409.

References

1. **Ostroukh, A. V.** Model of Documents Management for Academic and Research Universities on Basis Set Theory / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. – 2015. – № 15. – P. 5.

2. **Krasnyanskij, M. N.** Matematicheskaya model' ehlektronnogo dokumentooborota na osnove teorii mnozhestv / M. N. Krasnyanskij, S. V. Karpushkin, A. D. Obuhov, A. V. Ostrouh // Promyshlennye ASU i kontrollery. – 2015. – № 5. – P. 52 – 58.
3. **Krasnyanskij, M. N.** Razrabotka informacionnoj sistemy ehlektronnogo dokumentooborota upravleniya fundamental'nyh i prikladnyh issledovanij / M. N. Krasnyanskij, A. D. Obuhov, S. V. Karpushkin, A. V. Ostrouh // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2015. – V. 21, № 2.
4. **Krasnyanskij, M. N.** Metodika klassifikacii i obrabotki dokumentov v sisteme upravleniya ehlektronnym dokumentooborotom nauchno-obrazovatel'nogo uchrezhdeniya / M. N. Krasnyanskij, A. D. Obuhov // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Un-t im. V. I. Vernadskogo. – 2018. – № 2(68). – P. 203 – 216.
5. **Krasnyanskiy, M. N.** Formalization of document management using multilevel graph model of information processing / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 413 – 420.
6. **Krasnyanskiy, M. N.** The algorithm of document routing in the electronic document management system using machine learning methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, A. A. Voyakina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 765 – 772.
7. **Krasnyanskiy, M. N.** Algorithm for Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // Journal of Applied Sciences. – 2016. – V. 16, № 7. – P. 332.
8. **Krasnyanskiy, M. N.** Formulation of the Problem of Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin, A. D. Obukhov // Global Journal of Pure and Applied Mathematics. – 2016. – V. 12, № 3. – P. 2395 – 2409.

УДК 004.91

Борисов Д. А.

Северный (Арктический) Федеральный Университет, Высшая Школа
Информационных Технологий и Автоматизированных Систем, Россия, г. Архангельск
(E-mail: denis-borisov2@rambler.ru)

ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ ПРИ СОЗДАНИИ WebAPI ПРИЛОЖЕНИЯ. RESTAPI и SOAP

Borisov D. A.

North (Arctic) Federal University, High School
of Information Technologies and Automated Systems, Russia, Arkhangelsk
(E-mail: denis-borisov2@rambler.ru)

SELECTION OF ARCHITECTURE WHEN CREATING A WEBAPI APP. RESTAPI and SOAP

Аннотация. В данной статье производится сравнение двух концепций – RESTAPI и SOAP (Simple Object Access Protocol) – для разработки WebAPI приложения, выявляются их плюсы и минусы.

Ключевые слова: WebAPI, RESTAPI и SOAP.

Abstract. This article compares two concepts – RESTAPI and SOAP (Simple Object Access Protocol) – to develop a WebAPI application, identifying its pros and cons.

Keywords: WebAPI, RESTAPI and SOAP.

Введение. При создании WebAPI приложения (как в пределах одного веб-приложения, так и обособленного сервиса) очень часто разработчики задаются вопросом о выборе архитектуры для его создания.

В качестве примеров можно привести две довольно известные концепции – RESTAPI и SOAP (SimpleObjectAccessProtocol). Разберемся, какой вариант более удобен и правилен, основываясь на плюсах минусах того и другого варианта, а также их возможностях.

RESTAPI. Плюсы и минусы. RESTAPI представляет собой архитектурный стиль взаимодействия компонентов распределенного приложения [1]. REST представляет собой согласованный набор ограничений, что в определенных случаях приводит к упрощению написания WebAPI приложения.

RESTAPI использует набор стандартных HTTP-методов. В качестве примера можно представить такие запросы, как:

- GET – получение данных;
- POST – сохранение данных на сервере;
- PUT – полная замена данных;
- PATCH – частичное обновление данных;
- DELETE – удаление данных.

Выше представлены лишь некоторые из HTTP-методов. Вот весь список: HEAD, OPTIONS, TRACE, CONNECT, DELETE, GET, PATCH, POST, PUT.

RESTAPI также работает с HTTP-кодами ответов (200 – OK, 201 – Created и т.д.) и является отличным механизмом для получения и обработки данных, но не без своих минусов:

- Ограниченная поддержка HTTP-методов. Например, некоторые браузеры имеют ограниченную поддержку методов PUT и DELETE.

- Ограничение словаря. Словарь, состоящий только из HTTP-методов, является очень ограниченным для эффективной передачи информации. Например, мы не можем сообщить пользователю какую-либо информацию, при этом задействовав имеющиеся коды ответа. Создать отдельный код под каждый тип ответа мы также не можем, так как HTTP не расширяемый.

- Жесткая привязка к HTTP-протоколу. REST нарушает один из фундаментальных законов связи – «содержимое сообщения должно быть абсолютно независимо от канала передачи». Постоянное переплетение HTTP протокола и передаваемой информации полностью лишает нас возможности переноса RESTful API на другие каналы связи.

Simple Object Access Protocol (SOAP). Преимущества перед REST API.

SOAP – протокол обмена структурированными сообщениями [2].

SOAP же напротив не завязан на одном из протоколов, а напротив, поддерживается любым протоколом прикладного уровня: SMTP, FTP, HTTP и др. Но чаще всего (как в и нашем случае) использоваться будет протокол HTTP.

Словарь SOAP, как и поддержка методов, также неограничен из-за отсутствия привязки к протоколу HTTP.

Модель SOAP позволяет описывать API в формате Web Service Description Language, что затрудняет разработку, но и дает свои плюсы, поскольку клиенты SOAP могут автоматически получать из этих файлов подробную информацию об именах и сигнатурах методов, типах входных и выходных данных и возвращаемых значениях.

Заключение. Подводя итоги, можно сделать следующие выводы. Для создания небольших API-приложений, в которых не нужна кастомизация запросов и выделение «особых» методов, для обработки данных вполне подойдет RESTAPI, минусы которого в данном случае большой роли не сыграют. Если же приложению требуется обработка данных без жесткой привязки к HTTP-протоколу (к примеру, общение с клиентом через FTP или TCP), то более чем подойдет протокол SOAP.

Список использованных источников

1. **What is a REST API?** [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.mulesoft.com/resources/api/what-is-rest-api-design>
2. **XML Soap** [Электронный ресурс]. – URL : https://www.w3schools.com/xml/xml_soap.asp

УДК 615.47

Тымчук Т. М., Венцера Н. В.Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 8(4752)63-56-20, e-mail: tymtan98@yandex.ru)**МЕТОДЫ ДЛЯ АДАПТИВНОЙ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ****Tymchuk T. M., Ventserova N. V.**Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 8(4752)63-56-20, e-mail: tymtan98@yandex.ru)**METHODS FOR ADAPTIVE SUPPORT VENTILATION**

Аннотация. В статье представлены методы перехода с принудительной на адаптивную искусственную вентиляцию легких, такие как адаптивное управление по параметрам внешнего дыхания и биотехническая система, учитывающая состояние пациента, также рассмотрены основные параметры, на которых может быть основана адаптивная ИВЛ, и произведены уточнения, такие как метрологические характеристики, которые позволяют исключить сбои и ошибки.

Ключевые слова: адаптивная искусственная вентиляция легких, биотехническая система, адаптированное регулирование, метрологические критерии, принудительная искусственная вентиляция легких.

Abstract. The article presents the methods of transition from forced to adaptive artificial ventilation of the lungs, such as adaptive control by parameters of external respiration and a biotechnical system that takes into account the patient's condition, the main parameters on which adaptive mechanical ventilation can be based are also considered, and as metrological characteristics, which allow excluding failures and errors.

Keywords: adaptive support ventilation, biotechnical system, adapted regulation, metrological criteria, forced artificial lung ventilation.

При нарушении дыхательной способности пациента применяют искусственную вентиляцию легких (ИВЛ). В настоящее время большая часть аппаратов, систем для ИВЛ работают в режиме принудительной вентиляции пациента. При таком методе легкие пациента в течение заданного времени периодически наполняются газовой смесью с параметрами, заданными врачом. При такой вентиляции с продолжительностью более 20 минут в тканях легких пациента могут появиться механические повреждения, которые могут стать причиной серьезных нарушений дыхания. Использование адаптивной ИВЛ позволило бы снизить негативное влияние принудительной вентиляции, повысить эффективность анестезии, реанимации.

Для организации обратной связи в целях адаптивного управления необходимо знать, какие параметры дыхания пациента наиболее полно характеризуют состояние системы дыхания и эффективность ее работы. Также для адаптивной вентиляции легких требуется синтезировать такую структуру биотехнической системы, которая учитывала бы наличие существующих приемов и режимов вентиляции легких, а также обеспечивала бы необходимую надежность и безопасность работы всей системы при появлении в ее работе сбоя и ошибок в целях безопасности жизни пациента. Разраба-

тивная систему адаптивной вентиляции, необходимо учитывать, каким образом будет организовано адаптивное управление системы, и какие этапы в нее должны быть включены.

Поскольку дыхание – жизненно важная функция организма, то система, реализующая адаптивное управление параметрами дыхания должна обладать необходимой надежностью и устойчивостью работы. Это вызывает потребность в изучении факторов, влияющих на точность адаптивного управления и надежность работы системы, и разработке критериев, по которым можно бы оценивать устойчивость работы синтезируемой системы адаптивной ИВЛ.

Одним из методов перехода от принудительной ИВЛ является метод искусственной вентиляции легких с адаптивным управлением по параметрам внешнего дыхания, учитывающий динамику изменения концентрации кислорода на вдохе и выдохе, иллюминации углекислого газа и характер изменения параметров внешнего дыхания. Биотехническая система адаптивной ИВЛ, обеспечивающая вентиляцию легких с учетом изменения состояния пациента в процессе вентиляции также является методом перехода от принудительной искусственной вентиляции легких.

Методика адаптивной искусственной вентиляции легких при непрерывно изменяющемся состоянии пациента должна основываться на учете динамики концентрации кислорода и на вдохе и выдохе, иллюминации углекислого газа, характера изменения частоты вдоха/выдоха, парциального давления кислорода, объемной скорости вентиляции и давления формируемой дыхательной смеси. Дополнительно можно учитывать характер изменения напряжения кислорода и углекислого газа в венозной и артериальной крови.

Анализ этапов адаптивного регулирования позволил уточнить взаимодействие технических и биологических звеньев биотехнической системы адаптивной ИВЛ в процессе функционирования системы и предложить алгоритм адаптивной искусственной вентиляции легких, который должен обеспечивать пошаговое изменение параметров вентиляции с небольшими приращениями и оценку текущего состояния пациента на каждом шаге и динамику изменения состояния пациента во времени.

Интеллектуальная биотехническая система для адаптивной ИВЛ назначает и обеспечивает искусственную вентиляцию легких человеку и поэтому в ее работе должны быть исключены сбои и ошибки. Такие системы должны удовлетворять требованиям устойчивости. Для ее оценки нами предложен информационный критерий, который учитывает особенности объекта управления. Этот критерий направлен на исключение информационной неопределенности в адаптивном управлении и установлении режима работы, опасного для жизни пациента. Важным этапом синтеза биотехнической измерительно-вычислительной системы для АИВЛ является уточнение метрологических требований к разрабатываемой системе, так как метрологические характеристики в значительной степени определяют функциональные возможности и надежность работы всей системы.

Описанные методы могут позволить перейти с длительной принудительной ИВЛ на адаптивную искусственную вентиляцию легких, что может помочь избавить пациента от деструктивного изменения в легких и негативного отражения на здоровье пациента, так как параметры вентиляции будут изменяться с учетом непрерывного изменения текущего состояния человека.

Список использованных источников

1. **Фролов, С. В.** Объектно-ориентированная декомпозиция информационной модели изделий медицинской техники / С. В. Фролов, М. С. Фролова // Ползуновский альманах – 2016. – № 2. – С. 112 – 117.
2. **Фролова, М. С.** Системы поддержки принятия решений для задач оснащения лечебных учреждений медицинской техникой / М.С. Фролова, С. В. Фролов, И. А. Толстухин // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014. – Специальный выпуск 52. – С. 106 – 111.
3. **Фролова, М. С.** Интеграция медицинской техники в информационную систему лечебно-профилактического учреждения / М. С. Фролова, С. В. Фролов, И. А. Толстухин, В. Ю. Ошурков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014. – № 3(53). – С. 68 – 80.
4. **Фролова, Т. А.** Information models of a medical device for its evaluation / Т. А. Фролова, М. С. Фролова, И. А. Толстухин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 4. – С. 587 – 591.

References

1. **Frolov, S. V.** Ob"ektно-orientirovannaya dekompoziciya informacionnoj modeli izdelij medicinskoj tekhniki / S. V. Frolov, M. S. Frolova // Polzunovskij al'manah. – 2016. – № 2. – P. 112 – 117.
2. **Frolova, M. S.** Sistemy podderzhki prinyatiya reshenij dlya zadach osnashcheniya lechebnyh uchrezhdenij medicinskoj tekhnikoj / M. S. Frolova, S. V. Frolov, I. A. Tolstuhin // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo. – 2014. – Special'nyj vypusk 52. – P. 106 – 111.
3. **Frolova, M. S.** Integraciya medicinskoj tekhniki v informacionnuyu sistemu lechebno-profilakticheskogo uchrezhdeniya / M. S. Frolova, S. V. Frolov, I. A. Tolstuhin, V. Yu. Oshurkov // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo. – 2014. – № 3(53). – P. 68 – 80.
4. **Frolova, T. A.** Information models of a medical device for its evaluation / T. A. Frolova, M. S. Frolova, I. A. Tolstuhin // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2015. – V. 21, № 4. – P. 587 – 591.

УДК 004.4

Зубкова Т. М.¹, Тагирова Л. Ф.²

Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

¹(Тел. 8(961)9152559, e-mail: bars87@mail.ru),²(Тел. 8(999)1097720, e-mail: lg-77@mail.ru)**ПРОЕКТИРОВАНИЕ АДАПТИРОВАННЫХ
ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ В ИТ-СФЕРЕ****Zubkova T. M.¹, Tagirova L. F.²**

Orenburg State University, Russia, Orenburg

¹(Tel. 8(961)9152559, e-mail: bars87@mail.ru),²(Tel. 8(999)1097720, e-mail: lg-77@mail.ru)**DESIGN OF THE ADAPTED USER INTERFACES IN THE IT SPHERE**

Аннотация. Для разработки качественного программного обеспечения необходимо учитывать все требования и пожелания заказчика. Одним из вариантов достижения взаимопонимания разработчика программы и заказчика является разработка прототипа пользовательского интерфейса. В статье описана методика подбора альтернативного варианта шаблона интерфейса, использующая такой метод искусственного интеллекта, как теория нечетких множеств. На основе индивидуальных характеристик пользователи были разделены на пять групп: новичок, обычный, уверенный, квалифицированный, администратор. Выявлены основные параметры индивидуальных характеристик, по которым можно классифицировать пользователей при проектировании интерфейсов: компьютерная грамотность, системный опыт, опыт работы с подобными программами, машинопись, мышление, память, моторика, дальтонизм, концентрация внимания, эмоциональная устойчивость.

Ключевые слова: пользовательский интерфейс, методы искусственного интеллекта, интеллектуальный интерфейс, нечеткие отношения.

Abstract. For development of the qualitative software it is necessary to consider all requirements and the customer's requirements. One of options of achievement of mutual understanding of the developer of the program and the customer is development of a prototype of the user interface. In article the technique of selection of alternative option of a template of the interface using such method of an artificial intelligence as the theory of indistinct sets is described. Based on individual characteristics, users were divided into five groups: novice, normal, confident, qualified, administrator. The main parameters of individual characteristics that can be used to classify users when designing interfaces are identified: computer literacy, system experience, work experience with similar programs, typing, thinking, memory, motility, color blindness, concentration, emotional stability.

Keywords: user interface, artificial intelligence methods, intelligent interface, indistinct relations.

Введение. В настоящее время в связи с развитием сети Интернет, ростом численности электронных коммерческих приложений систем поиска, большое внимание в области разработки средств вычислительной техники уделяется проблеме персонализации компьютерных систем различного рода. Это, в свою очередь, выдвигает ряд требований

к разработке интерфейса. В идеале интерфейс – это не только посредник, помощник, но и средство, контролирующее уровень нагрузки пользователя и его эмоциональное состояние. Именно такие требования к разработке интерфейса являются первостепенными, поскольку «всеобщая» компьютеризация населения приводит к ряду нарушений функционального состояния психического и физического здоровья пользователя [1].

При проектировании программных продуктов необходимо учитывать требования, пожелания, а также знания и возможности потенциального контингента пользователей. Заказчики разрабатывают концепцию (часто подсознательную и неполную) того, как их приложение будет работать. Разработчикам же необходимо учитывать аппаратные ресурсы, базовое ПО, операционную систему и другое. Кроме того, требуется знать возможности целевой аудитории пользователей, не только профессиональный уровень владения компьютером, но и эмоциональное состояние пользователя [2].

Основная часть. Хотелось отметить, что проблема разработки интеллектуальных пользовательских интерфейсов коснулась и ООО «Алекс-Сервис», которая занимается поставкой компьютеров и оргтехники, сервисным обслуживанием, разработкой и внедрением программного обеспечения. Компания ООО «Алекс-сервис» образована в 1990 году, и на сегодняшний день входит в пятерку крупнейших ИТ-компаний Оренбургской области.

В организации существует проблема, связанная с разделением уровней доступа пользователей при работе с системой обработки заявок на ИТ-услуги. Пользователями системы являются следующие группы лиц, имеющие различные функциональные обязанности:

- 1) Клиент – создание запроса, приемка работы;
- 2) Диспетчер – создание заявки на основе запроса, назначение инженеру;
- 3) Инженер – прием или отказ заявки, выполнение работ по заявке;
- 4) Менеджер – закрытие заявки, контроль и учет (рис. 1).

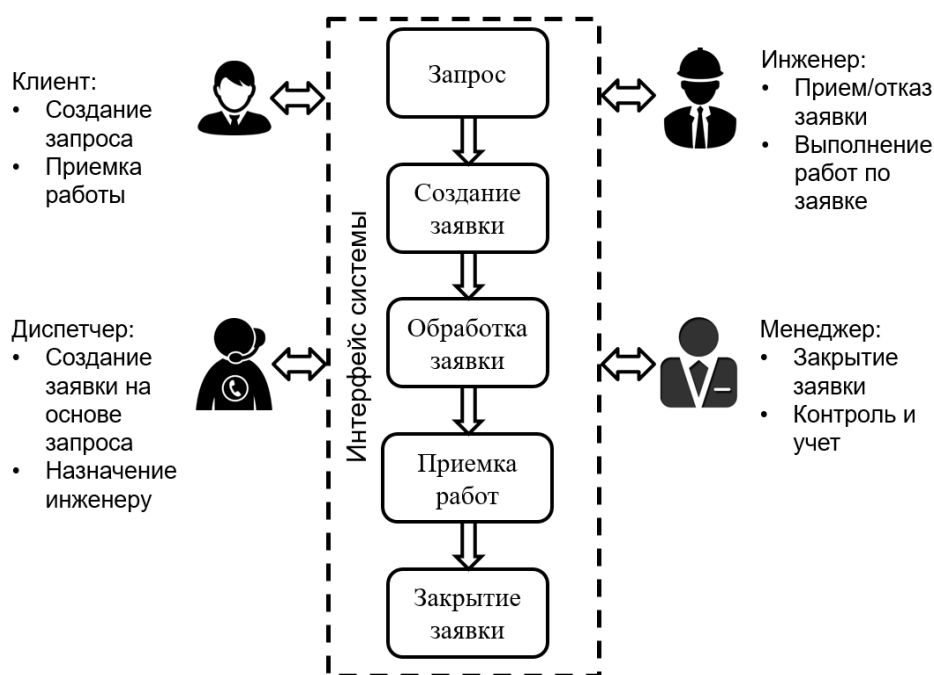


Рис. 1. Уровни доступа при работе с системой обработки заявок на ИТ-услуги

Клиенты компании формируют запросы и заявки через систему. Полученные запросы диспетчер переопределяет как заявки. Обработкой заявок от клиентов занимается диспетчер. Он определяет сложность, срочность и важность заявки. Полученные заявки диспетчер назначает инженерам.

Менеджер, в свою очередь, информирует диспетчеров о занятости и местоположении инженеров, а также следит за выполнением заявок. Инженер принимает и выполняет работы по заявке. После выполнения работ по заявке клиент принимает решение по приемке этих работ. Менеджер закрывает заявку.

Следует отметить, что указанные группы пользователей имеют различный уровень подготовки по работе с компьютером, различный социальный статус, возраст и т.д. Следовательно, система должна быть адаптирована для работы с различными группами пользователей.

В связи с привлечением большего числа пользователей к работе с системой, было решено использовать адаптивный интерфейс приложения, для упрощения работы с системой пользователей разной степени компетентности и роли в системе. Система будет представлять собой веб-приложение, реализованное на языке веб-программирования, работающего на стороне сервера – Node.js. В качестве СУБД была выбрана MongoDB, которая изначально была спроектирована для работы с данными на веб-ресурсах.

При разработке адаптивного интерфейса использовались различные характеристики пользователей, которыми являются их уровень знаний, физические и психологические качества. Каждая из характеристик оценивается по трехбалльной шкале: высокий, низкий и средний уровень развития. С учетом разных градаций выделенных характеристик пользователи разделены на пять групп (табл. 1).

1. Характеристики групп пользователей

Характеристика	Группа пользователей				
	Новичок	Обычный	Уверенный	Квалифицированный	Программист, хакер, администратор
Компьютерная грамотность	0,1	0,4	0,7	0,8	1
Системный опыт	0,1	0,5	0,7	0,8	1
Опыт работы с подобными программами	0,1	0,5	0,6	0,7	0,9
Машинопись	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9
Мышление	0,3	0,6	0,7	0,8	0,9
Память	0,2	0,5	0,6	0,8	1
Дальтонизм	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Концентрация внимания	0,3	0,7	0,8	0,9	0,1
Эмоциональная устойчивость	0,2	0,5	0,6	0,8	0,9

Входные данные для задачи проектирования интерфейса программных средств характеризуются той или иной степенью неопределенности, обусловленной неполнотой, внутренней противоречивостью, неоднозначностью, и представляют собой приближенные количественные или качественные оценки параметров процессов проектирования и управления проектированием [2].

Таким образом, так как исходные данные задачи трудно формализуемы, целесообразно применить один из методов искусственного интеллекта, основанный на нечеткой логике. Нечеткие алгоритмы, оперирующие лингвистическими переменными, значения которых задаются нечеткими множествами, удобны для описания слабо формализуемых процессов. Такие алгоритмы интуитивно более понятны. Их автоматизация позволяет повысить объективность и оперативность решений, принимаемых разработчиком ПО.

Методология нечеткого логического вывода достаточно успешно применяется при построении систем управления объектами, в частности, при разработке компонентов ПО и минимизации рисков программных проектов.

В данном контексте нечеткое отношение S содержательно описывает характеристики интерфейсов, а T – характеристики пользователей.

Элементы универсумов имеют следующий содержательный смысл:

1) x_1 – шаблон интерфейса 1, x_2 – шаблон интерфейса 2, x_3 – шаблон интерфейса 3, x_4 – шаблон интерфейса 4, x_5 – шаблон интерфейса 5;

2) y_1 – компьютерная грамотность, y_2 – системный опыт, y_3 – опыт работы с подобными программами, y_4 – машинопись, y_5 – мышление, y_6 – память, y_7 – моторика, y_8 – дальтонизм, y_9 – концентрация внимания, y_{10} – эмоциональная устойчивость;

3) z_1 – новичок, z_2 – обычный пользователь, z_3 – уверенный пользователь, z_4 – квалифицированный, z_5 – программист, хакер, администратор [2].

Для определения соответствия интерфейса группе пользователей воспользовались композициями исходных нечетких отношений. Так, $(\max\min)$ - и $(\max\text{-prod})$ -композиции дают информацию о степени соответствия шаблона интерфейса группе пользователей, а $(\min\text{-max})$ -композиция позволяет определить шаблон, который не подходит для данной группы пользователей. Таким образом, применяются три модели: $\max\min$, $\max\text{-prod}$, $\min\text{-max}$.

Для реализации описанного метода был разработан алгоритм, представленный на рис. 2. При работе данного алгоритма, на начальном этапе, в блоке входа в систему происходит распознавание пользователя: впервые он обращается к системе или же он постоянно с ней работает. Если он известен системе, то после прохождения теста в блоке тестирования эмоционального состояния пользователя ему разрешается работать с системой, предварительно настроив систему, компьютер для данного пользователя через блок анализа и выделения ресурсов в соответствии с его моделью. Если он впервые обращается к системе, то интерфейс создает модель этого пользователя на основе полученных от него сведений.

Создание модели пользователя начинается в блоке анкетирования и тестирования.

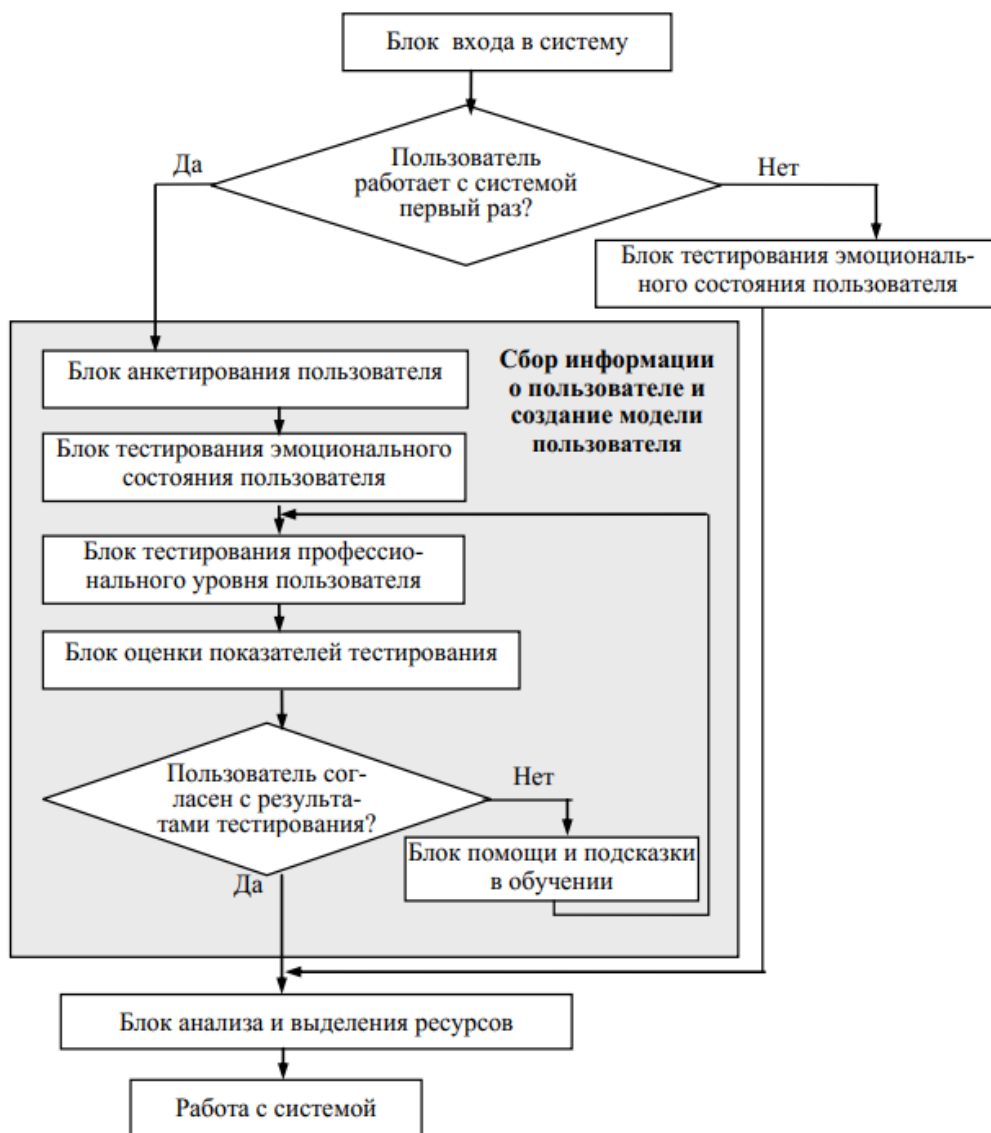


Рис. 2. Алгоритм анкетирования и тестирования пользователя

Заключение. В заключении хотелось бы отметить, что применение интеллектуальных пользовательских интерфейсов предлагается для использования в системах с большим числом пользователей, так как он обеспечивает простой и удобный алгоритм взаимодействия пользователя с системой, позволяющий не только оценить профессиональный уровень владения компьютером, но и эмоциональное состояние пользователя, что немаловажно, если пользователь работает с системой автоматизации или управления, особенно когда его ошибки могут привести к катастрофическим последствиям.

Список использованных источников

1. Курзанцева, Л. И. О построении интеллектуального интерфейса компьютерной системы со свойствами адаптации / Л. И. Курзанцева // Комп'ютернізасоби, мережі та системи. – 2007. – № 6. – С. 104 – 110.
2. Зубкова, Т. М. Проектирование интерфейса программного обеспечения с использованием элементов искусственного интеллекта / Т. М. Зубкова, Е. Н. Ишакова // Программные продукты и системы. – 2017. – № 1(30). – С. 5 – 14.

УДК 004.8

Фанина М. А.¹, Васендина И. С.²

Северный (Арктический) Федеральный университет имени М. В. Ломоносова,
Россия, г. Архангельск

¹(Тел. (8182)216100, e-mail: margofani.un.go@gmail.com),

²(Тел. (8182)216100, e-mail: i.vasendina@narfu.ru)

МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ИНТЕРНЕТ-КОНТЕНТА С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕСТРУКТИВНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА

Fanina M. A.¹, Vasendina I. S.²

Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Russia, Arkhangelsk

¹(Tel. (8182)216100, e-mail: margofani.un.go@gmail.com),

²(Tel. (8182)216100, e-mail: i.vasendina@narfu.ru)

METHODS OF INTELLECTUAL ANALYSIS OF THE INTERNET CONTENT TO DETERMINE DESTRUCTIVE INFORMATION IMPACT ON A PERSON

Аннотация. Рассмотрена проблема выявления деструктивного информационного воздействия на человека в сети Интернет. Исследованы методы интеллектуального анализа интернет-контента в текстовом представлении с целью выявления потенциальной опасности.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, интернет-контент, деструктивное информационное воздействие.

Abstract. The problem of identifying a destructive informational impact on a person on the Internet is considered. The methods of intellectual analysis of the Internet content in the form of texts in order to identify potential hazards are investigated.

Keywords: data mining, Internet content, destructive information impact.

Введение. Прогресс в современном мире формирует новое общество – информационное. В наши дни бурно развиваются информационные технологии. Обширно и разнообразно не только содержание информации, но и формы ее представления и доступа к ней. По форме представления информацию разделяют на несколько видов: текстовая, графическая (изобразительная), числовая, звуковая (акустическая) и видеоинформация. В настоящее время сеть Интернет является самой обширной и доступной средой, содержащей разнообразную информацию, называемую интернет-контентом. Развитое общество проводит значительное время в потоках этой информации и так или иначе подвержено ее влиянию. Интернет-контент может содержать опасность в том или ином виде. В связи с возросшими масштабами деструктивного воздействия информации на человека возникла необходимость в поиске потенциальных угроз среди интернет-контента для последующей защиты от них.

Следует заметить, что информационное воздействие всегда носит психологический характер и определяет поведение человека опосредованно когнитивными схемами, например, внутренними установками. Поэтому для личности может представлять информационно-психологическую опасность отражение деятельности в сети Интернет раз-

личных группировок и объединений людей, в частности общественно-политических движений, националистических и религиозных организаций, финансово-экономических и коммерческих структур, лоббистских и мафиозных групп, членов оккультных организаций.

Так как информационные объемы разнообразны не только по содержанию, но и форме представления, то для анализа больших слабоструктурированных данных необходим гибкий аналитический подход, позволяющий решать проблему поиска угроз. Для этих задач сегодня широко используют технологии интеллектуального анализа данных. Интеллектуальный анализ (Datamining) представляет собой совокупность методов, направленных на обнаружение ранее неизвестных знаний. Рассмотрим некоторые из таких методов, усиленно развивающиеся в последнее время. Наиболее распространенным видом представления интернет-контента (статьи, блоги, электронные письма, сообщения в социальных сетях) до сих пор является текстовая информация, поэтому уделим внимание именно методам анализа текста.

Семантический анализ. Анализ данных на основе семантического метода позволяет определить смысл текста. Сложность состоит в том, что компьютер не умеет обрабатывать естественный язык, правильно объясняя образы, которые человек передает с помощью символов. При семантическом анализе оценивается количество слов или фраз, которые определяют смысл текста, его семантическое ядро, и статистические показатели текста [1].

Рассмотрим наиболее распространенные задачи семантического анализа: классификация и кластеризация.

Классификация заключается в отнесении одного документа из множества к одной из нескольких заранее определенных категорий, основываясь на содержании документа. Для построения классификаторов используется обучающая выборка из документов с присвоенными им категориями. В качестве документа для классификации могут служить, например, статьи, сообщения в социальных сетях, комментарии, которые необходимо относить к одному из классов: «содержит негативное воздействие», «безопасен».

Кластеризация отличается тем, что не существует заранее определенных категорий. Есть множество документов, которые надо определенным образом сгруппировать в кластеры(категории) на основе схожих значений свойств. Важным при применении данного метода становится выделение значимых свойств. Таким образом, в отдельный кластер может быть отнесен интернет-контент, оказывающий деструктивное воздействие на человека.

Метод тематического моделирования. Это способ построения модели коллекции документов, которая определяет, к каким темам относится каждый из документов [2]. Метод тематического моделирования основывается на выборке из текста редко встречающихся слов – терминов, далее каждая тема описывается вероятностью нахождения в ней термина, а уже каждый документ описывается вероятностью темы в документе. Таким образом, вероятностные тематические модели осуществляют «мягкую» кластеризацию, позволяя документу или термину относиться сразу к нескольким темам с различными вероятностями.

С помощью такого метода можно проанализировать множество документов на предмет возможного нанесения деструктивного воздействия, разделяя по тематике и направленности опасности.

Технология разведочного информационного поиска. Эта технология расширяет обычный поиск по словам, подразумевая, что пользователь может не знать ключевых слов, и что пользователя может интересовать множество ответов [3]. Для такого поиска необходимо сразу охватить всю исследуемую область. Есть множество попыток представить какую-либо область в виде иерархической карты. Придумано множество средств визуализации больших текстовых коллекций. Люди прилагают много усилий, для того чтобы придумать удобные способы визуализации больших объемов текстов. На рисунке 1 представлен пример одной из иерархических карт, построенной с использованием приложения FoamTree [4].

Такой анализ поможет находить из огромной массы информации большинство вредоносного контента, так как критерии поиска будут более гибкими нежели при поиске по словам. Основываясь на разведывательном анализе, можно моделировать карты интернет-контента несущего потенциальную угрозу, чтобы потом, используя эти карты, улучшить его же поиск.

Технологии коллаборативной фильтрации. Это один из методов построения рекомендаций (прогнозов) в рекомендательных системах, основываясь на известных предпочтениях (оценки) группы пользователей для прогнозирования неизвестных предпочтений другого пользователя [5]. Его основное допущение состоит в следующем: те, кто оценивали какие-либо предметы в прошлом, склонны давать похожие оценки другим предметам и в будущем. Используя эту технологию, можно составлять рекомендательный список «что не следует смотреть или читать». С помощью этой технологии возможно смоделировать среду в интернете для детей, в которой для них закрыт доступ к определенным данным, отобранным на основе различных родительских рекомендации. Однако, стоит заметить, что таким образом совершенно любой контент может быть отмечен как опасный.

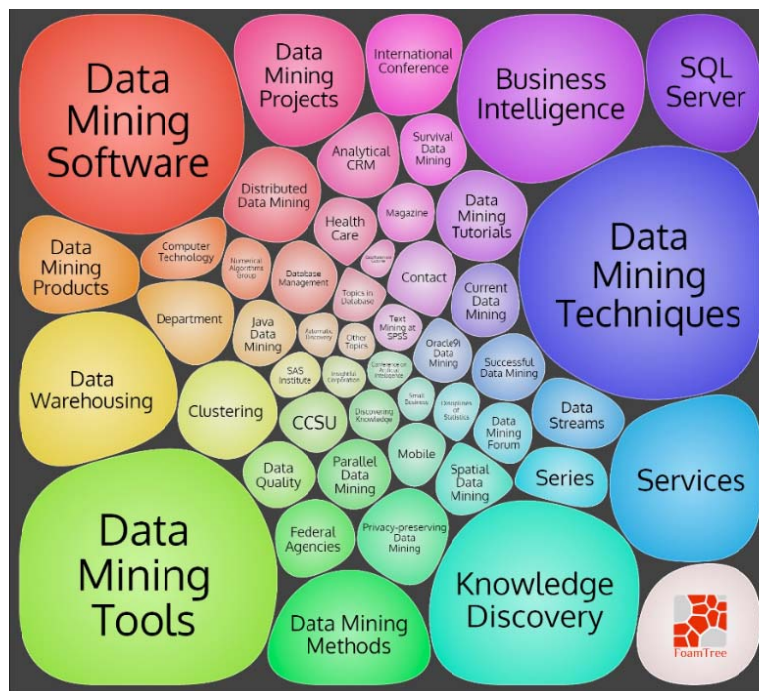


Рис. 1. Пример иерархической карты области DataMining
(изображение взято с сайта <https://carrotsearch.com/foamtree/>)

Заключение. В информационную эпоху с возрастающим деструктивным воздействием на человека в сети Интернет как никогда необходимы инструменты оперирования большими объемами неструктурированной информации. Интеллектуальные подходы активно развиваются, однако уже есть хорошие результаты, которые сейчас широко используются. Применение рассмотренных методов для анализа интернет-контента позволит выявлять потенциально опасную для человека информацию и вовремя принимать решения по управлению ей.

Список использованных источников

1. **Автоматическая** обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика : учебное пособие / Е. И. Большакова, Э. С. Клышинский, Д. В. Ландэ и др. – М. : МИЭМ, 2011. – 272 с.
2. **Коршунов, А.** Тематическое моделирование текстов на естественном языке / А. Коршунов, А. Гомзин // Труды Института системного программирования РАН. – 2012. – Т. 23. – С. 215 – 242.
3. **Тематическое** моделирование на пути к разведочному информационному поиску. Лекция в Яндексе [Электронный ресурс]. – URL : <https://habr.com/company/yandex/blog/313340/>, свободный (дата обращения: 10.09.2018)
4. **Эффективный** просмотр иерархических данных [Электронный ресурс]. – URL : <https://carrotsearch.com/foamtree/>, свободный (дата обращения: 14.09.2018)
5. **Как работают** рекомендательные системы. Лекция в Яндексе [Электронный ресурс]. – URL : <https://habr.com/company/yandex/blog/241455/>, свободный (дата обращения: 10.09.2018)

References

1. **Automatic** processing of texts in natural language and computational linguistics: studies. manual / E. I. Bolshakova, E. S. Klyshinsky, D. V. Lande et al. – Moscow : MIEM, 2011. – 272 p.
2. **Korshunov, A.** Thematic modeling of texts in a natural language / A. Korshunov, A. Gomzin // Works of the Institute for System Programming of the RAS. – 2012. – V. 23. – P. 215 – 242.
3. **Thematic** modeling on the way to the exploratory information search. Lecture in Yandex [Electronic resource]. – URL : <https://habr.com/company/yandex/blog/313340/>, free (date of the application 10.09.2018)
4. **Effective** viewing of hierarchical data [Electronic resource]. – URL : <https://carrotsearch.com/foamtree/>, free (date of the application: 14.09.2018)
5. **How recommender** systems work. Lecture in Yandex [Electronic resource]. – URL : <https://habr.com/company/yandex/blog/241455/>, free (date of the application 10.09.2018)

УДК 004.91

Обухов А. Д.Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 89158676915, e-mail: obuhov.art@gmail.com)**СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО
ДОКУМЕНТООБОРОТА КАБИНЕТА ЗАОЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ****Obukhov A. D.**Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 89158676915, e-mail: obuhov.art@gmail.com)**STRUCTURAL MODEL OF THE MOBILE ELECTRONIC DOCUMENT MAN-
AGEMENT SYSTEM ACCOUNT IN DISTANCE EDUCATION**

Аннотация. Заочное образование в последние годы становится все более популярной формой получения обучающимися необходимого уровня сформированности компетенций. Для корректной организации образовательного процесса в таких формах обучения необходима разработка и внедрение современных информационных технологий. Перспективным направлением является использование именно мобильных платформ для внедрения подобного рода систем, так как они удовлетворяют условиям данной предметной области: обеспечивают постоянный удаленный доступ, своевременное оповещение обучающихся о важных событиях, организацию доступной формы восприятия информации. В статье рассматривается структурная схема системы электронного документооборота кабинета заочного образования для мобильных платформ, на основе которой в дальнейшем планируется разработка соответствующего программного обеспечения.

Ключевые слова: система электронного документооборота, обработка информации, мобильные платформы, заочное образование, структурная модель.

Abstract. In recent years, distance education has become an increasingly popular form of obtaining students the necessary level of formation of competencies. For the correct organization of the educational process in such forms of training it is necessary to develop and implement modern information technology. A promising direction is the use of mobile platforms for the introduction of such systems, as they meet the conditions of the subject area: provide constant remote access, timely notification of students about important events, the organization of an accessible form of perception of information. The article deals with the structural scheme of the electronic document management system of the distance education account for mobile platforms, on the basis of which it is planned to develop appropriate software in the future.

Keywords: electronic document management system, information processing, mobile platforms, distance education, structural model.

Заочное и дистанционное образование в последние годы набирает все большую популярность, так как позволяет обучающимся из отдаленных городов и даже стран получать качественное и полноценное образование в удобной форме. Поэтому важным аспектом развития современных образовательных учреждений является активная поддержка заочного направления и развитие необходимых для его организации информационных технологий. К их числу относится также использование систем электронного документооборота для обработки, передачи и хранения информации в рамках заочного образования. Чаще всего такие системы реализуются в рамках так называемых личных кабинетов.

Однако, необходимо отметить, что в предметной области заочного образования имеются свои особенности. Например, несмотря на доказанную эффективность стационарных СЭД, реализуемых на базе Web-технологий, их использование именно в этой сфере не всегда позволяет достигнуть желаемого результата. Студенты заочного образования активнее используют различные устройства на мобильных платформах, отдавая им предпочтение и зачастую забывая о работе со стационарной информационной системой. Кроме того, у последних имеется ряд ограничений, особенно остро проявляющих себя в области заочной формы обучения – невозможность оповещения пользователей в режиме реального времени, излишняя сложность, необходимость наличия компьютера и т.д. Поэтому при разработке информационной системы для управления документооборотом в рамках заочного образования необходимо помимо классических СЭД активно развивать и мобильное направление.

Современные мобильные технологии позволяют значительно повысить эффективность работы пользователей за счет большего комфорта использования, мобильности, интеграции новых инструментов и технологий [1, 2]. Мобильные технологии ориентированы прежде всего на молодую категорию, поэтому актуальной задачей при их внедрении является разработка сопутствующих сервисов, повышающих мотивацию студентов активно взаимодействовать с системой. Одним из таких инструментов является геймификация СЭД, рассматриваемая многими учеными и разработчиками как весьма перспективное направление, эффективность которого имеет ряд удачных подтверждений на практике.

Мобильные СЭД открывают новые возможности по обработке и передаче информации за счет наличия на современных устройствах продвинутого аппаратного и программного обеспечения, качественных камер и экранов. Основным достоинством мобильных приложений при этом является возможность быстро, удобно, компактно и содержательно отобразить необходимую информацию в любом месте. С учетом роста объема обрабатываемой человеком информации этот аспект мобильных СЭД является ключевым доводом к их использованию [3].

Для разработки корректно функционирующей мобильной СЭД прежде всего необходимо провести анализ предметной области и выделить решаемые ею задачи, на основе которых можно сформулировать структурную модель [4 – 6]. Данная модель, представленная на рис. 1, будет использоваться в качестве основы при разработке необходимого даталогического, алгоритмического и программного обеспечения.

Рассмотрим компоненты структурной модели более подробно.

Для успешного функционирования мобильного приложения необходимо реализовать его серверную часть, содержащую базу данных с информацией о студентах, сервер авторизации, архив документации, а также вспомогательные Web-версии приложений СЭД для студентов и преподавателей, дублирующие функционал мобильных [7].

Мобильное приложение студента включает в себя основные функции по получению обучающимся необходимой информации о процессе заочного обучения. Важным моментом является блок «Авторизация», так как здесь в полной мере раскрываются возможности мобильных платформ. Для защиты данных и успешного входа в мобильное приложение можно использовать различные биометрические показатели человека (отпечаток пальца, сетчатка глаза, сканирование лица), недоступные или дорогостоящие в рамках стационарных СЭД, но уже достаточно распространенные во многих мобильных приложениях, обеспечивающие высокий уровень защиты и возможность однозначной идентификации пользователей.

Мобильная СЭД кабинета заочного образования

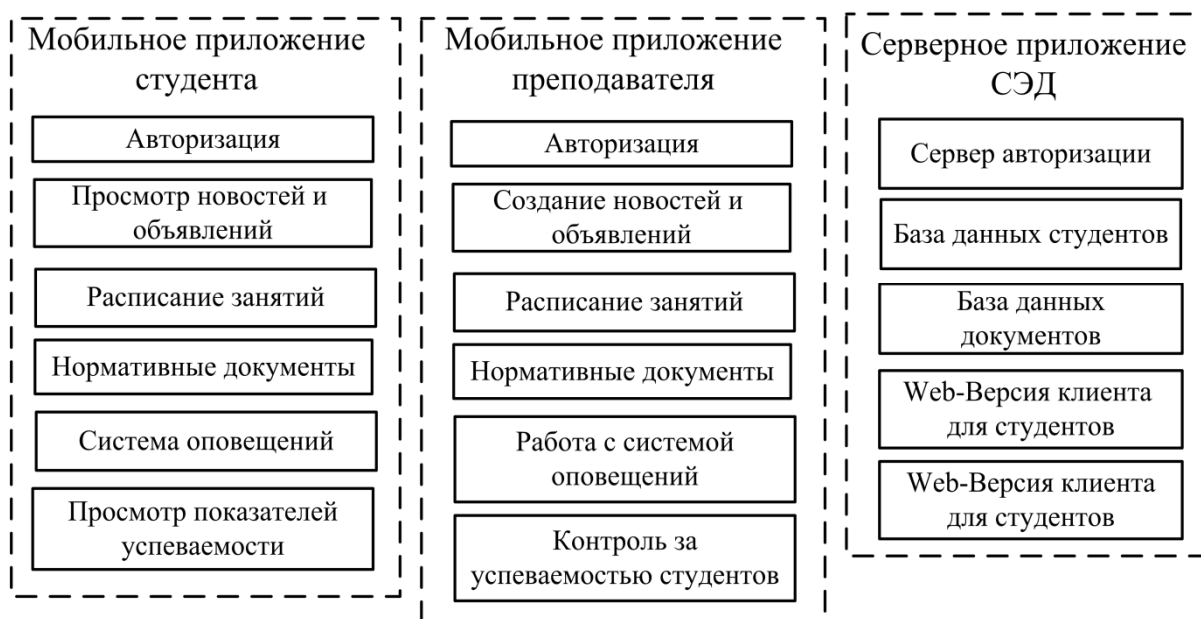


Рис. 1. Структурная модель мобильной СЭД кабинета заочного образования

Далее студенту доступны следующие функции: просмотр расписания занятий; журнал с оценками и рейтинговыми показателями, отражающими успешность освоения компетенций; загрузка необходимых нормативных документов, касающихся процесса обучения; раздел с новостями и объявлениями; система оповещений, позволяющая через почту, SMS или Push-уведомления доставить до пользователя необходимую информацию. Возможность моментального оповещения всех пользователей СЭД по различным каналам связи является несомненным достоинством мобильной платформы.

Для преподавателя также рационально реализовать свою версию мобильного приложения, что позволит ему своевременно контролировать учебный процесс, удаленно создавать и редактировать новости и объявления, изменять расписание занятий с возможностью оповещения всех задействованных в них студентов. Использование надежных средств защиты при авторизации также позволит обеспечить необходимое разграничение доступа пользователей к информации и избежать несанкционированного доступа к ней [6].

Таким образом, использование именно мобильной платформы при разработке СЭД кабинета заочного образования оправдано и открывает новые перспективы в области обработки и хранения информации, защиты данных, удаленного доступа и организации системы оповещений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках гранта Президента РФ МК-1666.2018.9 на базе центра коллективного пользования «Цифровое машиностроение».

Список использованных источников

1. Долгушина, М. А. Мобильные приложения для СЭД: проблемы и перспективы развития / М. А. Долгушина // Перспективы развития информационных технологий. – 2016. – № 33. – С. 181 – 184.

2. **Смирнов, А. А.** Корпоративная мобильность в системах электронного документооборота / А. А. Смирнов // Ответственный редактор. – 2015. – С. 123.

3. **Краснянский, М. Н.** Методика классификации и обработки документов в системе управления электронным документооборотом научно-образовательного учреждения / М. Н. Краснянский, А. Д. Обухов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2018. – № 2(68). – С. 203 – 216.

4. **Formalization** of document management using multilevel graph model of information processing / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 413 – 420.

5. **The algorithm** of document routing in the electronic document management system using machine learning methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, A. A. Voyakina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 765 – 772.

6. **Algorithm** for Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // Journal of Applied Sciences. – 2016. – V. 16, № 7. – P. 332.

7. **Краснянский, М. Н.** Разработка информационной системы электронного документооборота управления фундаментальных и прикладных исследований / М. Н. Краснянский, А. Д. Обухов, С. В. Карпушкин, А. В. Остроух // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 2.

References

1. **Dolgushina, M. A.** Mobil'nye prilozheniya dlya SED: problemy i perspektivy razvitiya / M. A. Dolgushina // Perspektivy razvitiya informacionnyh tekhnologij. – 2016. – № 33. – P. 181 – 184.

2. **Smirnov, A. A.** Korporativnaya mobil'nost' v sistemah ehlektronnogo dokumentooborota / A. A. Smirnov // Otvetstvennyj redaktor. – 2015. – P. 123.

3. **Krasnyanskiy, M. N.** Metodika klassifikacii i obrabotki dokumentov v sisteme upravleniya ehlektronnym dokumentooborotom nauchno-obrazovatel'nogo uchrezhdeniya / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obuhov // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Un-t im. V. I. Vernadskogo. – 2018. – № 2(68). – P. 203 – 216.

4. **Formalization** of document management using multilevel graph model of information processing / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 413 – 420.

5. **The algorithm** of document routing in the electronic document management system using machine learning methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, A. A. Voyakina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 765 – 772.

6. **Algorithm** for Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // Journal of Applied Sciences. – 2016. – V. 16, № 7. – P. 332.

7. **Krasnyanskiy, M. N.** Razrabotka informacionnoj sistemy ehlektronnogo dokumentooborota upravleniya fundamental'nyh i prikladnyh issledovanij / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obuhov, S. V. Karpushkin, A. V. Ostroukh // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2015. – V. 21, № 2.

УДК 615.47

Венцера Н. В., Потлов А. Ю., Тымчук Т. М.Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 8(4752)63-56-20, e-mail: natalia.ventzerova@gmail.com)**ТКАНЕИМИТИРУЮЩИЕ ФАНТОМЫ В МЕДИЦИНЕ И БИОЛОГИИ****Ventserova N. V., Potlov A. Yu., Tymchuk T. M.**Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 8(4752)63-56-20, e-mail: natalia.ventzerova@gmail.com)**TISSUE-EQUIVALENT PHANTOMS IN MEDICINE AND BIOLOGY**

Аннотация. В статье представлены основные направления практического применения тканеимитирующих фантомов, в частности рассмотрено их использование в задачах обучения и отработки практических навыков в условиях, максимально приближенных к реальным, а также в задачах поверки медицинского диагностического и терапевтического оборудования. Представленные примеры показывают современные подходы к производству фантомов для медицинских ВУЗов, поликлиник, больниц и сервисных центров по ремонту медицинской техники.

Ключевые слова: тканеимитирующие фантомы, геометрическая модель, изготовление методом литья, 3D-печать, терапевтическая медицинская техника, диагностические системы.

Abstract. The main directions of practical use of tissue-equivalent phantoms were presented in this article. Their use in teaching practical skills in situations close to real ones was considered. The practical application of phantoms in the verification tasks for medical diagnostic and therapeutic equipment was also considered. The modern approaches to the production of tissue-equivalent phantoms for medical universities, clinics, hospitals and service centers for the repair of medical equipment was shown on specific examples.

Keywords: tissue-equivalent phantoms, geometric layout, moldings, 3D-printing, therapeutic medical equipment, diagnostic systems.

Физические фантомы биологических тканей – это изделия медицинского назначения, позволяющие имитировать те или иные (механические, оптические, геометрические и т.п.) свойства отдельных частей человеческого тела.

При постановке диагноза практикующий врач опирается не только на свой собственный опыт, но и на результаты медицинской диагностики. Соответственно, неправильная калибровка медицинского диагностического оборудования может ввести его в заблуждение. Неправильные настройки терапевтического оборудования также могут привести к весьма печальным последствиям. Однако, настраивать диагностическое и терапевтическое оборудование на лабораторных животных достаточно сложно, дорого и самое главное не эффективно, ввиду различий с человеком в анатомическом строении и физиологии. В связи с вышесказанным, актуальным является разработка и практическое использование физических фантомов биологических тканей.

Современные коммерчески доступные фантомы [1, 2], являются антропоморфными, т.е. отражающими не только характерные физические свойства имитируемой био-

логической ткани, но и ее строение и геометрию. Такие фантомы классифицируются по типу имитируемого объекта, например: фантомы нервной, респираторной, мочевой и репродуктивной систем, имитаторы строения скелетной, мышечной, сердечно-сосудистой, пищеварительной, эндокринной систем. Для обеспечения высокой степени соответствия строению реальной биологической ткани, геометрические модели для производства фантомов изготавливаются с использованием томографических изображений.

В случае изготовления фантома методом литья [1 – 4], с использованием результатов КТ или МРТ-сканирования имитируемого объекта (органа, ткани и т.п.) изготавливаются негативные модели, в которые в последующем заливается матрикс (основа фантома, чаще всего эпоксидная смола) и добавляются специальные добавки и красители. Эти дополнительные компоненты необходимы для подгонки физических свойств имитируемого объекта к реальным. Например, для подгонки рассеивающих свойств в оптическом диапазоне длин волн чаще всего используется мелкодисперсный порошок диоксида титана, для подгонки поглощающих свойств в том же диапазоне длин волн – китайская черная тушь [3,4]. Такой подход обеспечивает высокую точность имитации физических свойств ткани, но геометрическое строение имитируются не очень точно, ввиду ограничений при изготовлении форм для литья.

Другой подход [1, 2] базируется на использовании технологии 3D-печати. Такие фантомы относительно дешевые (нет необходимости изготавливать формы для литья), точно отражают геометрические свойства и строение имитируемой ткани, удобны как для мелкосерийного, так и масштабного производства. Производство фантомов методом 3D-печати из-за появления в последнее время большого количества дешевых 3D-принтеров переживает стадию бурного развития. Многочисленные примеры таких фантомов приведены в работах [1, 2]. Особенно следует отметить мультисрезовые фантомы. Например, фантом, объединяющий в себе восемь горизонтальных срезов [2]. Такой фантом представляет собой туловище, включающее в себя голову, шею, грудную клетку, таз, и для женского фантома, молочные железы. Средняя ошибка физического моделирования для восьми срезов 0,27 см. Результаты сравнения КТ-изображений фантома и реального пациента, с которого создавался данный фантом, показывают высокую степень соответствия (без учета изображений легких). Для изготовления подобных фантомов также необходимы геометрические модели, которые, как и при изготовлении методом литья, чаще всего берут из результатов МРТ или КТ-исследования реального пациента. Основные материалы для производства фантомов методом 3D-печати – смолы и полиметилметакрилат.

Оба вышеописанных типа фантомов могут применяться для проверки медицинской техники, а также для обучения медицинского персонала. Причем, фантомы, изготавливаемые методом литья, более предпочтительны для задач проверки, так как точнее отражают физические свойства имитируемого объекта, а фантомы изготовленные методом 3D-печати более подходят для обучения медицинского персонала, так как более точно отражают геометрию и строение имитируемого объекта.

Таким образом, использование тканеимитирующих фантомов в реальной клинической практике упрощает проверку медицинских приборов и помогает обучать медицинский персонал работе с перспективным диагностическим и терапевтическим оборудованием.

Список использованных источников

1. **Suitability** of low density materials for 3D printing of physical breast phantoms / D. Ivanov, K. Bliznakova, I. Buliev et al. // *Physics in Medicine & Biology*. – 2018. – V. 63, № 175020.
2. **Filippou, V.** Recent advances on the development of phantoms using 3D printing for imaging with CT, MRI, PET, SPECT, and ultrasound / V. Filippou, C. Tsoumpasa // *Medical Physics*. – 2018. – V. 45, № 9.
3. **Potlov, A. Yu.** Localization of Inhomogeneities in Diffuse Optical Tomography Based on Late Arriving Photons / A. Yu. Potlov, S. V. Frolov, S. G. Proskurin // *Optics and Spectroscopy*. – 2016. – V. 120, № 1. – P. 9 – 19.
4. **Proskurin, S. G.** Specific Features of Diffuse Photon Migration in Highly Scattering Media with Optical Properties of Biological Tissues / S. G. Proskurin, A. Yu. Potlov, S. V. Frolov // *Quantum Electronics*. – 2015. – V. 45, № 6. – P. 540 – 546.

УДК 004.89

Сухова А. Д.¹, Егоров Ю. С.², Кербенева А. Ю.³

^{1,2}Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексева,
Россия, г. Нижний Новгород

¹(Тел. 89101468046, e-mail: asukhova@gmail.com),

²(Тел. 89081642646, e-mail: ckar@list.ru),

³ООО «Кибернетика», Россия, г. Нижний Новгород
(Тел. 89087448028, e-mail: a.kerbeneva@kibernetika.net)

**ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ПРЕДИКТИВНОГО
ИГРОВОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА,
УЧИТЫВАЮЩЕГО ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ИГРОКА**

Sukhova A. D.¹, Yegorov Yu. S.², Kerbeneva A. Yu.³

^{1,2}Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R. E. Alekseyev,
Russia, Nizhny Novgorod

¹(Tel. 89101468046, e-mail: asukhova@gmail.com),

²(Tel. 89081642646, e-mail: ckar@list.ru),

³Kibernetika LLC, Russia, Nizhny Novgorod
(Tel. 89087448028, e-mail: a.kerbeneva@kibernetika.net)

**AN APPROACH TO THE CREATION
OF PREDICTIVE GAMING ARTIFICIAL INTELLIGENCE BASED
ON THE PSYCHOEMOTIONAL STATE OF A PLAYER**

Аннотация. Работа посвящена разработке технологии, позволяющей игровому искусственному интеллекту использовать данные о текущем психоэмоциональном состоянии игрока для модификации игровых механик таким образом, чтобы повысить вовлеченность человека в игру и индивидуализировать игровой процесс.

Ключевые слова: компьютерная игра, искусственный интеллект, программное обеспечение, предиктивная аналитика, поддержка принятия решений.

Annotation. The paper deals with the development of technology that allows gaming artificial intelligence to use data about the current psycho-emotional state of a player to modify game mechanics in the way that to increase human involvement in the game and to individualize the process of playing.

Keywords: computer game, artificial intelligence, software, predictive analytics, decision support.

В настоящее время в России идет переход к цифровой экономике (программа «Цифровая экономика Российской Федерации» утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р) и реализация Национальной технологической инициативы (НТИ), что отражено в шести дорожных картах НТИ (NeuroNet, AeroNet, MariNet, AutoNet, HealthNet и EnergyNet).

Нейронет – рынок средств человеко-машинных коммуникаций, основанных на передовых разработках в нейротехнологиях и повышающих продуктивность человеко-машинных систем, производительность психических и мыслительных процессов.

Следующая технологическая революция будет связана с нейротехнологиями и кардинальным увеличением производительности умственного труда за счет интеграции мозга человека и вычислительных машин. Стремительное развитие этого направления начнется после завершения расшифровки (картирования) работы мозга, по аналогии с биотехнологической революцией, которая стартовала после расшифровки генома человека [5].

Нейронет станет следующим этапом развития нынешнего Интернета, в котором взаимодействие участников (человек-человек, человек-машина) будет осуществляться с помощью новых нейрокомпьютерных интерфейсов, в дополнение к традиционным методам, а сами компьютеры станут нейроморфными (похожими на мозг) на основе гибридных цифро-аналоговых архитектур. Прогнозируется появление социальных нейросетей и полноценного искусственного интеллекта.

Под искусственным интеллектом (ИИ) в широком смысле можно понимать и технологию создания интеллектуальных машин, и свойство интеллектуальных систем решать интеллектуальные задачи, которые традиционно считаются привилегией человека [3]. В настоящей работе под игровым ИИ понимается прикладной искусственный интеллект, предназначенный для организации виртуального мира компьютерной игры таким образом, чтобы психоэмоциональное состояние пользователя непосредственно влияло на игровой процесс [1].

На рынке Нейронет выделяется сегмент «НейроРазвлечения и спорт», в частности подсегмент «Развлечения», к которому относятся: компьютерные игры, развлекательные гаджеты, системы взаимодействия с виртуальной и дополненной реальностями.

Согласно дорожной карте Нейронет к 2035 году будет создана масштабная игровая платформа, постоянно взаимодействующая с пользователем и осуществляющая на регулярной основе контроль его функциональных, психоэмоциональных состояний, а также оценку когнитивного фона его текущей активности.

Игрок, погружившийся в мир компьютерной игры, испытывает на себе влияние огромного количества информации. Психологическое воздействие этой информации проявляется в процессах переработки ее – эмоциях, мыслях, возможных решениях. Так или иначе, оказываются вовлеченными феномены переработки информации – ощущения, восприятия, внимание, память.

В настоящее время представления психологов об особенностях жанров компьютерных игр позволяют выдвинуть предположение, что игры разных жанров обладают выраженной психологической спецификой, проявляющейся, в том числе, в их влиянии на когнитивные характеристики игроков [2].

В возбужденном состоянии или состоянии напряженного ожидания (часто вызванных ситуациями экстремального характера) может повышаться частота и сила пульса, величина кровяного давления в очень широком диапазоне (в зависимости от силы воздействия возникшей ситуации на игрока). Изменение кровообращения обычно сопровождается побледнением или покраснением тела человека.

Индикатором эмоционального состояния человека нередко служат его движения и действия. Мимика также способна выразить очень тонкие оттенки переживаний. Голос игрока может также дать существенные данные о его психоэмоциональном состоянии.

Таким образом, является актуальной разработка технологии, позволяющей игровому искусственному интеллекту использовать данные о текущем психоэмоциональном

состоянии игрока для модификации игрового процесса. Технология позволит повысить вовлеченность человека в игру и индивидуализировать игровой процесс.

Внутри компьютерных игр часто используются эвристические алгоритмы игрового ИИ в широком разнообразии в контексте игрового процесса и контроля игровых механик с целью поддержания целостности повествования или динамики развития событий. Отличие предлагаемого решения можно описать следующим образом: игрок, который в данный конкретный момент проходит сюжетную линию какой-либо игры (или же осуществляет действия в динамическом мире без сюжетной кампании) подвергается заскриптовым игровым воздействиям (музыка, оформление и т.п.), испытывая при этом те или иные эмоции, влияющие на его физиологическое состояние. Предиктивный игровой ИИ зная, в каком состоянии игрок находится в данный момент может либо усилить впечатления или наоборот – смягчить игровой процесс, если игрок начинает испытывать дискомфорт. Кроме того, ИИ сможет менять игровые механики (наделяя игрока новыми способностями) и игровой процесс (динамически изменяя сюжет), чтобы повысить вовлеченность игрока, а также сделать виртуальный мир более реалистичным, что позволит индивидуализировать игровой процесс, повысить реиграбельность, а также скорректировать поведение игрока.

Для получения данных о текущем психоэмоциональном состоянии игрока предполагается использование различных программно-технических средств, в том числе фитнес-браслетов, систем распознавания эмоций по видеоизображению, устройств для получения ЭКГ и ЭЭГ и др.

Основные характеристики продукта, создаваемого на базе игрового ИИ, учитывающего психоэмоциональное состояние:

1. Функции:
 - создание и поддержка игрового процесса;
 - получение, обработка и анализ поступающих данных о текущем психоэмоциональном состоянии игрока;
 - сбор и накопление индивидуальной статистики;
 - мониторинг активных действий игрока;
 - поддержка принятия решений ИИ с учетом данных о текущем психоэмоциональном состоянии игрока;
 - формирование визуальных образов и текстовых сообщений на основе принятых ИИ решений;
 - изменение игровых механик на основе принятых ИИ решений;
 - изменение игрового процесса на основе принятых ИИ решений.
2. Количественные параметры, определяющие выполнение функций:
 - успешность прохождения компьютерной игры (время на прохождение, количество достижений);
 - повышение вовлеченности в игровой процесс (среднее время в игре, реиграбельность);
 - нелинейность (количество точек принятия ИИ решений).
3. Входные воздействия, необходимые для выполнения заданных функций:
 - данные, полученные с приборов фиксации физиологического состояния игрока;
 - данные, полученные с систем видео-фиксации эмоций по выражению лица;
 - данные статистики;
 - данные мониторинга прогресса игрока.

4. Выходные реакции, обеспечиваемые в результате выполнения функций:

- формирование визуальных образов, напрямую или косвенно влияющих на психоэмоциональное состояние игрока;
- формирование и выдача текстовых сообщений и(или) заданий (квестов) игроку, связанных с его психоэмоциональным состоянием;
- изменение игровой механики (например, количества доступных действий) с учетом психоэмоционального состояния игрока;
- изменение игрового процесса (например, уровня сложности) с учетом психоэмоционального состояния игрока.

Ввиду значительных особенностей, связанных со способом получения исходных данных игровым ИИ и радикальных отличий в технологии принятия решений при формировании визуального ряда в рамках создания виртуального мира компьютерной игры, отличие от существующих игровых ИИ можно продемонстрировать на следующем примере. В двумерной инди-игре, если у игрока остается одна «жизнь» перед решающим боем (рис. 1, *а*), и если ИИ понимает, что он находится в практически предельном стрессовом состоянии, то ИИ принудительно увеличивает дистанцию до финальной битвы, создавая еще несколько локаций и добавляя при этом игроку дополнительную «жизнь» (рис. 1, *б*).

В настоящее время работы по развитию игрового искусственного интеллекта имеют цель достичь такого уровня, чтобы игрок был неспособен отличить компьютерного соперника от человеческого [4], поэтому в том числе для решения поставленных задач предполагается использование методов интеллектуального анализа данных (data mining techniques), в частности методы классификации, моделирования и прогнозирования, статистические методы, а также методы комбинаторной оптимизации.

На рисунке 2 представлена архитектура разрабатываемого предиктивного игрового ИИ, учитывающего психоэмоциональное состояние игрока.

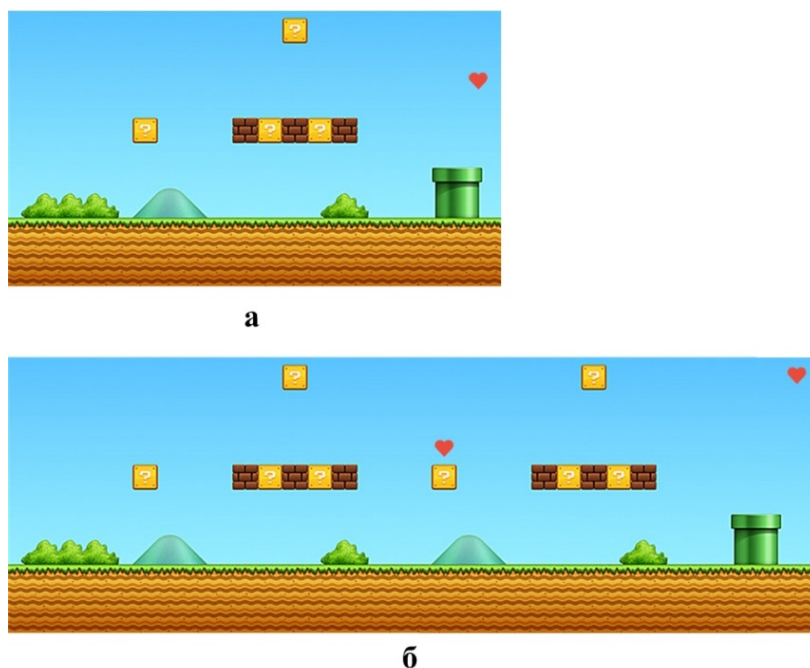


Рис. 1. Игровая сцена:

а – по умолчанию; *б* – измененная предиктивным ИИ

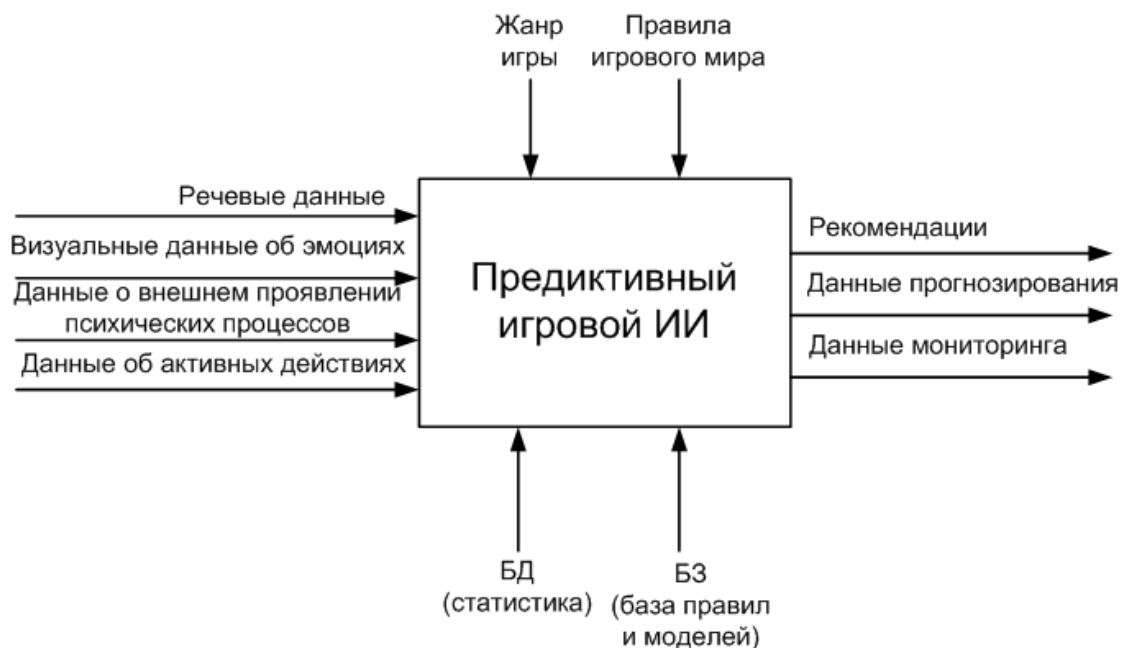


Рис. 2. Архитектура предиктивного игрового ИИ, учитывающего психоэмоциональное состояние игрока

Результатом работ должен стать инструмент разработчика (так называемый SDK – software development kit), который будет выдавать разработчикам обработанные данные о текущем психоэмоциональном состоянии – агрегированные данные мониторинга, прогноз развития тенденций его состояния, т.е. динамически изменяющиеся данные, позволяющие судить когда именно игрок достигнет того состояния, в котором по плану разработчика он должен находиться в рамках игрового процесса. Кроме того, разработчикам будут доступны рекомендации ИИ по тем действиям, которые необходимо предпринимать при создании игрового мира, чтобы наиболее эффективным образом помочь игроку достигнуть требуемого состояния.

Появление, согласно дорожной карте Нейронет, к 2035 году масштабной игровой платформы обеспечит создание условий, при которых существующие сейчас модели разработки компьютерных игр перестанут работать, достигнув границ своей применимости.

Так, например, МГУ имени М. В. Ломоносова, который является центром НТИ по технологиям машинного обучения и когнитивным технологиям декларирует в своей программе центральной проблемой – создание интеллектуальных систем в соответствующих предметных областях и реализации в них интеллектуального анализа данных, а одним из приоритетных направлений является разработка неинвазивных нейроинтерфейсов [6].

Именно с появлением возможности получения данных от таких нейроинтерфейсов актуальность предиктивного игрового ИИ значительно возрастет, как при сопровождении человеко-машинного взаимодействия для поддержки принятия решений, так и в качестве средства для обучения адаптивных систем, а также средства накопления данных о психоэмоциональном состоянии человека.

В заключение хотелось бы отметить, что предлагаемый проект, по мнению авторов, позволит вывести компьютерные развлечения на новый уровень уже сегодня, обеспе-

чив возможность сопряжения условий мира виртуального с реальным состоянием человека, а также в будущем будет способствовать созданию условий для перехода к компьютерным развлечениям, реализованным через нейроинтерфейс.

Работа выполняется за счет средств гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор № 11ГС1НТИС5/43265 от 06.09.2018 г.) в ООО «Кибернетика».

Список использованных источников

1. **Bogost, I.** Artificial intelligence has become meaningless [Электронный ресурс] / I. Bogost. – URL : <https://www.theatlantic.com/technology> (дата обращения: 15.10.2018)
2. **Bourg, D. M.** AI for Game Developers / D. M. Bourg, G. Seemann // Sebastopol : O'Reilly Media, Inc., 2004. – 371 s.
3. **Funge, J. D.** Artificial Intelligence for Computer Games: An Introduction / J. D. Funge. – Natick : A K Peters, 2004. – 160 s.
4. **Yannakakis, G. N.** Artificial Intelligence and Games / G. N. Yannakakis, J. Togelius. – Berlin : Springer, 2018. – 359 s.
5. **Национальная** технологическая инициатива [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.nti2035.ru/markets/neuronet> (дата обращения: 15.10.2018)
6. **Московский** государственный университет имени М. В. Ломоносова [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.msu.ru/science/news/uchenye-mgu-razrabatyvayut-ekzoskelet-dlya-vozvrashcheniya-cheloveku-vozmozhnosti-govorit-i-dvigatsya.html> (дата обращения: 15.10.2018)

References

1. **Bogost, I.** Artificial intelligence has become meaningless [Электронный ресурс] / I. Bogost. – URL : <https://www.theatlantic.com/technology> (дата обращения: 15.10.2018)
2. **Bourg, D. M.** AI for Game Developers / D. M. Bourg, G. Seemann // Sebastopol : O'Reilly Media, Inc., 2004. – 371 s.
3. **Funge, J. D.** Artificial Intelligence for Computer Games: An Introduction / J. D. Funge. – Natick : A K Peters, 2004. – 160 s.
4. **Yannakakis, G. N.** Artificial Intelligence and Games / G. N. Yannakakis, J. Togelius. – Berlin : Springer, 2018. – 359 s.
5. **Nacional'naya** tekhnologicheskaya iniciativa [EHlektronnyj resurs]. – URL : <http://www.nti2035.ru/markets/neuronet> (data obrashcheniya: 15.10.2018)
6. **Moskovskij** gosudarstvennyj universitet imeni M. V. Lomonosova [EHlektronnyj resurs]. – URL : <https://www.msu.ru/science/news/uchenye-mgu-razrabatyvayut-ekzoskelet-dlya-vozvrashcheniya-cheloveku-vozmozhnosti-govorit-i-dvigatsya.html> (data obrashcheniya: 15.10.2018)

УДК 631.636

Дейнега О. В., Дейнега А. П.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)63-07-06, e-mail: oldey123@yandex.ru)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПРИ ОБРАБОТКЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ОБЪЕМНОГО СЧЕТЧИКА МОЛОКА**

Deinega O. V., Deinega A. P.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)63-07-06, e-mail: oldey123@yandex.ru)

**USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES
FOR PROCESSING OF EXPERIMENTAL STUDIES
OF THE WORKING PROCESS OF A MILK VOLUME COUNTER**

Аннотация. Выполнен анализ экспериментальных исследований. Целью экспериментальных исследований являлось установление зависимости интенсивности эвакуации (расхода) молока из мерной камеры объемных счетчиков-дозаторов в зависимости от сечения воздушного канала, сечения отводящего шланга и высоты подъема молока (напора) при стандартной длине отводящего шланга – 2,2 метра.

Ключевые слова: молокопровод, счетчик молока, пропускная способность, расходные характеристики, параметры, работоспособность, производительность, точность измерений, обработка экспериментальных данных.

Abstract. The analysis of experimental studies was made. The purpose of the experimental studies was to establish the dependence of the evacuation intensity (flow rate) of milk from the measuring chamber of volumetric metering meters depending on the cross section of the air channel, cross section of the discharge hose and height of the milk rise (head) at a standard length of the discharge hose – 2.2 meters.

Keywords: milk pipeline, milk counter, throughput, consumption characteristics, parameters, performance, performance, measurement accuracy, experimental data processing.

При проведении исследований были сделаны следующие допущения: с изменением уровня жидкости в мерной камере в процессе ее опорожнения пренебрегаем, а высоту подъема молока отсчитываем от среднего уровня.

Экспериментальные исследования рабочего процесса проводились на экспериментальном стенде, схема которого показана на рис. 1.

Работа стенда осуществляется следующим образом. При включении вакуумного насоса 1 в работу жидкость из емкости 7 через насадку 8 по молочному шлангу подается в приемную камеру счетчика молока 6. Выходящий из счетчика молока поток жидкости направляется в контрольный молокомер 9. Давление в системе регулируется при помощи вакуумрегулятора 3 и контролируется образцовым вакуумметром 2. Для стабилизации вакуума в системе используется ресивер 11 объемом 0,6 м³. Поток жидкости регулируется в пределах 2...10 л/мин при помощи сменных насадок 10.

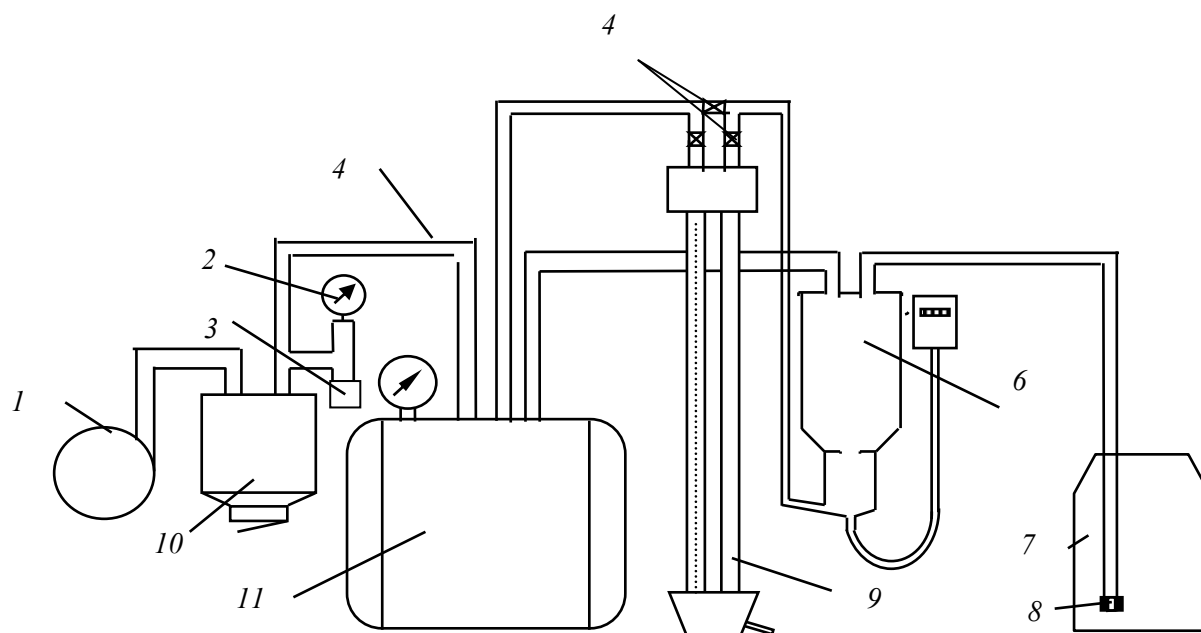


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

- 1 – вакуумный насос; 2 – вакуумметр; 3 – вакуумрегулятор;
 4 – вакуумпровод; 5 – молокопровод; 6 – счетчик молока;
 7 – емкость для молока; 8 – насадка;
 9 – контрольный молокомер; 10 – вакуумбалон; 11 – ресивер

В качестве модельной жидкости использовался состав, в который входят: глицерин – 11,4%; спирт этиловый – 3,9%; жидкое стекло – 0,8%; натрий хлористый – 0,7%; синтетический стиральный порошок – 0,3%; вода – 82,9%.

В таблице представлена матрица эксперимента, на рис. 2 и 3 зависимости давления в мерной камере и расхода жидкости от сечения воздушного канала при различных значениях сечения отводящего шланга и высоты подъема жидкости.

Из представленных зависимостей видно, что с увеличением сечения воздушного канала давление в мерной камере возрастает. Зависимость имеет нелинейный характер, взаимосвязь указанных параметров в наибольшей степени проявляется в диапазоне значений площади сечения воздушного канала 3...18 мм², при дальнейшем его увеличении давление почти не меняется.

Влияние сечения отводящего шланга на давление в мерной камере также в наибольшей степени проявляется в диапазоне значений площади сечения воздушного канала 3...18 мм², что свидетельствует о существенном взаимодействии указанных факторов.

При увеличении сечения воздушного канала более 18 мм² зависимость расхода жидкости от сечения отводящего шланга близка к линейной. Существенного влияния высоты подъема жидкости на давление в мерной камере не установлено.

Обработка экспериментальных данных проводилась в среде системы «MathCAD» и «MicrosoftOfficeExcel».

Таблица. Матрица эксперимента

Высота подъема жидкости H , м	Сечение отводящего шланга $S_{ш}$, мм ²	Сечение воздушного канала $S_{в}$, мм ²	Давление в мерной камере P , кПа	Расход Q , 10 ⁻³ м ³ /с
		3,14	92	0,357
		9,07	92	0,394
	50,24	18,09	100	0,428
		47,76	100	0,441
		153,9	102	0,451
		3,14	87	0,404
		9,07	100	0,441
0	153	18,09	100	0,500
		47,76	100	0,500
		153,9	102	0,520
		3,14	72	0,735
		9,07	92	0,882
	254	18,09	100	1,000
		47,76	100	1,360
		153,9	102	1,740
		3,14	92	0,272
		9,07	98	0,300
	50,24	18,09	100	0,313
		47,76	100	0,341
		153,9	102	0,357
		3,14	87	0,300
		9,07	92	0,333
1	153	18,09	100	0,348
		47,76	100	0,364
		153,9	102	0,394
		3,14	72	0,707
		9,07	92	0,750
	254	18,09	100	0,833
		47,76	100	0,986
		153,9	102	1,086
		3,14	87	0,238
		9,07	92	0,258
	50,24	18,09	100	0,272
		47,76	100	0,300
		153,9	102	0,312
		3,14	92	0,263
		9,07	98	0,283
1,7	153	18,09	100	0,300
		47,76	100	0,313
		153,9	102	0,324
		3,14	67	0,500
		9,07	92	0,600
	254	18,09	100	0,652
		47,76	100	0,652
		153,9	102	0,750

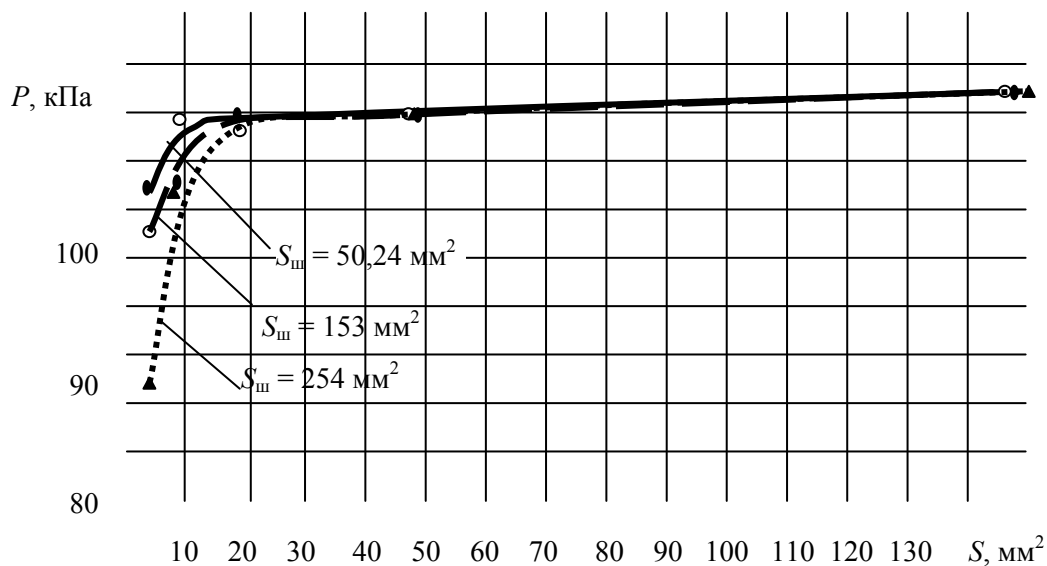


Рис. 2. График зависимости вакуума (P) в мерной камере при эвакуации молока от площади сечения отверстия для подвода воздуха (S_b) и сечения отводящего шланга (S_{sh}) при высоте подъема (H) – 0 м

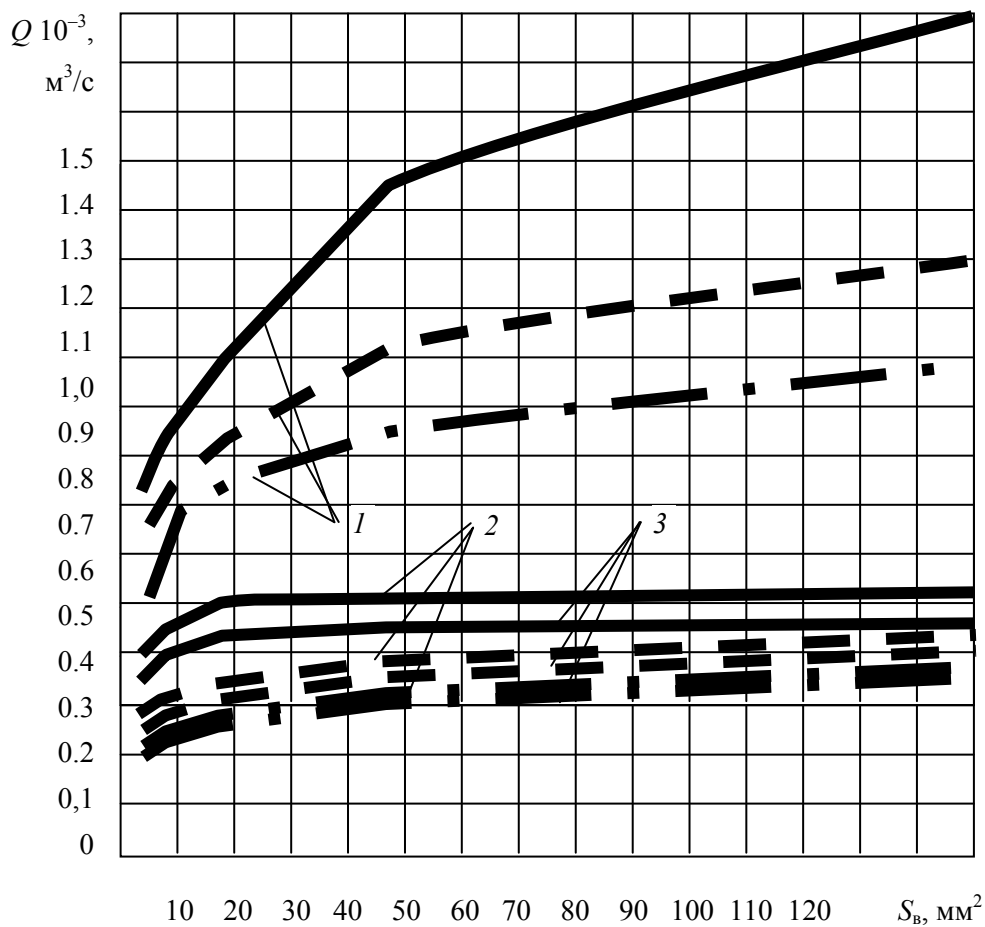


Рис. 3. Зависимость расхода молока из мерной камеры (Q) от сечения воздушного канала (S_b) при сечениях отводящего шланга (S_{sh}) соответственно: 50 мм² (— · —); 153 мм² (— —); 254 мм² (————) и высоте подъема (H): 1 – 0 м; 2 – 1,0 м; 3 – 1,7 м

Из рисунка 3 можно увидеть, что увеличение высоты подъема до 1,7 м приводит для параметров счетчика АДМ-52.000 к снижению расхода в 1,52 раза.

Анализ зависимости продуктивности животных от интенсивности молоковыведения показал существенную связь между указанными параметрами. Суточный надой повышается с увеличением интенсивности молоковыведения, причем зависимость носит степенной характер. С увеличением интенсивности молоковыведения прирост продуктивности снижается. Согласно исследованиям по физиологии процесса молоковыведения такая закономерность обусловлена уменьшением полноты выдаивания с ростом тугодойкости коров, вследствие чего снижается активность секреции молока.

Изложенный метод позволяет установить зависимость расхода молока из мерной камеры от сечения воздушного канала и осуществлять их оптимизацию применительно к конкретным типам доильных установок и условиям их эксплуатации.

Список использованных источников

1. **Дейнега, А. П.** Сб. науч. трудов ГНУ ВИИТиН / А. П. Дейнега, В. И. Доровских. – Тамбов : ГНУ ВИИТиН, 2006. – Вып. 9. – С. 75 – 80.
2. **Немтинов, К. В.** Технология автоматизированного синтеза сложных технологических комплексов / К. В. Немтинов, А. К. Ерусланов, В. А. Немтинов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2014. – № 1(153). – С. 75 – 83.
3. **Немтинов, В. А.** Автоматизированное проектирование технологических процессов производства изделий машиностроения с учетом оценки фактора профессионального риска для обслуживающего персонала / В. А. Немтинов, Ж. Е. Зимнухова // Вестник машиностроения. – 2010. – № 12. – С. 73 – 77.
4. **Немтинов, В. А.** Применение теории нечетких множеств и экспертных систем при автоматизированном выборе элемента технической системы / В. А. Немтинов, С. Я. Егоров, П. И. Пахомов // Информационные технологии. – 2009. – № 10. – С. 34 – 38.
5. **Зимнухова, Ж. Е.** О подходе к построению автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений для проектирования процессов производства изделий из металлов / Ж. Е. Зимнухова, В. А. Немтинов // Информационные технологии. – 2008. – № 9. – С. 29 – 34.
6. **Малыгин, Е. Н.** Решение проблемы оптимального синтеза технологических процессов сложных систем / Е. Н. Малыгин, В. А. Немтинов, Ж. Е. Зимнухова, Ю. В. Немтинова // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2002. – Т. 7, № 2. – С. 242 – 245.
7. **Мокрозуб, В. Г.** О подходе к интеллектуализации информационной поддержки принятия решений при конструировании химического оборудования / В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2015. – № 7. – С. 31 – 34.

References

1. **Deinega, A. P.** Sb. nauch. trudov GNU VIITiN / A. P. Deinega, V. I. Dorovskih. – Tambov : GNU VII-TiN, 2006. – Vypusk 9. – P. 75 – 80.
2. **Nemtinov, K. V.** Tehnologija avtomatizirovannogo sinteza slozhnyh tehnologicheskikh kompleksov / K. V. Nemtinov, A. K. Eruslanov, V. A. Nemtinov // Informacionnye tehnologii v proektirovanii i proizvodstve. – 2014. – № 1(153). – P. 75 – 83.

3. **Nemtinov, V. A.** Avtomatizirovannoe proektirovanie tehnologicheskikh proces-sov proizvodstva izdelii mashinostroenija s ucheto ocenki faktora professional'nogo riska dlja obsluzhivayushego personala / V. A. Nemtinov, Zh. E. Zimnuhova // Vestnik mashinostroenija. – 2010. – № 12. – P. 73 – 77.

4. **Nemtinov, V. A.** Primenenie teorii nechetkih mnozhestv i yekspertnyh sistem pri avtomatizirovannom vybore yelementa tehniceskoi sistemy / B. A. Nemtinov, C. Ja. Egorov, P. I. Pahomov // Informacionnye tehnologii. – 2009. – № 10. – P. 34 – 38.

5. **Zimnuhova, Zh. E.** O podhode k postroeniyu avtomatizirovannoi informacionnoi sistemy podderzhki prinjatija reshenii dlja proektirovanija processov proizvodstva izdelii iz metallov / Zh. E. Zimnuhova, V. A. Nemtinov // Informacionnye tehnologii. – 2008. – № 9. – P. 29 – 34.

6. **Malygin, E. N.** Reshenie problemy optimal'nogo sinteza tehnologicheskikh pro-cessov slozhnyh sistem / E. N. Malygin, V. A. Nemtinov, Zh. E. Zimnuhova, Yu. V. Nemtinova // Vestnik Tambovskogo universiteta. Serija: Estestvennye i tehniczeskie nauki. – 2002. – V. 7, № 2. – P. 242 – 245.

7. **Mokrozub, V. G.** O podhode k intellektualizacii informacionnoi podderzhki prinjatija reshenii pri konstruirovanii himicheskogo oborudovanija / V. G. Mokrozub, V. A. Nemtinov // Himicheskoe i neftegazovoe mashinostroenie. – 2015. – № 7. – P. 31 – 34.

УДК 631.636

Лисицын А. С.¹, Егорова Е. А.²

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

¹(Тел. 8(915)8722102, e-mail: lisitsyn.andryushka@mail.ru),

²(Тел. 89531228235, e-mail: katrinlexus2@mail.ru)

**СПОСОБ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ
ПРИ ВИДЕОТОРАКОСКОПИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ
У НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА**

Lisitsyn A. S.¹, Egorova E. A.²

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

¹(Tel. 89158722102, e-mail: lisitsyn.andryushka@mail.ru),

²(Tel. 89531228235, e-mail: katrinlexus2@mail.ru)

**METHOD OF ARTIFICIAL VENTILATION OF LUNGS
IN VIDEOTORACOSCOPIC OPERATIONS IN NEWBORN BABIES**

Аннотация. Способ относится к медицине, к педиатрии и анестезиологии и может быть использован для альтернирующей искусственной вентиляции легких при видеоторакоскопических операциях у новорожденных и детей раннего возраста с высоким анестезиологическим риском. На индукции общей анестезии проводят традиционную двухлегочную вентиляцию с режимом положительного давления в конце выдоха; после визуализации плевральной полости переходят на высокочастотную вентиляцию легких с частотой дыхания 130 – 150 циклов в мин, дыхательным объемом 3...6 литров, соотношением вдоха и выдоха 1:1 и фракционным содержанием кислорода 0,7...0,8, а во время проведения этапа операции, требующего неподвижности легкого, в контрлатеральном легком проводят искусственную вентиляцию с режимом положительного давления в конце выдоха; после окончания данного этапа переходят на высокочастотную искусственную вентиляцию; завершают операцию традиционной двухлегочной вентиляцией.

Ключевые слова: фибробронхоскоп, ларингеальная маска, интубационная трубка, видеоторакоскопическая операция, экстубация трахеи.

Abstract. The method refers to medicine, pediatrics and anesthesiology and can be used for alternating artificial ventilation of the lungs with videotoracoscopic operations in newborns and young children with high anesthetic risk. On the induction of general anesthesia, traditional two-pulmonary ventilation is performed with a positive end-expiratory pressure regimen; after visualization of the pleural cavity, they switch to high-frequency ventilation of the lungs with a breathing rate of 130 – 150 cycles per minute, a respiratory volume of 3...6 liters, an inspiratory and expiratory ratio of 1: 1 and a fractional oxygen content of 0.7...0.8, and during the stage an operation requiring lightness of the lung, in the contralateral lung perform artificial ventilation with a positive pressure at the end of exhalation; after the termination of this stage they switch to high-frequency artificial ventilation; complete the operation with traditional double-ventillary ventilation.

Keywords: fibrobronchoscope, laryngeal mask, intubation tube, videotoracoscopic operation, extubation of trachea.

Способ относится к медицине, а именно к детской анестезиологии.

В отдельной интубации бронхов в легкое на стороне операции при помощи фибробронхоскопа и ларингеальной маски устанавливают тонкий катетер диаметром 2 мм.

Затем осуществляют интубацию контрлатерального легкого. По катетеру в легкое на стороне операции проводили высокочастотную искусственную вентиляцию с частотой дыхания 120 – 140 циклов в мин, дыхательным объемом 30...40 мл и фракционным содержанием кислорода 0,7...0,8. В контрлатеральное легкое другим респиратором проводят традиционную искусственную вентиляцию: режим с контролем по объему, минутный объем дыхания не уменьшают и применяют положительное давление в конце выдоха +4+8 см вод. ст., концентрацию кислорода поддерживают на 0,5...0,7. При использовании двух просветных интубационных трубок высокочастотную вентиляцию на стороне операции проводили через один из портов трубки. По другому порту в контрлатеральное легкое осуществляют традиционную вентиляцию с режимом положительного давления в конце выдоха. Однако, вследствие малых размеров трахеи и бронхов у новорожденных и детей раннего возраста проведение дифференцированной искусственной вентиляции технически крайне затруднено. Использование у данного контингента детей двухпросветных трубок исключено, так как их применение возможно лишь в старшем возрасте. Использование однопросветных трубок не представляет возможным вентилировать легкое на стороне операции при появлении гипоксемии и гиперкапнии.

Технический результат предлагаемого способа – предотвращение осложнений, повышение управляемости способа.

После начала видеоторакоскопической операции и проведения визуализации плевральной полости хирургами изменяют вентиляцию легких – переход на высокочастотную искусственную вентиляцию легких со следующими параметрами: с частотой дыхания 130 – 150 циклов в мин, дыхательным объемом 3...6 мл, соотношением вдоха и выдоха 1:1 и фракционным содержанием кислорода 0,7...0,8.

На этапе оперативного вмешательства, требующего неподвижности легкого, проводят одностороннюю вентиляцию путем продвижения интубационной трубки в бронх контрлатерального легкого при помощи фибробронхоскопии.

После окончания ответственного этапа видеоторакоскопической операции интубационную трубку подтягивают до бифуркации трахеи и вновь подключают высокочастотную искусственную вентиляцию легких.

При завершении оперативного вмешательства высокочастотную искусственную вентиляцию отключают и проводят традиционную искусственную вентиляцию легких. По восстановлению самостоятельного дыхания до экстубации трахеи всем больным проводилось постоянное положительное давление в дыхательных путях. Экстубация у всех новорожденных при таком способе искусственной вентиляции была проведена без осложнений в послеоперационной палате.

Применение альтернирующей искусственной вентиляции легких при видеоторакоскопических операциях у новорожденных и у детей раннего возраста не вызывает напряжения гемодинамики и нарушения газового гомеостаза.

Список использованных источников

1. **Кузнецов, П. К.** Техническое зрение подвижных объектов. Метод анализа поля скоростей динамического изображения / П. К. Кузнецов, Б. В. Мартемьянов, В. И. Семавин // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2014.

2. **Тьюки, Дж.** Анализ результатов наблюдений / Дж. Тьюки. – М. : Мир, 1981. – 160 с.
3. **Беликова, Т. П.** Цифровая обработка томограмм и измерение статистических признаков в задаче ранней дифференциальной диагностики шаровидных образований легких / Т. П. Беликова, Н. И. Яшунская, Е. А. Коган // Цифровая оптика в медицинской интроскопии. – М. : Ин-т проблем передачи информ., 1992. – С. 73 – 88.
4. **Фролова, Т. А.** Information model of a medical device for its evaluation / Т. А. Фролова, М. С. Фролова, И. А. Толстухин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 4. – С. 587 – 591.
5. **Фролова, М. С.** Информационная модель медицинской техники на основе объектно-ориентированного подхода / М. С. Фролова, Т. А. Фролова, И. А. Толстухин // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2015. – № 4(58). – С. 139 – 145.
6. **Гундарцова, Е. С.** Применение GMR-датчиков в медицине / Е. С. Гундарцова, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II междунар. науч.-практ. конф. – В 2 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. II.
7. **Коновалова, К. Н.** Современные средства обработки информации в ядерной медицине / К. Н. Коновалова, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II междунар. науч.-практ. конф. – В 2 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. II.
8. **Фролов, С. В.** Рациональный выбор медицинской техники для лечебно-профилактического учреждения на основе системы поддержки принятия решений / С. В. Фролов, М. С. Фролова, А. Ю. Потлов // Врач и информационные технологии. – 2014. – № 3. – С. 35 – 45.

References

1. **Kuznecov, P. K.** Tekhnicheskoe zrenie podvizhnyh ob"ektov. Metod analiza polya skorostej dinamicheskogo izobrazheniya / P. K. Kuznecov, B. V. Martem'yanov, V. I. Semavin // Vestnik komp'yuternyh i informacionnyh tekhnologij, 2014.
2. **T'yuki, Dzh.** Analiz rezul'tatov nablyudenij / Dzh. T'yuki. – М. : Мир, 1981. – 160 с.
3. **Belikova, T. P.** Cifrovaya obrabotka tomogramov i izmerenie statisticheskikh priznakov v zadache rannej differencial'noj diagnostiki sharovidnyh obrazovanij legkih / T. P. Belikova, N. I. Yashunskaya, E. A. Kogan // Cifrovaya optika v medicinskoj introskopii.– М. : In-t problem peredachi inform., 1992. – С. 73 – 88.
4. **Frolova, T. A.** Information model of a medical device for its evaluation / T. A. Frolova, M. S. Frolova, I. A. Tolstuhin // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2015. – Т. 21, № 4. – С. 587 – 591.
5. **Frolova, M. S.** Informacionnaya model' medicinskoj tekhniki na osnove ob"ektno-orientirovannogo podhoda / M. S. Frolova, T. A. Frolova, I. A. Tolstuhin // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo. – 2015. – № 4(58). – С. 139 – 145.

6. **Gundarcova, E. S.** Primenenie GMR-datchikov v medicine / E. S. Gundarcova, T. A. Frolova // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – V 2 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VPO “TGTU”. – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO “TGTU”, 2016. – Vyp. 2. – T. II.

7. **Konovalova, K. N.** Sovremennye sredstva obrabotki informacii v yadernoj medicine / K. N. Konovalova, T. A. Frolova // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – V 2 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VPO “TGTU”. – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO “TGTU”, 2016. – Vyp. 2. – T. II.

8. **Frolov, S. V.** Racional'nyj vybor medicinskoj tekhniki dlya lechebno-profilakticheskogo uchrezhdeniya na osnove sistemy podderzhki prinyatiya reshenij / S. V. Frolov, M. S. Frolova, A. Yu. Potlov // Vrach i informacionnye tekhnologii. – 2014. – № 3. – S. 35 – 45.

УДК 004.891

Ковалев С. В.¹, Громов Ю. Ю.², Долбин Р. А.³

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

¹(Тел. (4752)791424, e-mail: sk81v01@mail.ru),

²(Тел. (4752)631358, e-mail: gromov@is.tstu.ru),

³(Тел. (4752)631358, e-mail: sk81v01@mail.ru)

ПОДСИСТЕМА МОНИТОРИНГА В РАМКАХ СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЕЙ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ

Kovalyov S. V.¹, Gromov Yu. Yu.², Dolbin R. A.³

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

¹(Tel. (4752)791424, e-mail: sk81v01@mail.ru),

²(Tel. (4752)631358, e-mail: gromov@is.tstu.ru),

³(Tel. (4752)631358, e-mail: sk81v01@mail.ru)

THE MONITORING SUBSYSTEM WITHIN THE SITUATION CENTER FOR TARGETED PROGRAMS IMPLEMENTATION

Аннотация. Сегодня в России активно используются методы программно-целевого управления. Интегрированные информационно-аналитические системы и ситуационные центры являются эффективным инструментом мониторинга и информационного обеспечения процессов управления. При мониторинге реализации целевой программы существенную проблему представляет планирование механизмов получения, хранения, структурирования и визуализации данных.

Ключевые слова: ситуационный центр, целевая программа, визуализация данных, мониторинг.

Abstract. Today in Russia methods of targeted-program management are actively used. Integrated informational and analytical systems and situational centers are an effective tool for monitoring management processes. Storage, structuring, evaluation and visualization of the received data are significant problem for monitoring the implementation of the targeted-program.

Keywords: situational center, targeted program, data visualization, monitoring.

На сегодняшний день в России активно используются методы программно-целевого управления. По своей сути целевая программа представляет собой увязанный по ресурсам, исполнителям и срокам осуществления комплекс мероприятий, обеспечивающий решение приоритетных задач социально-экономического развития страны, развитие ведущих отраслей и комплексов народного хозяйства.

Интегрированные информационно-аналитические системы являются эффективным инструментом мониторинга и информационного обеспечения процессов управления целевыми программами. Их методическое, информационное, программное и технологическое обеспечение позволяет решать широкий класс функциональных задач в предметных областях [1].

Создаваемые сегодня ситуационные центры (СЦ) являются инструментом поддержки управленческой деятельности.

Концепция ситуационного центра была предложена английским кибернетиком Стаффордом Биром в 70-х годах прошлого столетия. Первый ситуационный центр для высших лиц государства был также создан под его руководством [2]. В настоящее время их число составляет несколько сотен и продолжает увеличиваться. В России активное развитие ситуационных центров началось в 90-е годы.

Современный ситуационный центр определяют как организационно-техническую систему, реализующую функции подготовки и поддержки принятия управленческих решений, которая позволяет наиболее полно и оперативно представлять информацию о сложившейся ситуации органам управления, прогнозировать возможные сценарии ее развития, оперативно подготавливать возможные альтернативные варианты управленческих решений и оценивать их последствия.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, принятие сложных решений в большей степени присуще коллективу, чем личности. Эффективным способом согласования мнений является использование возможностей ситуационного центра с применением аналитических средств и технических приемов визуализации информации.

Фактически появляется новая политика государственного управления, в которой СЦ являются ее технологической основой. На верхнем уровне иерархии управления находится ситуационный центр Президента РФ. В перспективе предполагается создание единой системы СЦ органов управления РФ [3]. В настоящее время в регионах уже насчитываются десятки СЦ преимущественно у глав администраций, в том числе и СЦ главы Администрации Тамбовской области, созданный в конце 2017 года (СЦ ГАТО). Число ситуационных центров в ближайшем будущем будет неуклонно расти.

На рисунке 1 показаны базовые элементы информационной системы ситуационного центра и их взаимодействие: подсистемы мониторинга, прогнозирования, планирования, принятия решений, а также подсистема визуализации.

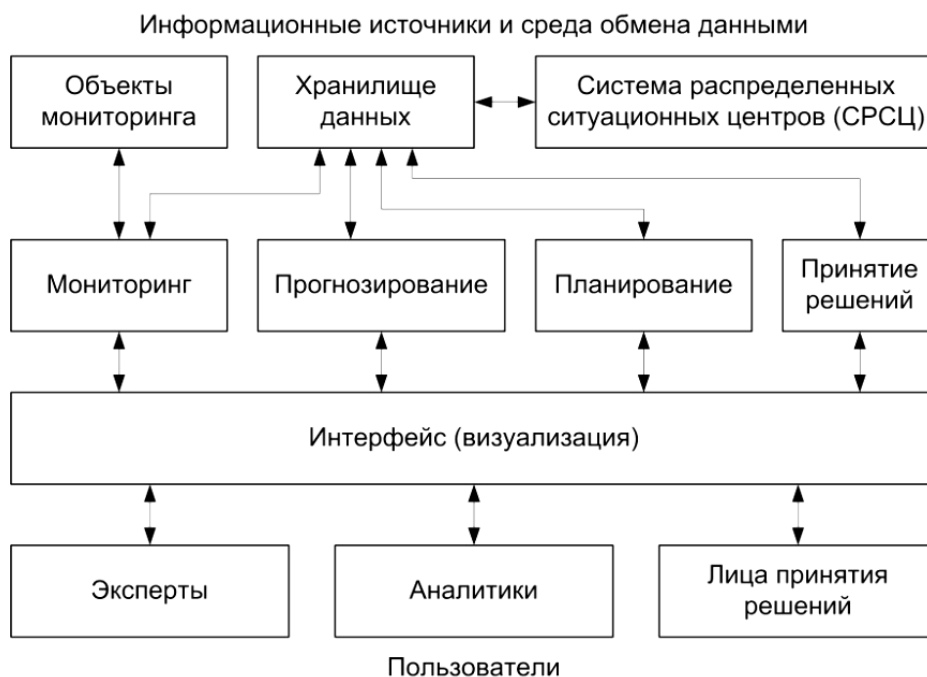


Рис. 1. Базовые элементы информационной системы СЦ и ее окружения

Большое место в структуре ситуационного центра занимают задачи, связанные с мониторингом и предварительным анализом ситуации, где решаются следующие основные задачи: мониторинг разнородной и разрозненной по своему составу информации, оперативное отслеживание единого информационного пространства.

При мониторинге реализации целевой программы осуществляется наблюдение за изменениями показателей ее результативности [4]. Мониторинг базируется на статистических и оперативных данных об объектах, которые находятся в постоянном изменении и развитии.

Для видов мониторинга, в процессе которых осуществляется измерение и накопление информации, существенную проблему представляет ее хранение и структурирование. А для видов мониторинга с опосредованным измерением, значительной проблемой является разработка критериев эффективности и оценивания исходных данных, разработка комплекса индикаторов, методов статистической обработки результатов измерений и их интерпретации.

Алгоритм функционирования подсистемы мониторинга и ее взаимодействия с другими подсистемами СЦ представлен на рис. 2. Вначале происходит регистрация объектов наблюдений и системы их показателей, что является отдельной важной задачей. Опорный план наблюдений составляется один раз в начале планового периода. Корректировка опорного плана производится по итогам каждого периода наблюдений.

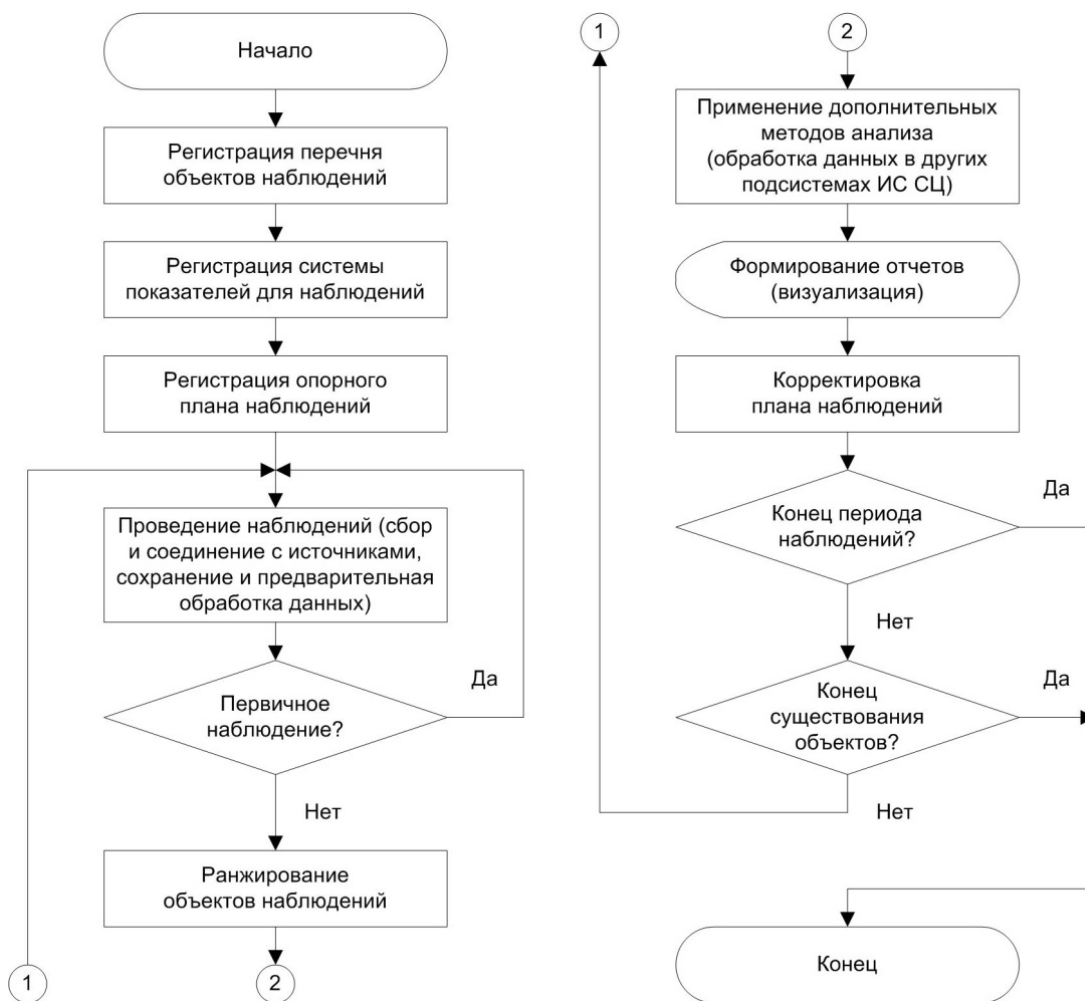


Рис. 2. Алгоритм работы подсистемы мониторинга в рамках СЦ

Особенно актуальным становится и правильное представление разнородной информации на экранах коллективного пользования в необходимом виде с целью эффективного принятия решений. Данная задача возлагается на подсистему визуализации, обеспечивающей: интуитивно-понятный интерфейс, иллюстрацию разнородной информации и данных, учет и интерпретацию различных изменений.

Список использованных источников

1. **Методы** формирования сценариев развития социально-экономических систем / В. В. Кульба, Д. А. Кононов, С. А. Косяченко, А. Н. Шубин. – М. : Синтег, 2004.
2. **Беккет, Э.** Мечты в Сантьяго / Э. Беккет. – URL : <https://www.theguardian.com/technology/2003/sep/08/sciencenews.chile>
3. **Информационные-аналитические** средства поддержки принятия решений и ситуационные центры : материалы научно-практической конференции / Под общ. ред. А. Н. Данчула. – М. : Изд-во РАГС, 2006.
4. **Эккерсон, У.** Панели индикаторов как инструмент управления. Ключевые показатели эффективности, мониторинг деятельности, оценка результатов / У. Эккерсон. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2007.

References

1. **Metody** formirovaniya stsenariyev razvitiya sotsial'no-ekonomicheskikh sistem / V. V. Kul'ba, D. A. Kononov, S. A. Kosyachenko, A. N. Shubin. – М. : Sinteg, 2004.
2. **Beckett, A.** Santiago dreaming / Beckett A. – URL : <https://www.theguardian.com/technology/2003/sep/08/sciencenews.chile>
3. **Informatsionnyye-analiticheskiye** sredstva podderzhki prinyatiya resheniy i situatsionnyye tsentry : Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii / Pod obshch. red. A. N. Danchula. – М. : Izd-vo RAGS, 2006.
4. **Ekkerson, U.** Paneli indikatorov kak instrument upravleniya. Klyuchevyye pokazateli effektivnosti, monitoring deyatel'nosti, otsenka rezul'tatov / U. Ekkerson. – М. : Al'pina Biznes Buks, 2007.

УДК 004.657

Трефилов П. А., Громов Ю. Ю., Рыжков А. П.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (906)5998942, e-mail: 9889@inbox.ru)

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ХРАНЕНИЯ НЕЧЕТКИХ ЧИСЕЛ В ТЕМПОРАЛЬНЫХ БАЗАХ ДАННЫХ

Trefilov P. A., Gromov Yu. Yu., Ryzhkov A. P.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (906)5998942, e-mail: 9889@inbox.ru)

SOME ASPECTS OF STORING FUZZY NUMBERS IN TEMPORAL DATABASES

Аннотация. В работе рассматриваются некоторые аспекты хранения нечетких чисел в темпоральных базах данных. Приведены области применения аппарата нечеткой логики в среде темпоральных баз данных. Проанализирована темпоральная модель Йенсена-Снодграсса, предложен способ хранения нечетких чисел с использованием связующих мета-таблиц. Приведен анализ нечетких SQL-запросов к темпоральной базе данных.

Ключевые слова: базы данных, темпоральная модель данных, нечеткая логика, функция принадлежности, лингвистическая переменная, нечеткий запрос.

Abstract. The paper considers some aspects of storing fuzzy numbers in temporal databases. Areas of application of the fuzzy logic apparatus in the environment of temporal databases are given. The temporal model of Jensen-Snodgrass is analyzed, a method of storing fuzzy numbers with the use of connecting meta-tables is proposed. The analysis of fuzzy SQL queries to the temporal database is given.

Keywords: database, temporal data model, fuzzy logic, membership function, linguistic variable, fuzzy query.

Концептуально реляционная база данных (РБД) является информационной моделью предметной области (ПО), такой, что каждый экземпляр соответствует некоторому состоянию ПО в определенный момент времени. Каждое состояние моделируется упорядоченной совокупностью значений элементов данных, соответствующих значениям свойств объектов ПО. Объекту определенного типа соответствует кортеж отношения. Для аналитических информационных систем такое представление данных является существенным недостатком, поскольку отсутствует возможность хранения снимков ПО в определенные моменты времени. Данный недостаток устраняется с использованием темпоральных баз данных [1].

Темпоральной базой данных (ТБД) называют такую базу данных, в которой хранятся снимки предметной области с указанием времени данного снимка. На сегодняшний день не существует коммерческих реализаций темпоральных баз данных и темпоральных СУБД. Наиболее распространенным на практике способом достижения темпоральности является применение темпоральной модели данных с использованием реляционной или объектно-реляционной СУБД.

Темпоральная модель представляется как

$$M = (DS^T, QL^T, C^T),$$

где DS – структуры данных; QL – язык запросов; C – ограничения целостности; T – темпоральная зависимость.

На практике чаще всего применяют битемпоральную модель представления Снодграса [2], в которой

$$T = (AF, AT, TF, TT),$$

где AF – момент актуализации значения; AT – момент утраты актуальности; TF – время регистрации события в БД; TT – время логического удаления события из БД.

Другим актуальным направлением разработки является создание интеллектуальных информационных и информационно-управляющих систем. Такие системы позволяют решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы. Основой любой интеллектуальной системы является аппарат нечетких множеств (НМ) и нечеткой логики (НЛ).

Большая часть данных, обрабатываемых в современных информационных системах, носят четкий, числовой характер. Однако в запросах к реляционным базам данных, которые пытается формулировать человек, часто присутствуют неточности и неопределенности. Поэтому нечеткие запросы к базам данных – это перспективное направление в современных системах обработки информации.

Преимущества использования аппарата НМ и НЛ:

- системы нечеткой логики являются гибкими и позволяют изменять правила;
- такие системы также принимают даже неточную, искаженную и ошибочную информацию;
- использование нечетких чисел возможно для определения количественной меры качественных показателей;
- поскольку эти системы связаны с человеческими рассуждениями и принятием решений, они полезны при формировании решений в сложных ситуациях в различных типах приложений.

Современные СУБД позволяют работать только с четкими базами данных и четкими запросами. В настоящее время существует проблема разработки математического описания, методов и средств обработки данных в условиях нечеткости и неопределенности.

Учитывая значимую роль темпоральных баз данных при создании информационно-аналитических систем, а также преимущества использования нечеткой логики для построения запросов к базе данных, целесообразно разработать способы хранения НЛ в ТБД.

На сегодняшний день существует несколько возможных способов представления нечетких чисел в реляционных СУБД. Наиболее используемым является использование реляционной модели [3, 4]:

$$\langle PK, FK_1, FK_2, \dots, FK_N, Data_1, Data_2, \dots, Data_M \rangle$$

В приведенной модели: PK, FK₁, FK₂, ..., FK_N – первичный и внешние ключи отношения (таблицы базы данных) соответственно; Data₁, Data₂, ..., Data_M – атрибуты отношения, содержащие данные.

Для хранения нечетких данных для атрибутов Data1, Data2, ..., DataM, которые предполагается сделать нечеткими, предлагается добавить следующие атрибуты в указанный выше кортеж:

$$\text{Data} = \langle T, \text{Max}, X_1, X_2, X_3, \dots, X_N \rangle$$

Для указанных атрибутов: T – тип функции принадлежности нечеткого числа; Max – максимальное значение функции принадлежности; $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$ – значения аргумента функции принадлежности, соответствующие точкам перелома графика функции принадлежности (рис. 1).

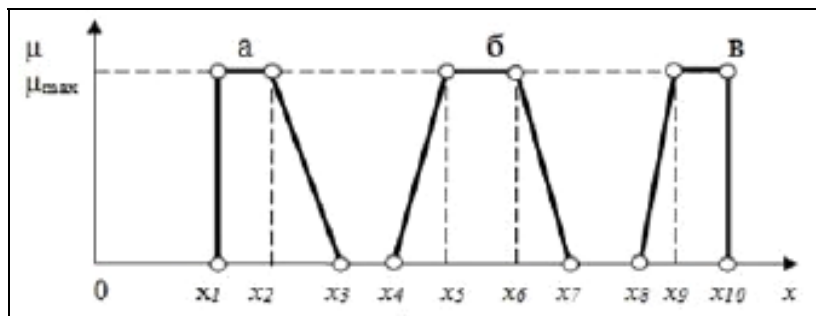


Рис. 1. Функции принадлежности нечетких чисел

Рассмотрим возможность применения приведенной выше модели представления нечетких чисел совместно с моделью представления темпоральных данных Йенсена-Снодграса.

Создадим схему темпоральной базы данных на примере заработной платы работника. Предположим, что имеется база данных работников, содержащая базовые сведения (ФИО, Дата рождения, Зарплата). Необходимо спроектировать структуру темпоральной базы данных и учесть возможность построения нечетких запросов для выборки данных.

Выделим нечеткие атрибуты запросов – Зарплата (salary) и Возраст (Age), задав для них лингвистические терм-множества:

Зарплата: <«Низкая», «Средняя», «Большая»>

Возраст: <«Молодой», «Средний», «Старый»>

При этом, зарплата является также темпоральным атрибутом, поскольку неоднократно может изменяться для каждого работника. Возраст работника в годах легко получить с помощью функции SQL:

```
SELECT FLOOR(DATEDIFF(@TargetDate, @BirthDate) / 365.25)
```

Согласно модели Йенсена-Снодграса каждый темпоральный атрибут образует отдельную связанную таблицу БД, содержащую идентификатор (W_ID) сущности, значение (ITEM_VALUE) сущности в определенный момент времени, темпоральные метки (A_S, A_E, T_S, T_E). Для хранения точек преломления функции принадлежности нечеткого множества «Возраст» создадим отдельное отношение AGE_TERMS.

Для хранения точек преломления функции принадлежности множества «Зарплата» введем отдельное отношение, которое сделаем нечетко-темпоральным. Под нечетко-

темпоральным отношением будем понимать множество кортежей, хранящее нечеткие числа и зависящие от времени. В качестве атрибута времени возьмем четверку $T = \langle AS, AE, TS, TE \rangle$, используемую для хранения четких темпоральных данных. Тогда отношение SALARY_TERM будет зависеть от времени.

Полученная в итоге схема ТБД представлена на рис. 2.

Проанализируем выборку из базы данных. Для этого рассмотрим 3 возможных варианта:

1. Четкий запрос на получение темпоральной выборки («выбрать всех сотрудников с зарплатой от 30 000 до 45 000 за все время наблюдений»).
2. Нечеткий запрос на получение нетемпоральной выборки («выбрать молодых сотрудников»).
3. Нечеткий запрос на получение темпоральной выборки («выбрать сотрудников со средней зарплатой за все время наблюдений»).

Моделирование производится при следующих условиях:

1. Характеристика сервера: Intel Core2Duo 3.1 Hz, 6GbRAM, SSD 120Gb.
2. Размер таблицы workers – 1000 записей, размер таблицы salary – 10000 записей.
3. СУБД – MySQL v. 5.7.23 под управлением ОС LinuxUbuntu 18.04.

В первом случае, SQL запрос примет вид:

```
SELECT * FROM workers AS w JOIN salary AS s ON (w.id = s.w_id) WHERE s.item_value BETWEEN 30000 AND 45000;
```

Используя команду EXPLAIN[5], получим пошаговый вид выполнения запроса (рис. 3).

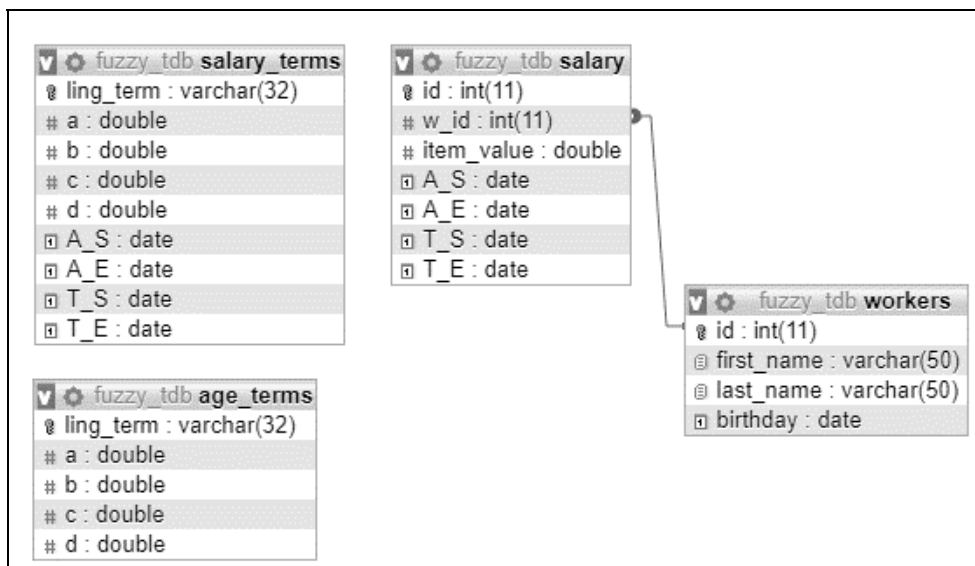


Рис. 2. Схема темпоральной базы данных с нечеткими атрибутами

id	select_type	table	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	Extra
1	SIMPLE	w	ALL	PRIMARY	NULL	NULL	NULL	1000	
1	SIMPLE	s	ref	w_id	w_id	4	fuzzy_tdb.w.id	5	Using where

Рис. 3. План выполнения четкого нетемпорального запроса

Рассмотрим более подробно случаи запросов 2 и 3, указанные выше. Здесь необходима дефаззификация запросов, которая достигается одним из следующих способов:

- дефаззификация на стороне логики приложения;
- дефаззификация на стороне СУБД с использованием хранимых процедур.

Обработка с использованием хранимой процедуры является более предпочтительной, поскольку в этом случае фильтрация будет происходить на стороне СУБД, что не повлечет выборки всех кортежей, а, следовательно, дополнительной нагрузки на сервер и, в случае больших объемов БД, ускорит выполнение запроса. Однако разработка хранимой процедуры предполагает семантический анализ самого запроса с целью выделения нечеткой части, что усложняет разработку данной хранимой процедуры. В этой работе мы рассмотрим случай, когда преобразование происходит на стороне логики приложения с использованием транслятора нечетких запросов на языке PHP [6].

Во втором случае, отношение AGE_TERMS, необходимое для формирования функции принадлежности нечеткого множества «Возраст», неявно связано с отношением WORKERS. Это означает, что при составлении нечеткого запроса на получение возраста работников, необходимо:

- получить все кортежи отношения AGE_TERMS;
- произвести дефаззификацию запроса, получить четкий запрос;
- выполнить четкий запрос.

В результате дефаззификации запрос примет вид:

```
SELECT * FROM workers AS w WHERE FLOOR(DATEDIFF(NOW(),w.birthday) / 365.25) BETWEEN AGE_MIN AND AGE_MAX;
```

где AGE_MINиAGE_MAX – границы диапазона возраста для указанного терма. План выполнения данного запроса представлен на рис. 4.

id	select_type	table	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	Extra
1	SIMPLE	w	ALL	NULL	NULL	NULL	NULL	1000	Using where

Рис. 4. План выполнения нечеткого нетемпорального запроса

В третьем случае, в отличие от нетемпорального нечеткого атрибута «Возраст», рассмотренного ранее, нечеткое множество «Зарплата» зависит от момента времени. Это означает, что при составлении нечеткого запроса по каждому кортежу отношения «SALARY_TERMS» будет произведена выборка кортежей из отношения «WORKERS».

Таким образом, нечеткий запрос в темпоральной базе данных усложняется тем, что при выполнении такого запроса необходимо использовать алгоритмическую конструкцию повторения (цикл). С точки зрения производительности запросов в СУБД, использование циклов крайне нежелательно, в связи с чем решение задачи оптимального хранения нечетких чисел в темпоральных базах данных является актуальной задачей.

Список использованных источников

1. **Тоноян, С. А.** Темпоральные модели базы данных и их свойства / С. А. Тоноян, Д. В. Сараев // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2014. – Вып. 12. – URL : <http://engjournal.ru/articles/1333/1333.pdf> (дата обращения: 16.09.2018)

2. **Snodgrass, R.** Developing Time-Oriented Database Applications in SQL / R. Snodgrass. – San Francisco : Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1999. – 541 p.

3. **Бизянов, Е. Е.** Имплементация нечетких моделей в информационные системы экономических объектов / Е. Е. Бизянов // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2015. – № 4. – Ч. 1 [Электронный ресурс]. – URL : <http://ekonomika.snauka.ru/2015/04/8351> (дата обращения: 24.09.2018)

4. **Бизянов, Е. Е.** Хранение нечетких чисел в реляционных базах данных информационных систем управления / Е. Е. Бизянов, А. А. Гутник // Автоматизированные технологии и производства. – 2016. – № 3(13). – С. 11 – 15.

5. **Использование EXPLAIN.** Улучшение запросов / Хабр. [Электронный ресурс]. – URL : <https://habr.com/post/211022/> (дата обращения: 30.09.2018)

6. **Трефилов, П. А.** Преобразование нечетких SQL запросов в реляционных базах данных / П. А. Трефилов, Е. С. Косинов, Н. Г. Шахов // Информационные технологии в управлении и моделировании мехатронных систем. – Тамбов, 2017.

References

1. **Tonoyan, S. A.** Temporal'nye modeli bazy dannyh i ih svojstva / S. A. Tonoyan, D. V. Saraev // Inzhenernyj zhurnal: nauka i innovacii. – 2014. – Вып. 12. – URL : <http://engjournal.ru/articles/1333/1333.pdf> (дата обращения: 16.09.2018)

2. **Snodgrass, R.** Developing Time-Oriented Database Applications in SQL / R. Snodgrass. – San Francisco : Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1999. – 541 p.

3. **Bizyanov, E. E.** Implementaciya nechetkih modelej v informacionnye sistemy ehkonomicheskikh ob"ektov / E. E. Bizyanov // EHkonomika i menedzhment innovacionnyh tekhnologij. – 2015. – № 4. – Ч. 1 [EHlektronnyj resurs]. – URL : <http://ekonomika.snauka.ru/2015/04/8351> (дата обращения: 24.09.2018)

4. **Bizyanov, E. E.** Hranenie nechetkih chisel v relyacionnyh bazah dannyh informacionnyh sistem upravleniya / E. E. Bizyanov, A. A. Gutnik // Avtomatizirovannye tekhnologii i proizvodstva. – 2016. – № 3(13). – С. 11 – 15.

5. **Ispol'zovanie EXPLAIN.** Uluchshenie zaprosov / Habr. [EHlektronnyj resurs]. – URL : <https://habr.com/post/211022/> (дата обращения: 30.09.2018)

6. **Trefilov, P. A.** Preobrazovanie nechetkih SQL zaprosov v relyacionnyh bazah dannyh / P. A. Trefilov, E. S. Kosinov, N. G. SHahov // Informacionnye tekhnologii v upravlenii i modelirovanii mekhatronnyh sistem. – Тамбов, 2017.

УДК 004.657

Трефилов П. А., Нурутдинов Г. Н., Рыжков А. П.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (906)5998942, e-mail: 9889@inbox.ru)

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НЕЧЕТКИХ ЧИСЕЛ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ

Trefilov P. A., Nurutdinov G. N., Ryzhkov A. P.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (906)5998942, e-mail: 9889@inbox.ru)

METHODS AND MODEL OF FUZZY NUMBERS REPRESENTATION IN RELATIONAL DATABASES

Аннотация. В работе рассматриваются существующие методы и модели представления нечетких чисел в реляционных базах данных. Рассмотрена актуальность и практическая значимость внедрения нечеткости в базы данных. Описаны существующие методы представления нечетких чисел, предложен метод представления нечеткого числа в виде объекта JSON. Рассмотрен алгоритм преобразования SQL-запроса из нечеткой в строгую форму.

Ключевые слова: базы данных, реляционная модель данных, нечеткая логика, функция принадлежности, лингвистическая переменная, нечеткий запрос.

Abstract. The paper considers the existing methods and models for representing fuzzy numbers in relational databases. The relevance and practical significance of the implementation of fuzziness in databases is considered. The existing methods for representing fuzzy numbers are described, and a method for representing a fuzzy number in the form of a JSON object is proposed. The algorithm for converting SQL query from fuzzy to strict form is considered.

Keywords: database, relational data model, fuzzy logic, membership function, linguistic variable, fuzzy query.

В современном мире велика роль интеллектуальных информационных и информационно-управляющих систем. Такие системы позволяют решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы. Основой любой интеллектуальной системы является аппарат нечетких множеств (НМ) и нечеткой логики (НЛ). Большая часть данных, обрабатываемых в современных информационных системах, носят четкий, числовой характер. Однако в запросах к реляционным базам данных (РБД), которые пытается формулировать человек, часто присутствуют неточности и неопределенности. Поэтому нечеткие запросы к базам данных – это перспективное направление в современных системах обработки информации.

Под четким запросом понимается логическое высказывание, термы которого выражаются обычными средствами теории нечетких множеств. Это означает, что мы можем либо перечислить значения признаков интересующих нас объектов, либо указать границы изменения параметров признаков и связать данные пары «признак – значение» логическими связками. Под четкими базами данных понимается совокупность записей,

значения атрибутов которых есть либо строковые значения, либо числовые значения. Нечеткий запрос, в отличие от четкого, содержит термы с нечеткими значениями. Например, значениями признака «Размер» служат «Малый», «Средний», «Большой». Нечеткая база данных – такая БД, в которой атрибуты хранят нечеткие значения, представленные лингвистическими термами [5]. Таким образом, возможны 4 комбинации использования технологий запросов с базами данных (табл. 1). В работе речь пойдет о случае, когда РБД – четкая, а запрос – нечеткий.

Современные СУБД позволяют работать только с четкими базами данных и четкими запросами. В настоящее время существует проблема разработки математического описания, методов и средств обработки данных в условиях нечеткости и неопределенности.

Существующие способы обработки нечеткой информации в реляционных базах данных делятся на:

- хранение коэффициентов типовых функций принадлежности (точек пересечения термов лингвистической переменной) в отдельных связанных таблицах БД;
- использование стандартного формата данных (XML, JSON) для описания коэффициентов типовых функций принадлежности с хранением либо на стороне СУБД, либо на стороне клиентской или серверной логики приложения.

Рассмотрим существующие модели представления нечеткой информации в РБД. В работе [1] рассмотрена реляционная модель:

$$\langle PK, FK_1, FK_2, \dots, FK_N, Data_1, Data_2, \dots, Data_M \rangle$$

В приведенной модели: PK, FK₁, FK₂, ..., FK_N – первичный и внешние ключи отношения (таблицы базы данных) соответственно; Data₁, Data₂, ..., Data_M – атрибуты отношения, содержащие данные.

Для хранения нечетких данных для атрибутов Data₁, Data₂, ..., Data_M, которые предполагается сделать нечеткими, предлагается добавить следующие атрибуты в указанный выше кортеж:

$$Data = \langle T, Max, X_1, X_2, X_3, \dots, X_N \rangle$$

Для указанных атрибутов: T – тип функции принадлежности нечеткого числа; Max – максимальное значение функции принадлежности; X₁, X₂, X₃, ..., X_N – значения аргумента функции принадлежности, соответствующие точкам перелома графика функции принадлежности (рис. 1).

1. Возможные варианты нечеткости в информационной системе

Запрос	База данных
Четкий	Четкая
Четкий	Нечеткая
Нечеткий	Четкая
Нечеткий	Нечеткая

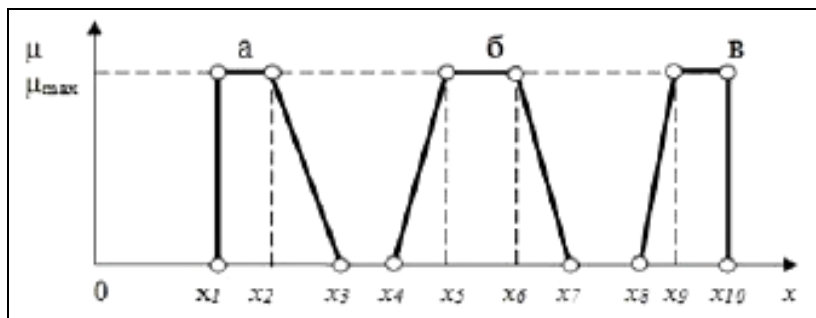


Рис. 1. Функции принадлежности нечетких чисел

Авторы работы [2] предлагают способ хранения нечетких чисел в виде кортежа:

$\langle PK, T, SData \rangle$

В приведенном кортеже: PK – первичный ключ отношения (таблицы базы данных); T – тип функции принадлежности нечеткого числа; SData – строка, содержащая параметры нечеткого числа.

В работе [4] авторами предложен способ хранения нечетких чисел в виде документа формата XML. Для обработки такого документа предлагается использовать язык запросов XPath. Такой способ обладает избыточностью, поскольку при хранении нечетких чисел в таблицах РБД предполагается использование сразу 2 языков запросов: XPath и SQL.

В данной работе предлагается следующий подход к хранению нечетких чисел в реляционных базах данных – хранение коэффициентов функции принадлежности с указанием типа функции в виде объекта JSON (JavascriptObjectNotation) вида:

```
{
  t: Название_таблицы,
  mf: {
    type: Тип_ФП,
    kf: [коэффициенты]
  }
}
```

Данный объект имеет 2 ключа на верхнем уровне – название таблицы в БД, для которой применима данная функция принадлежности, описание функции принадлежности. Описание ФП, в свою очередь, состоит из типа функции принадлежности (треугольная, трапецеидальная, Гауссова и т.д.) и точек преломления графиков функции (коэффициентов функции принадлежности) [3].

Преимущества данного способа:

- данные хранятся в стандартной структуре данных, что упрощает их обработку функциями языка программирования;
- объект JSON может быть сохранен как на стороне СУБД (в виде значения атрибута таблицы), так и на стороне клиента в виде конфигурационного файла;
- современные версии наиболее распространенных реляционных СУБД – MySQL и PostgreSQL поддерживают обработку столбцов типа JSON.

Рассмотрим процедуру преобразования нечеткого запроса в строгую форму. В качестве примера рассмотрим следующие условия:

- нечеткие числа хранятся в виде объекта JSON;
- объект JSON хранится на стороне клиента;
- преобразование запроса происходит на стороне логики приложения.

Получив диапазоны четких значений для каждой лингвистической переменной, можно использовать их при составлении запросов. Допустим, терм «Молодой» лингвистической переменной «Возраст» принадлежит диапазону [18; 28], а терм «Средний» лингвистической переменной «Оклад» принадлежит диапазону [16 000; 32 000]. Тогда нечеткий запрос «Выбрать молодых сотрудников со средним окладом» можно преобразовать к четкому запросу «SELECT * FROM Сотрудники WHERE (Возраст BETWEEN 18 AND 25) AND (Оклад BETWEEN 16000 AND 32000)».

С точки зрения архитектуры информационной системы, поддержку нечетких запросов можно реализовать на стороне приложения. Тогда алгоритм преобразования нечетких запросов к четкой форме будет следующим [6]:

- 1) получить исходный запрос Q;
- 2) определить функцию принадлежности лингвистической переменной;
- 3) для каждого нечеткого сравнения выполнить функцию принадлежности f , вычислить степень принадлежности;
- 4) по значению функции принадлежности определить соответствующий терм, взять значения V диапазона этого терма;
- 5) ввести значения диапазона V каждого нечеткого сравнения в исходный запрос Q, получив при этом четкий запрос Q1;
- 6) выполнить запрос Q1.

Были рассмотрены существующие методы и модели представления нечетких чисел в реляционных базах данных. Описаны существующие методы представления нечетких чисел, предложен метод представления нечеткого числа в виде объекта JSON, который меньше по своему размеру, чем XML. Рассмотрен алгоритм преобразования SQL-запроса из нечеткой в строгую форму.

Список использованных источников

1. **Бизянов, Е. Е.** Имплементация нечетких моделей в информационные системы экономических объектов / Е. Е. Бизянов // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2015. – № 4. Ч. 1 [Электронный ресурс]. – URL : <http://ekonomika.snauka.ru/2015/04/8351> (дата обращения: 24.09.2018)
2. **Бизянов, Е. Е.** Хранение нечетких чисел в реляционных базах данных информационных систем управления / Е. Е. Бизянов, А. А. Гутник // Автоматизированные технологии и производства. – 2016. – № 3(13). – С. 11 – 15.
3. **Трефилов, П. А.** Преобразование нечетких SQL запросов в реляционных базах данных / П. А. Трефилов, Е. С. Косинов, Н. Г. Шахов // Информационные технологии в управлении и моделировании мехатронных систем – 2017. – С. 235 – 238.
4. **Querying and Validating Fuzzy XML Data in Relational Database** / K. Naresh Kumar, Ch. Satyanand Reddy, V. E. S. Murthy, N. Storing // (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies. – 2014. – V. 5(4). – P. 5233 – 5240.

5. **Рыжов, А. П.** Модели поиска информации в нечеткой среде / А. П. Рыжов. – М. : Издательство ЦПИ при механико-математическом факультете МГУ, 2004. – 96 с.

6. **Естефеев, В. И.** Нечеткие запросы к реляционной базе данных в информационной системе подбора персонала / В. И. Естефеев, И. Ю. Балашова // Образование и наука в современных условиях : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 22 мая 2016 г.). В 2 т. Т. 2 / редкол.: О. Н. Широков и др. – Чебоксары : ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – № 2(7). – С. 69 – 72.

References

1. **Bizyanov, E. E.** Implementaciya nechetkih modelej v informacionnye sistemy ehkonomicheskikh ob"ektov / E. E. Bizyanov // EHkonomika i menedzhment innovacionnyh tekhnologij. 2015. № 4. CH. 1 [EHlektronnyj resurs]. – URL : <http://ekonomika.snauka.ru/2015/04/8351> (data obrashcheniya: 24.09.2018)

2. **Bizyanov, E. E.** Hranenie nechetkih chisel v relyacionnyh bazah dannyh informacionnyh sistem upravleniya / E. E. Bizyanov, A. A. Gutnik // Avtomatizirovannye tekhnologii i proizvodstva. – 2016. – № 3(13). – S. 11 – 15.

3. **Trefilov, P. A.** Preobrazovanie nechetkih SQL zaprosov v relyacionnyh bazah dannyh / P. A. Trefilov, E. S. Kosinov, N. G. SHahov // Informacionnye tekhnologii v upravlenii i modelirovanii mekhatronnyh sistem – 2017. – S. 235 – 238.

4. **Querying and Validating Fuzzy XML Data in Relational Database** / K. Naresh Kumar, Ch. Satyanand Reddy, V. E. S. Murthy, N. Storing // (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies. – 2014. – V. 5(4). – P. 5233 – 5240.

5. **Ryzhov, A. P.** Modeli poiska informacii v nechetkoj srede / A. P. Ryzhov. – Moskva : Izdatel'stvo CPI pri mekhaniko-matematicheskom fakul'tete MGU, 2004. – 96 s.

6. **Estefeev, V. I.** Nечеткие запросы к реляционной базе данных в информационной системе подбора персонала / V. I. Estefeev, I. YU. Balashova // Образование и наука в современных условиях: материалы VII Mezhdunar. науч.-практ. конф. (CHEboksary, 22 maya 2016 g.). V 2 t. T. 2 / redkol.: O. N. SHirokov i dr. – CHEboksary : CNS “Interaktiv plyus”, 2016. – № 2(7). – S. 69 – 72.

УДК 004.42

Голева А. И.¹, Стороженко Н. Р.²

Омский государственный технический университет, Россия, г. Омск

¹(Тел. 8-983-525-90-22, e-mail: frybf07.93@mail.ru),

²(Тел. 8-951-412-53-16, e-mail: snikr@bk.ru)

ПРОГРАММИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ АВТОМАТИЗАЦИИ И РЕШЕНИЯ ШИРОКОГО КРУГА НАУЧНЫХ ЗАДАЧ

Goleva A. I.¹, Storozhenko N. R.²

Omsk State Technical University, Russia, Omsk

¹(Tel. 8-983-525-90-22, e-mail: frybf07.93@mail.ru),

²(Tel. 8-951-412-53-16, e-mail: snikr@bk.ru)

PROGRAMMING AS TOOL FOR AUTOMATION AND SOLVING A WIDE RANGE OF SCIENTIFIC PROBLEMS

Аннотация. Стремительное развитие и повсеместное применение информационных технологий в современной жизни невозможно без программирования. Программирование как сравнительно молодая и быстро развивающаяся отрасль науки и техники служит основой разработки программного обеспечения различного назначения. В статье предлагается использовать современные достижения программирования, в частности параллельные вычисления, в качестве метода решения широкого круга научных задач по моделированию и исследованию процессов и явлений в науке. Выявлены основные тенденции и перспективы в области научного программирования. Разработаны схемы научного моделирования и создания компьютерной модели.

Ключевые слова: автоматизация, моделирование, научное программирование, средства обработки информации, ЭВМ.

Abstract. Rapid development of information technologies in modern life is impossible without programming. Programming is a young and rapidly developing branch of science and technology for the development of software for various purposes. The article proposes to use modern programming achievements, in particular parallel computing, as a method of solving a wide range of scientific problems in modeling of processes in science. The main trends and prospects in the field of scientific programming are revealed. In addition, scheme of scientific models and creating computer models are developed.

Keywords: automation, modeling, scientific programming, information processing tools, computers.

Введение. В эпоху информационных технологий и телекоммуникаций новые технологии, современные средства вычислительной техники и программного обеспечения стремительно внедряются в различные отрасли хозяйства и сферы жизнедеятельности.

Современное общество трудно представить без интернета, компьютеров, смартфонов и другой техники. Кроме того, ни одни современные научные открытия не проходят без участия компьютера, ученые могут моделировать ранее неизвестные объекты или явления в науке и технике. Все это стало возможным с развитием ЭВМ.

Однако, машина может лишь распознавать последовательность сигналов и без должного управления не может стать инструментом научных открытий. А в установлении связи между машиной и человеком на помощь приходит программирование.

В современных условиях развитие и применение информационных технологий невозможно без программирования. Программирование является сравнительно молодой и быстро развивающейся отраслью науки и служит основой разработки программного обеспечения различного назначения.

Достижения в области программирования. Исследование истории зарождения программирования помогает понять основные тенденции и возможные перспективы развития программирования как востребованной на сегодняшний момент сферы информационных технологий.

С тех самых пор, как появилась математика, человечество стремилось изобрести различные устройства для вычислений, которые бы не только упрощали этот сложный процесс, но и делали его в разы быстрее.

Возвращаясь к истории программирования важно упомянуть этапы развития ЭВМ [5], так как они определяют мощности и объемы вычислительных ресурсов, которые непосредственно влияют на эволюцию языков программирования.

– ЭВМ первого поколения (до конца 1950-х гг.) включало в свою конструкцию электронные лампы. На данном этапе развитие программирования происходило благодаря американским ученым, таким как Джон Бэкус, который в 1954 году создал язык программирования высокого уровня Fortran, модифицированный и еще используемый в наше время.

– ЭВМ второго поколения (конец 1950 – 1970 гг.) теперь в построении используют транзисторы (полупроводники). В это же время начинают закладываться парадигмы программирования, которые используются и в настоящее время.

– ЭВМ третьего поколения (1970 – 1980 гг.): на смену транзисторам приходят интегральные схемы, что требует создания и развития языков высокого уровня, поддерживающих высокую скорость обработки массивов данных.

– ЭВМ четвертого поколения (1980 – 1990 гг.), основанные на больших интегральных схемах (БИС) также дали толчок развитию языков и технологий программирования.

– ЭВМ пятого поколения (1990 – наши дни гг.) определяют достижения области ИИ (искусственный интеллект) и биоэлектроники, создание новых архитектур на их основе. Это поставило задачи совершенствования языков программирования в области повышения точности вычислений [5].

В ходе развития электронно-вычислительных машин под управлением программ появилась новая область прикладной математики, получившая название программирование [3].

Программирование как профессия и область науки возникла в 1950-х годах. Первые программы были написаны на машинных кодах (числовая последовательность из нулей и единиц), такие коды были очень трудны не только в написании, но и поиске неисправностей, что усложняло работу. Хотя США, Англия и Германия были первооткрывателями данной области, ученые из СССР также делали успехи: в 1951 году была создана первая ЭВМ с программой, хранящейся в памяти машины, и носила название МЭСМ (малая электронная счетная машина).

В 1953 году А. А. Ляпунов предложил операторный метод программирования: алгоритм был представлен при помощи совокупности образующих логическую схему задачи операторов [3]. Это позволило разделить громоздкие программы на части, каждая из которых составлялась по определенным формальным правилам.

В США в 1954 году применили схожий с операторным методом алгебраический подход. В корпорации IBM для автоматического программирования разработали универсальную ПП Фортран.

В Европе (1958 – 1960 гг.) был создан язык программирования ALGOL, Pascal (Н. Вирт, 1970 г.), С (Д. Ритчи и Б. Керниган, 1972 г.), Ada (под руководством Ж. Ишбиа, 1979 г.), С++ (1983 г.), Lisp (язык функционального программирования, Дж. Маккарти, 1961–1962 гг.) [5].

На сегодняшний момент существует множество языков программирования (такие, как С++, С#, Python и др.), позволяющих реализовать практически любые задачи.

Постановка и решение задачи научного программирования. На сегодняшний день считается, что программирование применимо преимущественно лишь в прикладном контексте, в частности, только в качестве инструмента для разработки интернет-систем, различных мобильных приложений [2]. Но, помимо этого, основная идея программирования заключается в алгоритмизации и моделировании при расчетах и решении широкого круга научных задач. С недавнего времени стали использовать термин научного программирования, отличительной особенностью которого является нацеленность на научные исследования и расчеты.

Так, если перед исследователем стоит задача научного исследования некоторого процесса или явления целесообразным представляется в таком случае создание модели данного явления с целью ее детального анализа и изучения. Это возможно при помощи программирования алгоритма, описывающего сам процесс.

Так как задачи, поставленные перед научным сообществом сегодня, являются нетривиальными, сложными, многозначными, имеющими нелинейные законы, большое число уравнений в модели и сложные формы исследуемых объектов, зачастую их сложно воссоздать или смоделировать в реальности, а современные средства виртуализации, автоматизации и программирования позволяют воссоздать такие модели и учесть многовариантность, альтернативность путей, случайность и возможность изменений течения процессов [1].

Для решения сложных задач в последнее время используются параллельные вычисления, в таком случае общая задача делится на более простые подзадачи, и программы по их решению разрабатываются как набор взаимодействующих вычислительных процессов, работающих одновременно [4].

Так, общая схема научного моделирования представлена на схеме (рис. 1).

Перед тем, как приступить к программированию научной модели, необходимо определить уровень детализации задачи, выявить входные данные и искомые параметры, описать алгоритм модели, а также подобрать язык программирования, наиболее подходящий для реализации кода.

Процесс создания компьютерной модели и разработки программы показан на рис. 2.

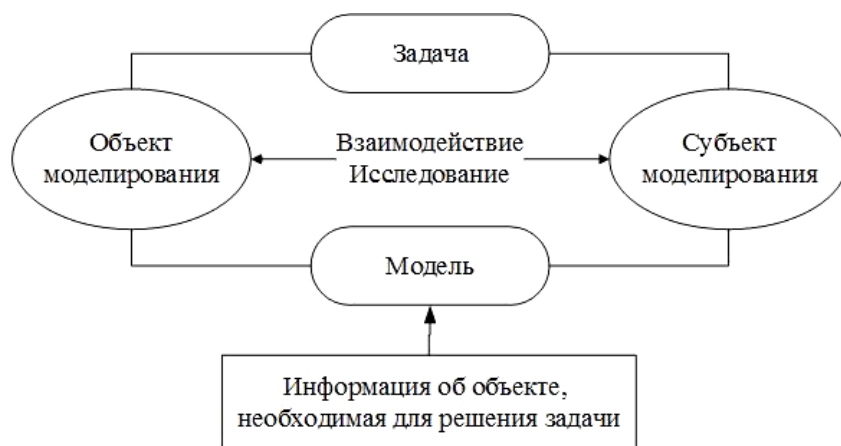


Рис. 1. Схема научного моделирования

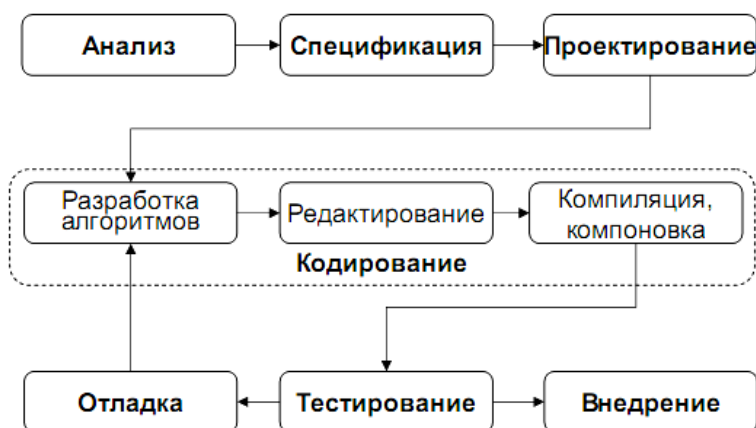


Рис. 2. Процесс создания компьютерной модели и разработки программы

Такая модель, реализованная при помощи языков программирования, обладает наглядностью, а также возможностью исследования результатов моделирования в зависимости от варьирования значений различных параметров, устанавливая при этом закономерности и получая новые данные и научные результаты.

Таким образом, развитие фундаментальных исследований сильно зависит от достижений в области программирования, в частности научного, применение которых позволяют реализовывать алгоритмы и проводить моделирование сложных систем, эксперименты над которыми трудно производить, проверять теории и получать новые знания о моделируемых объектах.

Перспективы научного программирования. Развитие ЭВМ, а впоследствии и программирования как способа общения с машиной, позволяет отследить, насколько вперед ушел технологии.

Так, к примеру, если объем ОЗУ (оперативного запоминающего устройства) одной из лучших вычислительных машин СССР в 1960 году составлял 8 Кбайт (4096 слов) и 20 тысяч операций в секунду, то сегодня ОЗУ имеют размер в тысячи Мбайт, а процессор может выполнять сотни миллионов операций в секунду, что позволяет достичь огромной точности в расчетах, а также получить данные о моделируемых системах, значение которых раньше оставались на уровне догадок.



Рис. 3. Перспективы в области научного программирования

Сейчас насчитывают более 1000 различных языков программирования как новых, так и старых с различными модификациями. Языки программирования подвержены тенденциям моды, у одних языков программирования много последователей, на других же работают в основном сами разработчики. Каждый язык программирования имеет свои особенности и возможности, направленность на какие-то конкретные задачи.

Развитие программирования происходит и в наше время, так, например, появляется возможность программирования искусственного интеллекта (описание работы человеческого мозга в виде программы), что позволяет развиваться автоматизации производства и роботизации.

Ближайшие перспективы в области научного программирования отражены на рис. 3.

Заключение. Современное оборудование автоматизировано при помощи различных языков программирования, программы заложены во всевозможные средства обработки информации, что значительно упрощает труд людей и жизнь.

Так, в телефоне мы имеем операционную систему, написанную на языке программирования, сейчас нажав всего пару клавиш мы можем сделать звонок или фото, не задумываясь сколько на самом деле операций произошло, нам не нужно запоминать кучи последовательностей кодов операций и вводить их каждый раз, все это упрощено благодаря языкам программирования.

В компьютерах мы имеем удобный интерфейс для работы и восприятия информации благодаря программированию.

Как говорилось ранее, вычисления так же не обходятся без программирования.

Таким образом, можно с большой долей вероятности промоделировать любой процесс от микро- до макромира. Во многих случаях такой подход помогает гораздо лучше подготовиться к ответственным операциям и заданиям, к примеру, к полетам в космос, рассчитав и промоделировав процесс вхождения в атмосферу и исходя из полученных данных выбрать материалы ракеты, наиболее защищающие экипаж. Примеров таких расчетов множество, так, программирование позволяет проводить эксперименты и дает возможность рассчитать параметры процессов и явлений, изучение которых в реальных

условиях невозможно либо очень затруднительно, позволяет изучать ранее неисследованные явления, обеспечивает наглядность.

Список использованных источников

1. **Колдаев, В. Д.** Численные методы и программирование / В. Д. Колдаев. – М. : ИД «ФОРУМ», 2009. – 336 с.
2. **Константайн, Л.** Разработка программного обеспечения / Л. Константайн, Л. Локвуд. – СПб. : Питер, 2004. – 592 с.
3. **Могилев, А. В.** Методы программирования. Компьютерные вычисления / А. В. Могилев, Л. В. Листрова. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 320 с.
4. **Могилев, А. В.** Технологии поиска и хранения информации. Технологии автоматизации управления / А. В. Могилев, Л. В. Листрова. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 320 с.
5. **Столяров, А. В.** Программирование: введение в профессию. Азы программирования / А. В. Столяров. – М. : МАКС Пресс, 2016. – 464 с.

References

1. **Koldaev, V. D.** Chislennyye metody i programmirovaniye / V. D. Koldaev. – M. : ID «FORUM», 2009. – 336 s.
2. **Konstantajn, L.** Razrabotka programmnoho obespecheniya / L. Konstantajn, L. Lokvud. – SPb. : Piter, 2004. – 592 s.
3. **Mogilev, A. V.** Metody programmirovaniya. Komp'yuternyye vychisleniya / A. V. Mogilev, L.V. Listrova. – SPb. : BHV-Peterburg, 2008. – 320 s.
4. **Mogilev, A. V.** Tekhnologii poiska i hraneniya informacii. Tekhnologii avtomatizacii upravleniya / A. V. Mogilev, L.V. Listrova. – SPb. : BHV-Peterburg, 2012. – 320 s.
5. **Stolyarov, A. V.** Programmirovaniye: vvvedeniye v professiyu. Azy programmirovaniya. / A. V. Stolyarov. – M. : MAKS Press, 2016. – 464 s.

УДК 004.451

Комолова Н. В.¹, Яковлева Е. С.²

¹Санкт-Петербургский горный университет, Россия, г. Санкт-Петербург
(Тел. (812)3820472, e-mail: ninapetergof@mail.ru),

²Санкт-Петербургский государственный университет, Россия, г. Санкт-Петербург
(Тел. (812)4284227, e-mails: e.s.yakovleva@spbu.ru)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ СРЕДСТВАМИ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ LINUX

Komolova N. V.¹, Yakovleva E. S.²

¹St. Petersburg Mining University, Russia, St. Petersburg
(Tel. (812)3820472, e-mail: ninapetergof@mail.ru),

²St. Petersburg University, Russia, St. Petersburg
(Tel. (812)4284227, e-mails: e.s.yakovleva@spbu.ru)

PROVISION OF SAFETY OF COMPUTER NETWORKS USING TOOLS OF THE LINUX OPERATING SYSTEM

Аннотация. В статье проанализированы проблемы безопасности компьютерных сетей, которая обеспечивается средствами операционной системы (ОС) Linux. Рассмотрены физические и программные меры противодействия проникновению в компьютерные сети.

Ключевые слова: компьютерная сеть, атака, угроза, безопасность, программные средства, операционная система.

Abstract. The problems of the safety of the computer networks, which achieved using tools of the OS Linux are analyzed at the paper. The physical and program methods of the counter intrusion into computer networks are considered.

Keywords: computer networks, attack, threat, safety, program tools, operating system.

Компьютерная сеть – это способ взаимодействия, сети – это системы, формируемые соединениями. Компьютерная сеть – это компонент, подверженный большому риску. Если компьютер находится в сети, то с большей долей вероятности Ваши файлы и Ваша информация могут стать известными всему миру.

Безопасность сети – это защита сети и всех подключенных к ней ресурсов от всяческих угроз. Безопасность сети включает физические и программные меры противодействия, призванные защитить инфраструктуру сети от несанкционированного доступа, физическая безопасность – это первый уровень безопасности, который необходимо обеспечить для любой компьютерной системы. Причем к очевидным методам обеспечения физической безопасности относятся замки на дверях, кабели в коробах, закрытые ящики столов, средства видеонаблюдения и т.п.

В настоящее время существуют два основных подхода, используемых для обеспечения безопасности ОС: над слабо защищенной ОС «навешивается» для усиления защитный экран (firewall), или firewall наряду с десятком других средств защиты интегрируется на уровне ядра системы.

Первый подход использует фирма Microsoft. Разработчики Linux выбрали для себя второй подход (код firewall встроен непосредственно в ядро Linux, начиная с версии 2.0). В результате была получена мощная интегрированная система защиты.

Процесс обеспечения безопасности сети включает в себя анализатор трафика, или сниффер – программу или устройство для перехвата и анализа сетевого трафика.

Современные вычислительные системы и компьютерные сети базируются на разных операционных системах, среди которых можно выделить два направления: операционные системы семейства Windows и операционные системы семейства Linux [1].

Большинство пользователей компьютеров ориентированы на ОС Windows и хорошо ее знают. А вот ОС Linux, которая разрабатывается и модернизируется уже с 1991 года (операционная система UNIX, из которой она вышла, появилась в 1969 году), мало им знакома. Linux – семейство Unix-подобных операционных систем на базе ядра Linux.

В настоящее время произошел поворот к ОС Linux, в магазинах в продаже ноутбуки с этой ОС и многие учебные заведения оснащают свои компьютерные классы компьютерами с операционной системой Linux. Так же как, в свое время, например, Московский государственный университет печати имел компьютерные классы только с компьютерами фирмы Apple и операционной системой Macintosh, где производили верстку книг в программе QuarkXPress, игнорируя операционную систему Windows.

ОС Windows изначально была ориентирована на удобство и скорость работы. Ее графический интерфейс позволяет быстро и качественно подготавливать документы, форматировать текст, приводить в удобный вид, быстро печатать и легко передавать по компьютерным сетям.

Однако, если достигаются удобства в работе, то снижается уровень безопасности, нельзя достичь преимущества сразу в двух направлениях: в одном теряется, в другом находится.

Известно, что сервер Mail.ru использует ОС Linux. Администратор этого сервера сообщил, что стоило ему только отойти от компьютера, как кто-то сразу взломал сервер, подобрав пароль и начал выполнять нежелательные действия.

Дисциплина системного администратора – следствие суровой необходимости; если операционная система Linux обслуживает конфиденциальные данные, то их необходимо защитить. Такая защита требует ресурсов: как времени работы системного администратора, так и специального оборудования. К сожалению, многие организации не вкладывают нужные инвестиции в эту область, пока не произойдет несчастный случай.

Решить проблему безопасности не так просто, как кажется. Безопасность нельзя купить в магазине или заказать в бизнес-центре. Соответствующие коммерческие продукты и услуги могут быть частью предлагаемого решения для конкретной организации, но эта не панацея. Достижение приемлемого уровня безопасности требует огромного терпения, постоянной бдительности, немалых знаний и упорства. Это касается не только администраторов, но и всех пользователей и управляющего персонала.

Системный администратор несет личную ответственность за безопасность системы и степень образованности пользователей в данном вопросе. Он должен знать современные технологии защиты, быть подписчиком соответствующих групп новостей и нанимать экспертов в области компьютерной безопасности, если его знаний оказывается недостаточно для решения возникшей проблемы.

ОС Linux изначально была ориентирована на безопасность; программы для Linux – результат работы тысяч проектов и множество людей вложили в систему безопасности Linux свои знания и умения. В ОС Linux есть только файлы и ничего кроме файлов [2].

Хотя операционная система Linux имеет удобный графический интерфейс, администратор системы и продвинутые пользователи, конечно же работают в командной строке. Настоящие линуксоиды чувствуют команды операционной системы Linux буквально кончиками пальцев.

Можно защитить консоль, ограничив права root на использование определенных терминалов. Сделать это возможным указанием терминалов, которые будет использовать root в `/etc/securetty`.

В основе механизмов разграничения доступа лежат имена пользователей и имена групп пользователей. Команда `chmod` используется для изменения разрешения файла или каталога. Изменить права доступа к файлу может только пользователь root или пользователь, владеющий файлом.

Изначально владельцем файла является пользователь, который его создает. Команда `chown` используется для смены владельца файлов и каталогов.

В операционной системе Linux есть много команд при работе в сети, использующих разнообразные протоколы передачи данных. Сеть – это структура, построенная на множестве устройств, таких как компьютеры пользователей, маршрутизаторы, концентраторы, точки беспроводного доступа, межсетевые экраны и т.д.

Топология сетей позволяет ограничить доступ к информации и обеспечить безопасность сетей. Изначально в Linux использовалась система адресации IPv4, следовательно, адрес представлялся в формате `xxx.xxx.xxx.xxx`. В конце концов, IPv6 заменит IPv4, но это дело будущего.

Передача данных в сети производится их передачей на разных уровнях модели TCP/IP – прикладном, транспортном, сетевом и канальном. На каждом таком уровне работают свои протоколы.

В настоящее время вспомнили и модернизировали старый протокол Kerberos.

При работе в сети используют такие команды, как `ifconfig`, `ping`, `traceroute`, `ssh` (SecureShell Порт/Протокол – 22/TCP, UDP – криптографический сетевой протокол для безопасной передачи данных).

SSH – это протокол прикладного уровня, позволяющий удаленно управлять операционной системой. Это очень важно, и если используется SSH, то необходимы хотя бы минимальные настройки безопасности.

Файл конфигурации находится в `/etc/ssh/sshd_config`.

Также используется Порт/Протокол 443/TCP, UDP – HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure) – протокол передачи данных HTTP с шифрованием по SSL или TLS [3].

Защита системы посредством обнаружения вторжений может быть обеспечена с помощью Tripwire (мониторинг файловой системы).

Tripwire – один из лучших инструментов для обеспечения безопасности Linux. Это система обнаружения вторжений (HIDS). Задача Tripwire – мониторинг файловой системы и фиксирование изменений файлов. Для того, чтобы установить Tripwire, нужен доступ к репозиторию EPEL.

Защита системы может быть обеспечена с помощью Firewalld (Cent OS).

Firewalld является заменой iptables, он улучшает управление безопасностью Linux. Программа может изменить конфигурацию, не останавливая текущие подключения. Firewalld работает как служба, позволяющая добавлять и немедленно изменять правила и использующая сетевые зоны.

Для того, чтобы получить информацию о всех сетевых устройствах, независимо от того, работают они или нет, следует использовать команду `ifconfig`, которая отображает все активные сетевые интерфейсы и текущую информацию о них. Следует задать при ее вызове опцию `-a (all)`. `ifconfig` означает `interface configuration`.

Контроль прохождения пакета между двумя узлами обеспечивает команда `traceroute`.

Команда `ping (packet internet groper)` – это служебная компьютерная программа, предназначенная для проверки соединений в сетях на основе протокола TCP/IP.

В Linux для шифрования паролей традиционно используется алгоритм DES. Зашифрованный пароль обычно помещается в файл `/etc/passwd`. К сожалению, в настоящее время алгоритм DES уязвим к атаке со стороны мощных компьютеров (использование прямого перебора или подбора в большинстве случаев приводит к отгадыванию паролей). Поэтому для Linux были разработаны дополнительно к шифрованию еще два мощных механизма защиты: механизм «теневого паролей» и механизм PAM (Pluggable Authentication Modules, подключаемые модули аутентификации). Для обеспечения сквозного шифрования всей файловой системы в Linux используются криптографические файловые системы CFS (Cryptographic File System) и TCFS (Transparent Cryptographic File System).

Выводы: Безопасность сети становится все более и более важной, поскольку люди все больше и больше времени проводят в сети. В целях безопасной и успешной работы в компьютерной сети следует обратить особое внимание на освоение операционной системы Linux. Анализ рисков на уровне ОС показывает, что наибольшую опасность представляют действия злоумышленников, связанные с кражей или подбором паролей. Защита паролей поэтому должна занимать ведущее место в системе защиты любой ОС.

Список использованных источников

1. **Операционные** системы: издание стереотипное / Э. С. Спиридонов, М. С. Клыков, М. Д. Рукин и др. – М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2017. –350 с.
2. **Граннеман, С.** Linux. Карманный справочник / С. Граннеман ; пер. с англ. – М. : ООО «И. Д. Вильямс», 2016. – 416 с.
3. **Немет, Э.** UNIX и Linux: руководство системного администратора / Э. Немет, Г. Снайдер, Т. Хейн, Б. Уэйли. – 3-е изд. ; пер. с англ. – М. : ООО «И.Д. Вильямс», 2016. – 1312 с.

References

1. **Operacionnyye** sistemy: izdanie stereotipnoe / E.H. S. Spiridonov, M. S. Klykov, M. D. Rukin et al. – М. : Knizhnyj dom “LIBROKOM”, 2017. –350 s.
2. **Granneman, S.** Linux. Karmannyj spravochnik / S. Granneman ; per. s angl. – М. : ООО “I. D. Vil'yams”, 2016. – 416 s.
3. **Nemeth, E.** UNIX i Linux: rukovodstvo sistemnogo administratora / E. Nemeth, G. Snyder, T. Hein, B. Whaley. – 3-e izd. ; per. s angl. – М. : ООО “I.D. Vil'yams”, 2016. – 1312 s.

УДК 681.3

Фролова Т. А., Родина Е. Н.Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(E-mail: frolova2000@gmail.com)**3D-БИОПРИНТИНГ****Frolova T. A., Rodina E. N.**Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(E-mail: frolova2000@gmail.com)**3D-BIOPRINTING**

Аннотация. Показано, что клеточная и тканевая инженерия – является последним достижением в области молекулярной и клеточной биологии. Этот подход открыл широкие перспективы для создания эффективных биомедицинских технологий, с помощью которых становится возможным восстановление поврежденных тканей и органов и лечение ряда тяжелых метаболических заболеваний человека. Цель таких технологий заключается в том, чтобы использовать собственные клетки пациента или иммунотолерантный «универсальный» источник клеток для выращивания и конструирования вне организма человека живых, функциональных тканей или органов для последующей трансплантации пациенту с целью замены или стимуляции регенерации поврежденного органа или ткани. Иными словами, на месте дефекта должна быть восстановлена трехмерная структура ткани.

Ключевые слова: клеточная и тканевая инженерия, трансплантация, органогенез.

Abstract. It is shown that cellular and tissue engineering is the latest achievement in the field of molecular and cellular biology. This approach has opened up broad prospects for creating effective biomedical technologies, with the help of which it becomes possible to repair damaged tissues and organs and to treat a number of severe metabolic diseases of a person. The purpose of such technologies is to use the patient's own cells or an immuno-tolerant "universal" cell source to grow and construct living, functional tissues or organs outside the human body for subsequent transplantation to the patient to replace or stimulate the regeneration of the damaged organ or tissue. In other words, the three-dimensional structure of the tissue should be restored at the site of the defect.

Keywords: cell and tissue engineering, transplantation, organogenesis.

На сегодняшний день наука и техника предлагает несколько альтернативных путей восстановления или замены поврежденных или пораженных патологией тканей и органов:

- трансплантация;
- имплантация;
- тканевая инженерия.

Принципиально новый подход – клеточная и тканевая инженерия – является последним достижением в области молекулярной и клеточной биологии. Этот подход открыл широкие перспективы для создания эффективных биомедицинских технологий, с помощью которых становится возможным восстановление поврежденных тканей и органов и лечение ряда тяжелых метаболических заболеваний человека.

Цель таких технологий [1 – 5] заключается в том, чтобы использовать собственные клетки пациента или иммунотолерантный «универсальный» источник клеток для выращивания и конструирования вне организма человека живых, функциональных тканей или органов для последующей трансплантации пациенту с целью замены или стимуляции регенерации поврежденных органа или ткани. Иными словами, на месте дефекта должна быть восстановлена трехмерная структура ткани.

Важно отметить, что обычные имплантаты из инертных материалов могут устранить только физические и механические недостатки поврежденных тканей, – в отличие от тканей, полученных методом инженерии, которые восстанавливают, в том числе, и биологические (метаболические) функции, т.е. происходит регенерация ткани, а не простое замещение ее синтетическим материалом.

Однако для развития и совершенствования методов реконструктивной медицины на базе тканевой инженерии необходимо освоение новых высокофункциональных материалов. Эти материалы, применяемые для создания биоимплантатов, должны придавать тканеинженерным конструкциям характеристики, присущие живым тканям:

- 1) способность к самовосстановлению;
- 2) способность поддерживать кровоснабжение;
- 3) способность изменять строение и свойства в ответ на факторы окружающей среды, включая механическую нагрузку.

Наиболее важным элементом успеха является наличие необходимого количества функционально активных клеток, способных дифференцироваться, поддерживать соответствующий фенотип и выполнять конкретные биологические функции. Источником клеток могут быть ткани организма и внутренние органы. Возможно использование соответствующих клеток от пациента, нуждающегося в реконструктивной терапии, или от близкого родственника (аутогенных клеток). Могут быть использованы клетки различного происхождения, в том числе первичные и стволовые клетки.

Первичные клетки – это зрелые клетки определенной ткани, которые могут быть взяты непосредственно от организма-донора хирургическим путем. Если первичные клетки взяты у определенного организма-донора, и впоследствии необходимо имплантировать эти клетки ему же в качестве реципиента, то вероятность отторжения имплантированной ткани исключается, так как присутствует максимально возможная иммунологическая совместимость первичных клеток и реципиента. Но первичные клетки, как правило, не способны делиться – их потенциал к размножению и росту низок. При культивировании таких клеток для некоторых типов клеток возможна дедифференцировка, т.е. потеря специфических, индивидуальных свойств. Поэтому возникла необходимость альтернативных источников клеток для развития технологий клеточной инженерии. Таковой альтернативой стали стволовые клетки.

Стволовые клетки – недифференцированные клетки, которые имеют способность к делению, самообновлению и дифференцировке в различные типы специализированных клеток под воздействием конкретных биологических стимулов. Стволовые клетки подразделяются на «взрослые» и «эмбриональные». Эмбриональные стволовые клетки образуются из внутренней клеточной массы развития зародыша на ранней стадии, а взрослые – из тканей взрослого организма, пуповины или даже плодных тканей. Однако существует этическая проблема, связанная с неизбежным разрушением человеческого эмбриона при получении эмбриональных стволовых клеток. Поэтому предпочтительнее «добыча» клеток из тканей взрослого организма.

Для направления организации, поддержания роста и дифференцировки клеток в процессе реконструкции поврежденной ткани необходим специальный носитель клеток – матрикс, представляющий из себя трехмерную сеть, похожую на губку или пемзу. Для их создания применяют биологически инертные синтетические материалы, материалы на основе природных полимеров (хитозан, альгинат, коллаген) и биоконпозиты. Так, например, эквиваленты костной ткани получают путем направленной дифференцировки стволовых клеток костного мозга, пуповинной крови или жировой ткани в остеобласты, которые затем наносят на различные материалы, поддерживающие их деление (например, донорскую кость, коллагеновые матрицы и др.). На сегодняшний день одна из стратегий тканевой инженерии такова:

- Отбор и культивирование собственных или донорских стволовых клеток.
- Разработка специального носителя для клеток (матрицы) на основе биосовместимых материалов.
- Нанесение культуры клеток на матрицу и размножение клеток в биореакторе со специальными условиями культивирования.
- Непосредственное внедрение тканеинженерной конструкции в область пораженного органа или предварительное размещение в области, хорошо снабжаемой кровью, для созревания и формирования микроциркуляции внутри конструкции (префабрикация).

Основные методы инженерии тканей:

1. Имитация естественного органогенеза.

Органогенез – процесс формирования органов в ходе эмбрионального развития.

Органогенез сопровождается дифференцировкой клеток, тканей, избирательным и неравномерным ростом отдельных органов и частей организма, продолжается в личиночном и завершается в ювенильном периоде.

2. 3D-биопринтинг.

Перспективные тканеинженерные технологии открыли возможность лабораторного создания живых тканей и органов, но перед созданием сложных органов наука пока бессильна. Однако сравнительно недавно ученые под руководством доктора Гунтера Товара (Gunter Tovar) из Общества Фраунгофера в Германии сделали огромный прорыв в сфере тканевой инженерии – разработали технологию создания кровеносных сосудов. А ведь казалось, что капиллярные структуры создать искусственно невозможно, поскольку они должны быть гибкими, эластичными, малой формы и при этом взаимодействовать с естественными тканями. Как ни странно, но на помощь пришли производственные технологии – метод быстрого прототипирования (другими словами, 3D-печать). Подразумевается, что сложная трехмерная модель (в нашем случае кровеносный сосуд) печатается на трехмерном струйном принтере с использованием специальных «чернил». Принтер наносит материал послойно, и в определенных местах слои соединяются химически. Однако заметим, что для мельчайших капилляров трехмерные принтеры пока недостаточно точны. В связи с этим был применен метод многофотонной полимеризации, используемый в полимерной промышленности. Короткие интенсивные лазерные импульсы, обрабатывающие материал, так сильно возбуждают молекулы, что они взаимодействуют друг с другом, соединяясь в длинные цепочки. Таким образом, материал полимеризуется и становится твердым, но эластичным, как естественные материалы. Эти реакции настолько управляемы, что с их помощью можно создавать мельчайшие структуры по трехмерному «чертежу».

А для того, чтобы созданные кровеносные сосуды могли состыковаться с клетками организма, при изготовлении сосудов в них интегрируют модифицированные биологические структуры (например, гепарин) и «якорные» белки. На следующем этапе в системе созданных «трубочек» закрепляются клетки эндотелия (однослойный пласт плоских клеток, выстилающий внутреннюю поверхность кровеносных сосудов) – для того, чтобы компоненты крови не приклеивались к стенкам сосудистой системы, а свободно транспортировались по ней. Однако прежде чем действительно можно будет имплантировать выращенные в лаборатории органы с собственными кровеносными сосудами, пройдет еще какое-то время.

Печать искусственного сердца. В июле 2017 года Швейцарский федеральный технологический институт Цюриха (ETH Zurich) представил искусственное сердце, созданное при помощи трехмерной печати. На момент анонса выполненное из силикона изделие было далеко от стадии коммерческой готовности.

Искусственное сердце весом 390 граммов и объемом 679 кубических сантиметров напечатано на 3D-принтере методом литья по выплавляемым моделям. Левый и правый желудочки разделены не перегородкой, а специальной камерой, наполненной сжатым воздухом. Надуваясь и сдуваясь, эта камера имитирует сокращение мышц человеческого сердца и качает кровь.

К моменту демонстрации искусственного сердца оно поддерживает лишь 3000 ударов, т.е. может работать от 30 до 45 минут. Для проверки работы сердца ученые использовали передовую тестовую среду, имитирующую сердечно-сосудистую систему человека, и жидкость, имеющую сравнимую с кровью вязкость. Функционирование приспособления запечатлели на видео.

Наша цель – создать искусственное сердце, которое по размерам, форме и функциям было бы сопоставимо с человеческим», – говорит Николас Корс (Nicholas Cohrs), участник исследовательской группы, занятой в реализации проекта. – Это была проверка технической осуществимости. Наша задача заключалась не в том, что создать сердце, готовое к имплантации, а в том, чтобы думать о новом направлении разработки искусственных сердец.

Выращивание тканей.

Кожа. Восстановление поврежденных участков кожи уже является частью клинической практики. В ряде случаев используются методы регенерации кожи самого человека, например, пострадавшего от ожога посредством специальных воздействий. Это, например, разработанный Р. Р. Рахматуллиным биопластический материал гиаматрикс, или биокол, разработанный коллективом под руководством Б. К. Гаврилюка. Для выращивания кожи на месте ожога также используются специальные гидрогели.

Также развиваются методы распечатки фрагментов ткани кожи с помощью специальных принтеров. Созданием таких технологий занимаются, например, разработчики из американских центров регенерационной медицины AFIRM и WFIRM.

Доктор Герлах (Jorg Gerlach) с коллегами из Института регенеративной медицины при Университете Питтсбурга (Institute for Regenerative Medicine at the University of Pittsburg) изобрели устройство для пересадки кожи, которое поможет людям быстрее излечиться от ожогов различной степени тяжести. Skin Gun распыляет на поврежденную кожу пострадавшего раствор с его же стволовыми клетками. На данный момент новый метод лечения находится на экспериментальной стадии, но результаты уже впечатляют: тяжелые ожоги заживают буквально за пару дней.

Выращивание сложных органов.

Мочевой пузырь. Доктор Энтони Атала (Anthony Atala) и его коллеги из американского университета Вэйк Форест (Wake Forest University) занимаются выращиванием мочевого пузыря из собственных клеток пациентов и их трансплантацией пациентам.

Они отобрали нескольких пациентов и взяли у них биопсию пузыря – образцы мышечных волокон и уротелиальных клеток. Эти клетки размножались семь-восемь недель в чашках Петри на имеющем форму пузыря основании. Затем выращенные таким способом органы были вшиты в организмы пациентов.

Наблюдения за пациентами в течение нескольких лет показали, что органы функционировали благополучно, без негативных эффектов, характерных для более старых методов лечения.

Фактически это первый случай, когда достаточно сложный орган, а не простые ткани, такие, как кожа и кости, был искусственно выращен и пересажен в человеческий организм. Так же этот коллектив разрабатывает методы выращивания других тканей и органов.

Трахея. Испанские хирурги провели первую в мире трансплантацию трахеи, выращенной из стволовых клеток пациентки – 30-летней Клаудии Кастильо (Claudia Castillo). Орган был выращен в университете Бристоля (University of Bristol) на основе донорского каркаса из коллагеновых волокон.

Операцию провел профессор Паоло Маккиарини (Paolo Macchiarini) из госпиталя Барселоны (Hospital Clínic de Barcelona).

Профессор Маккиарини активно сотрудничает с Российскими исследователями, что позволило сделать первые операции по пересадке выращенной трахеи в России.

В России создана научная основа для практического применения биомедицинских материалов нового поколения. Интересную разработку предложила молодой ученый из Красноярска Екатерина Игоревна Шишацкая – растворимый биосовместимый полимер биопластотан. Суть своей разработки она объясняет просто: «в настоящее время практические медики испытывают большой дефицит материалов, способных заменить сегменты человеческого организма. Нам удалось синтезировать уникальный материал, который в состоянии заменить элементы органов и тканей человека». Разработка Екатерины Игоревны найдет применение, прежде всего, в хирургии. «Самое простое – это, например, шовные нити, сделанные из нашего полимера, которые растворяются после того, как заживает рана, – говорит Шишацкая. – Также можно делать специальные вставки в сосуды – стенты. Это маленькие полые трубки, которые используют, чтобы расширить сосуд. Через некоторое время после операции сосуд восстанавливается, а полимерный заменитель растворяется».

Список использованных источников

1. **Фролов, С. В.** Рациональный выбор медицинской техники для лечебно-профилактического учреждения на основе системы поддержки принятия решений / С. В. Фролов, М. С. Фролова, А. Ю. Потлов // Врач и информационные технологии. – 2014. – № 3. – С. 35 – 45.
2. **Фролов, С. В.** Объектно-ориентированная декомпозиция информационной модели изделий медицинской техники / С. В. Фролов, М. С. Фролова // Ползуновский альманах. – 2016. – № 2. – С. 112 – 117.

3. **Четырехкамерная** модель сердечно-сосудистой системы человека / С. В. Фролов, С. В. Синдеев, В. А. Лищук и др. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2012. – № 2(40). – С. 51 – 60.

4. **Модель** сердечно-сосудистой системы, ориентированная на интенсивную терапию / С. В. Фролов, С. Н. Маковеев, Д. Ш. Газизова, В. А. Лищук // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2008. – Т. 14, № 4. – С. 892 – 902.

5. **Численное** моделирование влияния потоконаправляющего стента на гемодинамические характеристики в области церебральной аневризмы / С. В. Фролов, С. В. Синдеев, А. Ю. Потлов, Д. Липш // Медицинская техника. – 2016. – № 6. – С. 1 – 3.

References

1. **Frolov, S. V.** Racional'nyj vybor medicinskoj tekhniki dlya lechebno-profilakticheskogo uchrezhdeniya na osnove sistemy podderzhki prinyatiya reshenij / S. V. Frolov, M. S. Frolova, A. Yu. Potlov // Vrach i informacionnye tekhnologii. – 2014. – № 3. – С. 35 – 45.

2. **Frolov, S. V.** Ob"ektno-orientirovannaya dekompoziciya informacionnoj modeli izdelij medicinskoj tekhniki / S. V. Frolov, M. S. Frolova // Polzunovskij al'manah. – 2016. – № 2. – С. 112 – 117.

3. **CHetyrekhkamernaya** model' serdechno-sosudistoj sistemy cheloveka / S. V. Frolov, S. V. Sindeev, V. A. Lishchuk et al. // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo. – 2012. – № 2(40). – С. 51 – 60.

4. **Model'** serdechno-sosudistoj sistemy, orientirovannaya na intensivnuyu terapiyu / S. V. Frolov, S. N. Makoveev, D. SH. Gazizova, V. A. Lishchuk // Vestnik TGTU. – 2008. – Т. 14, № 4. – С. 892 – 902.

5. **CHislennoe** modelirovanie vliyaniya potokonapravlyayushchego stenta na gemodinamicheskie harakteristiki v oblasti cerebral'noj anevrizmy / S. V. Frolov, S. V. Sindeev, A. Yu. Potlov, D. Lipsh // Medicinskaya tekhnika. – 2016. – № 6. – С. 1 – 3.

УДК 681.3

Серебряков А. А., Никитина Н. Ю., Колмаков С. А., Иванов А. А.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов,
(E-mail: frolova2000@gmail.com)

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КОМПЬЮТЕРНОГО ТОМОГРАФА

Serebryakov A. A., Nikitina N. Yu., Kolmakov S. A., Ivanov A. A.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(E-mail: frolova2000@gmail.com)

INFORMATION MODEL OF COMPUTER TOMOGRAPH

Аннотация. На языке моделирования UML была разработана информационная модель компьютерного томографа, которая представила характеристики реального устройства изделия медицинской техники. Проведенный анализ патентов и статей из библиографической базы данных Scopus позволил сформулировать инновации, представленные в информационной модели. Целью инноваций является уменьшение дозы облучения во время проведения компьютерной томографии с повышением качества получаемого изображения и введение совершенно новых классов контрастных веществ.

Ключевые слова: информационная модель, компьютерный томограф, медицинская визуализация.

Abstract. In the UML modeling language, an information model of a computer tomograph was developed, which presented the characteristics of a real device of medical equipment. The analysis of patents and articles from the Scopus bibliographic database allowed us to formulate the innovations presented in the information model. The purpose of innovation is to reduce the radiation dose during computed tomography with improved image quality and the introduction of completely new classes of contrast agents.

Keywords: information model, CT scanner, medical imaging.

Информационная модель (изделия) – совокупность данных и отношений между ними, описывающая различные свойства реального изделия, интересующие разработчика модели и потенциального или реального пользователя [1 – 10].

Информационная модель компьютерного томографа выполнена с помощью языка моделирования UML.

Язык UML (Unified Modeling Language) создан для информационного моделирования. Он является унифицированным графическим языком моделирования для описания, визуализации, проектирования и документирования объектно-ориентированных систем. Язык UML призван поддерживать процесс моделирования на основе объектно-ориентированного подхода, организовывать взаимосвязь концептуальных и программных понятий, отражать проблемы масштабирования сложных систем.

При помощи Официального сайта РФ для размещения информации о размещении заказов был проведен анализ 20 технических заданий ИМТ, а именно компьютерных томографов.

Для того чтобы показать разнообразие применения компьютерных томографов, рассмотрим мобильный 32-срезовый компьютерный томограф Body Tom (рис. 1) компании Neurologica с широким гентри.



Рис. 1. Body Tom

Томограф может использоваться в:

- операционных;
- реанимациях;
- отделениях лучевой диагностики;
- нейрохирургии головного мозга;
- спинальной нейрохирургии;
- онкологии;
- приемных отделениях.

Обследования в разных областях применения представлены на рис. 2, *а – г*.

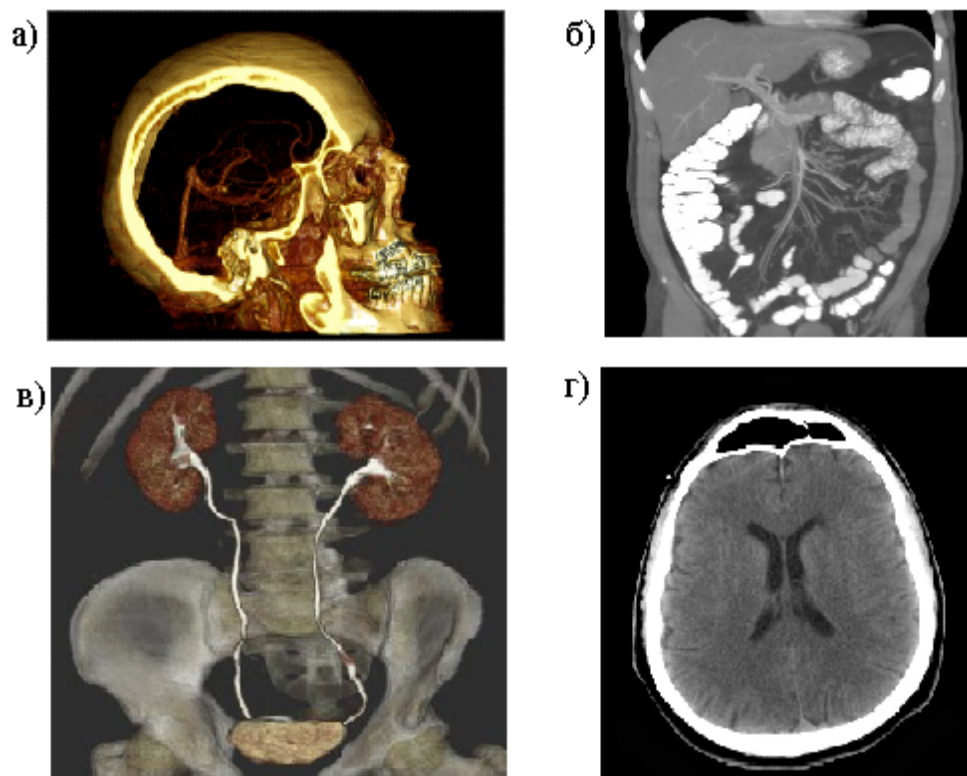


Рис. 2. Области применения компьютерного томографа Body Tom

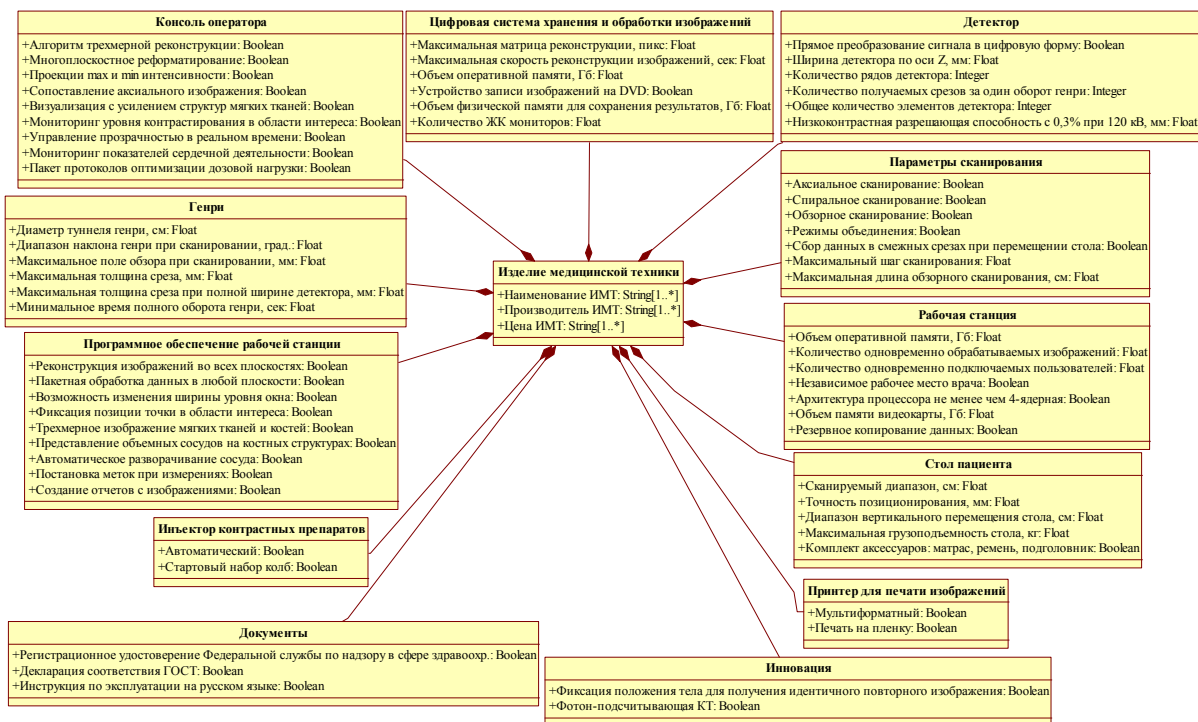


Рис. 3. Диаграмма классов: пакет классов «Компьютерный томограф»

На рисунке 3 представлен пакет классов, образующих ИМТ – «Компьютерный томограф». Компьютерный томограф представляет собой оборудование место для медицинской визуализации.

В отношении композиции с классом «Изделие медицинской техники» состоят классы – «Детектор», «Стол пациента», «Рабочая станция», «Параметры сканирования», «Принтер для печати изображений», «Инъектор контрастных препаратов», «Документы», «Генри», «Программное обеспечение рабочей станции», «Консоль оператора», «Цифровая схема хранения и обработки изображений», «Инновация».

Класс «Параметры сканирования» имеет атрибуты типа Boolean: «Обзорное сканирование», «Режимы объединения», «Сбор данных в смежных срезах при перемещении стола», «Аксиальное сканирование», «Спиральное сканирование».

При аксиальном сканировании (рис. 4) получается такой вид изображения, который ограничивает качество последующей реконструкции.

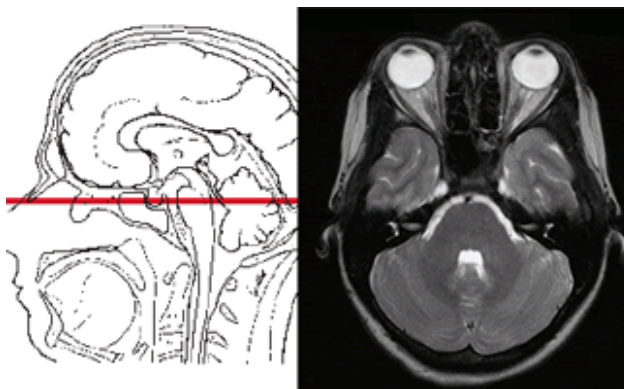


Рис. 4. Аксиальное сканирование

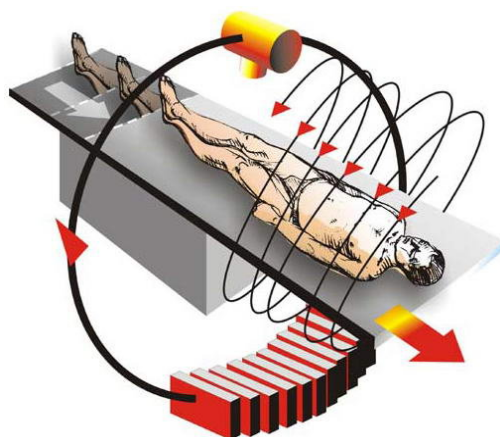


Рис. 5. Спиральное сканирование

Спиральное сканирование (рис. 5) – новый этап в развитии КТ. В этом случае производится один непрерывный массив информации, что дает новые возможности для последующей реконструкции изображения (с каждого витка спирали можно получить множественные срезы, при этом параметры обработки данных можно выбрать до и после получения информации). Спиральное сканирование в отличие от аксиального осуществляется при непрерывном движении стола через поле сканирования, которое образует постоянно вращающаяся рентгеновская трубка.

Преимущества спирального типа сканирования: скорость проведения исследования, исключение пропуска информации между КТ-срезами, возможность синхронизировать КТ с введением большого объема контрастного препарата и выполнять исследования в разные промежутки времени после его введения.

Класс «Рабочая станция» имеет следующие атрибуты типа Float – «Объем оперативной памяти», «Количество одновременно обрабатываемых изображений», «Количество одновременно подключаемых пользователей», «Объем памяти видеокарты». Чем больше данные показатели, тем большее количество срезов может быть обработано с минимальными затратами по времени. Атрибуты Boolean: «Независимое рабочее место врача», «Архитектура процессора не менее чем 4-ядерная», «Резервное копирование данных».

Класс «Принтер для печати изображений» (рис. 6) имеет следующие атрибуты типа Boolean: «Мультиформатный», «Печать на пленку».



Рис. 6. Принтер для печати КТ-изображений



Рис. 7. Инъектор контрастных препаратов

Класс «Инъектор контрастных препаратов» (рис. 7) имеет следующие атрибуты типа Boolean: «Автоматический», «Стартовый набор колб». Введенное с помощью автоматического инъектора контрастное вещество отслеживается в артериальных сосудах, межклеточном пространстве и в венозной системе. Визуальная картина, получаемая на современных компьютерных томографах, позволяет получать информацию об очаговых образованиях в органах, внеорганных структурах и о системных изменениях в сосудах с пространственным разрешением изображения.

Класс «Генри» имеет следующие атрибуты типа Float: «Диаметр туннеля генри», «Диапазон наклона генри при сканировании», «Максимальное поле обзора при сканировании», «Максимальная толщина среза», «Максимальная толщина среза при полной ширине детектора», «Минимальное время полного оборота генри».

Генри – это рама, которая вмещает сканирующее устройство и может быть наклонена вокруг оси x , чтобы выполнить сканирование в наклонной плоскости. Диаметр апертуры генри составляет в среднем 70 см, однако существуют аппараты с большим диаметром – 80...90 см, которые в основном применяются в онкологии, где необходимо обеспечить хорошую доступность патологического очага. При необходимости сканирующая система может наклоняться назад или вперед до 30° .

Генри характеризуется параметром – временем ротации – временем полного оборота системы трубка–детектор вокруг исследуемого объекта. Чем выше время ротации, тем выше временная разрешающая способность, это имеет большое значение для исследований быстрых процессов и диагностики детей.

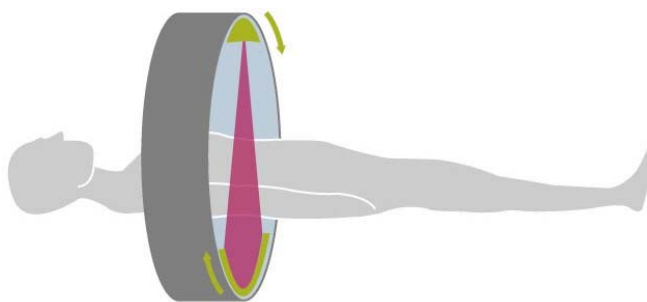


Рис. 8. Генри в компьютерном томографе

Класс «Консоль оператора» имеет следующие атрибуты типа Boolean: «Алгоритм трехмерной реконструкции», «Многоплоскостное реформатирование», «Проекция максимальной и минимальной интенсивности», «Сопоставление аксиального изображения», «Визуализация с усилением структур мягких тканей», «Мониторинг уровня контрастирования в области интереса», «Управление прозрачностью в реальном времени», «Мониторинг показателей сердечной деятельности», «Пакет протоколов оптимизации дозовой нагрузки».

Консоль оператора (рис. 9) обеспечивает эффективный процесс получения снимков, реконструкции и пост-обработки.

Класс «Программное обеспечение рабочей станции» имеет следующие атрибуты типа Boolean: «Реконструкция изображений во всех плоскостях», «Пакетная обработка данных в любой плоскости», «Возможность изменения ширины уровня окна», «Фиксация позиции точки в области интереса», «Трехмерное изображение мягких тканей и костей», «Представление объемных сосудов на костных структурах», «Автоматическое разворачивание сосудов», «Постановка меток при измерениях», «Создание отчетов с изображением».

Программное обеспечение (рис. 10) позволяет врачу получить четкие изображения выбранного органа, выделять конкретные сегменты, просматривать объемные модели и создавать отчеты.

Класс «Детектор» имеет следующие атрибуты типа Integer: «Количество рядов детектора», «Количество получаемых срезов за один оборот генри», «Общее количество рядов детектора».

Чем больше размер детектора (рис. 11), тем больший участок можно просканировать за один оборот. Использование детектора большего размера в совокупности с высокой скоростью оборота гентри позволяет с высокой скоростью выполнить сканирование довольно протяженной области, что имеет большое значение при диагностике детей, пациентов, находящихся в критических состояниях, при исследовании сердца и пр. Аппараты для компьютерной томографии четвертого поколения содержат от 1400 до 4800 детекторов, расположенных по кольцу на раме.



Рис. 9. Консоль оператора

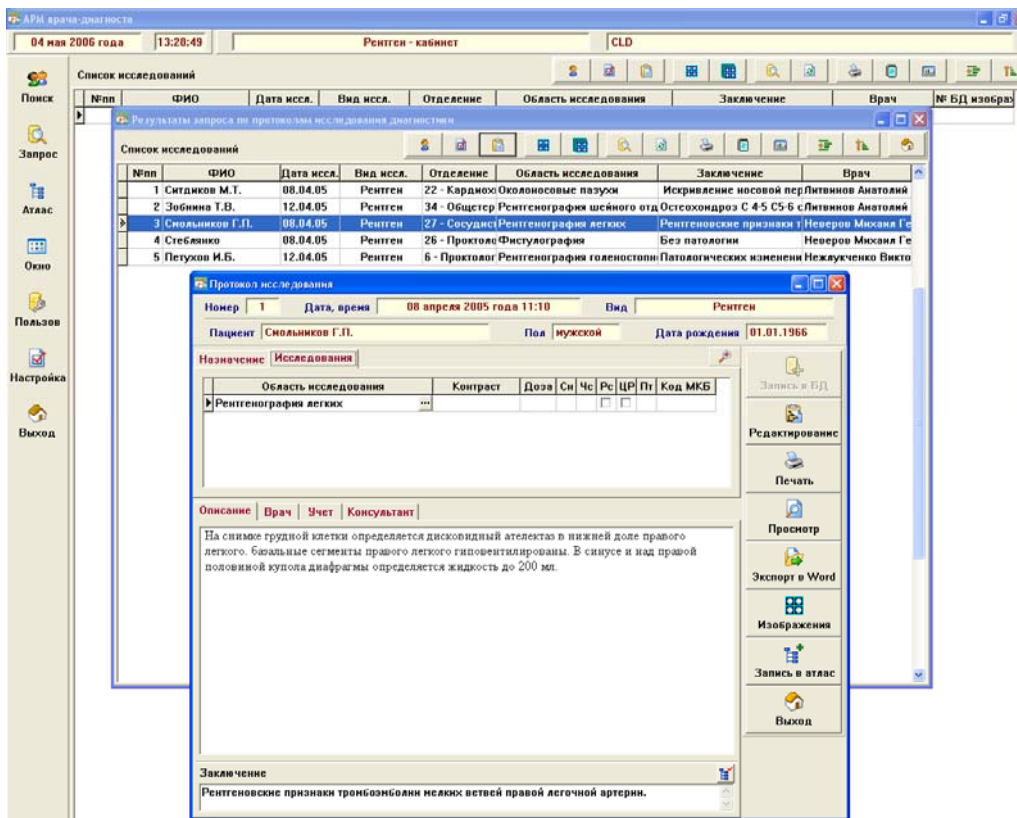


Рис. 10. Программное обеспечение

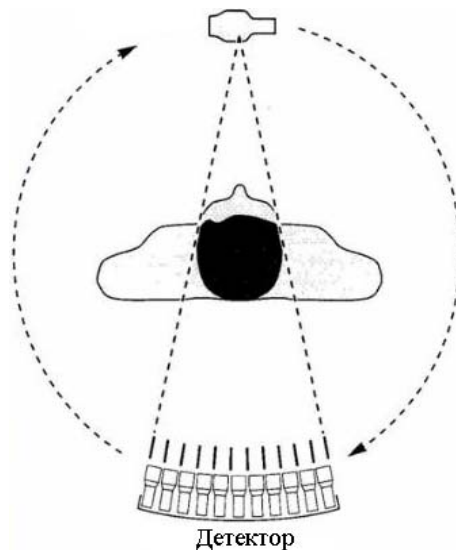


Рис. 11. Детектор

Класс «Иновация» имеет следующий атрибут типа Boolean: «Фиксация положения тела для получения идентичного повторного изображения», «Фотон-подсчитывающая КТ».

Целью инновации «Фиксация положения тела для получения идентичного повторного изображения» является обеспечение стабильной фиксации частей тела обследуемого относительно стола компьютерного томографа при повторных исследованиях в заданном положении. При этом получают идентичные компьютерные томограммы,

что повышает точность исследования. Конструктивные особенности, которые представляют сущность инновации, включают основание, на котором закреплены ложементы, независимо вращающиеся и фиксируемые в вертикальной плоскости. Ложементы и основание имеют шкалы углового измерения и определения положения каждого ложемента в пространстве.

«Фотон-подсчитывающая КТ» является перспективной инновацией и может привести к существенному дальнейшему снижению дозы облучения, значительно увеличить пространственное разрешение, а также позволяет ввести совершенно новые классы контрастных веществ. Фотон-подсчитывающая КТ дает возможность разложения изображения и способна считать отдельные рентгеновские фотоны, изменение кровотока и с чем это связано.

Список использованных источников

1. **Фролова, Т. А.** Применение электрохирургического аппарата в медицинской практике / Т. А. Фролова, А. В. Какорин, О. В. Проткина // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. : в 3 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 4. – Т. 3. – С. 311 – 314.

2. **Чуксин, А. А.** Разработка автоматизированной системы автоконтроля реографа для повышения качества технического обслуживания / А. А. Чуксин, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. : в 3 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 4. – Т. 3. – С. 318 – 323.

3. **Карпенко, Ф. Е.** Современные методы в электроэнцефалографии / Ф. Е. Карпенко, Т. А. Фролова // Энергосбережение и эффективность в технических системах : материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. Тамбов, 10 – 12 июля 2017 г. / Министерство образования и науки Российской Федерации; Российский фонд фундаментальных исследований; ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» ; отв. ред. Т. И. Чернышова. – Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2017. – С. 476–477.

4. **Агафонова, Н. И.** Эффективность тепловизионных систем в медицине / Н. И. Агафонова, Т. А. Фролова // Энергосбережение и эффективность в технических системах : материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. Тамбов, 10 – 12 июля 2017 г. / Министерство образования и науки Российской Федерации; Российский фонд фундаментальных исследований; ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» ; отв. ред. Т. И. Чернышова. – Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2017. – С. 453–454.

5. **Коновалова, К. Н.** Современные средства обработки информации в электрокардиографии / К. Н. Коновалова, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II междунар. науч.-практ. конф. – Вып. 2 : в 2 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. II.

6. **Гундарцова, Е. С.** Применение GMR-датчиков в медицине / Е. С. Гундарцова, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II междунар. науч.-практ. конф. – Вып. 2 : в 2 т. / под общ. ред.

В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. II.

7. **Семенов, Д. Д.** Основные тенденции обработки информации в приборах для измерения параметров дыхательной системы / Д. Д. Семенов, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II международного науч.-практ. конф. – Вып. 2 : в 2 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. II.

8. **Коновалова, К. Н.** Современные средства обработки информации в ядерной медицине / К. Н. Коновалова, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II международного науч.-практ. конф. – Вып. 2 : в 2 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. II.

9. **Фролов, С. В.** Рациональный выбор медицинской техники для лечебно-профилактического учреждения на основе системы поддержки принятия решений / С. В. Фролов, М. С. Фролова, А. Ю., Потлов // Врач и информационные технологии. – 2014. – № 3. – С. 35 – 45.

10. **Фролов, С. В.** Объектно-ориентированная декомпозиция информационной модели изделий медицинской техники / С. В. Фролов, М. С. Фролова // Ползуновский альманах. – 2016. – № 2. – С. 112 – 117.

References

1. **Frolova, T. A.** Primenenie ehlektrohirurgicheskogo apparata v medicinskoj praktike / T. A. Frolova, A. V. Kakorin, O. V. Protkina // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii : v 3 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VO “TGTU”. – Tambov : Izd-vo FGBOU VO “TGTU”, 2017. – Vyp. 4. – T. 3. – S. 311 – 314.

2. **CHuksin, A. A.** Razrabotka avtomatizirovannoj sistemy avtokontrolya reografa dlya povysheniya kachestva tekhnicheskogo obsluzhivaniya / A. A. CHuksin, T. A. Frolova // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii : v 3 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VO “TGTU”. – Tambov : Izd-vo FGBOU VO “TGTU”, 2017. – Vyp. 4. – T. 3. – S. 318 – 323.

3. **Karpenko, F. E.** Sovremennye metody v ehlektroehncefalografii / F. E. Karpenko, T. A. Frolova // EHnergoberezhenie i ehffektivnost' v tekhnicheskikh sistemah : materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii studentov, molodyh uchenyh i specialistov. Tambov, 10 – 12 iyulya 2017 g. / Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federacii; Rossijskij fond fundamental'nyh issledovanij; FGBOU VO “Tambovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet” ; otv. red. T. I. Chernyshova. – Tambov : Izd-vo Pershina R. V., 2017. – S. 476–477.

4. **Agafonova, N. I.** EHffektivnost' teplovizionnyh sistem v medicine / N. I. Agafonova, T. A. Frolova // EHnergoberezhenie i ehffektivnost' v tekhnicheskikh sistemah : materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii studentov, molodyh uchenyh i specialistov. Tambov, 10 – 12 iyulya 2017 g. / Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federacii; Rossijskij fond fundamental'nyh issledovanij; FGBOU VO “Tambovskij

gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet” ; otv. red. T. I. Chernyshova. – Tambov : Izd-vo Pershina R. V., 2017. – S. 453–454.

5. **Konovalova, K. N.** Sovremennye sredstva obrabotki informacii v ehlektrokardiografii / K. N. Konovalova, T. A. Frolova // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Vyp. 2 : v 2 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VPO “TGTU”. – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO “TGTU”, 2016. – Vyp. 2. – T. II.

6. **Gundarcova, E. S.** Primenenie GMR-datchikov v medicine / E. S. Gundarcova, T. A. Frolova // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Vyp. 2 : v 2 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VPO “TGTU”. – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO “TGTU”, 2016. – Vyp. 2. – T. II.

7. **Semenov, D. D.** Osnovnye tendencii obrabotki informacii v priborah dlya izmereniya parametrov dyhatel'noj sistemy / D. D. Semenov, T. A. Frolova // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Vyp. 2 : v 2 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VPO “TGTU”. – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO “TGTU”, 2016. – Vyp. 2. – T. II.

8. **Konovalova, K. N.** Sovremennye sredstva obrabotki informacii v yadernoj medicine / K. N. Konovalova, T. A. Frolova // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Vyp. 2 : v 2 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VPO “TGTU”. – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO “TGTU”, 2016. – Vyp. 2. – T. II.

9. **Frolov, S. V.** Racional'nyj vybor medicinskoj tekhniki dlya lechebno-profilakticheskogo uchrezhdeniya na osnove sistemy podderzhki prinyatiya reshenij / S. V. Frolov, M. S. Frolova, A. Yu. Potlov // Vrach i informacionnye tekhnologii. – 2014. – № 3. – S. 35 – 45.

10. **Frolov, S. V.** Ob"ektno-orientirovannaya dekompoziciya informacionnoj modeli izdelij medicinskoj tekhniki / S. V. Frolov, M. S. Frolova // Polzunovskij al'manah. – 2016. – № 2. – S. 112 – 117.

УДК 681.3

**Фролов С. В., Фролова М. С.,
Никитина Н. Ю., Серебряков А. А., Колмаков С. А.**
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов,
(E-mail: frolova2000@gmail.com)

ДОПЛЕРОВСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Frolov S. V., Frolova M. S.,
Nikitina N. Yu., Serebryakov A. A., Kolmakov S. A.**
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(E-mail: frolova2000@gmail.com)

DOPPLER RESEARCH METHODS

Аннотация. Проведен обзор и анализ новейших доплеровских методов исследования.

Ключевые слова: доплеровская детекция кровотока, ультразвуковая волна, производство датчиков.

Abstract. A review and analysis of the latest Doppler research methods was made.

Keywords: Doppler blood flow detection, ultrasonic wave, production of sensors.

Ультразвуковые исследования – самое распространенное в мире средство визуализации внутренних органов и структур с целью диагностики в большинстве областей медицины: акушерстве и гинекологии, кардиологии и сосудистых исследованиях, педиатрии, хирургии, маммографии и т.д. [1 – 8].

Столь высокая популярность ультразвуковой диагностики обусловлена преимуществами этого метода исследований:

- высокой информативностью;
- практической безвредностью;
- уникальной возможностью наблюдения кровотока с количественной оценкой параметров функционирования сердца и сосудов;
- относительно невысокой стоимостью обследования;
- возможностью использования портативных моделей прибора в медицине катастроф и скорой помощи.

Принцип доплеровской детекции кровотока основан на следующем. Ультразвуковая волна излучается на одной частоте. При отражении УЗ-волны движущимся объектом (эритроцитом крови) частота отличается. По разнице испускаемой и принятой частот, а также по другой информации компьютер реконструирует, с какой скоростью движется объект, в какую сторону и на каком расстоянии движется в сосуде кровь.

При выделении изображения цветом система производит сопоставление, к датчику или от датчика движутся частицы крови. В результате частицы, движущиеся к датчику, картируются красным цветом, а движущиеся от датчика – синим. Эти цвета – общепринятые, приняты в соответствии с венозной и артериальной кровью. В сосудах шеи располагаются сонные артерии, которые несут кровь от сердца к головному мозгу.

Вены собирают кровь от органов и тканей и несут их в обратную сторону. Направление кровотока венозной и артериальной крови противоположное. Венозная кровь темнее по окраске.

Сердце, магистральные сосуды, периферические сосуды можно исследовать при помощи доплеровского метода.

В большинстве магистральных артерий характер кровотока ламинарный. При ламинарном потоке отмечается параболический профиль скорости движения жидкости по трубе. Скорость наибольшая по центральной оси сосуда и уменьшается почти до нуля у стенки сосуда. Между отдельными слоями жидкости происходит лишь незначительное смешивание, так что отдельные частицы потока перемещаются прямо в отдельных слоях параллельно оси общего потока жидкости. При турбулентном потоке жидкости отмечается значительная сила трения и перемешивание слоев жидкости.

Принято, что в центре сосуда скорость близка к 0. Если скорость движения частицы в сосуде высокая, то она на УЗИ-изображении картируется желтым оттенком. Медленные частицы картируются темно-красным оттенком.

При наличии бляшек характер ламинарного кровотока нарушается. На ультразвуковом изображении такая патология выглядит как изменение цвета. Происходит турбулентция – в крови происходит перемешивание. Ультразвуковой прибор при помощи доплеровской методики обнаруживает патологию. Частицы крови движутся как к датчику, так и от датчика, что является показателем стеноза. Доплеровский метод показывает, что характер кровотока нарушен.

Спектральная доплеровская методика. Пользователь имеет возможность поставить в сосуд контрольный объем. С помощью настроек прибора мы имеем возможность установить область, в которой будем измерять скорость кровотока. Контрольный объем – это та область, откуда прибор будет брать информацию, с какой скоростью там течет кровь. Это настраиваемая величина. Результат исследования – это спектр кровотока, показывающий, как меняется скорость кровотока в процессе сердечного цикла.

Дополнительные методики, позволяющие получить больше информации об исследуемом объекте.

- Использование гармонических составляющих сигнала (использование гармонических составляющих сигнала позволяет получить большую контрастность, лучшее качество изображений).
- Панорамное сканирование.
- Пространственный и частотный компаундинг.
- Методика улучшения визуализации сосудов и доплеровские методы, 3D и 4D и их вариации (толстый срез, многосрезовая визуализация).
- Контрастная эхография.
- Внутрисердечная и внутрисосудистая эхокардиография.
- Совершенствование технологии датчиков.
- Времясберегающие технологии (автоматическая оптимизация параметров изображения в различных режимах (TEQ и Spectral TEQ) и автоматизация рутинных измерений – eSieCalcs, AutoOB, Auto LH).

Основные методики в режиме визуализации – это M-режим, B-режим, ЦДК, ЦДЭ, спектральный режим.

Сложносоставное сканирование (SieClear Compounding). Верной трактовке ультразвуковых изображений нередко мешает шум, который вызывается неоднородностями, включениями в органы. Ультразвук, когда встречается неоднородность в органе, рассеивается. Чтобы этот шум не был трактован как диагностически значимый, существуют технологии, снижающие шум.

В линейном датчике ультразвуковые лучи перпендикулярны сканирующей поверхности. Прибор при помощи задержек позволяет так формировать лучи с линейного датчика, что они будут излучаться не только под прямым углом к датчику, но и под другими углами. Комбинируя эти изображения, можно снизить шум. Соотношение полезный сигнал/шум возрастает. Эта технология многолучевого сканирования. В ультразвуковых сканерах Siemens для формирования одной точки используется до 13 лучей с разных углов. В результате использования такой технологии повышается контрастность и пространственное разрешение изображения, снижается количество артефактов.

Панорамное широкоформатное сканирование (SieScape Panoramic Imaging). Врач проводит датчиком вдоль тела пациента. Компьютер собирает, анализирует и корректирует пространственно информацию. В результате получаем панорамное анатомическое изображение, которое позволяет наблюдать весь орган. Это изображение шире и длиннее, чем обычное ультразвуковое изображение. Позволяет исследовать протяженные объекты – сосуды.

Панорамное сканирование может проводиться как в стандартном В-режиме, так и в цветовом режиме (на В-режим накладывается энергетический доплеровский режим).

Трехмерная реконструкция 3 Scape Real-Time 3D Imaging (3D свободной рукой).

Преимущества:

- Создание трехмерной модели из 2D-изображения.
- Работает в режимах серошкального (на всех) и цветового доплеровского изображения (только системы сегмента M1).
- Метод 3D свободной рукой – ультразвуковая томография. На тело пациента ставится датчик. Врач ведет датчиком не вдоль тела пациента, как при панорамном сканировании, а поперек. В результате получается набор аксиальных срезов. Срезы в виде объема можно посмотреть с разных сторон.

Такой метод подвержен артефактам: четкое изображение таким методом не получается. Это качественный метод, но в плане произведения измерений он не точный.

Технологии Siemens позволяют исследовать объемное изображение сердца ребенка в режиме реального времени.

Технология Amnioscopic Rendering. Виртуальная амниоскопия – технология визуализации, позволяющая имитировать эффект пропускания света тканями плода. Работает в режиме реального времени при использовании датчиков для 4D-сканирования. Ультразвуковой сканер не просто строит поверхность, а прибор имитирует светопропускание ткани. Изображение очень близко к тому, как ребенок выглядит в утробе матери. Эта технология реализована в ультразвуковых системах Siemens экспертного уровня.

Технологии производства датчиков. Линейный датчик состоит из пьезокристаллов. Технология *Multi-D Matrix Array* заключается в использовании нескольких рядов кристаллов в датчике. Эта технология позволяет один и тот же луч фокусировать на

разных глубинах и в разных точках. Вследствие использования этой технологии качество ультразвукового изображения улучшается.

Мы можем различать мельчайшие структуры – мельчайшие изменения эхоплотности. Такой эффект достигается из-за того, что талия ультразвукового луча поддерживается тонкой на большом промежутке. От того, насколько длинна и узка талия ультразвукового луча, и зависит пространственное разрешение и качество изображения.

Технология фокусировки датчиков *Hanafy™ Lens Transducer Technology* обеспечивает максимально точную фокусировку ультразвукового луча на всем протяжении. Это достигается за счет того, что элементы датчика имеют форму вогнутой линзы.

Существуют и технологии производства датчиков для 4D-изображений. Технологии производства датчиков обеспечивают:

- точную фокусировку луча;
- высокое пространственное разрешение.

Автоматическая оптимизация. В ультразвуковой системе есть множество настроек, которые врач производит вручную. Настраиваемые параметры – это динамический диапазон изображения, количество зон фокусировки, плотность акустических линий и пр. Врач имеет возможность настраивать яркость изображения – подсвечивать необходимые ему участки. Так как в ультразвуковом изображении присутствуют шумы, то бесконечно увеличивать яркость невозможно.

Для экономии времени врача производители ультразвуковых систем разрабатывают функции, которые способны оптимизировать рутинные операции. Например, технология Siemens TEQ позволяет интеллектуально оптимизировать изображение нажатием одной клавиши. Существенно сокращается время на настройку параметров изображения. Программа автоматически электронным образом выравнивает положение регуляторов. Так как врач затрачивает меньше времени на обработку изображений, то пропускная способность кабинета УЗИ выше.

Технология улучшения просвета сосудов Clarify VE technology. В норме просвет сосудов должен выглядеть анэхогенным, но даже на самом хорошем изображении почти всегда имеются артефакты, затрудняющие оценку состояния сосудистой стенки. Например, не всегда из-за наличия артефактов можно адекватно оценить размер сосудистой бляшки. Технология Clarify VE распознает движение крови в сосудах, и на основании этого движения программа корректирует УЗ-изображение.

Стресс-эхокардиография позволяет исследовать нарушение сократительной способности миокарда по сегментам: в каком из сегментов сердечной мышцы есть изменение кровотока и с чем это связано.

Список использованных источников

1. **Фролова, Т. А.** Применение электрохирургического аппарата в медицинской практике / Т. А. Фролова, А. В. Какорин, О. В. Проткина // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. : в 3 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 4. – Т. 3. – С. 311 – 314.

2. **Чуксин, А. А.** Разработка автоматизированной системы автоконтроля реографа для повышения качества технического обслуживания / А. А. Чуксин, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы

IV Междунар. науч.-практ. конф. : в 3 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 4. – Т. 3. – С. 318 – 323.

3. **Карпенко, Ф. Е.** Современные методы в электроэнцефалографии / Ф. Е. Карпенко, Т. А. Фролова // Энергосбережение и эффективность в технических системах : материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. Тамбов, 10 – 12 июля 2017 г. / Министерство образования и науки Российской Федерации; Российский фонд фундаментальных исследований; ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» ; отв. ред. Т. И. Чернышова. – Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2017. – С. 476–477.

4. **Агафонова, Н. И.** Эффективность тепловизионных систем в медицине / Н. И. Агафонова, Т. А. Фролова // Энергосбережение и эффективность в технических системах : материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. Тамбов, 10 – 12 июля 2017 г. / Министерство образования и науки Российской Федерации; Российский фонд фундаментальных исследований; ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» ; отв. ред. Т. И. Чернышова. – Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2017. – С. 453–454.

5. **Коновалова, К. Н.** Современные средства обработки информации в электрокардиографии / К. Н. Коновалова, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II междунар. науч.-практ. конф. – Вып. 2 : в 2 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. II.

6. **Гундарцова, Е. С.** Применение GMR-датчиков в медицине / Е. С. Гундарцова, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II междунар. науч.-практ. конф. – Вып. 2 : в 2 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. II.

7. **Семенов, Д. Д.** Основные тенденции обработки информации в приборах для измерения параметров дыхательной системы / Д. Д. Семенов, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II междунар. науч.-практ. конф. – Вып. 2 : в 2 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. II.

8. **Коновалова, К. Н.** Современные средства обработки информации в ядерной медицине / К. Н. Коновалова, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II междунар. науч.-практ. конф. – Вып. 2 : в 2 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. II.

References

1. **Frolova, T. A.** Primenenie ehlektrohirurgicheskogo apparata v medicinskoj praktike / T. A. Frolova, A. V. Kakorin, O. V. Protkina // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii : v 3 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VO “TGTU”. – Tambov : Izd-vo FGBOU VO “TGTU”, 2017. – Vyp. 4. – T. 3. – S. 311 – 314.

2. **CHuksin, A. A.** Razrabotka avtomatizirovannoj sistemy avtokontrolya reografa dlya povysheniya kachestva tekhnicheskogo obsluzhivaniya / A. A. CHuksin, T. A. Frolova //

Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii : v 3 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VO "TGTU". – Tambov : Izd-vo FGBOU VO «TGTU», 2017. – Vyp. 4. – T. 3. – S. 318 – 323.

3. **Karpenko, F. E.** Sovremennye metody v ehlektroehncefalografii / F. E. Karpenko, T. A. Frolova // EHnergoberezhenie i ehffektivnost' v tekhnicheskikh sistemah : materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii studentov, molodyh uchenyh i specialistov. Tambov, 10 – 12 iyulya 2017 g. / Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federacii; Rossijskij fond fundamental'nyh issledovanij; FGBOU VO "Tambovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet" ; otv. red. T. I. Chernyshova. – Tambov : Izd-vo Pershina R. V., 2017. – S. 476–477.

4. **Agafonova, N. I.** EHffektivnost' teplovizionnyh sistem v medicine / N. I. Agafonova, T. A. Frolova // EHnergoberezhenie i ehffektivnost' v tekhnicheskikh sistemah : materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii studentov, molodyh uchenyh i specialistov. Tambov, 10 – 12 iyulya 2017 g. / Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federacii; Rossijskij fond fundamental'nyh issledovanij; FGBOU VO "Tambovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet" ; otv. red. T. I. Chernyshova. – Tambov : Izd-vo Pershina R. V., 2017. – S. 453–454.

5. **Konovalova, K. N.** Sovremennye sredstva obrabotki informacii v ehlektrokardiografii / K. N. Konovalova, T. A. Frolova // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Vyp. 2 : v 2 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VPO "TGTU". – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO "TGTU", 2016. – Vyp. 2. – T. II.

6. **Gundarcova, E. S.** Primenenie GMR-datchikov v medicine / E. S. Gundarcova, T. A. Frolova // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Vyp. 2 : v 2 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VPO "TGTU". – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO "TGTU", 2016. – Vyp. 2. – T. II.

7. **Semenov, D. D.** Osnovnye tendencii obrabotki informacii v priborah dlya izmereniya parametrov dyhatel'noj sistemy / D. D. Semenov, T. A. Frolova // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Vyp. 2 : v 2 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VPO "TGTU". – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO "TGTU", 2016. – Vyp. 2. – T. II.

8. **Konovalova, K. N.** Sovremennye sredstva obrabotki informacii v yadernoj medicine / K. N. Konovalova, T. A. Frolova // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Vyp. 2 : v 2 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VPO "TGTU". – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO "TGTU", 2016. – Vyp. 2. – T. II.

УДК 681.3

Ковалев И. Б., Лядова Н. А., Медведев А. В., Чикурков П. И.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(E-mail: frolova2000@gmail.com)

АБРАЗИВНОЕ ИЗНАШИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ

Kovalev I. B., Lyadova N. A., Medvedev A. V., Chikurkov P. I.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(E-mail: frolova2000@gmail.com)

ABRASIVE WEAR OF THE PART SURFACE

Аннотация. Объясняется механизм абразивного изнашивания поверхности детали, возникающего в результате деформирующего, режущего или царапающего действия твердых частиц, чаще всего минерального происхождения.

Ключевые слова: абразивные частицы, упругие напряжения, поверхностный слой.

Abstract. The mechanism of the abrasive wear of the surface of the part, resulting from the deforming, cutting or scratching action of solid particles, most often of mineral origin, is explained.

Keywords: abrasive particles, elastic stresses, surface layer.

Абразивным называется изнашивание поверхности детали, возникающее в результате деформирующего, режущего или царапающего действия твердых частиц, чаще всего минерального происхождения. Механизм этого вида изнашивания заключается в удалении материала с изнашиваемой поверхности в виде очень мелкой стружки, фрагментов разрушенного материала или дисперсных кусочков, отделяющихся при воздействии абразива.

Изнашивающие абразивные частицы могут быть минерального происхождения (например, пыль, содержащая кварц), окалиной или наклепанными металлическими продуктами изнашивания, твердыми структурными составляющими одной из сопряженных поверхностей. Твердые частицы могут иметь разную форму и быть различным образом ориентированы гранями или ребрами относительно изнашиваемой поверхности, поэтому резать и снимать стружку могут только некоторые из них, большая же часть пластически деформирует более мягкий материал, оставляя следы в виде выдавленных рисок, царапин, канавок или отпечатков. Навалы, образующиеся по краям таких пластически выдавленных царапин, снимаются другими абразивными зёрнами, подвергаясь иногда неоднократно повторному передеформированию.

Абразивное изнашивание, наблюдаемое при контакте с абразивом, может быть подразделено на два вида в соответствии с характером силового взаимодействия поверхности детали с абразивом:

- 1) абразивное изнашивание материала детали при статических прижимных нагрузках, возникающее при продольном перемещении поверхности детали и абразива;
- 2) абразивное изнашивание материала детали в условиях динамического воздействия, возникающего при их соударении.

В зависимости от состояния абразива, находящегося в контакте с деталью, дополнительно различают:

- изнашивание в контакте с монолитным абразивом;
- изнашивание в сыпучем абразиве.

Монолитный абразив, согласно данным, обладает значительно более агрессивным воздействием на поверхностный слой детали, чем сыпучий. Отсутствие жесткого закрепления абразивных частиц в породе в момент контакта с материалом детали сопровождается их перекачиванием при относительном скольжении поверхности детали или создает «буферный эффект», поглощая часть энергии при соударении.

Абразивное изнашивание под действием статических прижимных нагрузок наблюдается в следующих случаях:

- при скольжении поверхности детали по монолитному или сыпучему абразиву;
- при контакте с более мягким материалом (например, уплотнением), чья поверхность шаржирована закрепившимися в ней абразивными частицами;
- при относительном перемещении двух металлических поверхностей, в зазоре между которыми присутствует абразив.

Основной характеристикой поверхности, определяющей абразивное изнашивание в условиях статического нагружения, является наличие на ней хорошо различимых мелких царапин и углублений различной протяженности, всегда ориентированных в направлении движения абразива (рис. 1).

Воздействие как монолитного, так и сыпучего абразива на поверхность детали обусловлено тем, что абразивные частицы действуют на металл как множество деформирующих или режущих элементов. На первом этапе (рис. 2, *а*) твердые абразивные частицы внедряются в металл, на втором (рис. 2, *б*) – при скольжении абразива по детали в поверхностном слое возникают либо упругие напряжения, либо пластические деформации, либо снятие стружки в процессе микрорезания.

Создание в зоне контакта упругих напряжений определяет фактическое отсутствие износа. Появление частиц износа в этом случае возможно только в результате зарождения усталостных трещин при многократном нагружении тонкого поверхностного слоя. В значительной степени упругая деформация поверхностного слоя носит обратимый характер и исчезает при снятии нагрузки.

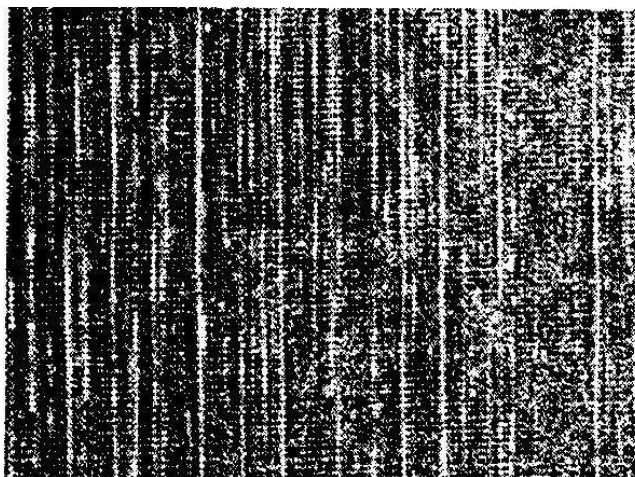


Рис. 1. Рельеф поверхности изнашивания при скольжению по абразиву

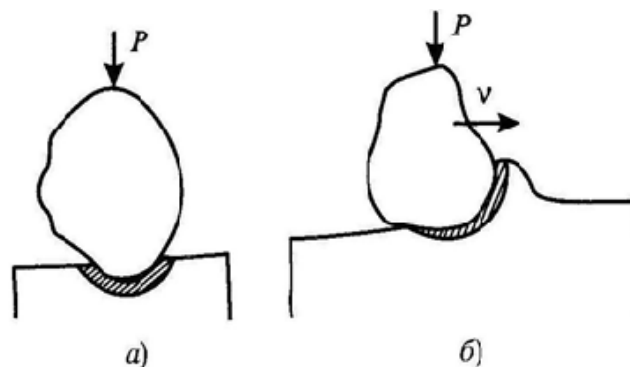


Рис. 2. Схема взаимодействия абразивных частиц на разных этапах изнашивания

Необратимые изменения поверхности детали происходят при превышении предела упругости металла детали [1 – 5]. Пластическая деформация поверхности абразивной частицей приводит к вытеснению металла в отвалы по краям зоны контакта. При движении соседних абразивных частиц вблизи ранее образованных отвалов на боковых поверхностях царапины происходит вторичное передеформирование, переориентация металла отвалов в сторону царапины или его отделение от поверхности трения в результате развития трещины.

Микрорезание, сопровождающееся снятием стружки в результате одноактного нагружения, возникает в том случае, если в зоне контакта с абразивной частицей превышен предел прочности металла поверхностного слоя. Для абразивного изнашивания при трении скольжения по абразиву характерно высокое внешнее силовое воздействие на поверхность металла. В этих условиях не все частицы абразива способны разрушать металл путем микрорезания или многократного пластического деформирования. Часть из них под действием контактных нагрузок разрушается на более мелкие частицы, не поражая металла, но создавая предпосылки к ухудшению условий скольжения.

Список использованных источников

1. **Мокрозуб, В. Г.** Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, А. В. Мокрозуб, А. А. Чуриков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2015. – № 4(58). – С. 187 – 195.
2. **Мокрозуб, В. Г.** Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования : учебное пособие / В. Г. Мокрозуб – Тамбов : Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.
3. **Фролов, С. В.** Применение метода регуляризации для обеспечения устойчивости систем регулирования с нейроконтроллером / С. В. Фролов, Т. А. Фролова, П. Т. Сомов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2011. – № 5. – С. 54 – 58.
4. **Фролова, Т. А.** Совершенствование механизма прогнозирования продаж продукции машиностроительного предприятия : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Т. А. Фролова, И. И. Данилкина. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. I. – С. 231 – 235.
5. **Фролова, Т. А.** Solving interval mathematical models of heat transfer processes / Т. А. Фролова, С. В. Фролов, Д. С. Туляков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2013. – № 1(45). – С. 64 – 75.

References

1. **Mokrozub, V. G.** Struktura intellektual'noj avtomatizirovannoj sistemy mekhanicheskikh raschetov tekhnologicheskogo oborudovaniya / V. G. Mokrozub, A. V. Mokrozub, A. A. CHurikov // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo. – 2015. – № 4(58). – S. 187 – 195.
2. **Mokrozub, V. G.** Razrabotka intellektual'nyh informacionnyh sistem avtomatizirovannogo proektirovaniya tekhnologicheskogo oborudovaniya : uchebnoe posobie / V. G. Mokrozub. – Tambov : Tambovskij GTU, 2008. – 80 s.
3. **Frolov, S. V.** Application of a method of regularization for support of stability of systems of regulation with a neurocontroller / S. V. Frolov, T. A. Frolova, P. T. Somov // Industrial ACS and controllers. – 2011. – № 5. – P. 54 – 58.
4. **Frolova, T. A.** Improvement of the mechanism of forecasting of sales of production of machine-building enterprise : materials of the international scientific and practical conference / T. A. Frolova, I. I. Danilkina. – Tambov : TGTU FGBOU VPO publishing house, 2016. – Release 2. – Volume I. – C. 231 – 235.
5. **Frolova, T. A.** Inhabitants of Tula of Solving interval mathematical models of heat transfer processes / T. A. Frolova, S. V. Frolov, D. S. Tulyakov // Questions of the modern science and practice. University of V. I. Vernadsky. – 2013. – № 1(45). – P. 64 – 75.

УДК 620.179.112

Ковалев И. Б., Лядова Н. А., Медведев А. В., Чикурков П. И.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(E-mail: frolova2000@gmail.com)

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ МЕХАНИЧЕСКОГО ИЗНАШИВАНИЯ

Kovalev I. B., Lyadova N. A., Medvedev A. V., Chikurkov P. I.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(E-mail: frolova2000@gmail.com)

MAIN TYPES OF MECHANICAL WEARING

Аннотация. Показано, что при разработке технологии упрочнения детали, подвергающейся активному износу, определяющее значение имеет правильное выявление того изнашивающего воздействия, которое играет ведущую роль в разрушении ее поверхности.

Ключевые слова: изнашивание, повышение точности, надежность.

Abstract. It is shown that when developing a technology for hardening a part that is subject to active wear, correct determination of the wear effect that plays a leading role in the destruction of its surface is of decisive importance.

Keywords: wear, increase accuracy, reliability.

Непрерывно возрастающие требования к качеству выпускаемых машин и приборов связаны с необходимостью повышения их точности и надежности, производительности и коэффициента полезного действия, которые в значительной мере определяются эксплуатационными свойствами их деталей и узлов (износостойкость и коэффициент трения, усталостная прочность, коррозионная стойкость, контактная жесткость, прочность сопряжений, плотность соединений и др.) [1 – 5]. Многочисленные исследования показали, что до 80% случаев выхода из строя машин при эксплуатации происходит из-за износа в сопряжениях узлов трения. Детали машин, работающие в активных средах, нередко выходят из строя из-за интенсивного их корродирования.

Износ деталей машин характеризуется разрушением контактного поверхностного слоя, в котором в результате взаимодействия сопрягающихся поверхностей происходят физико-химические, усталостные изменения. Поэтому износостойкость в значительной мере зависит от таких характеристик качества поверхности, как микротвердость и остаточные напряжения.

Согласно ГОСТ 27674 изнашивание – это процесс отделения материала с поверхности твердого тела и (или) увеличения его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и(или) формы тела. Изнашивание является сложным процессом, зависящим от двух взаимосвязанных групп факторов. С одной стороны, процесс изнашивания определяется условиями работы детали с учетом приложенных нагрузок, скорости перемещения, агрессивности среды и температуры эксплуатации, с другой стороны, он зависит также от способности металла детали противостоять действию изнашивающих нагрузок, что определяется его химическим составом, термической обработкой, структурой и полученными в результате этого механическими свойствами.

Возникающие в процессе изнашивания изменения размеров, формы, объема или массы детали называются износом. Износ может быть линейным или весовым, возникать в результате одноактного срезания материала или формироваться в процессе многократного передеформирования поверхностного слоя. При изнашивании разрушение материала чаще всего наблюдается непосредственно на поверхности детали, хотя при наличии усталостного воздействия может начинаться под поверхностью детали, ухудшая стойкость контактного слоя. Величиной, обратной износу, является износостойкость материала. Под износостойкостью материала понимают такое сочетание его свойств, которое позволяет оказывать сопротивление действию изнашивающих нагрузок в определенных условиях нагружения в течение заданного времени.

Изнашивание представляет собой процесс разрушения поверхностного слоя материала деталей, вызывающий постепенное снижение и в конечном итоге полную потерю работоспособности деталей. Процесс изнашивания детали, как правило, неоднозначен и зависит от большого числа факторов. Условия работы большинства деталей определяют наличие сразу нескольких видов изнашивания, одни из которых приводят непосредственно к разрушению поверхностного слоя, а другие, не вызывая непосредственного отделения частиц материала, тем не менее способствуют ускорению данного процесса.

В связи с этим при разработке технологии упрочнения детали, подвергающейся активному износу, определяющее значение имеет правильное выявление того изнашивающего воздействия, которое играет ведущую роль в разрушении ее поверхности. Анализ основных характеристик процесса изнашивания детали, подлежащей упрочнению, может рассматриваться как первый этап при разработке технологии повышения ее износостойкости.

Систематизация условий работы, приводящих к износу деталей, позволила классифицировать различные виды изнашивающего воздействия по трем группам (рис. 1).

Первая группа объединяет разновидности механического изнашивания, заключающегося в разрушении поверхностного слоя в результате механического взаимодействия с абразивом, газовой или жидкостной средой или контактирующей деталью. Для деталей и узлов нефтегазового оборудования наиболее характерным и агрессивным видом является изнашивание в присутствии абразива.

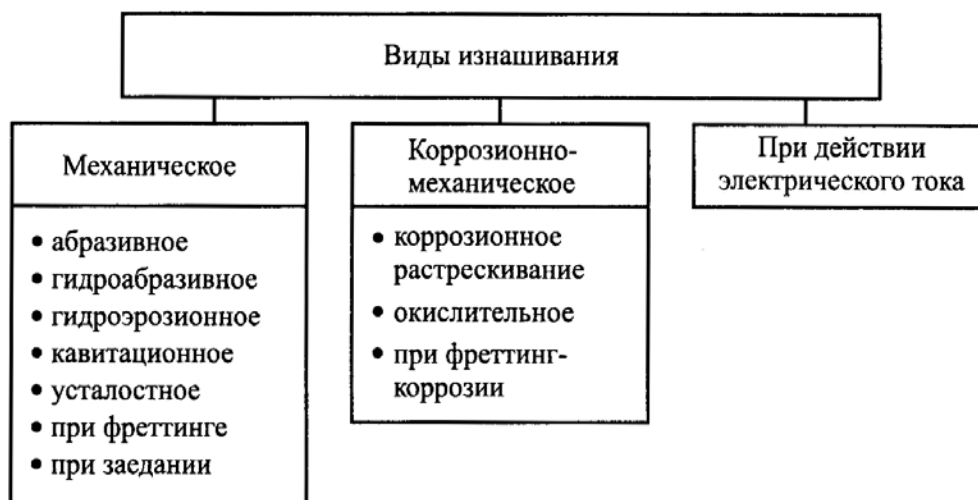


Рис. 1. Классификация видов изнашивания

Вторая группа включает коррозионно-механическое изнашивание, возникающее в результате механического воздействия, сопровождаемого химическим и(или) электрохимическим взаимодействием материала детали с внешней средой.

Третья группа изнашивающего воздействия рассматривает действие электрического тока на поверхностный слой детали.

Механическое изнашивание имеет наибольшее количество различных видов. Это связано с разнообразием схем механического нагружения, при которых происходит эксплуатация деталей. В зависимости от характера механического воздействия, оказываемого контактирующими телами или средой на поверхность деталей, виды механического изнашивания можно разделить на ряд групп. Первая группа объединяет разновидности механического изнашивания, характеризующиеся значительными контактными нагрузками и взаимодействием с абразивом. Сюда относятся абразивное, гидро- и газоабразивное изнашивание. Вторая группа включает виды изнашивания, протекающие в условиях циклического нагружения при относительно небольших усилиях на контакте. В эту группу входят усталостное изнашивание, реализующееся под действием статической нагрузки, и кавитационное изнашивание, протекающее в результате динамического нагружения. В третью группу могут быть отнесены виды изнашивания, связанные с наличием молекулярного воздействия на изнашиваемую поверхность, такие, как эрозионное разрушение и разрушение при заедании.

Список использованных источников

1. **Мокрозуб, В. Г.** Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, А. В. Мокрозуб, А. А. Чуриков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2015. – № 4(58). – С. 187 – 195.
2. **Мокрозуб, В. Г.** Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования : учебное пособие / В. Г. Мокрозуб. – Тамбов : Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.
3. **Фролов, С. В.** Применение метода регуляризации для обеспечения устойчивости систем регулирования с нейроконтроллером / С. В. Фролов, Т. А. Фролова, П. Т. Сомов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2011. – № 5. – С. 54 – 58.
4. **Фролова, Т. А.** Совершенствование механизма прогнозирования продаж продукции машиностроительного предприятия : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Т. А. Фролова, И. И. Данилкина. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. I. – С. 231 – 235.
5. **Фролова, Т. А.** Solving interval mathematical models of heat transfer processes / Т. А. Фролова, С. В. Фролов, Д. С. Туляков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2013. – № 1(45). – С. 64 – 75.

References

1. **Mokrozub, V. G.** Struktura intelektual'noj avtomatizirovannoj sistemy mekhanicheskikh raschetov tekhnologicheskogo oborudovaniya / V. G. Mokrozub, A. V. Mokrozub, A. A. Churikov // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo. – 2015. – № 4(58). – S. 187 – 195.

2. **Mokrozub, V. G.** Razrabotka intellektual'nyh informacionnyh sistem avtomatizirovannogo proektirovaniya tekhnologicheskogo oborudovaniya : uchebnoe posobie / V. G. Mokrozub. – Tambov : Tambovskij GTU, 2008. – 80 s.
3. **Frolov, S. V.** Application of a method of regularization for support of stability of systems of regulation with a neurocontroller / S. V. Frolov, T. A. Frolova, P. T. Somov // Industrial ACS and controllers. – 2011. – № 5. – P. 54 – 58.
4. **Frolova, T. A.** Improvement of the mechanism of forecasting of sales of production of machine-building enterprise : materials of the international scientific and practical conference / T. A. Frolova, I. I. Danilkina. – Tambov : TGTU FGBOU VPO publishing house, 2016. – Release 2. – Volume I. – C. 231 – 235.
5. **Frolova, T. A.** Inhabitants of Tula of Solving interval mathematical models of heat transfer processes / T. A. Frolova, S. V. Frolov, D. S. Tulyakov // Questions of the modern science and practice. University of V. I. Vernadsky. – 2013. – № 1(45). – P. 64 – 75.

УДК 004.91

Соломатина Е. М., Логинова А. А., Хворов В. А.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 89156757880, e-mail: ekaterina.solomatina2017@yandex.ru)

**СТРУКТУРА МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА
ЛИЧНОГО КАБИНЕТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ УНИВЕРСИТЕТА**

Solomatina E. M., Loginova A. A., Khvorov V. A.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 89156757880, e-mail: ekaterina.solomatina2017@yandex.ru)

**THE STRUCTURE OF THE MOBILE SYSTEM OF ELECTRONIC DOCUMENT
MANAGEMENT OF A PERSONAL ACCOUNT OF A UNIVERSITY STUDENT**

Аннотация. Вопрос разработки систем электронного документооборота (СЭД) на мобильные платформы в наше время актуален, так как существуют отличительные особенности данных СЭД от стационарных. Также важной задачей является цифровизация образовательной деятельности, переход в данной области от бумажного документооборота к использованию информационных систем, в том числе мобильных. В данной статье рассматривается структура мобильной СЭД для кабинета обучающегося университета, так как подобная система позволяет организовать более доступный и удобный интерфейс для студентов. Удаленный доступ к системе дает пользователю возможность загрузки данных через Wi-Fi, так и через мобильный интернет и открывает новые возможности по распознаванию текстовой и графической информации.

Ключевые слова: электронный документооборот, личный кабинет обучающегося, информационные системы, автоматизация, балльно-рейтинговая система (БРС).

Abstract. The issue of development of electronic document management systems (EDMS) on mobile platforms is relevant nowadays, as there are distinctive features of EDMS data from stationary. Another important task is the digitalization of educational activities, the transition in this area from paper documents to the use of information systems, including mobile. This article discusses the structure of mobile EDMS for the account of a university student, as such a system allows you to organize a more accessible and user-friendly interface for students. Remote access to the system gives the user the ability to download data via Wi-Fi and via the mobile Internet and opens up new opportunities for the recognition of text and graphic information.

Keywords: electronic document management, personal account of a student, information systems, automation, account, point-rating system (PRS).

В настоящее время в рамках информатизации все большую актуальность приобретает внедрение электронного документооборота. Ни одна организация в современном обществе не может эффективно существовать без грамотно организованной системы электронного документооборота (СЭД). Что касается высших учебных заведений, то сейчас активно используют подобные системы для цифровизации личного кабинета обучающегося [1].

Анализ процессов движения документов в этой предметной области показал, что проблема разработки информационных систем для управления подготовкой у студен-

тов-магистров-аспирантов и автоматизации деятельности курирующих этот процесс структурных подразделений ставится во многих вузах [2]. Однако из-за высокой сложности структуры личных кабинетов обучающихся качество полученных программных решений не всегда остается на должном уровне, подобные системы не пользуются достаточным вниманием у обучающихся из-за громоздкой структуры и излишней функциональности [3].

Поэтому актуальной задачей является разработка упрощенной системы электронного документооборота (СЭД) для мобильных платформ. Во-первых, это обеспечит лучший пользовательский опыт для обучающихся, так как данная возрастная группа лучше воспринимает информацию именно с мобильных платформ. Во-вторых, это обеспечит постоянный удаленный доступ к СЭД с устройств обучающихся. И, наконец, в рамках мобильной платформы можно организовать интерфейс СЭД более легким, понятным, удобным для конечного пользователя.

В рамках данной статьи мы проанализируем процессы документооборота, связанные с личным кабинетом обучающегося, и сформулируем предполагаемую структуру мобильной СЭД.

В основе системы содержится пополняемая в интерактивном режиме база данных, включающая сведения об индивидуальных планах подготовки, учебной работе, научных исследованиях учащегося и предусматривающая регулярную фиксацию студентом промежуточных результатов выполнения индивидуального плана работы. Личный кабинет содержит полезную и актуальную информацию, которая нужна студентам-магистрантам-аспирантам: краткая информация об аккаунте, расписание занятий на сегодня и расписание экзаменов, новости университета, если личный кабинет позволяет, то и последние действия в разделе «Диалоги».

Структура мобильной СЭД кабинета обучающегося должна включать следующие компоненты [4, 5]:

- Новости и объявления.
- Расписание. Расписание формируется автоматически на основе информации из деканата. Так как недели делятся на четную и нечетную, то предусмотрена возможность переключения между текущей неделей обучения и следующей. Как только расписание консультаций, зачетов и экзаменов для будущей сессии будет утверждено, оно появится под расписанием занятий в виде некой таблицы.
 - Деканат. Данный раздел предназначен для сотрудников деканата и старост групп для просмотра электронного журнала посещаемости и успеваемости обучающихся.
 - Основная информация. В данном блоке находится информация о студенте и контакты для связи с ним (адрес, почта, телефон и т.д.).
 - Диалоги. В данном разделе студент можете создавать беседы со студентами, выпускниками или преподавателями.
 - Успеваемость и Аттестация. Реализуется посредством балльно-рейтинговой системы (БРС). Данные о результатах обучения размещаются по каждому семестру, а после окончания университета хранятся в архиве.
 - Портфолио. Хранение всех достижений студента (научные публикации, спортивные награды, социальная работа и т.д.).
 - Электронная библиотека. Содержит ссылки на библиотечные ресурсы, которые предоставляет университет.

- Обратная связь. Используется для связи с администратором системы для решения технических проблем и получения справочной информации.

Для создания личного кабинета для студентов-аспирантов-магистрантов требуется огромная работа [6]. Если рассматривать конкретное учебное заведение и внедрение в него личного кабинета, то необходимо предусматривать такие вещи, как установка беспроводной сети Wi-Fi по всем работающим корпусам, для более удобного использования личного кабинета. Личный кабинет, как часть комплексной системы электронного документооборота, является важным элементом в информационной структуре университета и представляет собой центр интеграции всех электронных систем университета.

Кроме того, необходимо учитывать особенности каждой ступени образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура), структуру информационных потоков подразделений, специфику обрабатываемых документов [7, 8].

Далее рассмотрим структуру мобильной СЭД кабинета обучающегося (рис. 1).

Рассмотрим отличительные особенности структуры мобильной СЭД от стационарной:

- Блок «Авторизация». В отличие от классической схемы «логин-пароль», на мобильных платформах можно реализовать авторизацию пользователя с помощью биометрических сканеров (отпечаток пальца, распознавание сетчатки или лица пользователя). Это значительно повышает безопасность системы и снижает возможность несанкционированного доступа к информации.

- Удаленный доступ к системе. Вся функциональность системы доступна в мобильном устройстве пользователя, загрузка данных возможна как через сети Wi-Fi, так и через мобильный интернет.

- Оповещение. Благодаря наличию таких средств оповещения, как Push-уведомления и sms-скорость доставки срочных сообщения до пользователя значительно возрастает, что особенно важно при возникновении таких событий, как, например, перенос занятий.



Рис. 1. Структура мобильной СЭД кабинета обучающегося

Кроме того, используемое в рамках мобильных платформ аппаратное обеспечение (камеры, микрофоны, датчики) позволяет реализовывать дополнительный ряд функций по распознаванию текстовой, графической информации, реализации видеозвонков между пользователями, организации новых подходов к взаимодействию с интерфейсом посредством сенсорного экрана, жестов, управления голосом.

Таким образом, исходя из всего вышеперечисленного, можно сделать вывод, что кабинет обучающегося для мобильных платформ будет использоваться для решения широкого спектра задач по обработке информации. Предлагаемая структура мобильной СЭД будет использоваться для ее дальнейшего проектирования и программной реализации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках гранта Президента РФ МК-1666.2018.9.

Список использованных источников

1. **Игнатьев, О. В.** Формирование информационной среды университета на базе Интернет-портала / О. В. Игнатьев, И. А. Игнатьева // Применение новых информационных технологий в образовании : тр. XXII Междунар. конф., Троицк, 29–30 июня 2011 г. – Изд-во «Тривант», 2011. – С. 379–380.

2. **Бердшанский, А. М.** Электронная информационно-образовательная среда организации как основа дальнейшего развития электронного обучения / А. М. Бердшанский, И. Г. Кревский, В. А. Мещеряков // Научно-образовательная информационная среда XXI века : тр. IX Междунар. науч.-практ. конф. (23 – 25 сентября 2015 г.). Петрозаводск, 2015. – С. 16 – 20.

3. **Лебедева, Т. Е.** Электронная образовательная среда университета: требования, возможности, опыт и перспективы использования / Т. Е. Лебедева, Н. В. Охотникова, Е. А. Потапова // Интернет-журнал «Мир науки». – 2016. – Т. 4, № 2.

4. **Краснянский, М. Н.** Методика классификации и обработки документов в системе управления электронным документооборотом научно-образовательного учреждения / М. Н. Краснянский, А. Д. Обухов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2018. – № 2(68). – С. 203 – 216.

5. **Formalization** of document management using multilevel graph model of information processing / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 413 – 420.

6. **The algorithm** of document routing in the electronic document management system using machine learning methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, A. A. Voyakina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 765 – 772.

7. **Algorithm** for Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // Journal of Applied Sciences. – 2016. – V. 16, № 7. – С. 332.

8. **Попов, А. И.** Методическая система организации работы в вузе с одаренными студентами по информатике / А. И. Попов, Р. Е. Ракитина, А. Д. Обухов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2016. – № 3. – С. 123 – 135.

References

1. **Ignat'ev, O. V.** Formirovanie informacionnoj sredy universiteta na baze Internet-portala / O. V. Ignat'ev, I. A. Ignat'eva // *Primenenie novykh informacionnykh tekhnologij v obrazovanii* : trudy XXII Mezhdunarodnoj konferencii, Troick, 29–30 iyunya 2011 goda. Izd-vo “Trovant”, 2011. – P. 379–380.
2. **Berdshanskij, A. M.** Elektronnyaya informacionno-obrazovatel'naya sreda organizacii kak osnova dal'nejshego razvitiya ehlektronного obucheniya / A. M. Berdshanskij, I. G. Krevskij, V. A. Meshcheryakov // *Nauchno-obrazovatel'naya informacionnaya sreda XXI veka* : trudy IX Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. (23 – 25 sentyabrya 2015 goda). Petrozavodsk, 2015. – P. 16 – 20.
3. **Lebedeva, T. E.** Elektronnyaya obrazovatel'naya sreda universiteta: trebovaniya, vozmozhnosti, opyt i perspektivy ispol'zovaniya / T. E. Lebedeva, N. V. Ohotnikova, E. A. Potapova // *Internet-zhurnal «Mir nauki»*. – 2016. – T. 4, № 2.
4. **Krasnyanskiy, M. N.** Metodika klassifikacii i obrabotki dokumentov v sisteme upravleniya ehlektronnym dokumentooborotom nauchno-obrazovatel'nogo uchrezhdeniya / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obuhov // *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Un-t im. V. I. Vernadskogo*. – 2018. – № 2(68). – P. 203 – 216.
5. **Formalization** of document management using multilevel graph model of information processing / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina et al. // *Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference*. – 2018. – V. 2.1. – P. 413 – 420.
6. **The algorithm** of document routing in the electronic document management system using machine learning methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, A. A. Voyakina et al. // *Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference*. – 2018. – V. 2.1. – P. 765 – 772.
7. **Algorithm** for Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // *Journal of Applied Sciences*. – 2016. – V. 16, № 7. – C. 332.
8. **Popov, A. I.** Metodicheskaya sistema organizacii raboty v vuze s odarennymi studentami po informatike / A. I. Popov, R. E. Rakitina, A. D. Obuhov // *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo*. – 2016. – № 3. – P. 123 – 135.

УДК 004.91

Логинова А. А., Соломатина Е. М., Хворов В. А.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 89996220655, e-mail: safazu24@gmail.com)

МОБИЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТОМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫМИ ПРОЕКТАМИ

Loginova A. A., Solomatina E. M., Khvorov V. A.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 89996220655, e-mail: safazu24@gmail.com)

MOBILE DOCUMENT MANAGEMENT SYSTEM FOR SCIENTIFIC PROJECT MANAGEMENT

Аннотация. Для повышения эффективности работы во многих сферах человеческой деятельности необходимо проведение научных исследований. Работа с научными проектами связана с созданием и обработкой огромного количества информации, требует тщательного планирования и контроля за выполнением этапов. Для решения данных задач предлагается использование мобильной системы управления документооборотом (СЭД). Разработка СЭД под мобильные платформы накладывает некоторые ограничения на обработку документов, однако, значительно повышает мобильность пользователей, обеспечивает им постоянный удаленный доступ к системе. В статье рассматривается структурная схема, основные компоненты и особенности мобильных СЭД для управления научными проектами.

Ключевые слова: система управления электронным документооборотом, обработка информации, мобильные СЭД, структурная модель, автоматизация научных проектов, системный анализ, мобильные платформы.

Abstract. To increase the efficiency of work in many spheres of human activity, scientific research is needed. Working with scientific projects is associated with the creation and processing of a huge amount of information; it requires careful planning and control over the implementation of stages. To solve these problems, the use of a mobile document management system (EDMS) is proposed. The development of EDMS for mobile platforms imposes some restrictions on the processing of documents, however, significantly increases the mobility of users, provides them with permanent remote access to the system. The article discusses the structural scheme, the main components and features of mobile EDS for managing research projects.

Keywords: electronic document management system, information processing, mobile EDMS, structural model, automation of scientific projects, system analysis, mobile platforms.

Современным трендом в развитии экономики является всеобщая цифровизация инфраструктуры предприятий или организаций. Одним из ключевых компонентов этого процесса являются системы электронного документооборота (СЭД), так как большинство современных компаний ежедневно создают, обрабатывают, хранят и передают огромные массивы информации как в цифровом, так и бумажном виде.

Повысить эффективность работы во многих сферах человеческой деятельности невозможно без проведения научных исследований. Это касается промышленности,

медицины, транспортной отрасли, образовательной сферы. Организация научных исследований без современных информационных технологий не может быть эффективной, поэтому использование систем электронного документооборота для хранения и обработки информации при проведении научных исследований является одним из способов повысить их результативность.

Основным объектом документооборота в научных исследованиях является научный проект. Научный проект – это совокупность взаимосвязанных документов, направленная на достижение некоторого научного результата за заданный промежуток времени заданным коллективом исполнителей под управлением руководителя проекта.

Работа с научными проектами связана с созданием и обработкой огромного количества информации, а также требует тщательного планирования и контроля за выполнением задач. Руководитель проекта должен иметь возможность отслеживать эффективность работы исполнителей, степень завершенности проекта, а исполнители в свою очередь – отслеживать поступающие к ним проекты и задания, отчитываться об их успешном выполнении.

На сегодняшний момент уже существует ряд СЭД, позволяющих работать с научными проектами, однако в них не всегда учитывается специфика подобного рода объектов документооборота [9]:

- сильная взаимосвязь между документами одного проекта;
- необходимость хранения не только текущих версий документов, но и прошлых, а также различных вариантов одного и того же документа (например, результатов научных экспериментов);
- наличие у проекта множества показателей его выполнения, как некоторых его атрибутов;
- постоянное изменение исполнителей документов из-за появления новых задач, перераспределения сотрудников, их замены, изменения целей проекта.

Кроме того, в современном мире все большую популярность приобретают приложения для мобильных платформ, в данный момент под них разрабатываются не только развлекательный контент, но и серьезные бизнес-приложения [1 – 4]. Поэтому актуальной задачей с научной и практической точки зрения будет проведение исследований в области проектирования мобильной СЭД для управления научными проектами.

При разработке мобильной версии СЭД для управления научными проектами необходимо учитывать два типа пользователей: руководитель и исполнитель.

Разница между этими двумя ролями, а также функции, доступные каждой из них, представлены на рис. 1.

Руководитель после создания проекта вводит необходимую информацию о нем [5]:

- наименование вида проектной работы;
- список исполнителей;
- сроки выполнения проекта;
- перечень основных этапов и задач проекта;
- краткое описание содержания проектной работы;
- файлы для работы над проектом.

Руководитель проекта определяет цели и задачи для исполнителей проектной работы и информирует о сроках выполнения. После работа над проектом передается исполнителям, которые могут просматривать все файлы, сроки и задачи, прикрепленные к проекту.



Рис. 1. Пользователи и доступные им функции

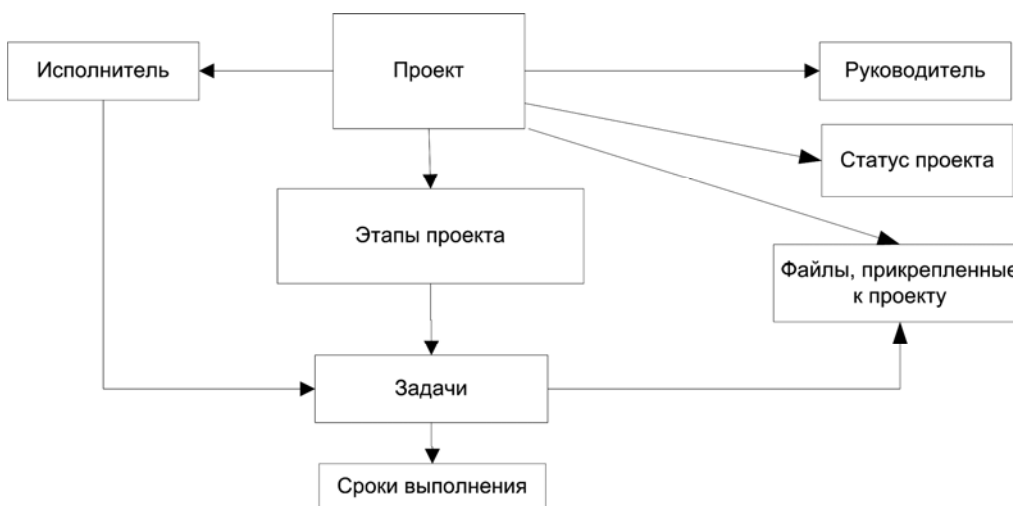


Рис. 2. Структура информационных потоков

Общая структура информационных потоков в мобильной СЭД управления научными проектами представлена на рис. 2.

К основным этапам проекта относятся [6 – 8]:

1. Создание проекта руководителем.
2. Определение руководителем сроков выполнения, назначение исполнителей, формирование задач.
3. Принятие проекта в работу исполнителями.
4. Добавление руководителем необходимых файлов для работы над проектом.
5. Добавление/изменение руководителем сроков и исполнителей.
6. Контроль руководителя за выполнением проекта.
7. Изменение статуса проекта.

Под статусом проекта понимается его текущее состояние, которое может принимать следующие значения:

1. В работе (сроки не истекли, ведется работа над проектом).
2. Завершен (проект является законченным в установленные сроки).

3. Невыполненный (проект, у которого истекли сроки выполнения или снят руководителем с выполнения).

Использование мобильных платформ позволяет исполнителям не отвлекаться от основной работы над проектом, которая не всегда проходит за стационарным компьютером, и своевременно фиксировать выполнение или невыполнение задач, прикреплять фото-, видео- и аудиоматериалы к каждой задаче со своего мобильного устройства.

Кроме того, использование мобильных платформ более перспективно с точки зрения защиты информации, так как на них можно использовать авторизацию по отпечатку пальца, сетчатке глаза или распознавание лица пользователя.

Для организации совместной работы, а особенно совещаний, мобильные СЭД предоставляют возможность реализации групповых конференций, в том числе с использованием видеосвязи, что значительно повышает продуктивность такого рода совещаний.

Таким образом, хотя разработка под мобильные платформы и накладывает некоторые ограничения на обработку документов, вызванные использованием сенсорных экранов, однако, значительно повышает мобильность пользователей, обеспечивает им постоянный удаленный доступ к системе. Поэтому разработка необходимого для проектирования подобных СЭД математического и алгоритмического обеспечения является актуальной научной задачей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках гранта Президента РФ МК-1666.2018.9.

Список использованных источников

1. Долгушина, М. А. Мобильные приложения для СЭД: проблемы и перспективы развития / М. А. Долгушина // Перспективы развития информационных технологий. – 2016. – № 33. – С. 181 – 184.
2. Чечиков, Ю. Б. Мобильные возможности электронного документооборота / Ю. Б. Чечиков // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2017. – С. 184.
3. Балк, В. А. Мобильные приложения систем электронного документооборота / В. А. Балк, С. В. Веретехина // Новое поколение. – 2015. – № 8. – С. 25 – 28.
4. Смирнов, А. А. Корпоративная мобильность в системах электронного документооборота / А. А. Смирнов // Ответственный редактор. – 2015. – С. 123.
5. Краснянский, М. Н. Методика классификации и обработки документов в системе управления электронным документооборотом научно-образовательного учреждения / М. Н. Краснянский, А. Д. Обухов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2018. – № 2(68). – С. 203 – 216.
6. **Formalization** of document management using multilevel graph model of information processing / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 413 – 420.
7. **The algorithm** of document routing in the electronic document management system using machine learning methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, A. A. Voyakina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 765 – 772.

8. **Algorithm** for Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // Journal of Applied Sciences. – 2016. – V. 16, № 7. – С. 332.

9. **Краснянский, М. Н.** Разработка информационной системы электронного документооборота управления фундаментальных и прикладных исследований / М. Н. Краснянский, А. Д. Обухов, С. В. Карпушкин, А. В. Остроух // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 2.

References

1. **Dolgushina, M. A.** Mobil'nye prilozheniya dlya SED: problemy i perspektivy razvitiya / M. A. Dolgushina // Perspektivy razvitiya informacionnyh tekhnologij. – 2016. – № 33. – S. 181 – 184.

2. **СHechikov, Yu. B.** Mobil'nye vozmozhnosti ehlektronного dokumentooborota / Yu. B. СHechikov // Sovremennye tendencii razvitiya nauki i tekhnologij. – 2017. – S. 184.

3. **Balk, V. A.** Mobil'nye prilozheniya sistem ehlektronного dokumentooborota / V. A. Balk, S. V. Veretekhina // Novoe pokolenie. – 2015. – № 8. – S. 25 – 28.

4. **Smirnov, A. A.** Korporativnaya mobil'nost' v sistemah ehlektronного dokumentooborota / A. A. Smirnov // Otvetstvennyj redaktor. – 2015. – S. 123.

5. **Krasnyanskij, M. N.** Metodika klassifikacii i obrabotki dokumentov v sisteme upravleniya ehlektronnym dokumentooborotom nauchno-obrazovatel'nogo uchrezhdeniya / M. N. Krasnyanskij, A. D. Obuhov // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Un-t im. V. I. Vernadskogo. – 2018. – № 2(68). – P. 203 – 216.

6. **Formalization** of document management using multilevel graph model of information processing / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obuhov, E. M. Solomatina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 413 – 420.

7. **The algorithm** of document routing in the electronic document management system using machine learning methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obuhov, A. A. Voyakina et al. // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2018. – V. 2.1. – P. 765 – 772.

8. **Algorithm** for Structural and Parametric Synthesis of Electronic Document Management System of Research and Education Institution / M. N. Krasnyanskiy, A. V. Ostroukh, S. V. Karpushkin et al. // Journal of Applied Sciences. – 2016. – V. 16, № 7. – С. 332.

9. **Krasnyanskij, M. N.** Razrabotka informacionnoj sistemy ehlektronного dokumentooborota upravleniya fundamental'nyh i prikladnyh issledovanij / M. N. Krasnyanskij, A. D. Obuhov, S. V. Karpushkin, A. V. Ostrouh // Vestnik Tambovskogo gosudarstvenного tekhnicheskogo universiteta. – 2015. – Т. 21, № 2.

УДК 004

Кузина Е. В., Минаев С. Г., Мамедов Р. И., Кондратьев М. С.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 8-915-864-23-18, e-mail: alena.sergeychuk@yandex.ru)

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Kuzina E. V., Minaev S. G., Mamedov R. I., Kondrat'ev M. S.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 8-915-864-23-18, e-mail: alena.sergeychuk@yandex.ru)

MODERN MEANS OF INFORMATION PROCESSING

Аннотация. Рассматривается эффективность перехода неавтоматизированных информационных систем к компьютерным, приводятся основные критерии эффективности современных средств обработки информации.

Ключевые слова: эффективность, информация, неавтоматизированные информационные системы, компьютерная обработка информации.

Abstract. The efficiency of the transition of non-automated information systems to computer is considered, the main criteria for the effectiveness of modern information processing tools are presented.

Keywords: efficiency, information, not automated information systems, computer information processing.

Одной из важнейших задач, которые возникают в ходе обработки информации, является определение эффективности обработки [1 – 5].

Единство законов обработки информации является фундаментальной основой теории информационных процессов, определяющей ее общезначимость и специфичность. Объектом изучения этой теории является информация – понятие во многом абстрактное, существующее «само по себе» вне связи с конкретной областью знания, в которой она используется.

Информационные ресурсы в современном обществе играют не меньшую, а нередко и большую роль, чем ресурсы материальные. Знания, кому, когда и где продать товар, может цениться не меньше, чем собственно товар. В связи с этим большая роль отводится и способам обработки информации. Появляются все более и более совершенные компьютеры, новые, удобные программы, современные способы хранения, передачи и защиты информации.

С позиций рынка информация давно уже стала товаром и это обстоятельство требует интенсивного развития практики, промышленности и теории компьютеризации общества. Компьютер, как информационная среда, не только позволил совершить качественный скачок в организации промышленности, науки и рынка, но он определил новые самоценные области производства: вычислительная техника, телекоммуникации, программные продукты.

Тенденции компьютеризации общества связаны с появлением новых профессий, связанных с вычислительной техникой, и различных категорий пользователей ЭВМ. Если в 60 – 70-е годы в этой сфере доминировали специалисты по вычислительной тех-

нике (инженеры-электроники и программисты), создающие новые средства вычислительной техники и новые пакеты прикладных программ, то сегодня интенсивно расширяется категория пользователей ЭВМ – представителей самых разных областей знаний, не являющихся специалистами по компьютерам в узком смысле, но умеющих использовать их для решения своих специфических задач.

Пользователь ЭВМ должен знать общие принципы организации информационных процессов в компьютерной среде, уметь выбрать нужные ему информационные системы и технические средства и быстро освоить их применительно к своей предметной области.

Существенным недостатком неавтоматизированных информационных систем является обособленность сбора, обработки и использования информации. Причем как отдельные работники, так и подразделения предприятия в целом не имеют доступа к «чужой» базе данных, при необходимости собирая требующуюся им информацию самостоятельно. Передача информации осуществляется через посредников, почтальонов, курьеров. Такая связь очень ненадежная, зависит от множества посторонних факторов. Продуктивность информационной обработки крайне низкая.

В современных системах обработки информации используются цифровые технологии, исключая бумажный носитель и осуществляющие обмен данными по сети между АРМ, технологии предполагают также объединение совместных усилий группы сотрудников над решением какой-либо задачи (т.е. организацию в сети рабочей группы), обмен мнениями в ходе обсуждения в сети какого-либо вопроса в режиме реального времени (телеконференция), оперативный обмен материалами через электронную почту, электронные доски объявлений и т.п. Для подобных систем, охватывающих работу предприятия в целом, получил распространение термин «корпоративные системы управления бизнес-процессами». Для подобных систем характерно использование технологии «клиент-сервер», в том числе и подключение удаленных пользователей через глобальную сеть Internet. Не редкость, когда система объединяет в общее информационное пространство более чем 40 тысяч пользователей, размещающихся по разным странам и континентам. Одним из таких примеров может служить компания McDonalds, имеющая свои подразделения по всему миру, в том числе и в России.

Компьютерная обработка предполагает использование одних и тех же команд при выполнении идентичных операций, что практически исключает появление случайных ошибок, обыкновенно присущих ручной обработке. Напротив, программные ошибки (или другие систематические ошибки в аппаратных либо программных средствах) приводят к неправильной обработке всех идентичных операций при одинаковых условиях.

Компьютерная система может осуществить множество процедур внутреннего контроля, которые в неавтоматизированных системах выполняют разные специалисты. Такая ситуация оставляет специалистам, имеющим доступ к компьютеру, возможность вмешательства в другие функции

Компьютерные системы более открыты для несанкционированного доступа, включая лиц, осуществляющих контроль. Они также открыты для скрытого изменения данных и прямого или косвенного получения информации об активах. Чем меньше человек вмешивается в машинную обработку операций учета, тем ниже возможность выявления ошибок и неточностей.

Список использованных источников

1. **Фролов, С. В.** Методы решения глобальной задачи управления для распределенных иерархических систем с интервальной неопределенностью / С. В. Фролов, Т. А. Фролова // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2017. – № 4(189). – С. 232 – 245.
2. **Фролова, Т. А.** Решение интервальных математических моделей технологических процессов / Т. А. Фролова, Д. С. Туляков // Электронное научно-техническое издание «Наука и образование». – Эл. № ФС 77-48211. – Гос. регистрация № 0421200025. Инженерное образование, #09, сент.2012, <http://technomag.edu.ru/doc/454499.html>.
3. **Фролова, Т. А.** Архитектура системы поддержки принятия решений оценки эффективности инвестиционных проектов / Т. А. Фролова, Д. С. Туляков // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – С. 221 – 215.
4. **Фролова, Т. А.** Mathematical model with uncertain parameters for the burning process / Т. А. Фролова, Д. С. Туляков // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. I. – С. 249 – 252.
5. **Фролова, Т. А.** Совершенствование механизма прогнозирования продаж продукции машиностроительного предприятия : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Т. А. Фролова, И. И. Данилкина. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2. – Т. I. – С. 231 – 235.

References

1. **Frolov, S. V.** Methods for solving a global control problem for distributed hierarchical systems with interval uncertainty / S. V. Frolov, T. A. Frolova // News SFU. Technical sciences. – 2017. – № 4(189). – С. 232 – 245.
2. **Frolova, T. A.** Inhabitants of Tula. Solution of interval mathematical models of technological processes / T. A. Frolova, D. S. Tulyakov // Electronic scientific and technical issuing “Science and education”. Al. № FS 77-48211. State registration № 0421200025. Engineering education, #09, сент. 2012, <http://technomag.edu.ru/doc/454499.html>
3. **Frolova, T. A.** Arkhitektur's Inhabitants of Tula of system of support of decision-making of assessment of efficiency of investment projects / T. A. Frolova, D. S. Tulyakov // Virtual modeling, prototyping and industrial design. Materials of the international scientific and practical conference. – Tambov : TGTU FGBOU VPO publishing house, 2015. – P. 221 – 215.
4. **Frolova, T. A.** Inhabitants of Tula of Mathematical model with uncertain parameters for the burning process / T. A. Frolova, D. S. Tulyakov // Virtual modeling, prototyping and industrial design Materials of the international scientific and practical conference. – Tambov : TGTU FGBOU VPO publishing house, 2016. – Release 2. – Volume I. – P. 249 – 252.
5. **Frolova, T. A.** Improvement of the mechanism of forecasting of sales of production of machine-building enterprise : materials of the international scientific and practical conference / T. A. Frolova, I. I. Danilkina. – Tambov : TGTU FGBOU VPO publishing house, 2016. – Release 2. – Volume I. – С. 231 – 235.

УДК 004.93

Леньшин С. Г., Судаков Д. Е.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. +7 953 723 75 17, e-mail: stas.lenshin@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА С ПОМОЩЬЮ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА

Lenshin S. G., Sudakov D. E.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. +7 953 723 75 17, e-mail: stas.lenshin@mail.ru)

A STUDY OF HUMAN PSYCHOEMOTIONAL CONDITION USING THE WAVELET ANALYSIS

Аннотация. Предлагается программная часть, которая считывает психоэмоциональное состояние человека электроэнцефалографом и регистрирует пики возбуждения на определенной частоте вейвлет-функции.

Ключевые слова: вейвлет-анализ, психоэмоциональное состояние человека, электроэнцефалограф.

Abstract. We suggest a program part that reads the psychoemotional form of a person with an electroencephalograph and records the excitation peaks at a certain frequency of the wavelet function.

Keywords: wavelet analysis, psychoemotional form of a person, electroencephalograph.

Использование ЭЭГ в ходе нейробиологических исследований имеет целый ряд преимуществ перед другими инструментальными методами. Во-первых, ЭЭГ представляет собой неинвазивный способ исследования объекта. Во-вторых, нет такой жесткой необходимости оставаться в неподвижном состоянии, как при проведении функциональной МРТ. В-третьих, в ходе ЭЭГ регистрируется спонтанная активность мозга, поэтому от субъекта не требуется взаимодействия с исследователем (как, например, это требуется в поведенческом тестировании в рамках нейропсихологического исследования). Кроме того, ЭЭГ обладает высоким разрешением во времени по сравнению с такими методами, как функциональная МРТ, и может использоваться для идентификации миллисекундных колебаний электрической активности мозга.

Во многих исследованиях когнитивных способностей с помощью ЭЭГ используются потенциалы, связанные с событиями (event-related potential, ERP). Большинство моделей такого типа исследования базируется на следующем утверждении: при воздействии на субъект он реагирует либо в открытой, явной форме, либо завуалированно. В ходе исследования пациент получает какие-либо стимулы, и при этом ведется запись ЭЭГ. Потенциалы, связанные с событиями, выделяют путем усреднения сигнала ЭЭГ для всех исследований в определенном состоянии. Затем средние значения для различных состояний могут сравниваться между собой.

Целью работы является повышение эффективности метода выявления психофизического возбуждения через потенциалы височной коры головного мозга медико-биологического объекта на ЭЭГ.

Рассмотрим вейвлет-преобразование в областях стационарного сигнала (когда человек находится в покое) и сигнала в момент эмоционального возбуждения на разных частотах. Уровень, на котором высокочастотная составляющая подавляется таким образом, что всплеск остается максимально информативным и будет искомым. Непрерывное вейвлет-преобразование использует весь диапазон изменения величин σ и τ :

$$\left(f(t), \psi_{\sigma_0^j, k\tau_0\sigma_0^j}(t) \right) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \frac{1}{\sqrt{|\sigma_0^j|}} \psi\left(\frac{t - k\tau_0\sigma_0^j}{\sigma_0^j} \right) dt. \quad (1)$$

Формула (1) – вариант дискретного вейвлет-преобразования с уменьшением количества отсчетов при переходе от одного масштаба (j) к другому ($j + 1$) (рис. 1).

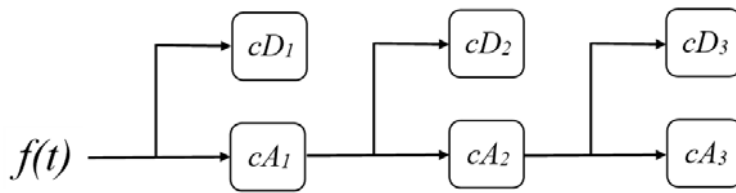


Рис. 1. Трехуровневое дерево декомпозиции вейвлетов

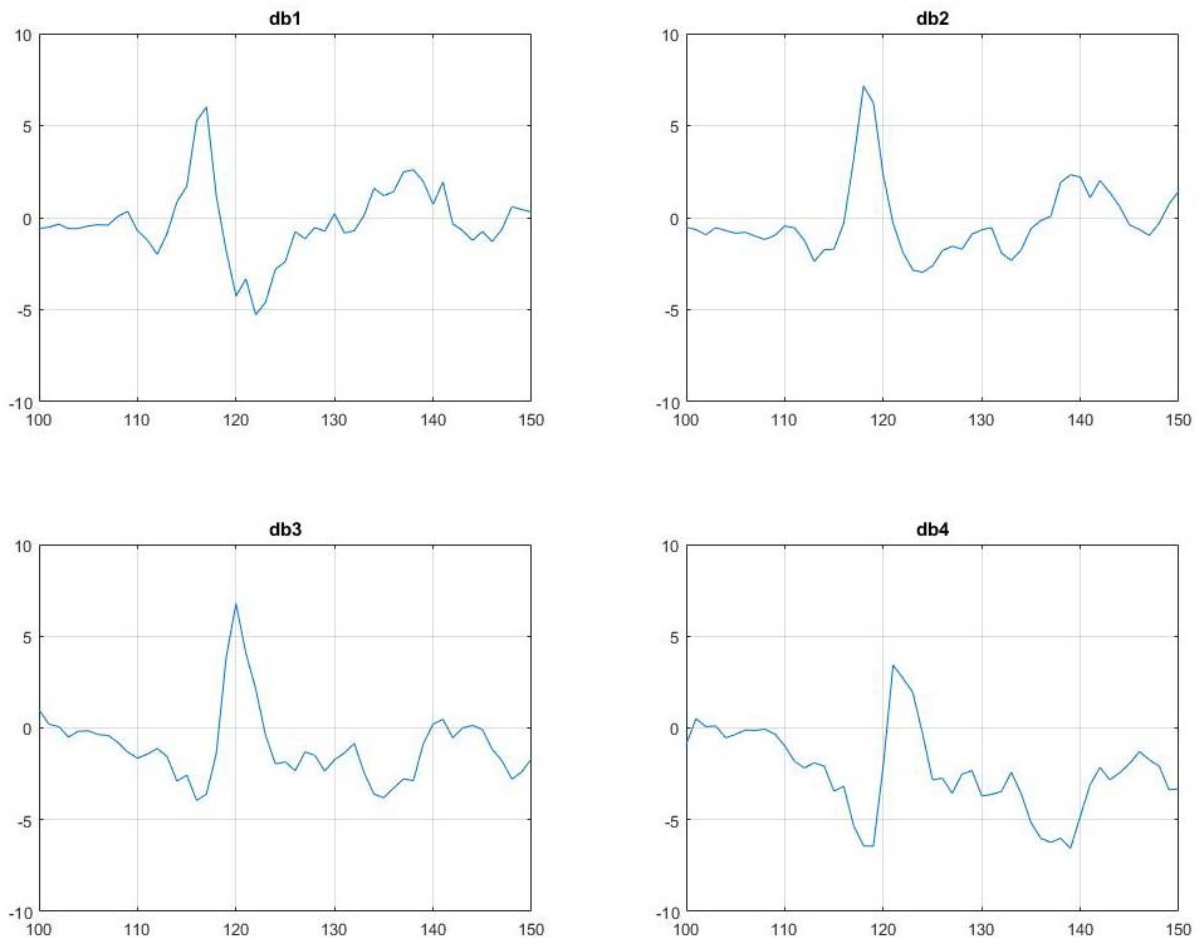


Рис. 2. Сравнение восстановленных сигналов после преобразовании вейвлетами Добеши порядка 1 – 4

Процесс восстановления использует транспонированные (если записать процесс разложения в матричном виде) фильтры $\{hk\}$ и $\{gk\}$. На каждом шаге размерность массива, представляющего самую грубую версию сигнала, удваивается. В обратном порядке восстанавливаются его сглаженные версии, пока в конце концов не получится исходный сигнал. Фильтры высоких и низких частот обозначаются $\{hk\}$ или sAk и $\{gk\}$ или sDk соответственно. Дискретность полученных сигналов будет в два раза ниже. Процесс разложения может быть итерирован с последовательными приближениями, будучи разложенными в свою очередь, так, что один сигнал разбивается на несколько сигналов более низкого порядка – это называется деревом декомпозиции вейвлетов. Рассмотрим промежуток сигнала со всплеском на определенном слое, который был преобразован разными вейвлетами (рис. 2).

На рисунке 3 представлены слои преобразования одного и того же сплайна. Для преобразования сигнала используем вейвлет-функцию “db2”.

Из рисунка 3 можно сделать вывод, что первый слой имеет нежелательные данные – шумы (layer 1). На layer 2 сигнал уже приобретает более низкочастотный характер, но по-прежнему видна высокочастотная составляющая. На layer 9 сигнал становится очень низкочастотным, что теряются все информативные коэффициенты. Самым оптимальным уровнем преобразования будет шестой слой (layer 6), так как всплеск не потерял информативности и шум в сигнале отфильтрован. После восьмого уровня, сигнал приобретает слишком низкочастотный характер.

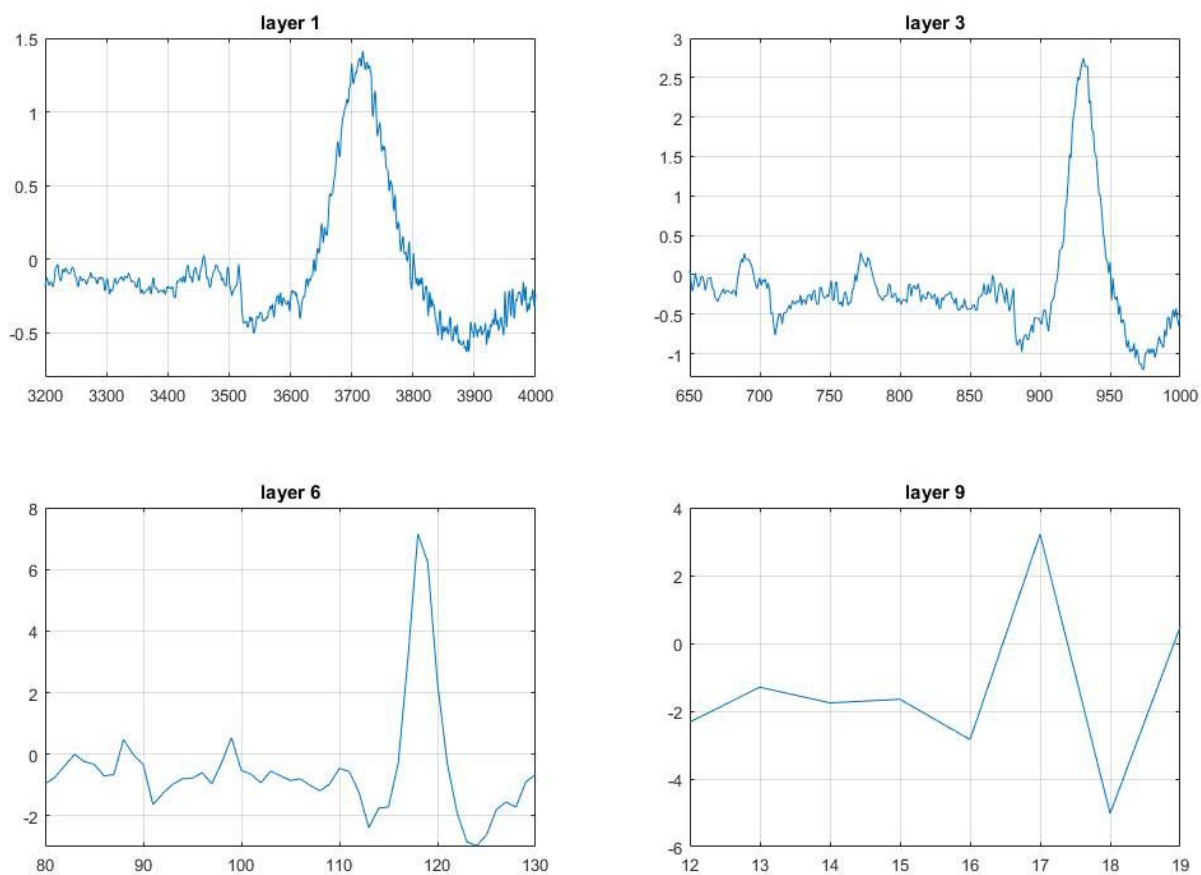


Рис. 3. Различные слои преобразования одного сплайна

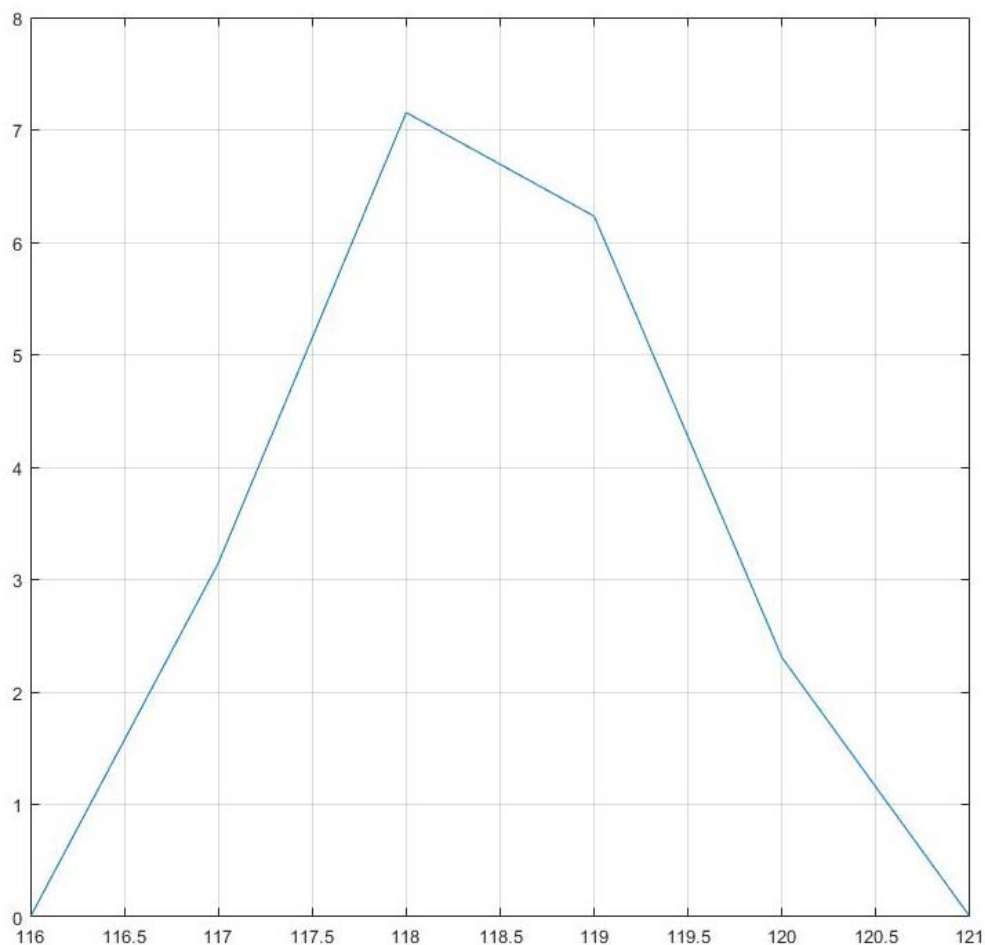


Рис. 4. Всплеск на первом сигнале С4-Т4

Определились с типом вейвлета и уровнем (частотой) разложения, теперь осталось выявить коэффициенты аппроксимации, это можно сделать следующим способом: определить среднеквадратическое значение сигнала и обнулить все параметры, которые будут меньше (рис. 4). Коэффициенты, которые не обнулились, можно использовать для обучения на вход нейронной сети.

Коэффициенты аппроксимации основного сплайна, представленного на рис. 4, показаны в табл. 1.

1. Коэффициенты эмоционального всплеска

Дискретное время	Значения амплитуды
116	0
117	3,14573906103583
118	7,15380085908760
119	6,23212446704921
120	2,30384736463536
121	0

2. Усредненные коэффициенты эмоциональных всплесков

Номер всплеска	Усредненное значение
Всплеск на первом сигнале С4-Т4	4,7089
Всплеск на первом сигнале Р4-Т6	4,6912
Первый всплеск на втором сигнале С4-Т4	4,3240
Втором всплеск на втором сигнале С4-Т4	4,5383
Первый всплеск на втором сигнале Р4-Т6	3,9578
Втором всплеск на втором сигнале Р4-Т6	4,5566

Можно заметить, что всплески имеют общую конфигурацию в виде зубца. В дальнейшем найденные коэффициенты понадобятся для обучения искусственной нейронной сети на эмоцию – радость. Определив среднее значение для каждого из всплесков, получаем коэффициент эмоционального возбуждения для каждого из случаев (табл. 2).

Как видно из табл. 2, несмотря на разницу в количестве коэффициентов, средние значения этих коэффициентов находятся в небольших пределах друг от друга.

Следует уточнить, что без обученной нейронной сети признаки сигнала не определяются, а определяется наличие психоэмоционального возмущения.

Список использованных источников

1. **Дубровин, В. В.** Аппаратно-программные средства повышения точности медицинских приборов на основе нейронных сетей / В. В. Дубровин, И. С. Рязанов, О. О. Голубятников // Математические методы в технике и технологиях. – Т. 27, № 3. – 2014. – С. 131–132.
2. **Судаков, Д. Е.** Модель электронного глаза человека с использованием искусственной нейронной сети / Д. Е. Судаков, В. В. Дубровин // Энергосбережение и эффективность в технических системах. – 2016. – С. 521–522.
3. **Фролова, М. С.** Информационная модель медицинской техники на основе объектно-ориентированного подхода / М. С. Фролова, Т. А. Фролова, И. А. Толстухин // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2015. – № 4. – С. 139 – 145.
4. **Дубровин, В. В.** Аппаратно-программные средства повышения точности медицинских приборов на основе нейронных сетей / В. В. Дубровин, И. С. Рязанов, О. О. Голубятников // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-27. 2014. – № 3(62). – С. 131–132.
5. **Леньшин, С. Г.** Интеллектуальная система распознавания эмоционального состояния на электроэнцефалографе / С. Г. Леньшин // Взгляд молодых на проблемы региональной экономики – 2017 : материалы Всероссийского открытого конкурса студентов вузов и молодых исследователей. – 2017. – С. 211 – 213.
6. **Кестер, У.** Проектирование систем цифровой и смешанной обработки сигналов / У. Кестер. – М. : Техносфера, 2010. – 328 с.
7. **Кропотов, Ю. Д.** Количественная ЭЭГ, когнитивные вызванные потенциалы мозга человека и нейротерапия / Ю. Д. Кропотов. – Донецк : Издатель Заславский А. Ю., 2010. – 512 с.

References

1. **Dubrovin, V. V.** Hardware-software means to improve the accuracy of medical devices based on neural networks / V. V. Dubrovin, I. S. Ryazanov, O. O. Golubyatnikov // *Mathematical methods in engineering and technology*. – V. 27, № 3. – 2014. – P. 131–132.
2. **Sudakov, D. E.** Model of human electron eye using an artificial neural network / D. E. Sudakov, V. V. Dubrovin // *Energy saving and efficiency in technical systems*. – 2016. – P. 521–522.
3. **Frolova, M. S.** Information model of medical equipment on the basis of the object-oriented approach / M. S. Frolova, T. A. Frolova, I. A. Tolstukhin // *Issues of modern science and practice*. – № 4-5. – P. 139 – 145.
4. **Dubrovin, V. V.** Hardware-software means to improve the accuracy of medical devices based on neural networks / V. V. Dubrovin, I. S. Ryazanov, O. O. Golubyatnikov // *Mathematical methods in engineering and technology – MMTT-27*. – 2014. – № 3(62). – P. 131–132.
5. **Lenshin, S. G.** Intellectual system of recognition of the emotional state on an electroencephalograph. Lenshin / S. G. Lenshin // *Young people's views on the problems of the regional economy – 2017 : materials of the All-Russian Open Competition of University Students and Young Researchers*. – 2017. – P. 211 – 213.
6. **Kester, U.** *Designing digital and mixed signal processing systems* / U. Kester. – Moscow : Technosphere, 2010. – 328 p.
7. **Kropotov, Yu. D.** *Quantitative EEG, cognitive evoked potentials of the human brain and neurotherapy* / Yu. D. Kropotov. – Donetsk : Publisher Zaslavsky A. Yu., 2010. – 512 p.

УДК 004.9

Алтунин К. А.¹, Соколов М. В.²

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

¹(Тел. (89622) 341517, e-mail: costjaaltunin@yandex.ru),

²(Тел. (89106) 582725, e-mail: msok68@mail.ru)

**ИНТЕГРАЦИЯ CLIPS В СИСТЕМУ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
ВЫБОРА РЕЖИМНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ
ПАРАМЕТРОВ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ**

Altunin K. A.¹, Sokolov M. V.²

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

¹(Tel. (89622) 341517, e-mail: costjaaltunin@yandex.ru),

²(Tel. (89106) 582725, e-mail: msok68@mail.ru)

**INTEGRATION OF CLIPS IN THE SYSTEM OF DECISION-MAKING
TO SELECT REGIME AND DESIGN PARAMETERS
OF TURNING PROCESSING**

Аннотация. Описаны преимущества интеграция базы знаний, реализованной на языке CLIPS 6.3, в систему исследования процессов резания. Рассматриваются функциональные возможности разработанной системы исследования процессов резания

Ключевые слова: база знаний, динамически подключаемая библиотека.

Abstract. This article describes the advantages of integrating the knowledge base, implemented in CLIPS 6.3, into the research system of the cutting process. We considered the functional capability of the developed system to study the cutting processes.

Keywords: knowledge base, dynamically connected library.

В работе [1] описано создание системы поддержки принятия решений выбора режимных и конструктивных параметров токарной обработки. Система строится по блочно-модульному принципу. Основными блоками системы являются: блок ввода исходных данных; блок нейросетевого моделирования процесса обработки материала; блок моделирования нагрузок, действующих на режущий инструмент; блок исследования динамики процесса резания; блок оптимизации режимных параметров процесса резания.

Основной этап создания СППР – разработка базы знаний основных параметров процесса резания. При проектировании выбран метод предоставления знаний, основанный на сочетании фреймовой структуры с продукционными правилами [2]. База знаний СППР состоит из единой системы связанных между собой фреймов, которые имеют иерархическую структуру. На вершине иерархии находится фрейм «Процесс механической обработки», определяющий вид механической обработки (точение, фрезерование, сверление и т.д.). В качестве атрибута выбран код технологической операции, согласно единой системе технологической документации. В базе знаний представлены структуры фреймов «Станок», «Условия обработки», «Режущий инструмент», «Режимы резания», «Деталь», «Заготовка», «Материал», «Приспособление». Каждую из этих струк-

тур можно разделить на подструктуры. Значения их слотов будут варьироваться в зависимости от конкретного процесса резания.

Так создана фреймовая модель базы знаний для наружной токарной обработке ступенчатых валов. В ней фрейм представлен в виде класса, атрибуты которого играют роль слотов. Так как в данном примере рассматривается конкретный процесс резания, фреймы «Станок» и «Режущий инструмент» заменены их подклассами «Токарно-винторезный станок» и «Токарный резец». Фреймы-экземпляры дополнены слотами, которые они наследуют от фреймов, стоящих выше в иерархии. Значения по умолчанию для этих слотов являются базовыми для данных фреймов. Выбор значений слотов осуществляется в соответствии с правилами. В настоящее время база знаний содержит более 90 правил, с помощью которых могут быть сформированы оптимальные конструктивные параметры процесса резания в зависимости от конкретных исходных данных.

База знаний (набор продукционных правил) реализована на языке CLIPS 6.3. Пользовательский интерфейс основных блоков системы реализован средствами Delphi. Возникает проблема организации интерфейса для разработанной базы знаний и взаимодействие ее с остальными блоками системы. Данная задача решается путем интеграции CLIPS с использованием динамически подключаемой библиотеки. Это один из основных вариантов, предлагаемых разработчиками. В руководстве пользователя имеется полное описание функций и вариантов их подключения [3]. Применение динамически подключаемой библиотеки лишает возможности использовать все средства CLIPS, ограничивает быстродействие, но существенно упрощает интеграцию и переход на новые версии CLIPS. При этом программисту не требуется знать особенности реализации функций.

Для интеграции был выбран способ, использующий библиотеку CLIPSDynamic32.dll. Это один из основных вариантов, предлагаемых разработчиками. В руководстве пользователя имеется полное описание функций и вариантов их подключения.

Разработано приложение, отвечающее за ввод исходных данных, передачу необходимой информации из базы знаний и базы данных и передачу необходимой информации другим блокам системы. Оно стало основой СППР выбора режимных и конструктивных параметров токарной обработки.

Разработанная СППР выбора режимных и конструктивных параметров токарной обработки обладает следующими функциональными возможностями:

1. Оптимизация конструктивных параметров режущего инструмента и режимных параметров процесса резания. В качестве целевой функции при определении оптимальных режимных параметров процесса резания используется $f = (ns) \rightarrow \max$. Указанная функция обеспечивает наименьшее штучное время обработки что следует из формулы

определения основного времени обработки: $t_0 = \frac{L}{ns}$. Выбранные системой наивыгод-

нейшие геометрические параметров режущей части инструмента позволяют увеличить его стойкость, уменьшить интенсивность изнашивания контактных площадок и обеспечивают заданное качество обработанной поверхности.

2. База данных параметров процесса резания (таких как геометрические параметры режущего инструмента). Упрощает и ускоряет для пользователя процесс ввода в систему необходимых ему начальных данных. Большой объем информации, необходимой

для постановки задачи исследования сосредоточен в таблицах базы данных, что освобождает пользователя от необходимости сверяться со справочной литературой.

3. База знаний, основанная на сочетании фреймовой и продукционной модели представления знаний. Помогает решить трудно формализуемые задачи, возникающие при проектировании процесса резания (такие как определение вида обработки, выбор материала режущей части инструмента).

4. Нейросетевое моделирование процесса резания. При оптимизации процесса резания следует учесть параметры его физической модели (например, силовые нагрузки на режущий инструмент). Применение нейронных сетей ускоряет расчет параметров физической модели процесса резания.

5. Исследование динамики процесса резания. Анализ динамической составляющей процесса резания дает возможность учесть вибрации системы СПИД при расчетах. Даются рекомендации по увеличению виброустойчивости системы.

6. Поддержка формата *iges*. В созданной базе данных режущих инструментов помещены трехмерные модели резцов, соответствующие каждой строчке таблицы [4]. Использование стандарта *iges*. в качестве формата данных для 3D-моделирования позволяет открывать их в различных программах твердотельного моделирования. Таким образом пользователь не ограничен в выборе CAD/CAE-систем. Так можно экспортировать твердотельную модель резца спроектированную в среде Autodesk Inventor Professional в систему SolidWorks 2013 и провести исследование его напряженно-деформированного состояния. Применение стандарта *iges*. существенно упрощает эксплуатацию СППР выбора режимных и конструктивных параметров токарной обработки.

По сравнению с другими САПР технологических процессов, занимающимися исследованием процессов механической обработки (ТехноПро, приложения для T-Flex CAD, SolidWorks) СППР выбора режимных и конструктивных параметров токарной обработки обладает следующие преимуществами:

1. Низкая ресурсоемкость. В отличие от вышеназванных аналогов разрабатываемая СППР для своей работы требует менее дорогостоящего и энергозатратного технического обеспечения (процессор, оперативная память и т.д.), что отражено в системных требованиях:

- Операционная система: Windows 7 (32- или 64-разрядная) Home Premium, Professional, Ultimate или Enterprise (рекомендуется), Windows XP Professional (SP3), либо Windows XP Professional x64 Edition (SP2).

- Процессор: Intel Pentium 4 с тактовой частотой 2 ГГц или выше, AMD Athlon 64 или AMD Opteron™, либо более новый.

- Объем оперативной памяти: 2 ГБ.

- Графический адаптер: поддерживающий Microsoft Direct3D 10 (рекомендуется) или Direct3D 9.

2. Высокая эффективность за счет сокращения количества ошибок на этапе расчета параметров процесса резания на 30...50%. Это достигается применением методов искусственного интеллекта (нейронные сети, продукционные правила) при решении трудно формализуемых задач, возникающих при моделировании процесса резания.

3. Высокая производительность. Применение методов искусственного интеллекта в блоках системы время, затрачиваемое на расчет, уменьшается на 15...30%. Без использования справочников и расчета сложных формул время затрачиваемое на исследование значительно сокращается.

Список использованных источников

1. **Алтунин, К. А.** Модульный принцип проектирования системы поддержки принятия решений выбора режимных и конструктивных параметров токарной обработки / К. А. Алтунин, М. В. Соколов // Информатика: проблемы, методология, технологии : сб. материалов XVII междунар. науч.-метод. конф. : в 5 т. – Секция 12: САПР и цифровые технологии. – 2017. – С. 278 – 282.
2. **Алтунин, К. А.** Разработка структуры и адаптация модели представления знаний процесса токарной обработки : монография / К. А. Алтунин, Р. В. Дякин, М. В. Соколов. – Тамбов : Студия печати Павла Золотова, 2017. – 134 с.
3. **CLIPS Reference Manual, Volume II, Advanced Programming Guide** // CLIPS: A tool for building expert systems. – URL : <http://clipsrules.sourceforge.net/documentation/v630/apg.htm> (дата обращения: 19.02.2017)
4. **Алтунин, К. А.** Концепция создания информационного обеспечения интеллектуальной системы автоматизированного проектирования процессов резания в технологии машиностроения / К. А. Алтунин, М. В. Соколов. – Тамбов : Студия печати Павла Золотова, 2015. – 112 с.

References

1. **Altunin, K. A.** Modul'nyj princip proektirovaniya sistemy podderzhki prinyatiya reshenij vybora rezhimnyh i konstruktivnyh parametrov tokarnoj obrabotki / K. A. Altunin, M. V. Sokolov // Informatika: problemy, metodologiya, tekhnologii : sbornik materialov XVII mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii: v 5 t. – Sekciya 12. SAPR i cifrovye tekhnologii. – 2017. – S. 278 – 282.
2. **Altunin, K. A.** Razrabotka struktury i adaptaciya modeli predstavleniya znaniy processa tokarnoj obrabotki : monografiya / K. A. Altunin, R. V. Dyakin, M. V. Sokolov. – Tambov : Studiya pechati Pavla Zolotova, 2017. – 134 s.
3. **CLIPS Reference Manual, Volume II, Advanced Programming Guide** // CLIPS: A tool for building expert systems. – URL : <http://clipsrules.sourceforge.net/documentation/v630/apg.htm> (data obrashcheniya: 19.02.2017)
4. **Altunin, K. A.** Konceptiya sozdaniya informacionnogo obespecheniya intellektual'noj sistemy avtomatizirovannogo proektirovaniya processov rezaniya v tekhnologii mashinostroeniya / K. A. Altunin., M. V. Sokolov. – Tambov : Studiya pechati Pavla Zolotova, 2015. – 112 s.

УДК 620.1.05

Гришин А. В., Майникова Н. Ф.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752) 63-04-48, e-mail: teplotehnika@nnn.tstu.ru)

**ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Grishin A. V., Mainikova N. F.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752) 63-04-48, e-mail: teplotehnika@nnn.tstu.ru)

**A MEASURING SYSTEM
FOR DETERMINING TEMPERATURE DEPENDENCES
OF THERMAL CONDUCTIVITY SOLID MATERIALS**

Аннотация. В статье представлены описания измерительной системы для определения значений теплопроводности твердых материалов и специального программного обеспечения, разработанного для данной системы.

Ключевые слова: измерительная система, теплопроводность, программное обеспечение.

Abstract. The article describes a measuring system for determining the values of thermal conductivity of solid materials and special software designed for this measuring system.

Keywords: measurement system, heat conductivity, software.

Измерительная система (ИС) предназначена для определения значений теплопроводности пластмасс, стекол, низкотеплопроводной керамики, полупроводников. В состав ИС входят: измеритель теплопроводности; PCI-совместимая плата АЦП/ЦАП; блок питания и регулирования; блок аппаратной защиты и коммутации; персональный компьютер. Измеритель состоит из теплового блока, блока питания и регулирования.

Обеспечивается режим монотонного разогрева со средней скоростью 0,1 К/с и адиабатические условия в зоне измерений. Замена узла измерительной ячейки позволяет определять также теплоемкость материалов [1].

Схема ИС представлена на рис. 1. Измерительная ячейка (ИЯ) состоит из адиабатной оболочки 1, основания 5, тепломера 4 и стержня 2, между которыми устанавливается испытуемый образец 3. Чувствительными элементами ИС являются термопары, холодные спаи которых соединены с входами блока холодных спаев 9, входы которого термостатированы массивным алюминиевым блоком. Сигнал *H* от датчика, а так же сигналы *A* от термопар поступают на вход АЦП/ЦАП платы 11 компьютера 10. Компенсация температуры холодных спаев производится программным обеспечением ИС.

С целью защиты элементов ИЯ от перегрева в состав ИС включен блок аппаратной защиты и коммутации 13. Основной частью блока является реле, реагирующее на сигнал *D* от датчика температуры 8 и защищающее ИЯ от перегрева. Блок реализует алгоритм коммутации посредством релейной части, а также управляет силовым реле 14, подключающим блок питания и регулирования к сети 15.

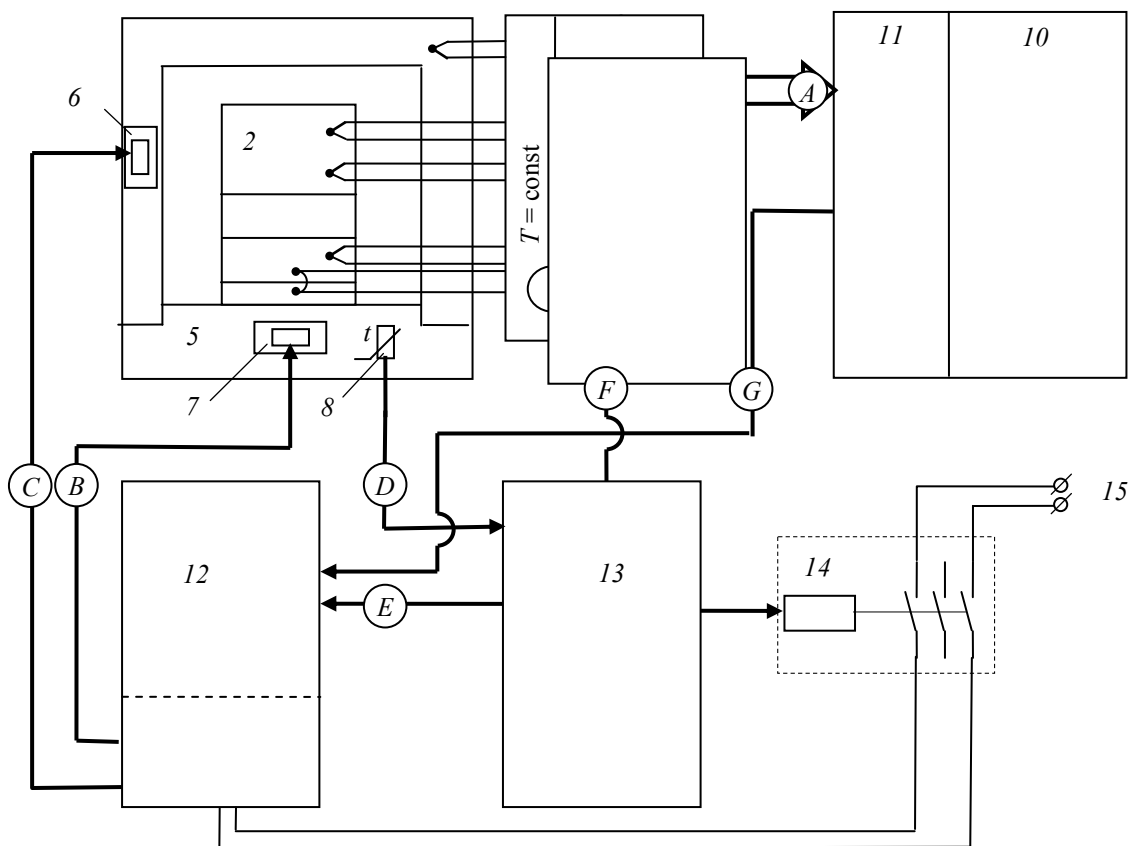


Рис. 1. Схема измерительной системы:

1 – адиабатная оболочка; 2 – стержень; 3 – образец; 4 – термомер; 5 – основание; 6 – нагреватель оболочки; 7 – нагреватель основания; 8 – датчик температуры; 9 – блок холодных спаев; 10 – ПК; 11 – PCI совместимая плата АЦП/ЦАП; 12 – блок питания и регулирования; 13 – блок аппаратной защиты и коммутации; 14 – реле; 15 – сеть 220 В, 50 Гц; А – измерительные сигналы термопар; В – питание нагревателя основания; С – питание нагревателя оболочки; D – сигнал от датчика температуры основания; E – питание блока питания и регулирования; F – питание блока холодных спаев; G – сигнал, управляющий нагревом; H – сигнал с датчика температуры холодных спаев термопар

Для градуировки ИС при помощи программного обеспечения (ПО) организуются серии экспериментов (например, с образцом из плавленного кварца и с образцом из меди) [2].

ПО создано в среде программирования Borland® Delphi® 7 для платформы Microsoft® Windows® x86.

Интерфейс программы и диалогового окна просмотра файла с результатами представлены на рис. 2, 3. Отображаются: поле просмотра содержания файла; графики зависимостей перепадов значений температуры на образце и термомере от времени, зависимости температуры контактной пластины и стержня от времени; поле ввода времени начала монотонного режима.

Перед началом расчета градуировочных параметров обрабатывают данные, убирая из них случайные погрешности путем сглаживания по методу скользящего среднего.

Далее, выводится таблица результатов расчета, строятся зависимости градуировочных параметров от температуры.

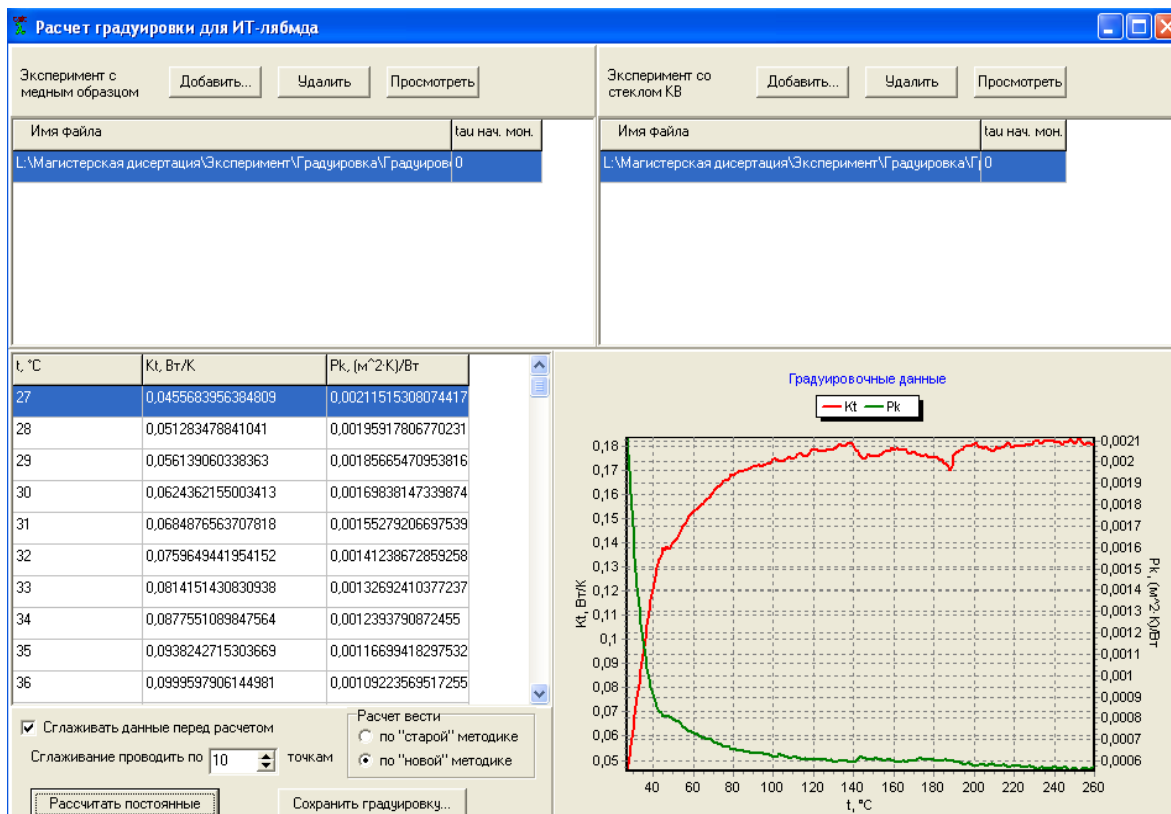


Рис. 2. Интерфейс программы для градуировки ИС

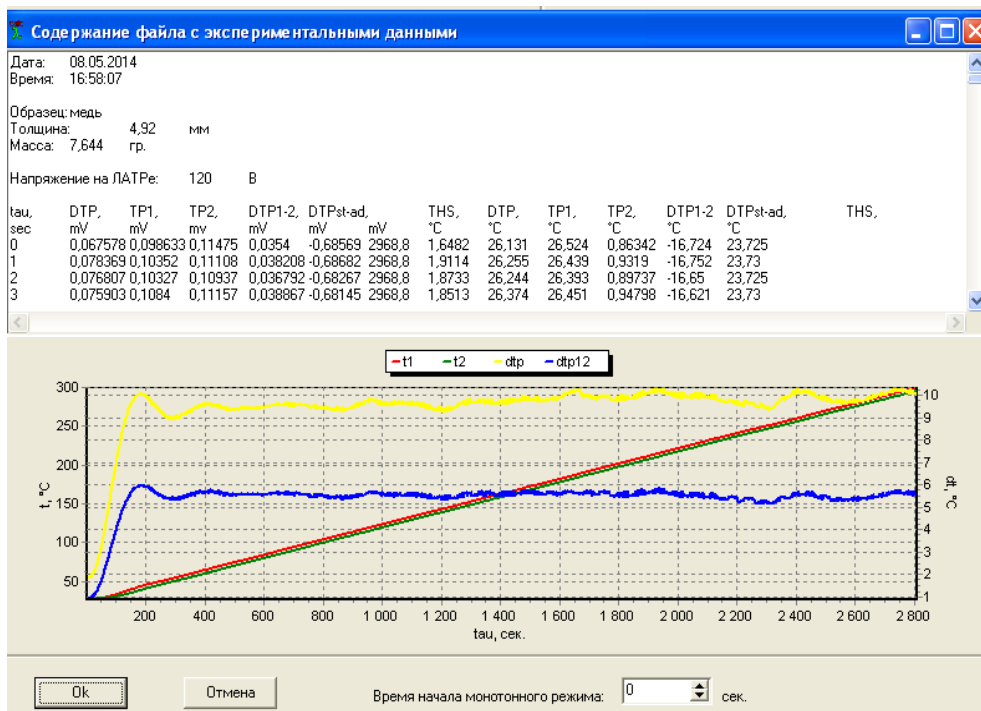


Рис. 3. Интерфейс диалогового окна для градуировки ИС

Примеры реализации градуировочных экспериментов при исследованиях температурных зависимостей теплофизических свойств ряда материалов представлены в работах [1, 2]. Модернизация измерителя позволила автоматизировать процессы измерений

и фиксировать теплопроводность и теплоемкость материалов не через каждые 25°, а через любые интервалы значений температуры (или времени), определяемые программно.

Примеры реализации градуировочных экспериментов при исследованиях температурных зависимостей теплофизических свойств ряда материалов представлены в работе [3]. Модернизация измерителя позволила автоматизировать процессы измерений и фиксировать теплопроводность и теплоемкость материалов не через каждые 25°, а через любые интервалы значений температуры (или времени), определяемые программно.

Рабочий экран ПО разделен двумя вкладками «Настройки» и «Измерение» (рис. 4). Во вкладке «Настройки» вводятся: наименование материала исследуемого образца, его масса, толщина образца; выставляется напряжение. Также указывается значение интервала времени, через который опрашиваются каналы АЦП и записываются значения их сигналов.

Вкладка «Измерение». Фиксируются и выводятся значения времени, прошедшего с начала эксперимента, и показания счетчика числа измерений. Для удобства контроля эксперимента в интерфейс ПО встроен основной графический построитель, в котором выводятся графики данных, поступающих с термопар системы. В графическом построителе могут выводиться как все данные, так и данные за последний интервал времени, который задается. Компенсация температуры холодных спаев термопар производится ПО.

На панели «Мощность» находятся элементы управления нагревателями ИС, включающие в себя: два индикатора уровня мощности (в %); два ручных ползунковых регулятора мощности; два поля для ввода/вывода уровня мощности в виде 12-bit кода; переключатель автоматического (или ручного) режима управления оболочкой ИС.

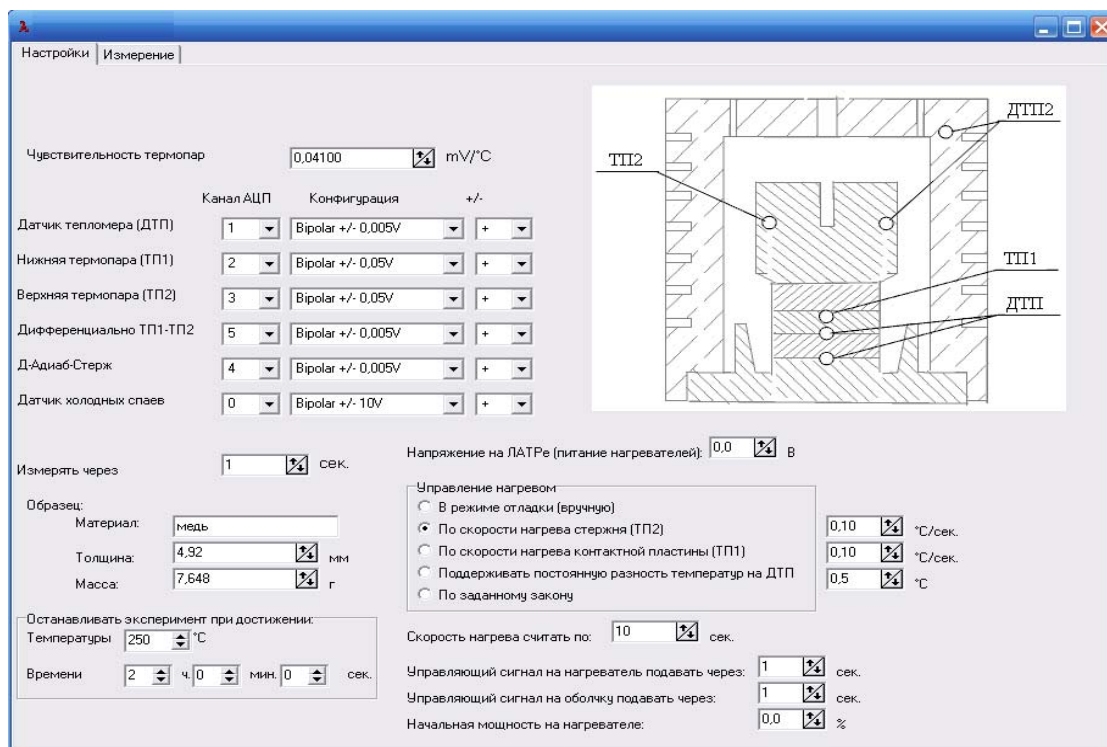


Рис. 4. Интерфейс программы для получения экспериментальных данных, вкладка «Настройки»

По завершении эксперимента полученные результаты можно сохранить, вызвав диалог сохранения файла нажатием кнопки «Сохранить результаты в файл». Данные сохраняются в виде таблицы.

Примеры реализации работоспособности ИС, а именно, исследования температурных зависимостей теплопроводности композитов на основе эпоксидов и полипропилена детально представлены в работах [3, 4].

Список использованных источников

1. **Измерительно-вычислительная** система для исследования температурных зависимостей теплопроводности и теплоемкости материалов / Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова, С. В. Балашов и др. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2001. – Т. 7, № 1. – С. 35 – 44.

2. **Измерительно-вычислительная** система для регистрации температурных зависимостей теплопроводности и теплоемкости материалов / Н. Ф. Майникова, Ю. Л. Муромцев, В. И. Ляшков, С. В. Балашов // Заводская лаборатория. – 2001. – Т. 67, № 8. – С. 35 – 37.

3. **Исследование** температурных зависимостей теплопроводности эпоксидных углепластиков / Н. Ф. Майникова, С. С. Никулин, В. С. Осипчик и др. // Пластические массы. – 2014. – № 9–10. – С. 35 – 37.

4. **Температурные** зависимости теплопроводности композитов на основе полипропилена с углеродными нановолокнами / Н. Ф. Майникова, С. С. Никулин, С. Н. Мочалин и др. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 4. – С. 548 – 552.

References

1. **Izmeritel'no-vychislitel'naya** sistema dlya issledovaniya temperaturnykh zavisimostej teploprovodnosti i teploemkosti materialov / N. P. Zukov, N. F. Mainikova, S. V. Balashov i dr. // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2001. – T. 7, № 1. – S. 35 – 44.

2. **Izmeritel'no-vychislitel'naya** sistema dlya registracii temperaturnykh zavisimostej teploprovodnosti i teploemkosti materialov / N. F. Mainikova, Yu. L. Muromcev, V. I. Lyashkov, S. V. Balashov // Zavodskaya laboratoriya. – 2001. – T. 67, № 8. – S. 35 – 37.

3. **Issledovanie** temperaturnykh zavisimostey teploprovodnosti epok-sidnykh ugleplastikov / N. F. Mainikova, S. S. Nikulin, V. S. Osipchik et al. // Plasticheskie massyi. – 2014. – № 9–10. – S. 35 – 37.

4. **Temperaturnyie** zavisimosti teploprovodnosti kompozitov na osnove polipropilena s uglerodnyimi nanovoloknami / N. F. Mainikova, S. S. Nikulin, S. N. Mochalin et al. // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2015. – T. 21, № 4. – S. 548 – 552.

УДК 004.75

Мазалов А. Н.¹, Яковлев А. В.²

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

¹(Тел. +7(915)8691709, e-mail: alexmazalov2293@yandex.ru),

²(Тел. +7(910)8552341, e-mail: yava73@bk.ru)

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ФРАГМЕНТОВ РБД ПО УЗЛАМ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Mazalov A. N.¹, Yakovlev A. V.²

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

¹(Tel. +7(915)8691709, e-mail: alexmazalov2293@yandex.ru),

²(Tel. +7(910)8552341, e-mail: yava73@bk.ru)

FORMULATION OF THE PROBLEM OF OPTIMIZING THE ALLOCATION OF DDB FRAGMENTS ON THE NODES OF THE DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEM

Аннотация. В статье рассматриваются модели оптимального размещения фрагментов РБД по узлам распределенных информационных систем. Сначала приводится формальная постановка данной задачи. Затем устанавливаются ограничение на дублирование и ограничение объема хранилища данных на узлах РИС. Критерием оптимальности выступает минимизация среднего объема передаваемых по линиям связи данных при выполнении запроса. Расчеты приведены для вычислительных сетей с произвольной топологией.

В результате получаем задачи оптимального распределения фрагментов РБД по узлам РИС с учетом типов запросов и с учетом стоимости трафика, порожденного функционированием вычислительной сети в течение единицы времени.

Решением задачи является нахождение минимума функции общей стоимости данных, которые передаются по ЛВС между узлами вследствие функционирования РИС в течение единицы времени.

Ключевые слова: РИС, РБД, распределенные информационные системы, распределенные базы данных, оптимальное размещение фрагментов РБД, стоимость трафика, фрагмент РБД.

Abstract. The article deals with the models of optimal allocation of DDB fragments on nodes distributed information systems. First, we give a formal formulation of this problem. Then we set a limitation on the duplication and limitation of the amount of data storage on DIS nodes. The criterion of optimality is the minimization of the average volume of data transmitted on the communication lines when the query is executed. Calculations are given for networks with arbitrary topology.

As a result, we obtain tasks the optimal distribution of DDB fragments on DIS nodes, taking into account the types of requests and taking into account the cost of traffic generated by the functioning of the computer network during a unit of time.

The solution of the problem is to find the minimum of the function of the total cost of the data, which is transmitted over the LAN between the nodes owing to the operation of the DIS for a unit of time.

Keywords: DIS, DDB, distributed information systems, distributed databases, optimal allocation of DDB fragments, traffic costs, DDB fragment.

Введение. В современных реалиях невероятно быстрой компьютеризации общества возникает существенная необходимость построения распределенных информационных систем (РИС), которые обеспечивают более эффективное решение проблемы многопользовательского доступа к глобальным или корпоративным сетям.

При проектировании распределенной базы данных (РБД) как основы РИС важную роль играет оптимальное размещение фрагментов РБД по узлам сети.

Данная задача актуальна как на этапе проектирования РИС, так и во время ее эксплуатации. Во время проектирования РИС многие исходные данные, такие, например, как размер новых фрагментов РБД, их количество, частота обращения к ним, не являются известными, и сеть строится на предположении их свойств. Но в процессе эксплуатации неопределенность по ним пропадает, и появляется возможность провести их оценку. Следовательно, требуется произвести реконфигурацию РБД уже с их учетом для ее оптимизации. Данный процесс следует производить регулярно для минимизации использования сетей РИС, т.е. для минимизации количества и объема передаваемых данных [1, 2].

Основная часть. Рассмотрим метод построения модели оптимального распределения фрагментов РБД в РИС с произвольной топологией. В качестве критерия оптимальности возьмем средний объем передаваемых по линиям связи данных при выполнении запроса.

Рассмотрим РИС, каждый узел которой состоит из:

- ЭВМ (рабочих станций пользователей ИС);
- терминального устройства;
- локальной базы данных (ЛБД);
- локальной вычислительной сети (ЛВС).

В рассматриваемой задаче топология вычислительной сети является произвольной (любая из рис. 1). Следовательно, существует доступ из любого узла сети к информации любого другого узла, а также на линии связи, соединяющие узлы, не накладываются никакие ограничения [3].

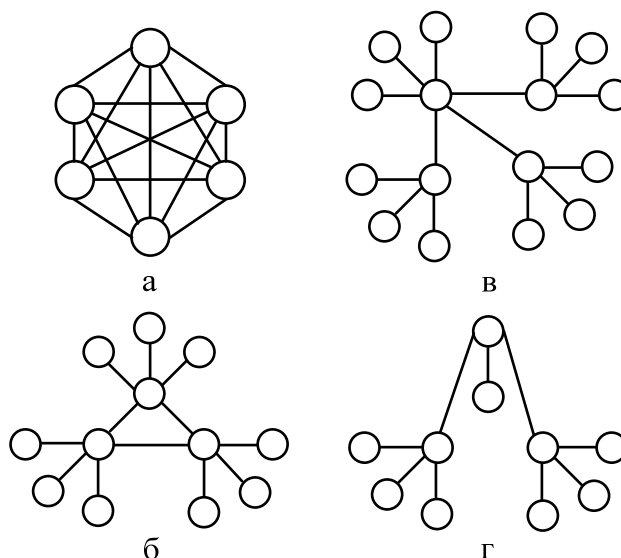


Рис. 1. Топологии сетей:

a – сеть с попарно связанными узлами; *б* – глобальная кольцевая сеть с локальными звездообразными; *в* – глобальная звездообразная топология с локальной звездообразной; *г* – топология в виде дерева

Будем считать, что запрос, поступающий на терминальное устройство любого узла, предполагает доступ к определенному фрагменту РБД, и все запросы к одному и тому же фрагменту имеют одинаковую длину и требуют для ответа одинаковый объем данных. Схема обработки запросов будет состоять в следующем.

Терминал узла инициирует запрос, который поступает в очередь на соответствующем узле. Запросы на ЭВМ обрабатываются в порядке их поступления. Если необходимый фрагмент РБД содержится в ЛБД узла, на терминал которого поступил запрос, то он обрабатывается и результат выводится на данный терминал. Если необходимый фрагмент РБД хранится на другом узле, то запрос отправляется на этот узел, на нем обрабатывается и результат отправляется на первоначальный узел. Порядок обслуживания запросов на узлах не влияет на объем передаваемых по сети данных.

Далее будет рассмотрена постановка задачи для смешанной топологии РИС.

Формальная постановка задачи.

Перечисления:

n – количество узлов сети;

m – количество независимых фрагментов РБД;

K_j – j -й узел сети;

F_i – i -й фрагмент РБД;

L_i – объем i -го фрагмента РБД;

b_j – объем памяти узла K_j , предназначенной для размещения фрагментов РБД;

λ_{ij} – интенсивность запросов к фрагменту F_i , инициированных на узле K_j ;

α_i – объем запроса к фрагменту F_i ;

β_i – объем запрашиваемых данных при выполнении запроса к фрагменту F_i [4].

Для представления всех элементов задачи на рис. 2 приведено ее наглядное представление.

Объем данных, поступающих на терминал узла, содержащего i -й фрагмент, при выполнении запроса к фрагменту F_i , равен $\alpha_i + \beta_i$. При этом если x_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$) – величины, определяемые по формуле

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если фрагмент } F_i \text{ находится в узле } K_j; \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

то объем передаваемых данных при выполнении запроса к фрагменту F_i , инициированного в узле K_j , равен

$$S = (\alpha_i + \beta_i)(1 - x_{ij}).$$

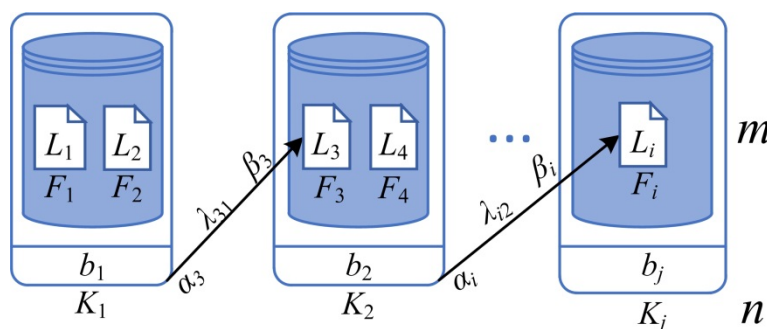


Рис. 2. Схема РБД в РИС

Поскольку λ_{ij} – интенсивность запросов к фрагменту F_i , инициированных в узле K_j , то она порождает скорость передачи данных.

Будем считать, что λ – общая интенсивность для всей системы

$$\lambda = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \lambda_{ij}$$

тогда скорость необходимая для пересылки по линиям связи при выполнении запроса в системе, равна

$$V = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \lambda_{ij} (\alpha_i + \beta_i)(1 - x_{ij}).$$

Очевидно, что V – скорость обслуживания запросов в системе должна быть максимальной.

Далее установим ограничение на дублирование, так как каждый фрагмент F_i ($i = 1, 2, \dots, m$) должен находиться в одном из узлов вычислительной сети

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 (i = 1, 2, \dots, m).$$

Также, объем ЛБД каждого узла K_j ($j = 1, 2, \dots, n$) не должен превышать объем памяти этого узла b_j , предназначенный для размещения фрагментов РБД. Поэтому устанавливается ограничение объема хранилища данных на узлах РИС [4, 5]

$$\sum_{i=1}^m L_i x_{ij} \leq b_j (j = 1, 2, \dots, n).$$

Целевая функция задачи оптимального распределения фрагментов РБД по узлам РИС представляет собой нахождение минимума среднего объема данных [4, 5]

$$S = \frac{1}{\lambda} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \lambda_{ij} (\alpha_{ij} + \beta_{ij})(1 - x_{ij}) \rightarrow \min.$$

Задача оптимального распределения фрагментов РБД по узлам РИС с учетом типов запросов. Для нахождения минимума целевой функции задачи необходимо уточнить степень ее детализации, которая выражается тем, что запросы из определенного узла РИС к одному и тому же фрагменту РБД могут быть различного типа.

Пусть

s – количество типов запросов;

λ_{kij} – интенсивность запросов k -го типа к фрагменту F_i , инициированных узле K_j ;

α_{kij} – объем запроса k -го типа к фрагменту F_i , инициированного на терминале узла K_j ;

β_{kij} – объем запрашиваемых данных при выполнении запроса k -го типа к фрагменту F_i , поступившего на терминал узла K_j .

Общий объем данных, которые требуется переслать по сети передачи данных между узлами вследствие функционирования РИС в течение единицы времени, определяется формулой [4]

$$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^s \lambda_{kij} (\alpha_{kij} + \beta_{kij}) (1 - x_{ij}).$$

Если положить

$$\lambda = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^s \lambda_{kij},$$

то целевая функция задачи оптимального распределения фрагментов РБД по узлам РИС с учетом типов запросов примет вид [4]

$$S = \frac{1}{\lambda} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^s \lambda_{kij} (\alpha_{kij} + \beta_{kij}) (1 - x_{ij}) \rightarrow \min.$$

Задача оптимального распределения фрагментов РБД по узлам РИС с учетом стоимости трафика. Примем в качестве критерия оптимальности при построении модели оптимального распределения фрагментов РБД по узлам РИС общую стоимость трафика, порожденного функционированием сети передачи данных в течение единицы времени.

Рассмотрим построение модели оптимального распределения фрагментов РБД по узлам РИС в случае, когда в качестве критерия оптимальности принимается общая стоимость трафика, порожденного функционированием вычислительной сети в течение единицы времени.

Пусть

n – количество узлов сети;

m – количество независимых фрагментов РБД;

K_j – j -й узел сети;

F_i – i -й фрагмент РБД;

L_i – объем i -го фрагмента РБД;

b_j – объем памяти узла K_j , предназначенной для размещения фрагментов РБД;

λ_{ij} – интенсивность запросов к фрагменту F_i , инициированных на узле K_j ;

α_{ij} – объем запроса к фрагменту F_i , инициированного на терминале узла K_j ;

β_{ij} – объем запрашиваемых данных при выполнении запроса к фрагменту F_i , поступившего на терминал узла K_j ;

r_{sj} – стоимость передачи единицы информации из узла K_s в узел K_j ($r_{ss} = 0$, $s = 1, 2, \dots, n$).

Если x_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$) – величины, определяемые по формуле

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если фрагмент } F_i \text{ находится в узле } K_j; \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

то объем передаваемых по сети данных при выполнении запроса к фрагменту РБД F_i , инициированного в узле K_j , равен $(\alpha_{ij} + \beta_{ij}) (1 - x_{ij})$. Поскольку интенсивность λ_{ij} порождает объем данных $\lambda_{ij} (\alpha_{ij} + \beta_{ij}) (1 - x_{ij})$, нуждающихся в передаче, то стоимость пересылки этих данных равна [4]

$$C_{ij} = \sum_{s=1}^n \lambda_{ij} (\alpha_{ij} + \beta_{ij}) r_{sj} (1 - x_{ij}) \rightarrow \min,$$

а общая стоимость данных, которые следует передать по сети передачи данных между узлами вследствие функционирования РИС в течение единицы времени, определяется формулой

$$C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \lambda_{ij} (\alpha_{ij} + \beta_{ij}) r_{sj} (1 - x_{ij}) x_{is} \rightarrow \min.$$

Таким образом, задача оптимального распределения фрагментов РБД по узлам РИС с учетом стоимости трафика состоит в том, чтобы найти минимум функции стоимости C при ограничениях на дублирование фрагментов РБД и объема хранилища данных в узлах РИС [3].

Заключение. Построение РИС сегодня как никогда играет важную роль в мировых ИТ-технологиях, а задача оптимального распределения фрагментов РБД как основы РИС актуальна практически на всех стадиях жизненного цикла данных систем. Благодаря решению этой задачи достигается минимизация количества и объема передаваемых данных, что дает существенный экономический эффект.

Список использованных источников

1. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт. – 8-е изд. ; пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2005. – 1328 с.
2. Таненбаум, Э. Распределенные системы. Принципы и парадигмы / Э. Таненбаум, М. ван Стеен. – СПб., 2003. – 877 с.
3. Мейкшан В. И. Эмпирический поиск оптимального размещения данных в распределенной информационной системе / В. И. Мейкшан // Информация и космос. – 2009. – № 4. – С. 30 – 35.
4. Цегелик, Г. Г. Системы распределенных баз данных / Г. Г. Цегелик. – Львов : Свит, 1990. – 166 с.
5. Коцюба, И. Ю. Основы проектирования информационных систем : учебное пособие / И. Ю. Коцюба, А. В. Чунаев, А. Н. Шиков. – СПб. : Университет ИТМО, 2015. – 206 с.

References

1. Date, C. J. An introduction to database systems / C. J. Date. – 8th edition. ; Trans. from English. – M. : Publishing house “Williams”, 2005. – 1328 p.
2. Tanenbaum, E. Distributed systems. Principles and paradigms / E. Tanenbaum, M. van Steen. – St. Petersburg, 2003. – 877 p.
3. Mejkshan, V. I. Empiricheskij poisk optimal'nogo razmeshcheniya dannyh v raspredelennoj informacionnoj sisteme / V. I. Mejkshan // Informaciya i kosmos. – 2009. – № 4. – S. 30 – 35.
4. Tsegelik, G. G. Sistemy raspredelennykh baz dannykh / G. G. Tsegelik. – Lviv : Svit, 1990. – 166 s.
5. Kotsyuba, I. Y. Osnovy proyektirovaniya informatsionnykh sistem. Uchebnoye posobiye / I. Y. Kotsyuba, A. V. Chunayev, A. N. Shikov. – SPb. : Universitet ITMO, 2015. – 206 s.

УДК 681.3

Фролова Т. А., Сутормин А. И.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(E-mail: frolova2000@gmail.com)

**АДДИТИВНЫЕ УСТАНОВКИ ПЕЧАТИ МЕТАЛЛАМИ:
ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРИМЕРЫ ВНЕДРЕНИЯ**

Frolova T. A., Sytormin A. I.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(E-mail: frolova2000@gmail.com)

**ADDITIVE INSTALLATIONS OF PRINTING METALS:
BENEFITS AND EXAMPLES OF IMPLEMENTATION**

Аннотация. Показано, что аддитивные технологии идеальны для печати металлами при производстве небольших (и особенно мельчайших) деталей и геометрически сложных объектов.

Ключевые слова: металлообработка, 3D-печать, аддитивная установка печати металлами.

Abstract. It is shown that additive technologies are ideal for printing with metals in the production of small (and especially the smallest) parts and geometrically complex objects.

Keywords: metalworking, 3D printing, additive installation of printing metals.

Инновации в промышленности не обходят стороной и металлообработку. Сегодня перед машиностроительными и металлообрабатывающими предприятиями остро стоит вопрос выбора между прочно устоявшимися и новаторскими технологиями [1, 2]. 3D-печать уже зарекомендовала себя как гораздо более эффективное решение, способное в разы сократить временные и материальные издержки на производстве, по сравнению со станками с ЧПУ. Разумеется, аддитивные методы пока не могут полностью вытеснить традиционные. Сегодня речь идет о сосуществовании двух подходов, т.е. о внедрении промышленных 3D-принтеров в тех случаях и на тех этапах производства, где они обеспечат предприятию выгоду.

Селективное лазерное плавление – наиболее распространенная аддитивная технология печати металлами – находит применение в различных отраслях: в авиакосмической, автомобильной и нефтегазовой промышленности, машиностроении, медицине (травматологии, стоматологии, ортопедии и т.д.), ювелирном деле, а также в науке.

В обработке металлов 3D-технологии решают задачи изготовления:

- деталей для разнообразных агрегатов и узлов;
- сложных конструкций, в том числе цельнометаллических, которые ранее собирались из многих элементов, а также неразборных, меняющих геометрию в ходе эксплуатации;
- элементов пресс-форм для литья термопластов и легких материалов;
- прототипов;
- штампов;

- вставок для литья;
- имплантатов и протезов в стоматологии.

Высочайшая плотность и точность печати. Показатели плотности при 3D-печати на 50% лучше, чем при литье. Это значит, что в определенных технологических режимах для ее увеличения не нужно использовать, к примеру, ковку или прокат. Полученной плотности (а она составляет более 99% теоретической детали) будет достаточно.

Диаметр работы лазера в аддитивной установке печати металлами – 70...80 микрон. Можно напечатать стенку детали толщиной в два прохода лазера, т.е. минимальная толщина изделия будет всего лишь 140...150 микрон. С помощью 3D-принтера изготавливаются мельчайшие детали – к примеру, двухмиллиметровая часовая шестеренка с 20 зубьями. А теперь поставим аналогичную задачу перед традиционным производством часовых и иных прецизионных механизмов. Станок для механической обработки делается на основе станины, которая после отливки должна выстояться примерно 50 лет (!), чтобы нейтрализовались все внутренние напряжения.

Экономия времени. Если стандартные производственные процессы на предприятии предполагают отсечение лишнего от обрабатываемой болванки (так называемые субтрактивные технологии), то аддитивные методы основаны на выращивании детали с нуля. Это не только снимает проблему отходов, но и дает возможность намного сократить время, затрачиваемое на производство. Кроме того, вопрос снятия внутренних напряжений металлов, который при механической обработке решается на каждом этапе производства, теперь замещается одним этапом в конце производственного процесса. К примеру, проект, требовавший 196 часов мехобработки, выполняется средствами аддитивного производства за 8 часов, плюс 15 минут на дополнительную обработку посадочных мест.

Материалы для 3D-печати. Выбор металлических сплавов, используемых в 3D-принтерах, обширен. Сейчас штатно используются 15 – 20 материалов, которые протестированы и готовы к эксплуатации, в том числе нержавеющей, инструментальной, жароупорные сплавы, титановые и алюминиевые сплавы, медицинские кобальт-хром и титан. Тем не менее, любое производственное предприятие может заказать для себя необходимый уникальный сплав. Все, что нужно – обучить технолога, который в дальнейшем будет подбирать режимы работы оборудования под выбранные материалы.

Ограничения, связанные с применением аддитивных технологий печати металлами. Как видим, 3D-печать имеет высокий потенциал для различных производств, однако у нее есть и слабые стороны. Конечно, возможности аддитивных технологий будут расширяться с развитием науки и техники, но направление это достаточно молодое, и каждый сценарий внедрения индивидуален, требует разработки отдельного подхода. Сегодня у предприятий, решивших внедрить 3D-технологии печати металлом в свой производственный цикл, могут возникнуть следующие трудности:

- необходимость в последовательных научных исследованиях (в том числе для изучения свойств металлов);
- ограничения в размерах объектов, создаваемых на 3D-принтерах;
- большие первоначальные вложения из-за высокой стоимости оборудования и расходных материалов;
- особые требования к помещению и условиям эксплуатации;
- сложность в адаптации 3D-решений к существующим технологическим циклам на производстве.

Поэтому сегодня основными пользователями 3D-оборудования становятся крупные промышленные и исследовательские центры, готовые инвестировать в проекты внедрения новой технологии. Благодаря таким передовым предприятиям мы видим, как 3D-технологии действительно помогают оптимизировать производство и приносят выгоду уже сейчас.

Новый подход к производству. Рассмотрим конкретные успешные проекты с использованием 3D-печати металлами на предприятиях.

Вставки в пресс-форму для разделителя ламелей изготавливаются компанией Michelin в круглосуточном режиме.

Яркий пример – проект французской компании Michelin, лидера в производстве шин. На 3D-принтере была выполнена **вставка в пресс-форму для разделителя ламелей** – самых изнашиваемых элементов покрышки. Выбор новой технологии, вместо применявшихся ранее штамповки и фрезеровки, обусловлен мелкозернистой структурой металла, меньшим износом деталей во время отливки, лучшей теплопроводностью и, как следствие, меньшим износом.

Двигатели автомобилей, участвующих в Чемпионате мира «Формула 1», оснащены **головками блока цилиндров**, которые печатаются на 3D-принтере. С помощью аддитивных методов производства внутри блока можно создать любую необходимую конфигурацию охлаждения. При построении учитываются зоны нагрева, в них делается больше каналов охлаждения, что позволяет получить более ресурсоемкие детали.

Преимущества новой конструкции смесителя жидкости с газом.

Центр быстрого прототипирования Juges, использующий оборудование SLM Solutions, выполнил проект по усовершенствованию **смесителя жидкости с газом**. Изначально устройство собиралось из 12 частей, включая 3 крупных элемента – первое и второе фланцевые корпусные соединения и вставка смесителя. Новая концепция, заточенная под 3D-печать, дала возможность кардинально изменить подход к производству. На принтере печатается единый корпус, то есть количество деталей сократилось с 12 до одной. Отпадает необходимость использовать несколько металлов и фланцевых соединений: внутри цельнометаллического корпуса просто нарезается резьба, благодаря чему вес смесителя уменьшился с 1,3 кг до 50 г. В два раза сократилось время производства. Экономятся и людские ресурсы: задействованы только конструкторский и производственный отделы, а подразделения логистики и сборки исключаются из процесса. И наконец, одно из ключевых преимуществ технологии: финансовые затраты на производство уменьшились на 73%, с 1250 до 340 евро.

Образец вкладки в пресс-форму, с которого снимается форма колпачка. Два отверстия предназначены для подачи охлаждающей жидкости.

Для изготовления влагозащитных **колпачков электрических коробок** повсеместно используются пресс-формы, которые производятся методом литья. На их остывание затрачивается дополнительное время. По заказу АВВ, мирового лидера в области электротехники, энергетических технологий и автоматизации, компания VTT разработала вставки в пресс-формы, позволившие сократить производственный цикл за счет правильного распределения каналов охлаждения. Это стало возможным благодаря 3D-технологиям.

Первоначально, изучив стандартный вид, конструкторы рассмотрели два варианта оптимизации системы охлаждения: просверлить отверстия или сделать керамическую вкладку, удаляемую затем химическим путем. Недостатки этих решений – длитель-

ность процесса и трудности в создании уникальной конфигурации внутри детали. Ответом на поставленную задачу стали 3D-технологии, с помощью которых можно задать любую форму. Из нескольких протестированных форм была выбрана самая технологически простая. В результате с новой конфигурацией каналов охлаждения, цикл производства вкладки сократился в четыре раза – с 60,5 до 14,7 секунд.

Задняя подвеска велосипеда: сравнение показателей при изготовлении прототипа и при мелко- и крупносерийной 3D-печати.

Кронштейн – деталь, используемая практически всеми производителями металлоизделий, поэтому в качестве еще одного примера применения аддитивных технологий мы выбрали интересный проект изготовления **задней подвески велосипеда**. Сначала на основе стального прототипа было опробовано мелкосерийное производство. В качестве материала подвески использовался алюминий, вес детали уменьшился с 640 до 239 г, а вес поддержек – почти десятикратно. Когда же была заказана крупная серия (720 штук), адаптация под 3D-печать позволила добиться еще большей оптимизации показателей, при этом себестоимость детали сократилась с 2218 до 467 евро. Этот пример красноречиво говорит о том, что 3D-печать не ограничивается созданием единичных изделий, она уже сейчас используется для серийного производства в самых разных отраслях. У Michelin, например, большой парк металлического оборудования, и вкладки в пресс-формы, о которых мы рассказали выше, печатаются круглосуточно. К тому же, 3D-печать обеспечивает беспрецедентную повторяемость – примерно 20 микрон во всех трех осях.

Заключение. Одно из главных преимуществ 3D-принтеров – возможность получения металлических изделий повышенной плотности. Благодаря технологии SLM (селективное лазерное плавление) и огромному выбору как стандартных металлических сплавов, так и новых высокотехнологичных материалов плотность получается на 50% выше, чем при литье, и всего на 10% ниже, чем при прокате. Методами 3D-печати также удастся добиться очень мелкой зернистой структуры и создавать изделия высочайшей точности и четкости – в этом плане традиционные методы остаются далеко позади. Таким образом, аддитивные технологии идеальны для печати металлами при производстве небольших (и особенно мельчайших) деталей и геометрически сложных объектов.

Список использованных источников

1. **Мокрозуб, В. Г.** Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, А. В. Мокрозуб, А. А. Чуриков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2015. – № 4(58). – С. 187 – 195.
2. **Мокрозуб, В. Г.** Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования : учебное пособие / В. Г. Мокрозуб. – Тамбов : Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.

References

1. **Mokrozub, V. G.** Struktura intelektual'noj avtomatizirovannoj sistemy mekhanicheskikh raschetov tekhnologicheskogo oborudovaniya / V. G. Mokrozub, A. V. Mokrozub, A. A. CHurikov // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo. – 2015. – № 4(58). – S. 187 – 195.
2. **Mokrozub, V. G.** Razrabotka intelektual'nyh informacionnyh sistem avtomatizirovannogo proektirovaniya tekhnologicheskogo oborudovaniya : uchebnoe posobie / V. G. Mokrozub. – Tambov : Tambovskij GTU, 2008. – 80 s.

УДК 004.41:550.4.8

Обходская Е. В., Обходский А. В., Попов А. С.
Томский государственный университет, Россия, г. Томск
(Тел. (3822)412319, e-mail: lenaobx@yandex.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СПЕКТРОВ ГЕОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Obkhodskaya E. V., Obkhodskiy A. V., Popov A. S.
Tomsk State University, Russia, Tomsk
(Tel. (3822)412319, e-mail: lenaobx@yandex.ru)

USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR PROCESSING OF GEOCHEMICAL SPECTRA

Аннотация. В работе рассматривается применение алгоритмов искусственных нейронных сетей для идентификации индикаторов месторождений углеводородов на основе сравнения спектров комбинационного рассеяния газов в приземистом слое атмосферы с образцовыми спектрами. Основным параметром, используемым для идентификации, является мера сходства спектрограмм: эталонных и полученных в результате геохимического исследования.

Ключевые слова: месторождение углеводородов, дистанционный поиск, геохимический анализ, лидар, сбор данных, нейронная сеть, обработка данных, база данных, графический ускоритель.

Abstract. The paper considers the use of algorithms of artificial neural networks to identify indicators of hydrocarbon deposits based on a comparison of the gases Raman spectra in a ground level with reference spectra. The main parameter used for identification is the measure of the spectrograms similarity: reference and obtained as a result of geochemical research.

Keywords: hydrocarbon deposit, remote search, geochemical analysis, lidar, data acquisition, neural network, data processing, database, graphics accelerator.

Введение. Эффективное решение задач достоверного поиска месторождений углеводородов возможно путем совместного применения сейсмических методов и методов лазерного зондирования территории с помощью лидара. Ввиду того, что к лидарным комплексам геохимического анализа предъявляются требования к минимизации массогабаритных параметров, их оснащают только GPS-приемником и бортовым компьютером для регистрации спектральных данных и навигационной информации. Аппаратные средства для долгосрочного хранения и обработки данных, как правило, функционируют на базе специализированных центров обработки данных. В базах данных центров также содержится информация о спектрах индикаторных веществ – маркерах углеводородных месторождений.

Одним из перспективных для обработки больших наборов спектральных данных является алгоритм, основанный на применении искусственных нейронных сетей.

Применение нейросетевых технологий для работы с большими массивами данных часто ограничивается лабораторными исследованиями в режиме отложенного времени, так как программная реализация модели нейронной сети отличается низкой скоростью

работы и для ее повышения требуется применение специализированных аппаратных средств [1].

Для решения задачи формирования нейросетевой модели программно-аппаратного комплекса обработки геохимических спектров проводился анализ нейросетевых моделей по типам связей между нейронами, по методам обучения и по решаемым задачам. В результате для исследования была выбрана многослойная сеть прямого распространения сигнала [2]. Обучение такой сети происходит по набору значений, соответствующих спектрам комбинационного рассеяния отдельных газов-индикаторов месторождений углеводородов, а также их смесей.

Структура нейронной сети. Для распараллеливания нейросетевого алгоритма в программно-аппаратном комплексе обработки геохимических спектров была реализована архитектура параллельных вычислений.

Разработка программно-аппаратного комплекса обработки геохимических спектров выполнялась в среде разработки NsightEclipseEdition под управлением ОС Ubuntu, которая поддерживает разработку программ с использованием программно-аппаратной архитектуры параллельных вычислений CUDA (рис. 1).

Полученные с лидарных комплексов спектральные данные сохраняются в базе, расположенной на сервере хранения (СХД). Пользователи, в свою очередь, формируют из этих данных необходимый набор спектров комбинационного рассеяния, подлежащих обработке.

Для загрузки входных файлов, содержащих спектры, в программу обработки пользователь посредством браузера подключается к WEB-серверу, на котором расположена соответствующая WEB-страница и встроенные PHP-скрипты TCP- и SSH-клиентов.

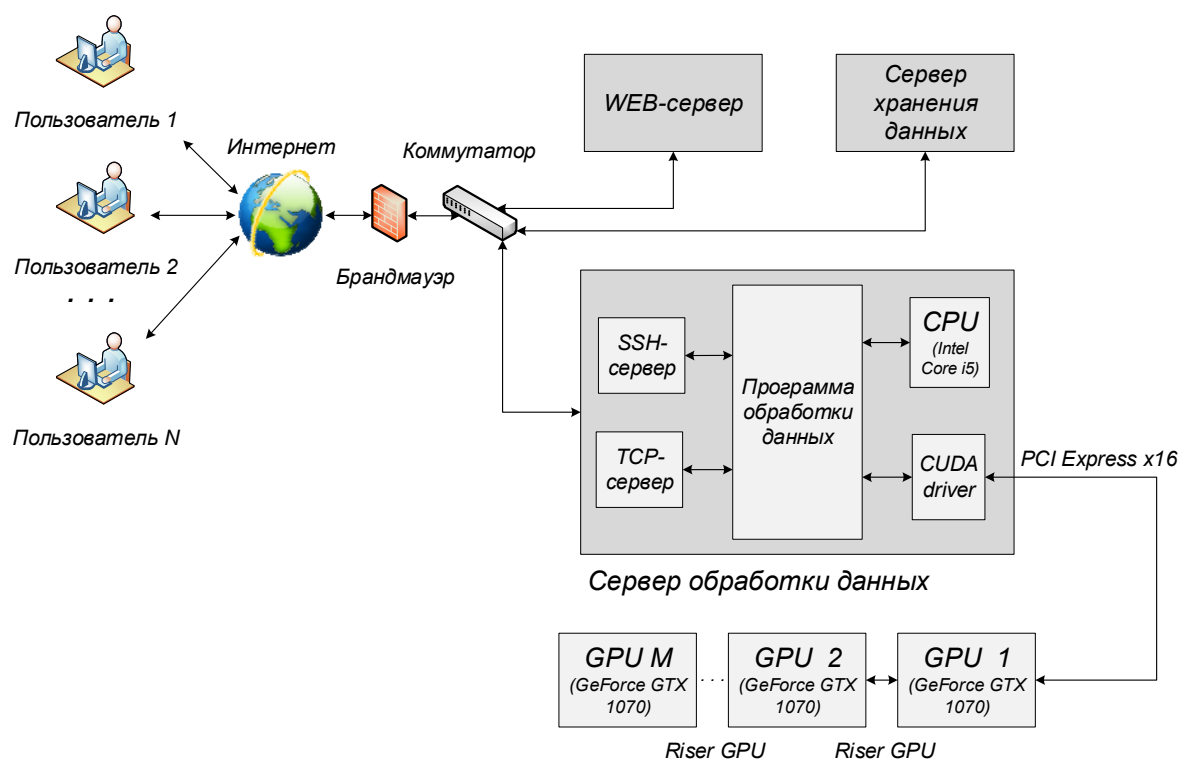


Рис. 1. Обобщенная структура программно-аппаратного комплекса обработки геохимических спектров

Все файлы переносятся из рабочего каталога сайта на WEB-сервере в каталог программы на сервер обработки данных. TCP-сервер, реализованный в программе, создает слушающий сокет, который находится в режиме ожидания входящего подключения. Для соединения WEB-сервера с программой обработки используется потоковый сокет.

С учетом формата входных и выходных данных в программно-аппаратном комплексе обработки геохимических спектров используется нейронная сеть прямого распространения сигнала, входной слой которой содержит число нейронов, соответствующее количеству значений в анализируемых спектрах комбинационного рассеяния.

Опытным путем установлено, для достижения оптимальных результатов используемая нейронная сеть должна иметь один скрытый слой, количество нейронов в котором может меняться в зависимости от количества нейронов во входном слое.

При обучении нейронной сети программно-аппаратного комплекса обработки геохимических спектров известно, какой набор входных значений спектров соответствует определенному индикаторному веществу или смеси, поэтому обучение происходит с учителем. Поскольку была выбрана нейронная сеть прямого распространения, для ее обучения применялся алгоритм многослойного персептрона – алгоритма обратного распространения ошибки, как показано на рис. 2.

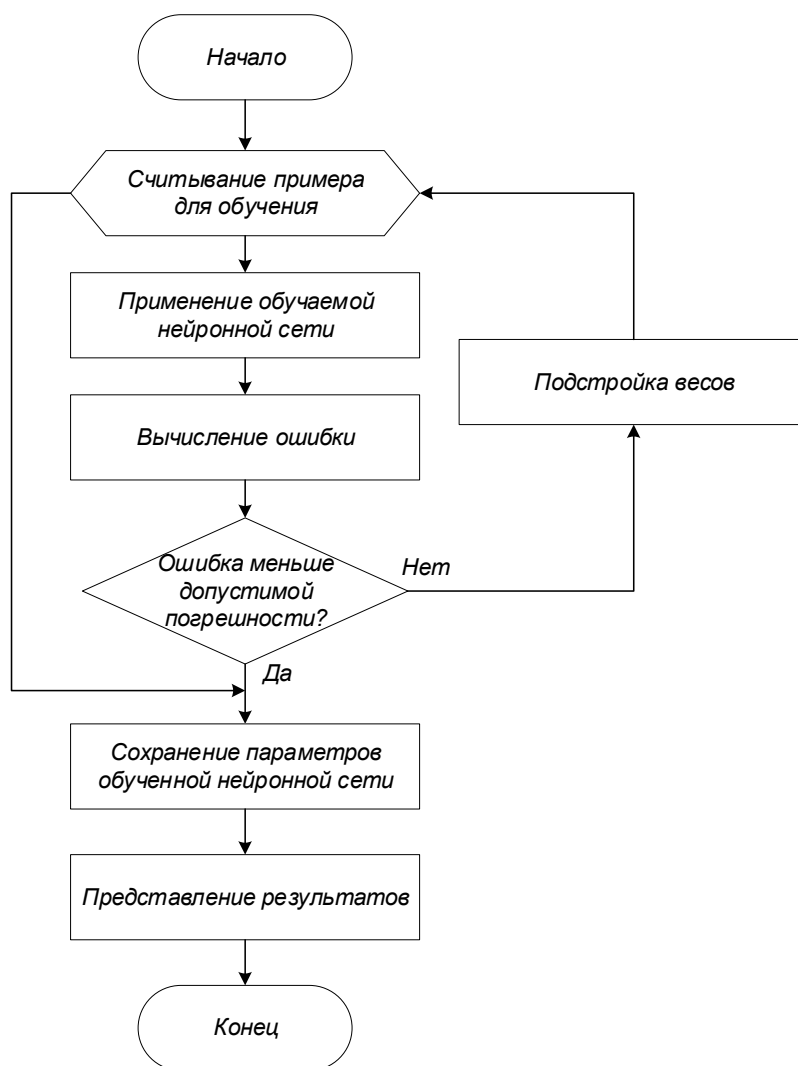


Рис. 2. Алгоритм обучения нейронной сети

В процессе разработки структуры нейронной сети была подобрана подходящая функция активации. Существует множество возможных функций активации. Она выбирается в зависимости от задачи и входных данных. Также возможно использование различных функций активации в разных слоях сети [3].

При проведении серии опытов по обучению нейронной сети был сделан вывод о том, что минимальное время и наилучшее качество обучения достигается при использовании в качестве функции активации гиперболического тангенса.

Экспериментальная часть. При проведении экспериментальных исследований программно-аппаратного комплекса обработки геохимических спектров проводилась сравнительная оценка быстродействия алгоритмов при их выполнении на базе конвейерного и графического процессора, а также проводился анализ эффективности алгоритмов распознавания спектров.

Оценка эффективности алгоритмов распознавания спектров выполнялась по количеству верно идентифицированных спектров в результате обработки. Сравнение осуществлялось с эталонными спектрами.

В результате распараллеливания вычислительных задач при одинаковом количестве элементов в спектральных выборках, количестве обучающих выборок 100 и больше и количестве эпох обучения 34 000 наблюдалось сокращение времени вычислений в 553 раза по сравнению с вычислениями на CPU.

В результате оценки эффективности алгоритма распознавания спектров в 93% случаев спектры были идентифицированы правильно. На практике такой результат является поводом для дополнительной проверки участка территории путем сейсморазведки.

Заключение. Исследования показали, при решении задач поиска месторождений углеводородов совместное применение сейсмических методов, методов лазерного зондирования территории с помощью лидаров, искусственных нейронных сетей и технологий параллельных вычислений при обработке спектров комбинационного рассеивания позволяет в значительной степени повысить достоверность и быстродействие программно-аппаратных комплексов дистанционного поиска и мониторинга месторождений углеводородов, в том числе при обследовании больших территорий и формировании больших наборов данных.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, уникальный идентификатор работ (проекта) RFMEFI57817X0237.

Список использованных источников

1. **Lidar** for monitoring methane hydrate in the arctic permafrost. In SPIE Sensing Technology + Applications. International Society for Optics and Photonics / A. S. Grishkanich, V. G. Bespalov, I. S. Sidorov et al. // Proceedings of SPIE. – 2015. – V. 9486. – P. 94860W.
2. **Хабаров, В. А.** Авиационное зондирование атмосферы с целью разведки месторождений природного газа – как перспективный метод автоматизированного поиска газовых месторождений в приземном слое / В. А. Хабаров, Д. В. Попов // Технические науки – от теории к практике. – 2015. – № 42. – С. 59 – 64.

3. **Рудой, Г. И.** Выбор функции активации при прогнозировании нейронными сетями / Г. И. Рудой // Машинное обучение и анализ данных. – М. : Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН, 2011. – С. 16 – 39.

References

1. **Lidar** for monitoring methane hydrate in the arctic permafrost. In SPIE Sensing Technology + Applications. International Society for Optics and Photonics / A. S. Grishkanich, V. G. Bespalov, I. S. Sidorov et al. // Proceedings of SPIE. – 2015. – V. 9486. – P. 94860W.

2. **Habarov, V. A.** Aviacionnoe zondirovanie atmosfery s cel'ju razvedki mestorozhdenij prirodnogo gaza – kak perspektivnyj metod avtomatizirovannogo poiskaga zovyh mestorozhdenij v prizemnom sloe / V. A. Habarov, D. V. Popov // Tehnicheskie nauki – ot teorii k praktike. – 2015. – № 42. – S. 59 – 64.

3. **Rudoj, G. I.** Vybor funkicii aktivacii pri prognozirovanii nejronnymi setjami // Mashinnoe obuchenie i analiz dannyh / G. I. Rudoj. – М. : Vychislitel'nyj centrim. A. A. Dorodnicyna RAN, 2011. – S. 16 – 39.

УДК 567.321

Кускова Н. А.Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 89202392730, e-mail: nadya.kuskova@yandex.ru)**МОДИФИКАЦИИ АЛГОРИТМА ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ПЕРИОДИЧЕСКИХ
И НЕПЕРИОДИЧЕСКИХ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ****Kuskova N. A.**Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 89202392730, e-mail: nadya.kuskova@yandex.ru)**MODIFICATIONS OF WAVELET ALGORITHM FOR ANALYSIS
OF PERIODIC AND OF NON-SERIOUS MEDICAL-BIOLOGICAL SIGNALS**

Аннотация. Оконное преобразование позволяет получать информативные особенности сигнала и по времени, и по частоте. Разрешающая способность локализации определяется принципом неопределенности Гейзенберга, который гласит, что невозможно получить произвольно точное частотно-временное представление сигнала, т.е. нельзя определить для какого-то момента времени какие спектральные компоненты присутствуют в сигнале.

Ключевые слова: преобразование Фурье, движение эндоплазмы, знакочувствительный режим, спектральный анализ, Вейвлет-анализ.

Abstract. Window conversion allows you to get informative features of the signal in both time and frequency. The resolving power of localization is determined by the Heisenberg uncertainty principle, which states that it is impossible to obtain an arbitrarily accurate frequency-time representation of the signal, that is, it is impossible to determine for some instant of time which spectral components are present in the signal.

Keywords: Fourier transform, endoplasmic movement, sign-sensitive regime, spectral analysis, Wavelet analysis.

Гармонические базисные функции преобразования Фурье предельно локализованы в частотной области (до импульсных функций Дирака при $T \rightarrow \infty$) и не локализованы во временной (определены во всем временном интервале от $-\infty$ до ∞). Их противоположностью являются импульсные базисные функции типа импульсов Кронекера, которые предельно локализованы во временной области и «размыты» по всему частотному диапазону. Вейвлеты по локализации в этих двух представлениях можно рассматривать как функции, занимающие промежуточное положение между гармоническими и импульсными функциями. Они должны быть локализованными как во временной, так и в частотной области представления. Однако при проектировании таких функций мы неминуемо столкнемся с принципом неопределенности, связывающим эффективные значения длительности функций и ширины их спектра. Чем точнее мы будем осуществлять локализацию временного положения функции, тем шире будет становиться ее спектр, и наоборот. [1]

Отличительной особенностью вейвлет-анализа является то, что в нем можно использовать семейства функций, реализующих различные варианты соотношения неоп-

ределенности. Соответственно, исследователь имеет возможность гибкого выбора между ними и применения тех вейвлетных функций, которые наиболее эффективно решают поставленные задачи.

Вейвлетный базис пространства $L^2(R)$, $R(-\infty, \infty)$ целесообразно конструировать из финитных функций, принадлежащих этому же пространству, которые должны стремиться к нулю на бесконечности. Чем быстрее эти функции стремятся к нулю, тем удобнее использовать их в качестве базиса преобразования при анализе реальных сигналов. Допустим, что такой функцией является $\psi(t)$ – функция $\psi(t)$, равная нулю за пределами некоторого конечного интервала и нулевое среднее значение по интервалу задания. Последнее необходимо для задания определенной локализации спектра вейвлета в частотной области. На основе этой функции сконструируем базис в пространстве L^2R с помощью масштабных преобразований независимой переменной. [2]

Функция изменения частотной независимой переменной в спектральном представлении сигналов отображается во временном представлении растяжением/сжатием сигнала. Для вейвлетного базиса это можно выполнить функцией типа $\psi(t) \Rightarrow \psi(a^m t)$, $a = const, m = 0, 1, \dots, M$ т.е. путем линейной операции растяжения/сжатия, обеспечивающей самоподобие функции на разных масштабах представления. Однако конечность (локальность) функции $\psi(t)$ на временной оси требует дополнительной независимой переменной последовательных переносов (сдвигов) функции $\psi(t)$ вдоль оси (параметра локализации), типа $\psi(t) \Rightarrow \psi(t + k)$ для перекрытия всей числовой оси пространства $R(-\infty, \infty)$. С учетом этих условий одновременно структура базисной функции может быть принята следующей:

$$\psi(t) \Rightarrow \psi(a^m t + k).$$

Для упрощения дальнейших выкладок значения переменных m и k примем целочисленными. При приведении функции к единичной норме, получаем:

$$\psi_{mk}(t) = a^{-\frac{m}{2}} \psi(a^m t + k).$$

Если для семейства функций $\psi_{mk}(t)$ выполняется условие ортогональности:

$$\langle \psi_{nk}(t), \psi_{lm}(t) \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \psi_{nk}(t) \cdot \psi_{lm}^*(t) dt = \delta_{nl} - \delta_{km},$$

то семейство $\psi_{mk}(t)$ может использоваться в качестве ортонормированного базиса пространства L^2R [3]. Отсюда следует, что произвольная функция этого пространства может быть представлена в виде ряда (разложения по базису $\psi_{mk}(t)$):

$$s(t) = \sum_{m,k=-\infty}^{\infty} S_{mk} \cdot \psi_{mk}(t),$$

где коэффициенты представления сигнала – проекции сигнала на новый ортогональный базис функций, как и в преобразовании Фурье, определяются скалярным произведением

$$S_{mk}(t) = \langle s(t), \psi_{mk}(t) \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \psi_{mk}(t) dt ,$$

при этом ряд равномерно сходиться, т.е.

$$\lim_{M, K \rightarrow \infty} \left\| s(t) - \sum_{m=-M}^M \sum_{k=-K}^K S_{mk} \psi_{mk}(t) \right\| = 0 .$$

При выполнении этих условий базисная функция преобразования $\psi(t)$ называется ортогональным вейвлетом. Простейшим примером ортогональной системы функций такого типа являются функции Хаара. Базисная функция Хаара определяется соотношением

$$\psi(t) = \begin{cases} 1, & 0 < t < \frac{1}{2} \\ -1, & \frac{1}{2} < t < 1 \\ 0 & t < 0, t > 1 \end{cases} .$$

Легко проверить, что при $a = 2$, $m = 0, 1, 2, \dots$, $k = 0, 1, 2, \dots$ две любые функции, полученные с помощью этого базисного вейвлета путем масштабных преобразований и переносов, имеют единичную норму и ортогональны. На рисунке 1 приведены примеры функций для первых трех значений m и b при различных их комбинациях, где ортогональность функций видна наглядно [3].

Вейвлетный спектр, в отличие от преобразования Фурье, является двумерным и определяет двумерную поверхность в пространстве переменных m и k . При графическом представлении параметр растяжения/сжатия спектра m откладывается по оси абсцисс, параметр локализации k по оси ординат – оси независимой переменной сигнала.

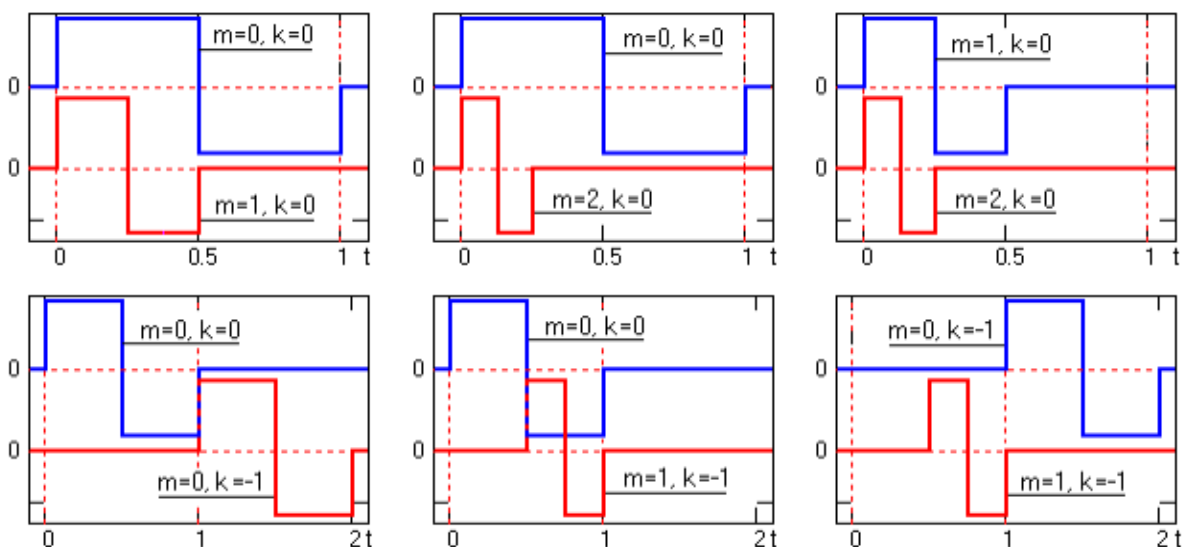


Рис. 1. Пример ортогональной системы функций Вейвлет-преобразования, функции Хаара. Базисная функция Хаара $m = 0, k = 0, t = 0-1$ [1]

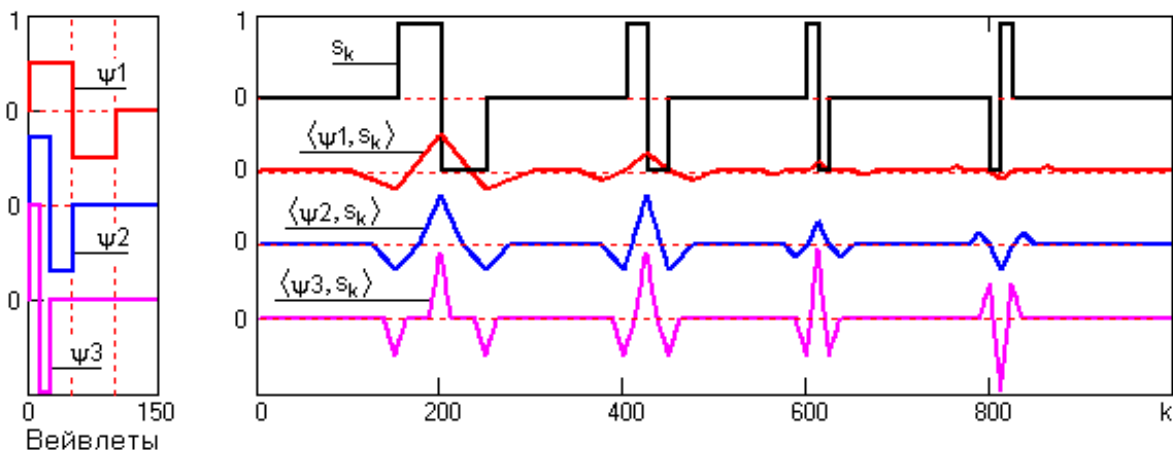


Рис. 2. Сигнал и скалярные произведения сигнала с вейвлетом [3]

Математику процесса вейвлетного разложения сигнала в упрощенной форме рассмотрим на примере разложения сигнала $s(t)$ вейвлетом Хаара с тремя последовательными по масштабу m вейвлетными функциями с параметром $a = 2$, при этом сам сигнал $s(t)$ образуем суммированием этих же вейвлетных функций с одинаковой амплитудой с разным сдвигом от нуля, как это показано на рис. 2.

Для выбранного начального значения масштабного коэффициента сжатия m определяется функция вейвлета (функция $\psi_1(t)$ на рис. 2), и вычисляется скалярное произведение сигнала с вейвлетом $\langle \psi_1(t), s(t+k) \rangle$ с аргументом по сдвигу k . Для лучшей наглядности результаты вычисления скалярных произведений на рис. 2 построены по центрам вейвлетных функций (т.е. по аргументу k от нуля со сдвигом на половину длины вейвлетной функции). Как и следовало ожидать, максимальные значения скалярного произведения отмечаются в сигнале там, где локализована эта же вейвлетная функция. После построения первой масштабной строки разложения, меняется масштаб вейвлетной функции (ψ_2 на рис. 2) и выполняется вычисление второй масштабной строки спектра, и т.д. [1 – 5].

Как видно на рис. 2, чем точнее локальная особенность сигнала совпадает с соответствующей функцией вейвлета, тем эффективнее выделение этой особенности на соответствующей масштабной строке вейвлетного спектра. Нетрудно видеть также, что для сильно сжатого вейвлета Хаара характерной хорошо выделяемой локальной особенностью является скачок сигнала, причем выделяется не только скачок функции, но и направление скачка.

На рисунке 3 приведен пример графического отображения вейвлетной поверхности реального физического процесса. Вид поверхности определяет изменения во времени спектральных компонент различного масштаба и называется частотно-временным спектром. Поверхность изображается на рисунках, как правило, в виде изолиний или условными цветами. Для расширения диапазона масштабов может применяться логарифмическая шкала [4, 5].

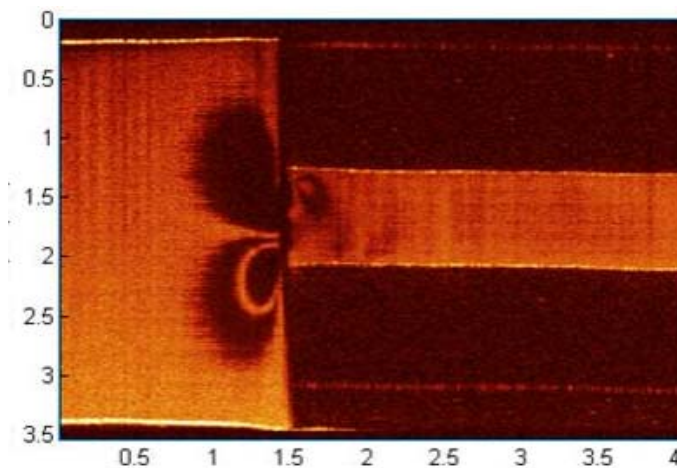


Рис. 3. Структурное ОКТ потока со сложной геометрией при выборе несущей частоты и полосового фильтра

Список использованных источников

1. **Дремин, И. М.** УФН 171, № 5. Вейвлеты и их использование / И. М. Дремин, О. В. Иванов, В. А. Нечитайло. – 2001.
2. **Павлов, А. В.** Обработка информации оптическими методами. Основы оптических информационных технологий, использующих преобразование Фурье и метод голографии / А. В. Павлов. – СПбНИГ, 2009. – 54 с.
3. **Ряды Фурье.** Преобразование Фурье / МГТУ имени Н. Э. Баумана. 2010.
4. **Проскурин, С. Г.** Спектральный анализ автоколебательной подвижности в изолированном тяжёлом плазмодии *Physarum polycephalum* / С. Г. Проскурин, Т. И. Авсиевич // Биофизика. – 2014. – Т. 59(6). – С. 1143 – 1150.
5. **Avsievich, T. I.** Spectral characteristics of shuttle self-oscillating endoplasmic motility in slime mold plasmodium / T. I. Avsievich, S. V. Frolov, S. G. Proskurin // Optics and Spectroscopy. – 2016. – V. 120(1). – P. 70 – 75.

References

1. **Dremin, I. M.** UFN 171, № 5. Veyvlety i ih ispol'zovanie / I. M. Dremin, O. V. Ivanov, V. A. Nechitajlo. – 2001.
2. **Pavlov, A. V.** Obrabotka informacii opticheskimi metodami. Osnovy opticheskikh informacionnyh tekhnologij, ispol'zuyushchih preobrazovanie Fur'e i metod golografii / A. V. Pavlov. – SPbNIG, 2009. – 54 s.
3. **Ryady Fur'e.** Preobrazovanie Fur'e. / MGTU imeni N. EH. Baumana. 2010.
4. **Proskurin, S. G.** Spektal'nyj analiz avtokolebatel'noj podvizhnosti v izolipovannom tyazhe plazmodiya *Physarum polycephalum* / S. G. Proskurin, T. I. Avsievich // Biofizika. – 2014. – Т. 59(6). – P. 1143 – 1150.
5. **Avsievich, T. I.** Spectral characteristics of shuttle self-oscillating endoplasmic motility in slime mold plasmodium / T. I. Avsievich, S. V. Frolov, S. G. Proskurin // Optics and Spectroscopy. – 2016. – V. 120(1). – P. 70 – 75.

УДК 616-71

Михина А. В.Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 89202365378, e-mail: alenka132009@yandex.ru)**СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ БИМЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ
НА ПРИМЕРЕ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫХ ТОМОГРАФОВ****Mikhina A. V.**Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 89202365378, e-mail: alenka132009@yandex.ru)**MODERN MEANS OF PROCESSING BIOMEDICAL DATA USING
THE EXAMPLE OF MAGNETIC RESONANCE TOMOGRAPHS**

Аннотация. Магнитно-резонансная томография (МРТ) на сегодняшний день является одним из мощнейших инструментов при проведении биомедицинских исследований. Анализ МРТ-снимков позволяет получить информацию о состоянии внутренних органов и тканей, отследить динамику патологических процессов, что дает возможность спланировать стратегию лечения или будущих научных экспериментов. В статье представлен обзор существующих инструментальных средств обработки информации магнитно-резонансной томографии, направленных на изучение областей интереса при проведении биомедицинских исследований.

Ключевые слова: МРТ, томография, средства обработки, информация, компьютерная диагностика.

Abstract. Magnetic resonance imaging (MRI) is one of the most powerful tools for conducting biomedical research. Analysis of MRI images allows obtaining information on the condition of internal organs and tissues, tracking the dynamics of pathological processes, which makes it possible to plan a treatment strategy or future scientific experiments. The article presents a review of the existing tools for processing magnetic resonance imaging information aimed at studying areas of interest in conducting biomedical research.

Keywords: MRI, tomography, means of processing, information, computer diagnostics.

Практическая медицина становится все более автоматизированной. Выделяют два вида компьютерного обеспечения: программное и аппаратное.

Программное обеспечение включает в себя системное и прикладное. В системное программное обеспечение входит сетевой интерфейс, который обеспечивает доступ к данным на сервере. Прикладное обеспечение – это программы, для которых, собственно, и предназначен компьютер. Это – вычисления, обработка результатов исследований, различного рода расчеты, обмен информацией между компьютерами. Сложные современные исследования в медицине немислимы без применения вычислительной техники. К таким исследованиям можно отнести компьютерную томографию, томографию с использованием явления ядерно-магнитного резонанса, ультрасонографию, исследования с применением изотопов. Количество информации, которое получается при таких исследованиях такое огромное, что без компьютера человек был бы в силах ее воспринять и обработать [1].

Метод магнитно-резонансной томографии (МРТ) широко применяется для диагностирования и отслеживания динамики заболеваний мозга, а также для исследования его функционирования. Анализ МРТ-снимков позволяет получить информацию о состоянии внутренних органов и тканей, отследить динамику патологических процессов, что дает возможность спланировать стратегию лечения или будущих научных экспериментов. Метод позволяет получать трехмерные изображения высокого качества и разрешения в цифровом виде, которые строятся по набору последовательных двумерных «срезов».

Полная разметка трехмерного изображения предполагает разбиение (сегментацию) объема мозга на несколько десятков регионов, соответствующих основным анатомическим структурам. Сегментация – классификация тканей мозга, в частности, серого, белого вещества и спинномозговой жидкости с целью их количественного анализа. Каждой точке (вокселю) ставится в соответствие метка анатомической структуры. Таким образом, ручная разметка в данном случае становится длительным и трудоемким процессом. Поэтому необходимы алгоритмы, автоматизирующие процесс анатомической разметки.

Автоматизация процесса сегментации областей интереса позволит ускорить изучение данных МРТ и улучшить качество анализа за счет вычисления различных информативных параметров (объем, расположение, динамика).

В настоящее время разработаны и продолжают совершенствоваться различные варианты программного обеспечения для автоматической сегментации структур головного мозга, которые различаются алгоритмами классификации, обработки ошибок и контроля результатов. Среди инструментальных средств отметим специализированную программу «BET» (Brain Extraction Tool), служащую для выделения области мозга, оценки внутренней и внешней поверхности черепа и наружной поверхности волосистой части головы. Программа «NiftySeg» содержит набор алгоритмов для сегментации и анализа изображений, оценки толщины коры мозга и пр. Такие средства как «RadiAnt DICOM Viewer» и «ImageJ» используются в основном для визуализации. Программа «xjView» позволяет просматривать МРТ-изображения в различных режимах («Glass View», «Section View», «3D Render View», «Slice View»). Визуализатор «Novo Spark» является мощным приложением для просмотра и качественного анализа многомерных данных. Кроссплатформенная система «3D Slicer» отличается широким функционалом за счет большого количества модулей. Визуализатор «MRICron» содержит утилиту «dcm2nii», конвертирующую DICOM-файлы в файлы формата «NIfTI», востребованного в средствах обработки данных МРТ [2]. Важно, что практически все перечисленные программы имеют открытые исходные коды и распространяются без лицензионных ограничений. Тем не менее, при ближайшем рассмотрении оказывается, что при широком разнообразии программного обеспечения получаемые результаты не всегда точны и зачастую противоречивы [3].

Для программных продуктов характерна ориентированность на узкие задачи, сложность настройки для применения в повседневной практике и недостаточность документации. В связи с этим для полноценного морфометрического анализа структур головного мозга необходимо использовать последовательный ряд подобранных и настроенных для выполнения определенных задач специализированных приложений. Использование полученных таким образом результатов морфометрии для дальнейшего, в том числе, динамического анализа требует формирования общего отчета, который включал бы в себя все данные, полученные в результате постпроцессинговой обработки [4 – 6].

Несмотря на высокий уровень автоматизации, полученные результаты необходимо контролировать визуально, так как неизбежно возникают ошибки, связанные как с качеством исходных данных, так и с несовершенством программных алгоритмов обьсчета.

Список использованных источников

1. **Труфанов, Г. Е.** Магнитно-резонансная томография: руководство для врачей / под ред. Г. Е. Труфанова, В. А. Фокина.– СПб. : ООО «Издательство ФОЛИАНТ», 2007.– 688 с.
2. **Андреева, А. Д.** Обзор программ для визуализации медицинских данных / А. Д. Андреева, С. Э. Маркина // Молодой ученый. – 2013. – № 3. – С. 512 – 516.
3. **Фраленко, В. П.** Инструментальные средства автоматического поиска и визуализации зон интереса в данных МРТ для поддержки принятия решений врачей-исследователей / В. П. Фраленко, М. В. Хачумов, М. В. Шустова // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2016, – № 4. – С. 27 – 37.
4. **Коновалова, К. Н.** Современные средства обработки информации в ядерной медицине / К. Н. Коновалова, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – С. 259 – 263.
5. **Коновалова, К. Н.** Использование методов радионуклидной диагностики для выявления отклонений на ранних стадиях заболеваний / К. Н. Коновалова, Т. А. Фролова // Актуальные проблемы энергосбережения и энергоэффективности в технических системах : тез. докл. 3-й междунар. конф. с элементами научной школы. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – С. 444–445.
6. **Фролов, С. В.** Рациональный выбор медицинской техники для лечебно-профилактического учреждения на основе системы поддержки принятия решений / С. В. Фролов, М. С. Фролова, А. Ю. Потлов // Врач и информационные технологии. – 2014. – № 3. – С. 35 – 45.

References

1. **Trufanov, G. E.** Magnitno-rezonansnaya tomografiya: rukovodstvo dlya vrachej / pod red. G. E. Trufanova, V. A. Fokina. – SPb. : ООО “Izdatel'-stvo FOLIANT”, 2007. – 688 s.
2. **Andreeva, A. D.** Obzor programm dlya vizualizacii medicinskih dannyh / A. D. Andreeva, S. E. Markina // Molodoy uchenyj. – 2013. – № 3. – S. 512 – 516.
3. **Fralenko, V. P.** Instrumental'nye sredstva avtomaticheskogo poiska i vizualizacii zon interesa v dannyh MRT dlya podderzhki prinyatiya reshenij vrachej- issledovatelej / V. P. Fralenko, M. V. Hachumov, M. V. Shustova // Iskusstvennyj intellekt i prinyatie reshenij. – 2016. – № 4. – S. 27 – 37.
4. **Konovalova, K. N.** Sovremennye sredstva obrabotki informacii v yadernoj medicine / K. N. Konovalova, T. A. Frolova // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Tambov : Publishing house FGBOU VO “TSTU”, 2016. – S. 259 – 263.
5. **Konovalova, K. N.** Ispol'zovanie metodov radionuklidnoj diagnostiki dlya vyyavleniya otklonenij na rannih stadiyah zabolevanij / K. N. Konovalova, T. A. Frolova // Aktual'nye problemy ehnergoberezheniya i ehnergoehffektivnosti v tekhnicheskikh sistemah : Tezisy 3-oj mezhdunarodnoj konferencii s ehlementami nauchnoj shkoly. – Tambov : Publishing house FGBOU VO “TSTU”, 2016. – S. 444–445.
6. **Frolov, S. V.** Racional'nyj vybor medicinskoj tekhniki dlya lechebno-profilakticheskogo uchrezhdeniya na osnove sistemy podderzhki prinyatiya reshenij / S. V. Frolov, M. S. Frolova, A. Yu. Potlov // Vrach i informacionnye tekhnologii. – 2014. – № 3. – S. 35 – 45.

УДК 616-71

Михина А. В.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 89202365378, e-mail: alenka132009@yandex.ru)

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ
ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ВИДЕО-ТЕПЛОВИЗИОННОЙ СИСТЕМОЙ**

Mikhina A. V.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 89202365378, e-mail: alenka132009@yandex.ru)

**IMPROVING THE QUALITY OF IMAGES DURING
THE EXAMINATION OF VIDEO IMAGING SYSTEM**

Аннотация. Значительное повышение технического уровня развития современных неинвазивных диагностических систем за счет совершенствования аппаратной реализации и технологий производства делает системы диагностической визуализации незаменимыми в повседневной клинической практике. При этом наряду с прогрессом инструментальных средств, весьма существенную роль в настоящее время начинают играть компьютерные методы обработки графической информации. В данной статье рассмотрен метод повышения качества обработки изображений, полученных с видео-тепловизионной системы.

Ключевые слова: обследование, медицина, здоровье, визуализация.

Abstract. A significant increase in the technical level of development of modern non-invasive diagnostic systems by improving the hardware implementation and production technologies makes diagnostic imaging systems indispensable in everyday clinical practice. At the same time, along with the progress of tools, a very significant role is now beginning to play computer methods for processing graphic information. This article describes a method of improving the quality of image processing obtained from the video thermal imaging system.

Keywords: examination, medicine, health, visualization.

В настоящее время разработана типовая схема инновационной тепловизионной системы, представленная на рис. 1. Данная схема ориентирована на выделение области обследования в визуальном диапазоне, в котором она обладает наибольшим контрастом [1].

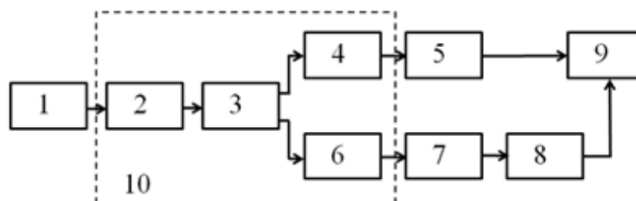


Рис. 1. Типовая схема инновационной тепловизионной системы

1 – объект; 2 – оптическая система; 3 – разветвитель; 4 – ИК-камера; 5 – интерполятор;
6 – фотокамера; 7 – блок фильтраций; 8 – блок выделения заданной области;
9 – блок обработки и визуализации; 10 – ИК-камера типа ThermaCAM

После фотографирования объекта изображение попадает в оптическую систему, из которой с помощью разветвителя выполняется разделение диапазонов на инфракрасный и визуальный. Проходя инфракрасную камеру и интерполятор, изображение инфракрасного диапазона попадает в блок обработки и визуализации. В этот же блок попадает и визуальное изображение, проходя через фотокамеру, блоки фильтраций и выделения заданной области.

Недостатком данной системы является слабая защита от бликов. Наличие бликов приводит к уменьшению уровня полезного сигнала и, соответственно, к ухудшению качества обследования.

Так при ожогах на пораженную поверхность накладывается Гелепран – это повязка с гидрогелевым покрытием, которое представляет собой мягкую, прозрачную, эластичную, хорошо моделируемую пластину, содержащую до 70% воды. Обеспечение влажной среды на ране совместно с лекарственной терапией обеспечивает наилучшее качество и кратчайшие сроки заживления.

На рисунке 2 изображен пораженный участок тела без наложения Гелепрана, а на рис. 3 с использованием Гелепрана.



Рис. 2. Раневая поверхность без Гелепрана



Рис. 3. Раневая поверхность под Гелепраном

Анализ изображений участков тела с ожогом, идентичных участков тела с ожогом после наложения Гелепрана и автоматической коррекции контраста и цвета позволил сделать следующие выводы:

- наложение даже свежего покрытия приводит к изменению оптического образа пораженного участка, появляются блики;
- применение покрытия приводит к уменьшению контраста, размыванию изображения и самое главное к изменению цветового восприятия, что затрудняет визуальный анализ течения процесса лечения;
- автоматическая коррекция контраста и цвета не позволяет восстановить исходное изображение и может привести к ложным заключениям.

Предлагается использовать вместо фоточувствительных приборов с зарядовой связью (ФПЗС) КМОП – матрицы (комплементарная структура металл-оксид-полупроводник).

В ФПЗС падающий свет, регистрируемый фотодиодом каждого пикселя, преобразуется в электрический заряд. Заряд пикселя перемещается в вертикальную «транспортную шину», расположенную сбоку от пикселя. Прилагаемое напряжение затем перемещает заряды по вертикальным и горизонтальным транспортным шинам, пока они не достигнут усилителя, в котором заряды преобразуются в электрический сигнал. В такой конструкции существует проблема, называемая «тянущиеся продолжения». Они возникают, когда очень яркий падающий свет за счет утечки попадает на вертикальную транспортную шину и создает избыточный заряд, который проявляется на изображении как яркая вертикальная полоса

В КМОП-матрицах усилитель, имеющийся у каждого пикселя, сразу преобразует заряд пикселя в электрический сигнал, который затем продвигается на выход. Проблема с тянущимися продолжениями здесь отсутствует, так как падающий свет не оказывает воздействия на электрический сигнал.

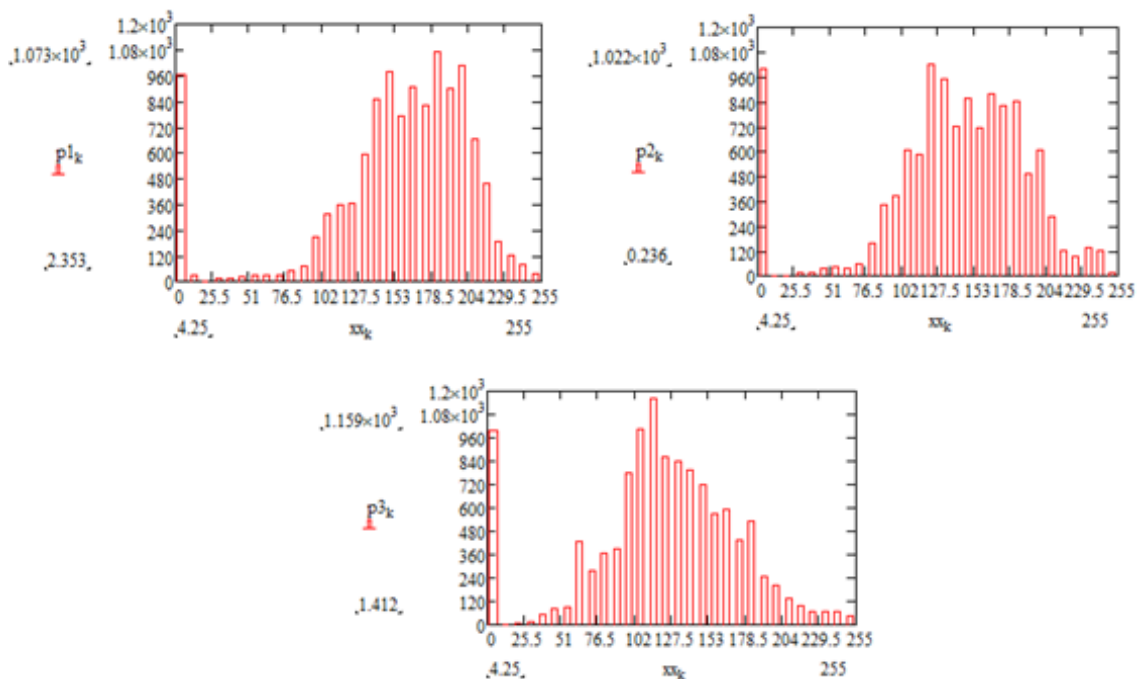


Рис. 4. Гистограммы сигналов

Данные матрицы позволяют изменять чувствительность каждого элемента и в них доступен режим неразрушающего считывания. Это позволит ввести следующий режим обработки.

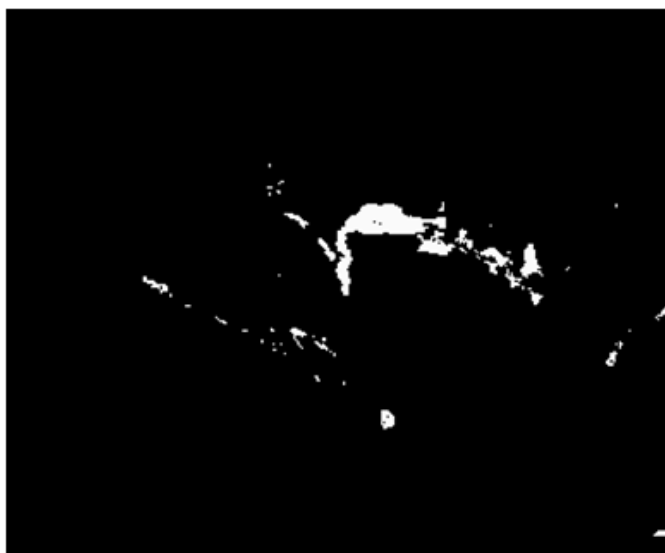
Через заданное время Δt после начала формирования изображения производится неразрушающее считывание. Затем производится пороговая обработка сигнала.

На рисунке 4 представлены сигналы с гистограмм после разложения изображения на цветовую модель RGB. По гистограммам определяется область, в которой находятся блики. Для красного – 230, зеленого – 210, синего – на уровне двухсот [2].

Выделяются пиксели, в которых формируются блики. Накладываются три сигнала с RGB и получаем суммарное изображение бликов, которое представлено на рис. 5.

Для этих пикселей чувствительность уменьшается, а само изображение усиливается сильнее. В результате используется весь яркостный диапазон, полезный сигнал усиливается во много раз.

Область, закрытую бликами, необходимо заменить областью из других кадров. Для других кадров аналогично определяется, что в данном месте нет блика и данная область заменяется в текущем кадре. Для остальных точек производим такую же обработку и получаем изображение без бликов, которое представлено на рис. 6.



FF

Рис. 5. Выделение области бликов



Рис. 6. Замена областей из других кадров

Следует отметить, что использование предполагаемого решения позволит решить задачу выделения в автоматическом режиме работы на тепловизионном изображении слабоконтрастных и малоразличимых заданных областей за счет использования обработки пространственно совмещенных визуальных изображений и, соответственно, повысить эффективность обследования человека видео-тепловизионной системой [3 – 8].

Список использованных источников

1. **Технология** производства радиоэлектронной аппаратуры : учебное пособие / С. В. Фролов, В. М. Строев, А. Ю. Куликов, А. Н. Жмаев. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 96 с.

2. **Метод** выделения малококонтрастных и малоразличимых областей на тепловизионном изображении / Е. С. Гундарцова, Т. Ю. Валовень, И. Н. Комбарова, В. М. Строев // Современные научные исследования и инновации. – 2016. – № 7 [Электронный ресурс]. – URL : <http://web.snauka.ru/issues/2016/07/70058>

3. **Фролова, М. С.** Информационная модель медицинской техники на основе объектно-ориентированного подхода / М. С. Фролова, Т. А. Фролова, И. А. Толстухин // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2015. – № 4(58). – С. 139 – 145.

4. **Коновалова, К. Н.** Современные средства обработки информации в ядерной медицине / К. Н. Коновалова, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II междунар. науч.-практ. конф. – Вып. 2 : в 2 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016. – Т. II.

5. **Коновалова, К. Н.** Использование методов радионуклидной диагностики для выявления отклонений на ранних стадиях заболеваний / К. Н. Коновалова, Т. А. Фролова // Актуальные проблемы энергосбережения и энергоэффективности в технических системах : тез. докл. 3-й междунар. конф. с элементами научной школы. – Тамбов, 2016. – С. 444–445.

6. **Фролов, С. В.** Рациональный выбор медицинской техники для лечебно-профилактического учреждения на основе системы поддержки принятия решений / С. В. Фролов, М. С. Фролова, А. Ю. Потлов // Врач и информационные технологии. – 2014. – № 3. – С. 35 – 45.

7. **Современные** тенденции развития рынка медицинских информационных систем / С. В. Фролов, С. Н. Маковеев, С. В. Семенова, С. Г. Фареев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 16, № 2. – С. 266 – 272.

8. **Современные** тенденции развития медицинских информационных систем мониторинга / С. В. Фролов, М. А. Лядов, И. А. Комарова, О. А. Остапенко // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2013. – № 2(46). – С. 66 – 75.

References

1. **Tekhnologiya** proizvodstva radioelektronnoj apparatury: uchebnoe posobie / S. V. Frolov, V. M. Stroevev, A. Yu. Kulikov, A. N. Zhmaev. – Tambov : Izd-vo GOU VPO TGTU, 2010. – 96 s.

2. **Metod** vydeleniya malokontrastnyh i malorazlichimyh oblastej na teplovizionnom izobrazhenii / E. S. Gundarcova, T. Yu. Valoven', I. N. Kombarova, V. M. Stroev // *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii*. – 2016. – № 7 [Электронный ресурс]. – URL : <http://web.snauka.ru/issues/2016/07/70058>

3. **Frolova, M. S.** Informacionnaya model' medicinskoj tekhniki na osnove ob'ektno-orientirovannogo podhoda / M. S. Frolova, T. A. Frolova, I. A. Tolstuhin // *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo*. – 2015. – № 4(58). – С. 139 – 145.

4. **Konovalova, K. N.** Sovremennye sredstva obrabotki informacii v yadernoj medicine / K. N. Konovalova, T. A. Frolova // *Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*. – Vyp. 2 : v 2 t. / pod obshch. red. V. A. Nemtinova ; FGBOU VPO «TGTU». – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 2016. – Т. II.

5. **Konovalova, K. N.** Ispol'zovanie metodov radionuklidnoj diagnostiki dlya vyyavleniya otklonenij na rannih stadiyah zabolevanij / K. N. Konovalova, T. A. Frolova // *Aktual'nye problemy ehnergoberezheniya i ehnergoehffektivnosti v tekhnicheskikh sistemah. Tezisy dokladov 3-oj mezhdunarodnoj konferencii s ehlementami nauchnoj shkoly*. – Tambov, 2016. – С. 444–445.

6. **Frolov, S. V.** Racional'nyj vybor medicinskoj tekhniki dlya lechebno-profilakticheskogo uchrezhdeniya na osnove sistemy podderzhki prinyatiya reshenij / S. V. Frolov, M. S. Frolova, A. Yu. Potlov // *Vrach i informacionnye tekhnologii*. – 2014. – № 3. – С. 35 – 45.

7. **Sovremennye** tendencii razvitiya rynka medicinskih informacionnyh sistem / S. V. Frolov, S. N. Makoveev, S. V. Semenova, S. G. Farea // *Vestnik TGTU*. – 2010. – Т. 16, № 2. – С. 266 – 272.

8. **Sovremennye** tendencii razvitiya medicinskih informacionnyh sistem monitoringa / S. V. Frolov, M. A. Lyadov, I. A. Komarova, O. A. Ostapenko // *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo*. – 2013. – № 2(46). – С. 66 – 75.

УДК 004.42:614.2

Абрамова А. В.¹, Абрамова Л. В.²

¹Северный государственный медицинский университет, Россия, г. Архангельск
(Тел. (8182)285657, e-mail: anastasiyaabr@mail.ru),

²Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова,
Россия, г. Архангельск
(Тел. (8182)216100, e-mail: l.abramova@narfu.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКЧЕЙН В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Abramova A. V.¹, Abramova L. V.²

¹Northern State Medical University, Russia, Arkhangelsk
(Tel. (8182)285657, e-mail: anastasiyaabr@mail.ru),

²Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Russia, Arkhangelsk
(Tel. (8182)216100, e-mail: l.abramova@narfu.ru)

THE USE OF BLOCKCHAIN HEALTH

Аннотация. В статье проведен анализ применения цифровых технологий в системе здравоохранения. Предлагается применение технологии блокчейн, как одной из наиболее перспективных в медицинской сфере. Приведено определение и история появления понятия «блокчейн». Проанализированы возможности применения технологии в сфере здравоохранения и возможные преимущества от ее внедрения в деятельность медицинских учреждений. Приведены примеры удачного использования данной технологии при создании единого реестра пациентов, покупке/продаже лекарств (аптеки, разработчики лекарств), страховании.

Ключевые слова: блокчейн, система здравоохранения, электронная база данных, единый реестр пациентов, смарт-контракты.

Abstract. The article analyzes the use of digital technologies in the health care system. It is proposed to use blockchain technology as one of the most promising in the medical field. The definition and history of the concept of blockchain are given. Possibilities of application of technology in the sphere of health care and possible advantages from its introduction in activity of medical institutions are analyzed. Examples of successful use of this technology in the creation of a unified register of patients, purchase/sale of drugs (pharmacies, drug developers), and insurance are given.

Keywords: blockchain, healthcare system, electronic database, unified register of patients, smart contracts.

Одним из наиболее востребованных сегодня направлений в работе Министерства здравоохранения России является внедрение цифровых технологий. Уже несколько лет ведется внедрение Единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ). Закон № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан РФ» предписывает разрабатывать стандарты медпомощи с учетом электронной статистики. Однако на сегодняшний день в российских городских больницах мы можем наблюдать следующую картину:

- существуют только электронная база данных на владельцев полисов ОМС и электронная запись на прием;
- единой программы для учета пациентов нет;
- информация из больницы в Фонд общего медицинского страхования часто передается вручную;
- история болезни записывается в базу данных только из одной отдельно взятой больницы или поликлиники;
- с 1 января 2018 года в России вступил в силу закон, регулирующий телемедицинскую помощь – официальные консультации и консилиумы с использованием Интернета и телевидения. Лишь некоторые больницы предоставляют эту услугу;
- в этом же законе прописаны подробности выдачи электронных рецептов, однако эта инновация не реализована.

Существует возможность решить перечисленные проблемы одним из наиболее перспективных направлений внедрения цифровых технологий в медицину – блокчейн.

Блокчейн был известен еще до появления криптовалюты, однако внимание людей привлек только когда биткоин вырос до 1000 USD. Цифровые деньги стали пилотным проектом на блокчейне и доказали его эффективность. Вместе с тем выяснилось, что криптовалюта – далеко не единственное применение технологии. Стали предлагаться самые разные сферы, где блокчейн в силах серьезно улучшить ситуацию: выборы, авторские права, рынок труда, благотворительность, недвижимость и т.д. Вспомнилось и о рынке медуслуг, как об одном из самых проблемных – по крайней мере, в России.

Блокчейн (в дословном переводе – «цепочка блоков») – это база данных, которая хранится не на одном большом компьютере (сервере), а дублируется на тысячах компьютеров. База состоит из блоков информации. В каждом новом блоке содержатся сведения о предыдущем (в виде особой суммы файлов). Создаются цепочки взаимозависимых блоков, которые дублируются на всех компьютерах системы. Базы автоматически синхронизируются. Если на одном компьютере информацию попробуют изменить задним числом, такая версия будет отвергнута при синхронизации. Только если одновременно менять информацию на более чем половине всех компьютеров сети, можно внести несанкционированные правки. Значит, чем больше компьютеров в сети, тем система безопаснее. Вся информация в блоках шифруется. Ее не могут прочитать сторонние люди – только те, у кого есть, простыми словами, пароль от своей ячейки с данными. А вот перемещения данных из одной ячейки в другую может видеть любой пользователь – в этом отношении система очень прозрачная.

Так, блокчейн отлично подходит для создания единого реестра пациента. Сейчас записи о прививках и вообще все медицинские данные хранятся в неких электронных базах на стороне клиник. Как пользователи, пациенты не имеют никаких механизмов контроля за тем, что происходит с их медкартами. Теоретически они могут быть переданы неизвестным организациям или просто потеряны в результате сбоя в системе. Если же информацию перевести в блокчейн, ситуация принципиально изменится. По сути, будет существовать единая база с высоким уровнем безопасности, стабильной работой и доступом с любого места. Имея такую инфраструктуру, пациенту не стоит волноваться о синхронизации данных. Любой врач может просмотреть историю болезни и назначить лечение, конечно, только после разрешения самого пациента. Можно реализовать приложение, с помощью которого пациент сам будет на время предостав-

лять доступ к своим данным лечащим врачам или исследовательским организациям. Он будет самостоятельно нести ответственность за доступ третьих лиц к своей медкарте, зато для него будет совершенно прозрачным, кто и каким образом ее использует. Все данные будут записываться в общий реестр, независимо от того, что это частный прием или обращение по медицинской страховке. Ведь часто частный прием врача нигде не отображается в истории пациента. Это даст возможность видеть более четкую картину заболеваний пациента. За несколько секунд врач может узнать группу крови, хронические заболевания, об аллергических реакциях и т.п. Таким образом, нет необходимости делать повторные анализы или тесты. Это сэкономит время и повысит скорость лечения. В этот момент возникает основная проблема стандартизации данных. Очень важно, чтобы все данные хранились в одном формате и не приводили к путанице. Кроме того, всю информацию нужно записать согласно заранее принятым стандартам.

Возможность решения этой проблемы с помощью блокчейна сейчас изучают сразу несколько организаций. Например, компания Guardtime в партнерстве с Фондом электронного здравоохранения Эстонии реализует программу перевода на блокчейн всех медицинских карт в стране.

Похожие проекты реализует в Нидерландах компания Prescript, а в США BitHealth. Почти год назад компания SimplyVital Health запустила электронный контрольный журнал ConnectingCare. Система собирает воедино данные медицинских организаций. Врачи могут получать доступ к хранящейся в блокчейне информации пациентов, которые посещают разных врачей в разных клиниках (например, окулиста в одной, а стоматолога – в другой).

Алгоритмы системы ConnectingCare выдают пациентам рекомендации по эффективному использованию ресурсов разных клиник. Медицинские учреждения в рамках системы будут получать вознаграждение за сотрудничество.

Гарвардский стартап Nebula Genomics собирается расшифровывать генетическую информацию и передавать ее с помощью блокчейна. Технология позволит пользователям монетизировать свою персональную информацию, минуя компании тестирования ДНК. Фармацевтические гиганты заинтересованы в большом количестве геномных данных. Обработка генетической информации помогает в разработке новых лекарств. Сегодня биотехнологические компании покупают за миллионы долларов секвенированные геномные данные у фирм по анализу генетических данных. Технология блокчейн, по замыслу сооснователей Nebula Genomics, позволит человеку «продать» свой геном фармкомпаниям, минуя посредника.

Самый простой вариант применения блокчейна в здравоохранении – отслеживание цепочки поставок, например, обычных лекарств или лекарств, содержащих наркотические вещества и подлежащих особому контролю. Это наиболее реальный кейс, потому что в supply-менеджменте блокчейн применяется уже давно. Сегодня потребители лекарства не могут отследить, кем препарат, который они покупают в аптеке, был произведен. При покупке лекарства можно попросить сертификат на него, но никто не мешает недобросовестному поставщику или продавцу его подделать. В соответствии с данными ВОЗ на 2018 год, объемы фальсифицированных и недоброкачественных лекарств в общем объеме рынка фармпродукции оцениваются не менее чем в 10%. В отдельных классах препаратов, по оценке Минздрава, объемы фальсификата доходили до 47%. Если же вся информация хранится в блокчейне, начиная с момента выпуска и до попа-

дания в аптеку розничной сети, теоретически возможно отследить всю цепочку. Так же в дальнейшем в эту систему можно добавлять функционал, например, для контроля за лекарствами в поликлиниках. Пользователь всегда сможет посмотреть, кому конкретно были переданы препараты, в каком объеме они требуются и так далее. Конечно, это особенно важно, если речь идет о применяемых в медицине наркотиках. Для этого на упаковку лекарства ставится штрих-код, по которому специальное приложение входит в блокчейн. Конечно, для пользователя, скорее всего, эта система будет просто черной коробочкой, которой ему придется доверять. Но именно здесь проявляется важное свойство блокчейна – неизменяемость. Информация, один раз сохраненная в нем, не может быть изменена или удалена. И в этом его огромное преимущество перед базой, в которой данные можно подделать, да еще и скрыть сам факт внесения изменений. Некоторые компании уже работают над созданием подобных систем, например, подает надежды проект MediLedger, объединяющий многих участников фарминдустрии, среди которых такие гиганты как Pfizer, Genentech и ряд крупных дистрибьюторов. Проект был запущен только в 2017 году.

В России стартовал один из пилотных проектов в сфере блокчейн-контроля происхождения и назначения лекарств на базе Новгородской областной клинической больницы, реализуемый блоктех-сегментом петербургской компании «Объединенная медицинская корпорация». В рамках первой стадии пилотного проекта осуществляется внедрение электронной системы доступа для каждого пациента, так что он сможет отследить персональное назначение лекарственных средств, их доступность по программе льготного обеспечения. Для больницы предусматривается мониторинг расходования лекарственных средств, автоматическое формирование финансовой карты пациента для отчета перед ОМС. Окончание первой стадии проекта – конец 2018 года. База – смарт-контракты стандарта ERC20 в блокчейне Эфириума.

Производители лекарств Pfizer, Amgen и Sanofi хотят использовать блокчейн для документирования своих клинических испытаний. Компании намерены создать универсальную базу, в которой будет храниться информация о каждом новом медикаменте, проверенном на людях. Документация очень часто является проблемой долгосрочных исследований. Сейчас по статистике 90% всех препаратов не проходят лабораторные испытания, а средняя стоимость успешной разработки лекарства достигает \$2,6 млрд. Внедрение блокчейна, по замыслу корпораций, позволит обновлять информацию об участнике испытаний в течение каждого медицинского назначения. Таким образом, в дополнение к соблюдению конфиденциальности пациентов можно будет ускорить процесс создания лекарств.

Третья большая область применения блокчейна – смарт-контракты, минипрограммы, живущие внутри блокчейн-сети. Они выполняют определенный набор действий в зависимости от триггеров, которые поступают к ним на вход. Для индустрии здравоохранения в этой части интересен смарт-клейм. Обычно в страховом случае нужно пройти по инстанциям, собирая подписи, а выплаты приходится ждать довольно долго. Если информация хранится в блокчейне, которому все доверяют, большую часть процесса можно автоматизировать. Как только записи попадают в цепочку, смарт-контракт проверяет, все ли условия выполнены, и делает выплату. Если информации не хватает, он запрашивает дополнительное исследование ситуации. Как ни странно, публично

о страховых проектах в медицине еще не было заявлено. Но в профессиональных кругах их уже довольно живо обсуждают, можно предположить, что это вопрос времени.

В заключение перечислим преимущества применения блокчейн в медицине:

- блокчейн может оснастить медицину унифицированной системой, которая будет одинаково работать на всех компьютерах страны. Это уменьшит коррупцию, потому что база данных управляет собой сама, у нее нет администраторов и начальства;

- конфиденциальность истории болезни;
- экономия времени врачей, персонала больниц и страховых компаний;
- скоростной доступ к нужной информации из любого уголка страны;
- быстрая обработка данных;
- беспроблемный обмен опытом лечения той или иной болезни;
- меньше проблем с потерей или порчей полиса ОМС;
- умные контракты – это система контроля автоматического внесения изменений в базы данных ФОМС: изменение категории заболевания, подбор нужного страхового тарифа, своевременное удаление из базы умерших пациентов и пр.

Система окажется очень полезной и для аптек и разработчиков лекарств:

- количество препаратов станет определяться реальной потребностью в них;
- все препараты будут доходить до пациентов;
- исчезнут «подпольные» лекарства и «серые» схемы их продажи;
- будет четко видна потребность в разработке той или иной фармацевтической продукции.

УДК 004.9

Данилов М. А.¹, Абрамова Л. В.²Северный (Арктический) Федеральный университет имени М. В. Ломоносова,
Россия, г. Архангельск¹(Тел. (8182)216100, e-mail: strangerinla@yandex.ru),²(Тел. (8182)216100, e-mail: l.abramova@narfu.ru)**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАТТЕРНА MVVM ПРИ РАЗРАБОТКЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПО УПРАВЛЕНИЮ БАЗОЙ ДАННЫХ****Danilov M. A.¹, Abramova L. V.²**

Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Russia, Arkhangelsk

¹(Tel. (8182)216100, e-mail: strangerinla@yandex.ru),²(Tel. (8182)216100, e-mail: l.abramova@narfu.ru)**USING THE MVVM PATTERN FOR THE DEVELOPMENT
OF INFORMATION SYSTEMS FOR DATABASE MANAGEMENT**

Аннотация. При разработке сложных информационных систем используется архитектурный паттерн, который позволит структурировать разработку и упростить дальнейшую поддержку приложения. Одним из таких паттернов является паттерн MVVM. В статье рассматривается его использование в комбинации со страничным интерфейсом и работой с базой данных.

Ключевые слова: информационная система, MVVM, база данных, C#, MySQL, WPF.

Abstract. When developing complex information systems, an architectural pattern is used that will structure the development and simplify the further support of the application. One such pattern is the MVVM pattern. The article considers its use in combination with the page interface and work with the database.

Keywords: information system, MVVM, database, C#, MySQL, WPF.

На сегодняшний день информационные технологии внедряются во все сферы жизни человека. Разрабатываемые информационные системы становятся сложнее и требуют более решений. Ключевым фактором при разработке сложных приложений является использование архитектурного паттерна, который позволяет структурировать разработку и упростить дальнейшую поддержку приложения.

В ходе данной статьи будет рассмотрен процесс разработки информационной системы, взаимодействующей с базой данных библиотеки, с использованием архитектурного паттерна MVVM.

Архитектурный паттерн MVVM предполагает разделение информационной системы на три отдельных модуля, слабо связанных между собой: модель (model), представление (view) и модель представления (view-model). Паттерн позволяет отделить логику приложения от визуальной части [1].

Наибольшее распространение паттерн получил благодаря технологии WPF, использующей преимущества платформы .NET. Для разработки информационной системы был выбран язык C#, так как он наилучшим образом сочетается с данной технологией.

Модель в рамках паттерна MVVM – это набор связанных классов, в которых описана вся бизнес-логика приложения, однако отсутствует логика, связанная с отображением данных и пользовательским интерфейсом.

Представление – описание пользовательского интерфейса, расположения кнопок, полей и прочих элементов управления на форме. Технология WPF предполагает разработку представления с использованием языка разметки XAML. Механизм привязки данных к свойствам элементов управления является ключевой особенностью данного языка. Благодаря привязкам, при разработке пользовательского интерфейса можно почти полностью отказаться от управляющего кода на языке C#.

Модель представления должна иметь набор свойств, идентичный набору данных, отображаемому в пользовательском интерфейсе, а также вызывать методы моделей, используемых в проекте. Помимо этого, модель представления должна включать в себя логику, связанную с валидацией введенных пользователями значений. Также модель должна иметь возможность сообщать об изменениях своих параметров. Наилучшим решением для этого является реализация в модели интерфейса INotifyPropertyChanged. Рекомендуется выделить отдельный базовый класс для всех моделей, реализующий данный интерфейс, чтобы избежать дублирования кода.

Для того, чтобы продемонстрировать основные аспекты разработки с использованием паттерна MVVM, предлагается рассмотреть информационную систему, взаимодействующую с базой данных библиотеки, развернутой на локальном сервере с использованием СУБД MySQL. Диаграмма прецедентов, разработанная в ходе исследования предметной области, представлена на рис. 1.

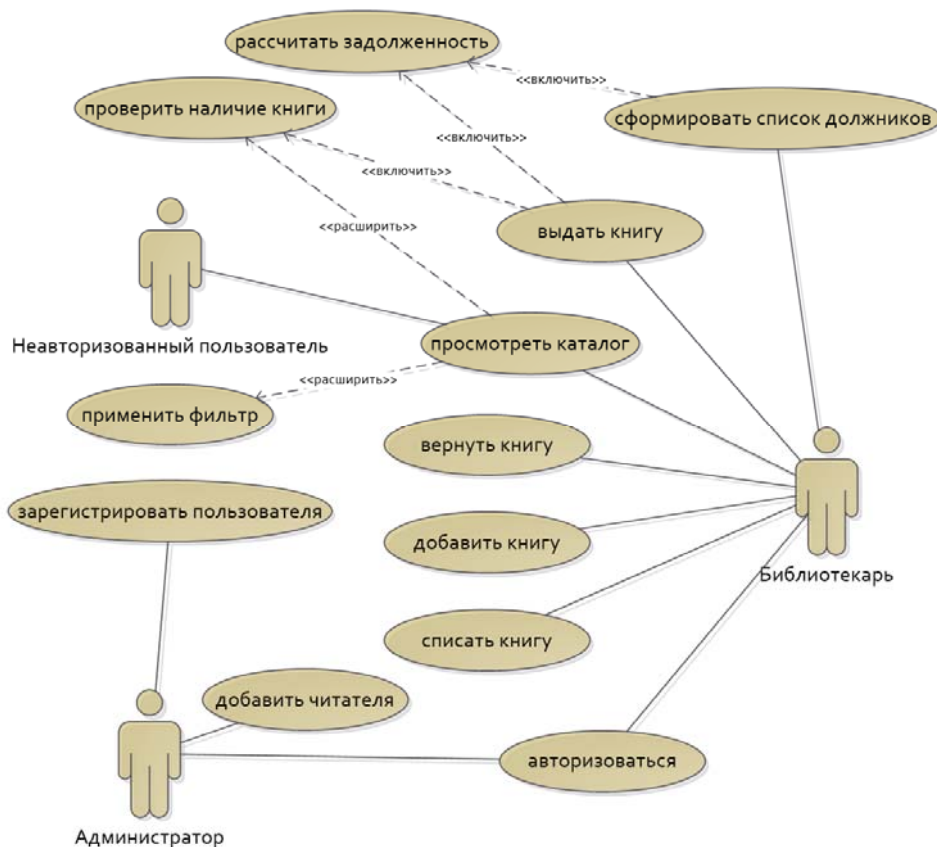


Рис. 1. Диаграмма прецедентов

На этапе проектирования информационной системы необходимо распределить бизнес-логику по уровням паттерна. Основой рассматриваемого проекта является взаимодействие с базой данных, которое следует вынести на уровень модели.

Для подключения к базе данных используется библиотека `MySQL.Data.MySqlClient`, которая позволяет выполнять отправку запросов и выгрузку результатов в виде таблиц и наборов данных в виде экземпляров классов `DataTable` и `DataSet` библиотеки `System.Data`. В модели подключения к базе данных описываются методы выгрузки таблицы и набора данных из базы данных, вставки данных в таблицу, их модификации и удаления. Текст запросов на выгрузку данных получается методами в виде параметра.

Предполагается, что информационная система будет иметь различный набор функций для различных пользователей, а именно: неавторизованный пользователь, администратор и библиотекарь. Поэтому наилучшим решением будет использование страничного пользовательского интерфейса. В связи с этим паттерн `MVVM` целесообразно применять для каждой отдельной страницы, таким образом, чтобы каждая страница имела собственную модель, модель представления и представление. Помимо этого, необходимо выделить отдельный класс, управляющий самими страницами. Кроме методов навигации, класс должен также иметь и методы авторизации, так как от роли авторизованного пользователя зависит состав страниц, отображаемых в интерфейсе.

Несмотря на ориентированность `WPF` на разработку с использованием паттерна `MVVM`, данная платформа имеет ряд недостатков, которые могут проявиться в любой момент. Например, стандартный компонент `PasswordBox` не имеет возможности привязки к свойству, хранящему введенный пароль. Данная проблема решается различными путями, однако стоит отметить лишь один, не разрушающий архитектурный паттерн – использование свойств зависимости (`Dependancyproperties`).

Также в `WPF` имеется компонент для реализации страничной навигации, однако ее рекомендуется использовать альтернативным образом, а именно, использованием компонента `ContentControl` и словаря ресурсов, в котором описаны ссылки на все представления в зависимости от моделей представления. Свойство модели навигации, содержащее ссылку на модель представления текущей открытой страницы, привязывается к свойству `Content` компонента `ContentControl`. Данный подход более предпочтителен, так как встроенный в `WPF` компонент страничной навигации имеет собственный стек открытых страниц и обширный функционал, который не может быть использован из-за ограничений `MVVM`.

Наиболее трудоемким, с точки зрения архитектурного паттерна, является разработка интерактивных отчетов и форм. Причиной этого является необходимость реализации анимированных действий, большая часть логики которых размещается на уровне представления, а остальная – на уровне модели и модели представления. В ходе разработки рассматриваемого проекта была реализована интерактивная карта помещений, позволяющая редактировать помещения и состав стеллажей. Пример интерактивной страницы представлен на рис. 2.

Несмотря на увеличение количества кода, необходимого для реализации, использование паттерна упрощает поддержку больших проектов и позволяет отделить бизнес-логику от интерфейса. Благодаря обособленным моделям, информационные системы, разработанные на основе паттерна `MVVM`, могут быть легко перенесены на любые платформы и операционные системы, а также подстроены под различные пользовательские интерфейсы.

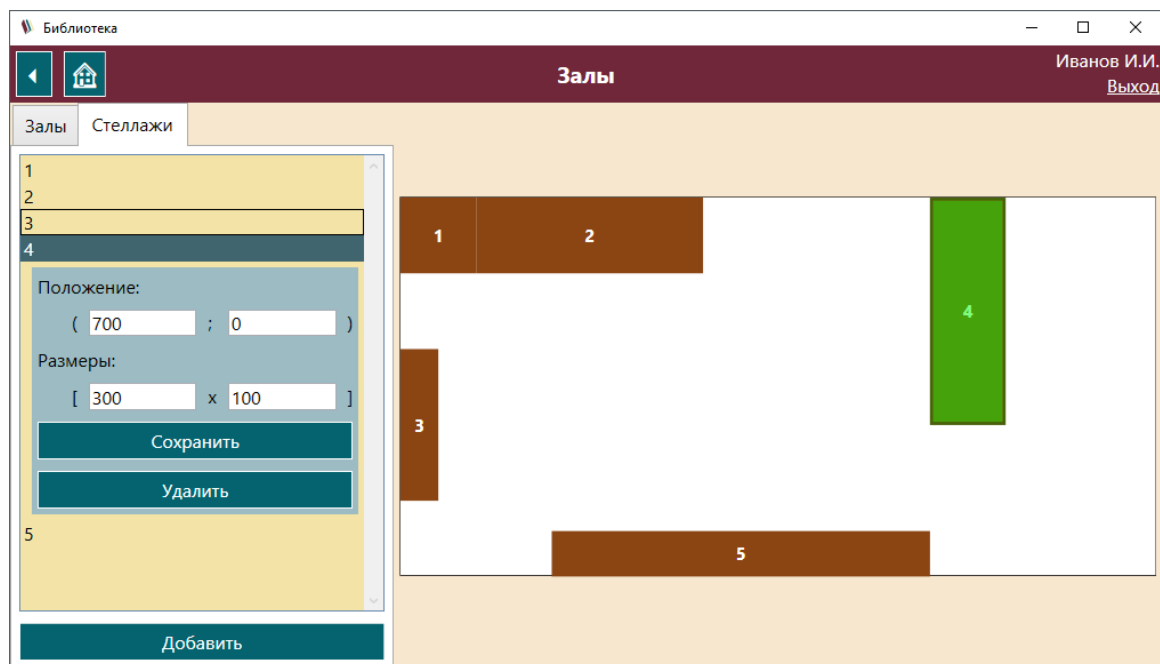


Рис. 2. Пример интерактивной страницы

Список использованных источников

1. **Паттерн MVVM** [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые и граф. дан. – URL : <https://metanit.com/sharp/wpf/22.1.php>, свободный (дата обращения: 01.03.2018)

References

1. **Pattern MVVM** [Electronic resource]. – Electronic text and graphic data. – URL : <https://metanit.com/sharp/wpf/22.1.php>, free (date of the application: 01.03.2018)

УДК 004.062

Яковлев А. В.¹, Шибков Д. А.², Савилова У. А.³, Яковлева Д. А.⁴
 Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
¹(Тел. +7(910)8552341, e-mail: yava73@bk.ru),
²(Тел. +7(920)2355377, e-mail: shibkov.d.a@yandex.ru),
³(Тел. +7(905)0855245, e-mail: yliana.savilova@gmail.com),
⁴(Тел. +7(910)6537623, e-mail: yada99@yandex.ru)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, РЕАЛИЗУЮЩЕГО МЕТОД ОБЕЗЛИЧИВАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Yakovlev A. V.¹, Shibkov D. A.², Savilova U. A.³, Yakovleva D. A.⁴
 Tambov State Technical University, Russia, Tambov
¹(Tel. +7(910)8552341, e-mail: yava73@bk.ru),
²(Tel. +7(920)2355377, e-mail: shibkov.d.a@yandex.ru),
³(Tel. +7(905)0855245, e-mail: yliana.savilova@gmail.com),
⁴(Tel. +7(910)6537623, e-mail: yada99@yandex.ru)

DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE FOR RENDERING PERSONAL DATA ANONYMOUS

Аннотация. В данной статье рассматривается метод защиты персональных данных, построение модели программного обеспечения, реализующего обезличивание данных, и ее реализация.

Ключевые слова: персональные данные, информационная система персональных данных, SHA-3, метод обезличивания, разработка программного обеспечения.

Abstract. This article discusses the method of protecting personal data, building a model of software for rendering personal data anonymous, and its implementation.

Keywords: personal information, information system of personal information, SHA-3, method of rendering personal data anonymous, software development.

С появлением новых технологий вводятся дополнительные требования к защите персональных данных (ПДн). Одним из таких требований является проведение комплекса мероприятий по обезличиванию обрабатываемых ПДн. В данной статье представлена разработка программного обеспечения, реализующего обезличивание ПДн [1].

За основу метода обезличивания ПДн была взята идея, реализованная в патенте № 103414, частично взятая из стандарта NIST 800-122. Для реализации предложено выделять из исходной базы данных две другие: служебную, хранящую ту часть ПДн, по которой возможно однозначно определить владельца, и остальные, по набору которых однозначно определить владельца не получится. Затем обе базы данных заполняются данными, содержащимися в оригинальной базе, а во второй, помимо этого, формируются идентификаторы в роли ключевых полей записи. В роли идентификаторов предлагается использовать результат хэширования записи [2].

Процесс обезличивания должен проходить следующим образом:

- сначала необходимо осуществить сбор ПДн;
- затем требуется подключиться к базе данных, которую требуется обезличить, и считать структуру ее записей;

- после этого из предоставленного списка требуется выбрать список атрибутов, отнесенных к однозначно определяющим владельца данным;
- создаются две базы данных в соответствии с выбранным списком разбиения. В справочной базе данных записи будут состоять из атрибутов, выбранных в качестве однозначно определяющих, а в обезличенной – из всех остальных вместе со сгенерированным идентификатором;
- созданные базы данных заполняются так, что часть записи, соответствующая атрибутам с выделенными однозначно определяющими атрибутами, записывается в справочную базу данных, а остальное – в обезличенную.

Структурная схема метода изображена на рис. 1.

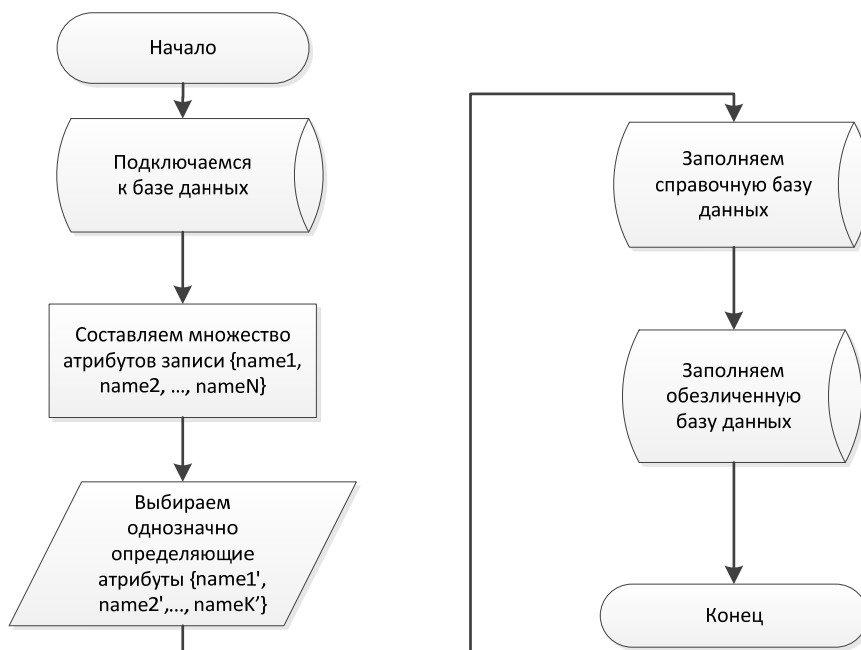


Рис. 1. Структурная схема алгоритма обезличивания

Одним из наиболее перспективных и современных криптографических алгоритмов является SHA-3 (Кескак) – алгоритм хэширования переменной разрядности (224, 256, 384 и 512 бит). Данный алгоритм построен по принципу криптографической губки [3].

Основой функции сжатия алгоритма является функция f , выполняющая перемешивание внутреннего состояния алгоритма. Состояние A представляет из себя массив размером 5 на 5, элементами которого являются 64-битные слова, инициализированные нулевыми битами (т.е. размер состояния составляет 1600 битов). Функция f выполняет 24 раунда, в каждом из которых производятся следующие действия:

$$C[x] = A[x, 0] \oplus A[x, 1] \oplus A[x, 2] \oplus A[x, 3] \oplus A[x, 4], \quad x = 0 \dots 4,$$

$$D[x] = C[x - 1] \oplus (C[x + 1] \gggg 1) \quad x = 0 \dots 4,$$

$$A[x, y] = A[x, y] \oplus D[x], \quad x = 0 \dots 4, \quad y = 0 \dots 4,$$

$$B[y, 2 \times x + 3 \times y] = A[x, y] \gggg r[x, y], \quad x = 0 \dots 4, \quad y = 0 \dots 4,$$

$$A[x, y] = B[x, y] \oplus (\sim B[x + 1, y] \wedge B[x + 2, y]), \quad x = 0 \dots 4, \quad y = 0 \dots 4,$$

где B – временный массив, аналогичный по структуре массиву состояния; C и D – временные массивы, содержащие по пять 64-битных слов; r – массив, определяющий величину циклического сдвига для каждого слова состояния; $\sim x$ – поразрядное дополнение к x .

Все операции с индексами массива выполняются по модулю 5. Для формирования хэша нужно проделать следующее: нужно взять исходное сообщение M и дополнить его до длины, кратной r . Согласно правилам дополнения, если сообщение нужно дополнить более чем на один байт, то к нему дописывается единичный байт, необходимое количество нулей, при этом по завершению дополнения нулями ставится байт со значением $0x80$. В случае, если необходимо дополнить всего один байт, то достаточно добавить байт $0x81$.

Далее для каждого блока M_i длиной r бит выполняется:

- сложение по модулю 2 с первыми r -битами набора начальных состояний S . Перед началом работы функции все элементы S будут равны нулю;
- N раз применяется к полученным в результате данным функция f . Набором начальных состояний S для блока $M_i + 1$ будет результат последнего раунда блока M_i ;
- после того, как все блоки M_i закончатся, взять итоговый результат и вернуть его в качестве хэш-значения.

Перед выполнением функции сжимания накладывается операция XOR фрагментов исходного сообщения с фрагментами исходного состояния. Результат обрабатывается функцией f . Данное наложение в совокупности с функцией сжимания, выполняемые для каждого блока входных данных, представляют собой фазу впитывания криптографической губки.

Результирующее хэш-значение вычисляется в процессе выполнения фазы выжимания криптографической губки, основу которой также составляет описанная выше функция f . Возможные размеры хэш-значений – 224, 256, 384 и 512 бит.

В данной работе будет использоваться SHA-3 с размером хэша 512 бит [4]. Это обуславливается как высокой устойчивостью к атакам «дней рождений», так и отсутствием обнаруженных критичных уязвимостей и коллизий.

Для того, чтобы осуществить работу с базой данных, к ней необходимо подключиться. Подключение к базе данных означает, что пользователь получает доступ к работе с ее содержимым. Для получения доступа к базе данных необходимо указать корректный путь к ней и, в нашем случае, знать драйвера баз данных, которые будут необходимо задействовать.

После получения структуры исходной базы данных и выбора набора атрибутов, однозначно определяющих владельца, требуется реализовать алгоритм работы с базами данных. Для того, чтобы разбить содержимое исходной базы данных на две итоговых базы данных, необходимо пройтись по всем записям исходной базы, разбивая каждую на две части в соответствии с выделенными однозначно определяющими и не определяющими однозначно параметрами. Если взглянуть с точки зрения реализации, то создать набор из всех записей исходной таблицы возможно при использовании команды SQLSELECT, а записать две оставшиеся базы данных – при помощи команд INSERT.

Общий вид этих команд выглядит следующим образом:

- SELECT * FROM [название таблицы];
- INSERTINTO [название таблицы] ([атрибут 1], ..., [атрибут N]) VALUES (значение 1, ..., значение N).

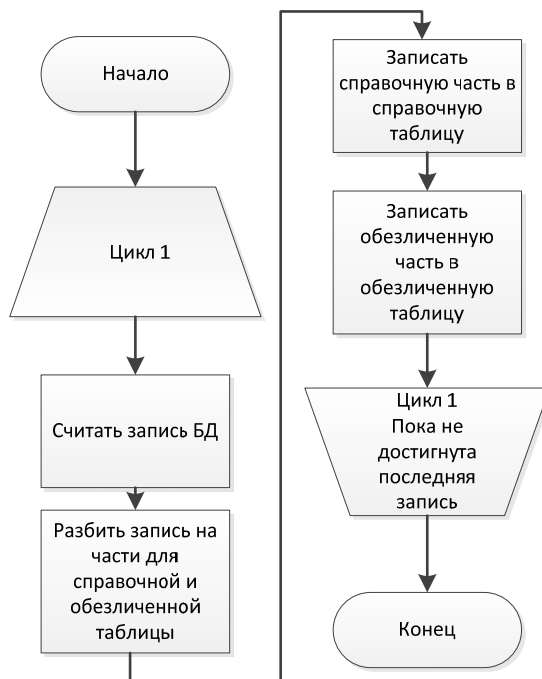


Рис. 2. Структурная схема алгоритма заполнения итоговых баз данных

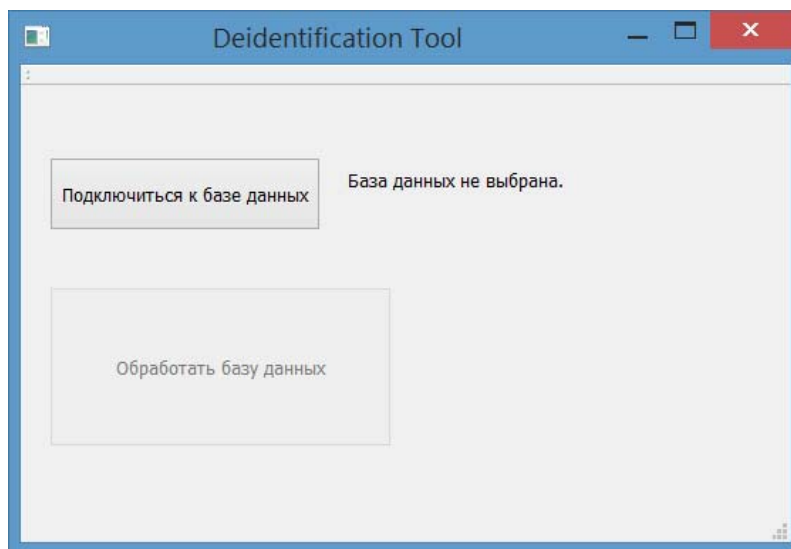


Рис. 3. Основное окно программы

Структурная схема алгоритма разбиения исходной базы представлена на рис. 2.

Основное окно программы представлено на рис. 3.

При нажатии на кнопку «Обработать базу данных» появляется диалоговое окно, в котором требуется отметить все атрибуты, являющиеся однозначно определяющими данными и которые следует заменить на идентификатор в обезличенной данной. Эти атрибуты сохраняются в справочной таблице, физически хранящейся отдельно от обезличенной базы данных.

На рисунке 4 представлено диалоговое окно для исходной базы данных.

Проверка работоспособности программы на примере из тестовой базы данных представлена в табл. 1 – 3.

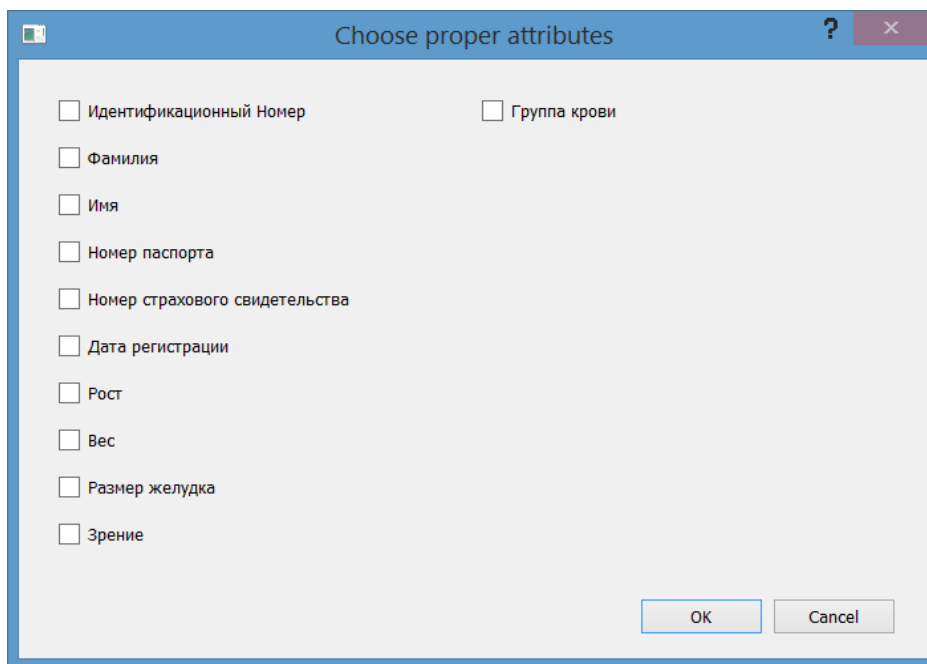


Рис. 4. Диалоговое окно программы

1. Записи исходной базы данных base2.acddb

Идентификационный номер	Фамилия	Имя	Номер паспорта	Номер страхового свидетельства	Дата регистрации	Рост	Вес	Размер желудка	Зрение	Группа крови
1	Иванов	Александр	681201256	1122336655	28.10.2003	172	70	2	1/1	A

2. Записи справочной базы данных userandid.acddb

Идентификационный номер	Фамилия	Имя	Номер паспорта	Номер страхового свидетельства	Дата регистрации
1	Иванов	Александр	681201256	1122336655	28.10.2003

После работы программы в папке resdb появляется два файла – userandid.acddb и idandother.acddb. Соответственно, первый является справочной базой данных, второй – обезличенной. Выполним проверку содержимого обеих баз данных на случай непредвиденных ошибок и неверной работы.

В таблице 2 представлено содержимое справочной базы данных, в которой хранятся однозначно определяющие субъекта ПДн.

В таблице 3 представлено содержимое обезличенной базы данных, в которой хранятся обезличенные в ходе работы программного обеспечения ПДн.

3. Записи обезличенной базы данных idandother.acddb

ID	Рост	Вес	Размер желудка	Зрение	Группа крови
5328d7071866cf30f8e1a6edcc46ffc74228 12a487893f3c4cd16e69f370f7190d506deb 241e73a1bb55ffb6e0a5375471a5	172	70	2	1/1	A

Таким образом, результаты тестирования свидетельствуют о работоспособности программного обеспечения, реализующего метод обезличивания ПДн.

Список использованных источников

1. **General Data Protection Regulation (GDPR)** – Final text neatly arranged [Электронный ресурс]. – URL : <https://gdpr-info.eu/> (дата обращения: 15.09.2018).
2. **Система** взаимодействия разделенных баз персональных данных информационной системы [Электронный ресурс]. – URL : <http://bankpatentov.ru/node/68737> (дата обращения: 15.09.2018).
3. **Keccak Team**. The sponge and duplex constructions [Электронный ресурс] / Keccak Team. – URL : https://keccak.team/sponge_duplex.html (дата обращения: 15.09.2018).
4. **Reyhanitabar, M. R.** An Investigation of the Enhanced Target Collision Resistance Property for Hashing Functions / M. R. Reyhanitabar, W. Susilo, Y. Mu. – USA : Cryptology ePrint Archive, 2009. – P. 218 – 234.

References

1. **General Data Protection Regulation (GDPR)** – Final text neatly arranged [Electronic resource]. – URL : <https://gdpr-info.eu/> (date of the application: 15.09.2018).
2. **The system** of interaction of the separated databases of the personal data of the information system [Electronic resource]. – URL : <http://bankpatentov.ru/node/68737> (date of the application: 15.09.2018).
3. **Keccak Team**. The sponge and duplex constructions [Electronic resource] / Keccak Team. – URL : https://keccak.team/sponge_duplex.html (date of the application: 15.09.2018).
4. **Reyhanitabar, M. R.** An Investigation of the Enhanced Target Collision Resistance Property for Hashing Functions / M. R. Reyhanitabar, W. Susilo, Y. Mu. – USA : Cryptology ePrint Archive, 2009. – P. 218 – 234.

УДК 658.512.4

Сергеев А. И., Хохлова А. Ю.

Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург
(Тел. (3532)37-25-12, e-mail: alexandr_sergeew@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ САПР ТП

Sergeev A. I., Khohlova A. Yu.

Orenburg State University, Russia, Orenburg
(Tel. (3532)37-25-12, e-mail: alexandr_sergeew@mail.ru)

THE USE OF INTELLIGENT METHODS FOR THE DEVELOPMENT OF CAD PROCESSES

Аннотация. В статье приводится информация об актуальности использования интеллектуальных методов для разработки систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП). Приведено описание процесса получения знаний о технологических процессах за счет их накопления в процессе проектирования или за счет привлечения эксперта. На основании проведенного исследования предложена инфологическая модель базы данных о технологических процессах механической обработки и холодной штамповки алюминиевых изделий из металлопроката. На основании информации, хранящейся в базе данных, предложена логическая модель базы знаний, содержащая, помимо прочей информации, сведения о формировании в автоматическом режиме последовательностей операционных переходов.

Ключевые слова: база данных, база знаний, штамповка, САПР ТП, модель знаний.

Abstract. The article provides information about the relevance of the use of intelligent methods for the development of computer-aided design of technological processes (CAD processes). The description of the process of obtaining knowledge about technological processes due to their accumulation in the design process or through the involvement of an expert is given. On the basis of the conducted research the infological model of database about technological processes of machining and cold stamping of aluminum products from metal rolling is offered. Based on the information stored in the database, a logical model of the knowledge base is proposed, which contains, in addition to other information, information on the formation of sequences of operational transitions in automatic mode.

Keywords: database, knowledge base, stamping, CAD processes, knowledge model.

Введение. Сегодня при возрастающей номенклатуре изделий, их частой сменяемости возникает необходимость в САПР ТП, соединяющих в себе достоинства методов синтеза и анализа, использующих автоматический метод генерации технологического процесса, с использованием интеллектуальной поддержки принятия технологических решений на основе базы знаний.

Автоматический метод проектирования основывается на алгоритмах, включающих технологические решения и условия их выбора в автоматическом режиме. Результатом работы САПР ТП в автоматическом режиме является рабочий вариант технологического процесса. Сформированный технологический процесс технолог может принять

или отредактировать, используя другие режимы работы САПР ТП. Для функционирования таких систем требуется подробное описание входной информации о детали – данные с 3D-модели или конструкторского чертежа [1, 2].

Современное состояние вопроса. Знания в современных условиях являются важным ресурсом машиностроительного предприятия. Широкое использование информационных технологий в настоящее время сподвигло перенос источников знаний в электронную технологическую базу данных с бумажных носителей промышленных предприятий. Базы данных стали основным средством управления информацией и, следовательно, знаниями. По сравнению с традиционными методами обработки информации, процесс извлечения знаний концентрируется на использовании алгоритмов поиска шаблонов данных. Одной из наиболее значимых областей знаний для производства являются знания о технологическом процессе. Однако, в любом случае необходимо вмешательство человека для обеспечения целостности знаний в данной области. Внедрение систем автоматизированного проектирования технологических процессов на предприятии приводит к быстрому наполнению информации в базе данных. Получение из этого массива информации и обработка знаний без человеческого вмешательства – это одна из существующих проблем развития САПР ТП. Технологические базы предприятий включают в себя знания о технологическом процессе, справочные знания, знания о производственных мощностях, знания о моделях технологического процесса, знания о технологических решениях.

Традиционным методом преобразования данных в знания являются неавтоматизированный анализ и интерпретация. Ключевой фигурой при обработке данных и знаний о технологических процессах на сегодняшний день является эксперт. Например, на зарубежных машиностроительных предприятиях существует практика периодического анализа тенденций в машиностроении и регламентирующих производство документов, на основании которого эксперт формирует документ, в общих чертах описывающий результаты анализа. Влияние такого документа на процесс принятия решений в достаточной степени ограничено, такая форма анализа требует существенных временных и финансовых затрат, является субъективной и в значительной степени зависит от эксперта. В конечном итоге, в связи со значительным ростом объема информации такой метод анализа не является оптимальным.

Разработка моделей базы данных и базы знаний. Для полного описания знаний о технологическом процессе предложено разработать инфологическую модель, которая должна основываться на полном анализе данных, используемых в процессе разработки ТП. Инфологическая модель включает в себя все основные объекты процесса (изделие, детали, производственные ресурсы, маршрут и т.д.), является составной структурой и формируется из упорядоченной комбинации данных и знаний о деталях, производственных и человеческих ресурсах, технологическом оснащении. На основании предложенной инфологической модели была разработана БД, содержащая 15 взаимосвязанных сущностей: Карта учета, Чертеж, Эталонные сопроводительные карты, Оснастка, Техпроцессы, Вид чертежа, Вид готовности к использованию, Вид оснастки, Оборудование, Вид оборудования, Инструмент, Вид инструмента, Участки, Таблица профилей, Вид профиля (рис. 1). Каждая из представленных таблиц содержит необходимую информационную базу для планирования маршрута изготовления детали.

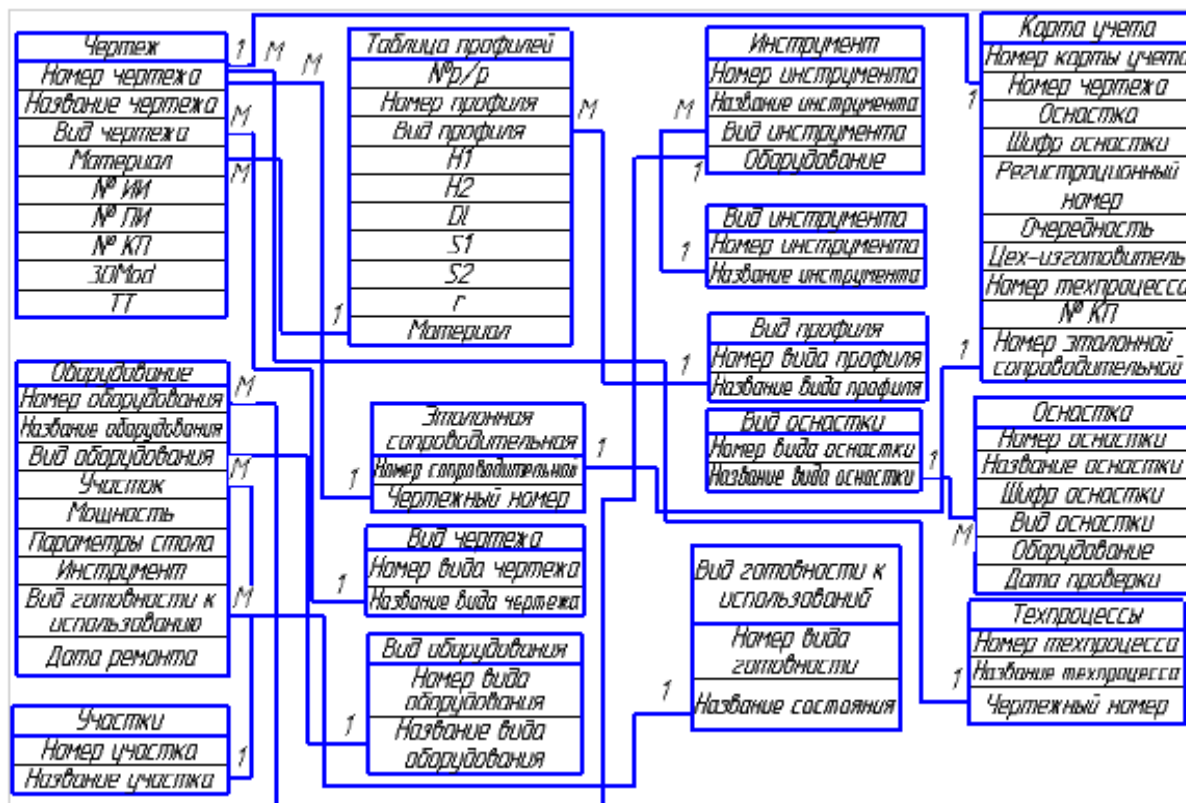


Рис. 1. Инфологическая модель БД

Разработанная информационная модель задает протокол получения знаний в базе данных САПР ТП при помощи стандартизации описания элементов технологического процесса [3]. Для построения базы знаний (БЗ) была выбрана логическая модель, представленная на рис. 2. База знаний содержит шесть невязаных сущностей: База правил, Логическая, Организационная, Операции, Таблица профилей, Переходы. Рассмотрим их более подробно.

Таблица «БП» (База правил) содержит правила определения этапов изготовления деталей путем обработки данных с 3D-модели.

Таблица «Логическая» содержит логические формулы, например, деталь выполнена из углового профиля. Необходимо произвести сравнение высоты каждой полки детали со значением в таблице профилей. Если размер полки детали (Н1) меньше соответствующего параметра таблицы (Н1Т), то данную полку приводят к нужному размеру за счет уменьшения высоты. Также толщина основного материала влияет на метод обработки, например, если толщина меньше 2 мм, то для механической обработки целесообразнее выбрать слесарный метод, а для толщин больше 2 мм – метод фрезерования.

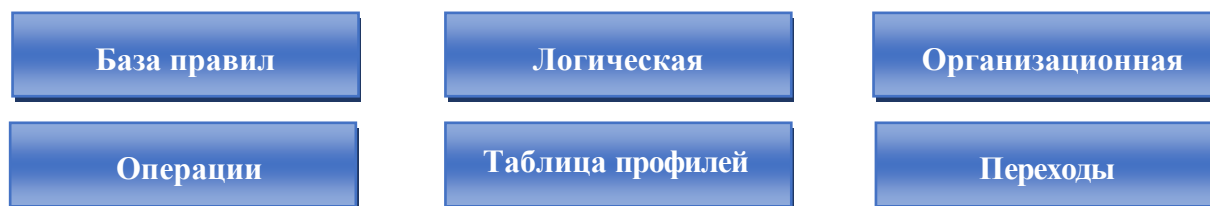


Рис. 2. Логическая модель БЗ

В «Организационной» таблице хранятся условия соблюдения порядка следования технологических операций, при вводе новых правил, например, дублирования операций или изменения общепринятой технологии производства (после операции закалки следует правильная операция, так как после термообработки заготовка деформируется).

Таблица «Операции» содержит не только название всех технологических операций механического и холодно-штамповочного производства изделий из термоупрочняющегося алюминиевого металлопроката, но и описание выполнения каждой из этих операций.

Таблица «Переходы» – (Последовательности операционных переходов) предназначена для хранения технологических циклов изготовления деталей из алюминиевого металлопроката.

Заключение. Таким образом, сформирована БД, позволяющая охватить всю информационную сферу производства, в рамках предприятия или цеха. Хранящиеся данные описывают производственные мощности, что в свою очередь автоматизирует поиск и ввод информации о технологическом и техническом состоянии ТП. Предложенная модель БЗ позволяет извлекать и обрабатывать знания о технологии механической обработки и холодной штамповки, что дает возможность перейти к следующему этапу – автоматической генерации последовательности операционных переходов.

Список использованных источников

1. **Акулович, Л. М.** Комбинированный метод автоматизированного проектирования технологических процессов изготовления деталей машин из металлопроката / Л. М. Акулович, Д. Б. Ермашкевич // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2017. – № 2(55). – С. 5 – 15.
2. **Хохлова, А. Ю.** Системный анализ систем автоматизированного проектирования технологических процессов / А. Ю. Хохлова, А. И. Сергеев // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии : материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. – Оренбург, 2017. – С. 666 – 668.
3. **Богданов, В. В.** Формирование базы знаний для САПР ТП на основе базы данных технологического назначения / В. В. Богданов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2010. – № 6(53). – С. 47 – 50.

References

1. **Akulovich, L. M.** Kombinirovannyj metod avtomatizirovannogo proektirovaniya tekhnologicheskikh processov izgotovleniya detalej mashin iz metalloprokata / L. M. Akulovich, D. B. Ermashkevich // Vestnik Belorussko-Rossijskogo universiteta. – 2017. – № 2(55). – S. 5 – 15.
2. **Hohlova, A. Yu.** Sistemnyj analiz sistem avtomatizirovannogo proektirovaniya tekhnologicheskikh processov / A. Yu. Hohlova, A. I. Sergeev // Komp'yuternaya integraciya proizvodstva i IPI-tekhnologii : materialy VIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Orenburg, 2017. – S. 666 – 668.
3. **Bogdanov, V. V.** Formirovanie bazy znaniy dlya SAPR TP na osnove bazy dannyh tekhnologicheskogo naznacheniya / V. V. Bogdanov // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Priborostroenie. – 2010. – № 6(53). – S. 47 – 50.

УДК 004.02

**Немтинов В. А., Борисенко А. Б., Трюфилькин С. В.,
Немтинова Ю. В., Горелов А. А.**

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630706, e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ИСТОРИЧЕСКОГО ПОРТРЕТА МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Nemtinov V. A., Borisenko A. B., Trufilkin S. V.,
Nemtina Yu. V., Gorelov A. A.**

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630706, e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)

USE OF INFORMATION TECHNOLOGY IN CREATING A HISTORICAL PORTRAIT OF THE MUNICIPALITIES

Аннотация. Работа посвящена вопросам создания исторического портрета муниципального образования с использованием информационных технологий на примере города Тамбова, имеющего почти 380-летнюю историю. Применение современных информационных технологий позволяет привлечь внимание к памятникам исторического и культурного значения, а также формирует их современный портрет. Разработанный авторами виртуальный музей способствует развитию музейного дела, популяризации краеведческой и музейной деятельности, в том числе среди подрастающего поколения.

Ключевые слова: объекты культурно-исторического значения, исторический портрет муниципального образования, информационные технологии, интернет.

Abstract. The work is devoted to the creation of a historical portrait of the municipality using information technology on the example of the city of Tambov, which has almost a 380-year-old history. The use of modern information technologies allows drawing attention to the monuments of historical and cultural significance, as well as forms their modern portrait. The virtual museum developed by the authors contributes to the development of the museum business, popularization of local history and museum activities, including those for a younger generation.

Keywords: cultural and historical heritage, historical portrait of a municipality, information technology, Internet.

В нашей стране еще много городов, исторический облик которых удалось в большей мере сохранить таким, каким он был и 100, а в отдельных случаях и 200 лет назад. Прежде всего, к ним относятся города, которые не были затронуты боевыми действиями Великой Отечественной войны. Из их числа нужно удалить те, в которых эпоха индустриального развития прошедшего XX века оставила свой след в виде модернистских проявлений в архитектуре градостроения. Оставшиеся после таких исключений города – это те, которым во многом удалось в силу разных причин сохранить свой колорит старых русских городов. В России нередко до сих пор их называют патриархальными. Иногда подобное высказывается с налетом некоторого пренебрежения или сожаления. Объяснить это можно тем, что устаревший жилой фонд таких городов часто ста-

вит неотложные вопросы, касающиеся дальнейшего сохранения или уничтожения старых застроек. Конечно, в каждом конкретном случае вопрос этот следует решать индивидуально, но несомненным остается то, что со временем в крупных городах, где активно обновляется жилой и производственный строительный фонд, от старых исторических кварталов не останется ничего. Сложившаяся ситуация заставляет искать другие пути к решению обозначенной проблемы. Много в этом вопросе можно сделать с помощью компьютерных технологий. Современная наука должна сделать все для того, чтобы наши потомки получили самые достоверные сведения о том, чем были, и что представляли собой когда-то старинные российские города [1].

В этом плане, прежде всего, следует обратить внимание на видовые изображения, которые со всеми присущими им чертами конкретики могут передать структуру старинного города, его неподдельные, характерные только для него особенности, которые, если и можно изложить текстом, то – хорошо, но гораздо лучше – все увидеть [2].

На сегодняшний день известно много вариантов, позволяющих решить эти вопросы. Каждый человек назовет и давно отлично зарекомендовавшую себя фотосъемку, и, если соблюдать историческую хронологию, последующие за ней киносъемку и другие способы видовых технических изображений [3]. Однако в рассматриваемом случае дело касается изображений слишком больших участков местности, которыми являются исторические города или отдельные участки городов, содержащие старинную застройку в отдельных больших массивах. Тем не менее, термин – исторический портрет города – вполне уместен и понятен для того, чтобы воспользоваться им, затрагивая обозначенную тему.

Черты исторического портрета муниципального образования. Исторический портрет города – это понятие многозначное, включающее в себя рассматриваемую территорию, определенные черты и параметры, в соответствии с которыми город, либо отдельные его участки можно считать историческими [4]. К этому следует добавить всевозможные информационные материалы, подтверждающие это историческое значение. Нельзя оставить в стороне вопросы, связанные с сохранением внешнего вида исторического города. В то же время должны быть определены функции взаимодействия исторической части (если она является составляющей большого города) с другими городскими участками. Таких вопросов много, и далеко не все из них имеют простые однозначные ответы.

И все же портрет – это, прежде всего, видовое изображение. Для исторического портрета такого большого объекта как город главным вопросом является создание соответствующего видового изображения и возможности передачи его широкому кругу лиц, желающих познакомиться с ним [5].

Даже с применением самых современных технологий, включающих в себя видео- и фотосъемку с использованием средств авиатехники, можно зафиксировать только то, что существует в настоящее время. Можно отразить только настоящий момент. Все, что касается видовых изображений из прошлого – такими способами решить нельзя. Однако желания специалистов-историков, краеведов и многих других интересующихся людей получить изображения исторических участков российских городов прошлого, выполненных на основе архивных источников, могут быть в определенной степени реализованы. Сегодня ни для кого не секрет, что подобные варианты представляются современными средствами компьютерных технологий. В воплощении таких ре-

шений значительную роль играет сотрудничество историков с профессионалами, занимающимися вопросами видовых изображений средствами компьютерных технологий [6]. Последние в настоящее время имеют большой арсенал средств и технологий, позволяющих выполнить видовые изображения городских участков, в том числе, существуют разработки, представляющие виртуально изображенные исторические участки городов и поселков. Как правило, все они строятся на большом документальном материале, собранном историками в архивах городов. Чаще всего – это планы застроек, отражающие отдельные исторические периоды. На их основе, реализуя сведения, почерпнутые из научно-исторических информационных источников, составляются наглядные изображения объектов городских застроек. И только после этого можно перейти к дальнейшим компьютерным разработкам.

Главными элементами исторического портрета любого города или поселка, расположенного в России, являются его культурно-исторические центры. Они, в свою очередь, формируются из жилых зданий, помещений административных и торгово-развлекательных центров, объектов религиозного значения, учреждений образования, площадей и парков. Часто в структуру такого культурно-исторического центра входят мемориалы, памятники, исторические сооружения, а иногда и промышленные объекты, если с ними связаны какие-то исторические, или научно технические факты. В нашей стране подобные составляющие достопримечательных мест городских и поселковых застроек принято называть объектами культурно-исторического назначения [7].

Исследование подобных центров имеет разноплановые направления, начиная от простого туристического знакомства для лиц широкого круга, и до серьезных научных разработок, связанных с образовательным процессом в подготовке будущих проектировщиков и эксплуатационников городского жилищного и административного хозяйства, а также будущих архитекторов, учителей и работников сферы регионоведения в различных ее направлениях [8].

Какими бы не были цели и задачи исследований объектов культурно-исторического назначения их реализация возможна только с доведением до исследователей широкой информации, касающейся этих объектов, представленных в виде их исторического портрета.

Штрихи к историческому портрету города Тамбова. Одним из российских городов, которые на значительной части своей территории до настоящего времени сохраняют застройку вековой давности, является город Тамбов.

Уже много лет в местных СМИ ведется полемика о том, как сохранить «тамбовский колорит». В последнее время в различные дискуссии по этим вопросам были втянуты и представители областных структур власти. Принято решение о необходимости сохранения (по возможности) отдельных исторических объектов и «самобытных зданий». С этой целью, как сообщают местные печатные органы, «разрабатывается концепция оформлений фасадов зданий». На сайтах местных Интернет-ресурсов появились иллюстрации предлагаемых проектов, где обновленные фасады старых домов в южной и центральной частях города показаны на фоне возвышающихся за ними каскадов многоэтажных современных новостроек. В старых, но отремонтированных домах предполагается разместить современные парикмахерские, салоны красоты, кафе, различные торговые объекты.

Такой подход, как следует из публикаций, должен послужить решению вопроса о сохранении исторической самобытности определенных участков старой городской застройки. Может быть, авторы что-то не так поняли, или авторы статей и предлагаемых проектов не смогли четко выразить свои идеи, но то, о чем сообщают местные тамбовские СМИ, на наш взгляд совершенно не отвечает поставленным целям – «сохранить исторический облик города». Разве таким был Тамбов сто лет назад, каким его предполагают представить авторы предлагаемых проектов? Череду вопросов, адресуемых местным проектировщикам и их вдохновителям, можно продолжать долго. Однако самым главным вопросом будет один и тот же – возможно ли на современном этапе хотя бы частичное возрождение того, чем был старинный Тамбов когда-то? Сомневаемся в том, что ответ будет положительным.

Считаем, что подход к вопросу об исторической достоверности, связанной с градостроением, должен решаться, исходя из других позиций. Нет смысла тратить огромные финансовые средства на фрагментарные реконструкции в современных российских городах [9]. Они будут иметь смысл лишь в определенных точечных местах, в которых задействованы единичные объекты прошлого. При этом цель их сохранения не в исторической достоверности, что само по себе просто невозможно, а чаще всего, в предоставлении информации, связанной с прошлым данного городского объекта. Пример такого есть и в Тамбове. Буквально в последние месяцы был отреставрирован в южной части города бывший особняк фабриканта Асеева. Его соответствию исторической достоверности служат не только тщательно выполненное восстановление здания по архивным материалам, но и его обособленное расположение от окружающих городских кварталов. Тамбовский дворец фабриканта Асеева находится на высоком берегу реки Цны и со всех других сторон окружен старинным дворцовым парком. Это и способствует сохранению его видового изображения таким, каким оно было сто лет назад.

Только в таких случаях можно вести речь о сохранении исторического облика объекта городской застройки. Конечно, такие варианты единичны, но их следует определять, по ним нужно проводить научные исследования, ставить конкретные цели на сохранение и добиваться их исполнения.

Во всех остальных случаях, касающихся вопросов сохранения исторического облика старинных российских городов, к числу которых не без основания может быть отнесен и Тамбов, следует откровенно, хотя и с сожалением, признать невозможность подобного.

Говоря о городе в целом, о его градостроительном прошлом, можно и нужно рассматривать другие подходы, которые предполагают информационный характер. Такой подход, прежде всего, базируется на больших научных исследованиях, на сборе многочисленных исторических документов: старинных планов, изображений фасадов зданий, их описаний, сохранившихся в архивах. Такая база данных послужит в дальнейшем для подготовки видовых изображений, выполненных сначала в традиционном чертежном варианте с применением всех норм и правил построения чертежей. Затем эти плановые изображения следует перевести в наглядные аксонометрические изображения, затем создать 3D-модели исследуемых объектов. Главное условие, которому должны быть подчинены все эти работы, заключается в том, что все информационные материалы и видовые изображения городских застроек должны строго соответствовать конкретному историческому периоду.

Виртуальная реальность как инструмент создания исторического портрета города на разных периодах его развития. Под виртуальной реальностью понимают новую концепцию использования современных вычислительных систем и человеко-машинного интерфейса с целью получения эффекта трехмерного окружения, в котором у пользователя появляется возможность в интерактивном режиме взаимодействовать с виртуальными объектами, благодаря чему создается ощущение трехмерного присутствия [8].

Первые виртуальные музеи возникли в 90-е г. XX века, а через 15 лет количество экскурсантов в них увеличилось до уровня реальных посетителей музеев [10]. В широком смысле под виртуальным музеем мы подразумеваем музей как информационный ресурс, созданный средствами современных компьютерных технологий и представляющий в виртуальном пространстве оцифрованные версии объектов материального и нематериального культурного наследия [11].

На сегодня существует множество разных виртуальных миров, все из которых имеют 6 признаков, которые присущи всем мирам [12]:

1) Совместное пространство: участвовать в жизни мира могут одновременно много пользователей;

2) Графический пользовательский интерфейс: пространство в мире отражено виртуально, и варьируется по стилю от 2D «мультипликационного» изображения до более впечатляющих 3D-изображений;

3) Оперативность: общение происходит в режиме реального времени;

4) Интерактивность: мир позволяет участникам изменять, развивать, строить или принимать содержание, подобранное специально для него;

5) Постоянство: существование мира продолжается независимо от того, находятся ли отдельные пользователи в системе;

6) Общение/общество: мир дает возможность и содействует формированию социальных групп внутри мира, таких как команды, гильдии, клубы, клики, соседства, комьюнити и так далее.

Виртуальный музей истории градостроительства центральной части города Тамбова. В течение 2015 – 2017 годов авторы выполнили проект по созданию информационной системы «Виртуальный музей истории градостроительства центральной части города Тамбова». Музей представляет собой виртуальную трехмерную реконструкцию центральной части города Тамбова в различные временные периоды, а также деревянной крепости Тамбов XVII–XVIII века (современный район «Вечный огонь/Соборная площадь»). Трехмерный виртуальный музей реализован с помощью программной платформы с открытым кодом OpenSimulator 0.8.2, которая представляет собой серверную платформу для создания трехмерных виртуальных миров [12].

На начальном этапе реконструкции была исследована доступная информация об объектах культурного наследия, в том числе изучены исторические материалы и архивные сведения. Затем в программах 3D-моделирования (Google SketchUp, Blender) по известным параметрам (размерам, материалу) были построены объемные 3D-модели исторических объектов (построек, зданий, утвари и пр.) как существующих объектов, так и утраченных, либо частично разрушенных [13]. К их числу относятся элементы крепости Тамбов XVII-XVIII века (крепостные стены и башни, бронзовые пушки, деревянная церковь, церковная утварь и убранство) [14]; Богородническая (Уткинская) цер-

ковь XVIII века и построенная на ее месте в XX веке Библиотека им А. С. Пушкина, здание Дворянского собрания XIX века, Базарная площадь и др. [15]. Используя программы дизайна ландшафтов (L3DT, Terragen) на основе доступной топографической информации (карт, планов, схем, снимков из космоса) была спроектирована 3D-модель ландшафта. На основе созданных 3D-моделей объектов и ландшафта в программной системе для создания многопользовательских трехмерных виртуальных миров OpenSimulator формируется итоговое виртуальное пространство. Посетитель музея с помощью специализированного программного клиента (Cool VL Viewer, Singularity) подключается к серверу через Internet и управляет перемещением аватара (виртуального персонажа) внутри смоделированного виртуального мира. При этом пользователь может «телепортироваться» в различные временные эпохи для изучения состояния объектов культурного наследия центра г. Тамбова в исторические периоды: начало XXI века, 80-е годы XX века, начало XX века, середина XIX века, середина XVIII века, середина XVII века. Крепость Тамбов представлена XVII веком. На рисунках 1 – 4 представлены отдельные фрагменты виртуального музея.

Использование трехмерной среды для реализации виртуального музея является привлекательным для пользователей системы. Им нравится, что их собственная личность представлена в качестве аватара, который может свободно перемещаться внутри виртуального мира, изучать его с любой точки. Кроме того, важную роль играет социальный аспект.

Пользователям нравится, что внутри виртуального мира можно встретить других пользователей, наблюдать за их перемещениями и действиями, общаться с ними в реальном времени. Наличие игрового характера, несомненно, привлекательно для молодой аудитории.

Все используемые авторами материалы, а также описание результатов проекта, включая текстовые, фото, видеоматериалы представлены на веб-сервере <http://heritage.tstu.ru> на двух языках: русском и английском, что значительно расширяет потенциальную аудиторию посетителей музея.



Рис. 1. Общий вид крепости Тамбов (XVII век)

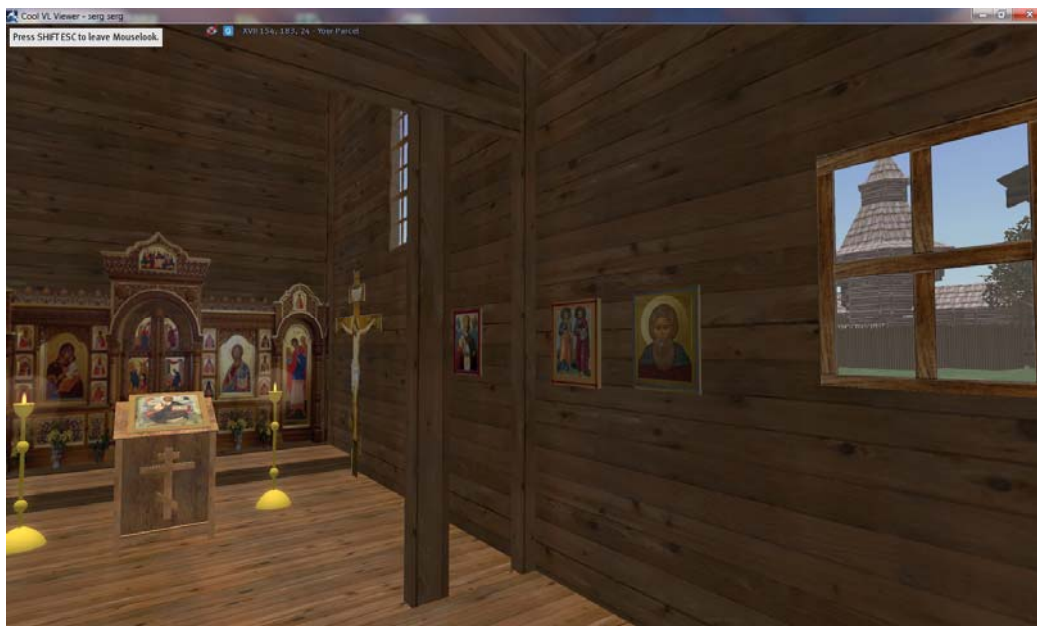


Рис. 2. Внутреннее убранство церкви (XIX век)



Рис. 3. Фрагмент рыночной площади (XIX век)

С помощью разработанной системы можно проводить, например, виртуальные экскурсии, в ходе которых знакомиться историческим портретом городской среды. Уникальность таких экскурсий заключается в том, что виртуальная реальность способна погрузить посетителя в различные временные эпохи и продемонстрировать не только современное состояние исторических объектов на различных этапах их существования, но и неосуществленные проекты, исчезнувшие архитектурные памятники, утраченные либо частично разрушенные исторические объекты.

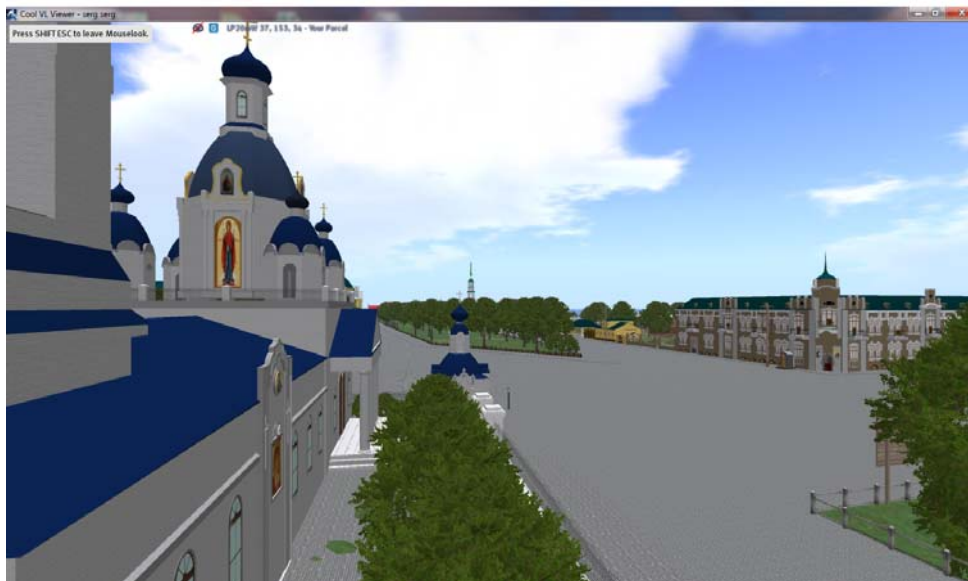


Рис. 4. Вид на Дворянскую улицу (начало XX века)

Заключение. Авторами предложена технология создания исторического портрета муниципального образования с использованием информационных технологий на примере города Тамбова, имеющего почти 380-летнюю историю. Результаты работы представлены в виде виртуального музея объектов культурного наследия центральной части г. Тамбова на различных этапах его развития. Они могут быть рекомендованы к использованию при создании исторических портретов для других городов с использованием информационных технологий.

Виртуальные музеи обладают значительным познавательным и исследовательским потенциалом и активно содействуют сохранению культурного наследия и, таким образом, формирует исторический портрет городской застройки. Применение современных информационных технологий позволяет привлечь внимание к объектам исторического и культурного значения. Разработанный авторами виртуальный музей способствует формированию исторического портрета города, популяризации краеведческой и музейной деятельности, в том числе среди подрастающего поколения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта «Виртуальный музей истории развития территории «Базарная площадь» и хронологии становления торгово-купеческой деятельности в этой части города Тамбова», проект № 17-01-12017.

Список использованных источников

1. **Информационные** технологии при создании пространственно-временных моделей объектов культурно-исторического наследия : монография / В. А. Немтинов А. А. Горелов, П. А. Острожков и др. ; М-во обр. и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский дом ТГУ им. Г. Р. Державина, 2013. – 216 с.
2. **Создание** геоинформационного портала исторически значимых объектов тамбовского региона / В. А. Немтинов, А. А. Горелов, П. А. Острожков и др. // Геоинформатика. – 2014. – № 2. – С. 63 – 66.
3. **Немтинов, В. А.** Виртуальное моделирование объектов культурно-исторического наследия с использованием ГИС-технологий / В. А. Немтинов, В. В. Морозов,

А. М. Манаенков // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 17, № 3. – С. 709 – 714.

4. **Немтинов, В. А.** Моделирование объектов культурно-исторического наследия – основа клиометрических исследований / В. А. Немтинов, А. А. Горелов // Клио. – 2010. – № 4. – С. 3 – 7.

5. **Войтин, А. О.** Новые подходы к сохранению и актуализации культурного наследия / А. О. Войтин, В. М. Тютюнник // В мире научных открытий – 2014. – Т. 52, № 4. – С. 37 – 44.

6. **Косенкова, К. Б.** Современные тенденции использования 3D-реконструкций памятников историко-культурного наследия / К. Б. Косенкова // Вестник Ленинградского государственного университета им. А. С. Пушкина. – 2014. – Т. 2, № 2. – С. 218 – 225.

7. **Мокрозуб, В. Г.** Информационно-логические модели технических объектов и их представление в информационных системах / В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов, С. Я. Егоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2010. – № 3. – С. 68 – 73.

8. **Мокрозуб, В. Г.** Представление модели параметрического синтеза технического объекта в реляционной базе данных / В. Г. Мокрозуб, А. И. Сердюк, С. Ю. Шамаев, С. В. Каменев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 17, № 2. – С. 462 – 466.

9. **Мокрозуб, В. Г.** Представление структуры технических объектов с взаимозаменяемыми элементами в виртуальных моделях / В. Г. Мокрозуб, А. И. Сердюк, С. В. Каменев, С. Ю. Шамаев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 17, № 2. – С. 467 – 471.

10. **Mokrozub, V. G.** An approach to smart information support of decision-making in the design of chemical equipment / V. G. Mokrozub, V. A. Nemtinov // Chemical and Petroleum Engineering. – 2015. – V. 51, № 7. – P. 487 – 492.

11. **Немтинов, В. А.** Визуализация виртуальной пространственно-временной модели территории исторической застройки / В. А. Немтинов, А. А. Горелов, Ю. В. Немтинова, А. Б. Борисенко // Научная визуализация. – 2016. – Т. 8, № 1. – С. 120 – 132.

12. **Егоров, С. Я.** Информационно-логическая модель компоновки промышленных объектов / С. Я. Егоров, В. А. Немтинов, М. С. Громов // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. – 2006. – № 4. – С. 19 – 23.

13. **Немтинов, В. А.** Информационный анализ видовых изображений объектов городской застройки / В. А. Немтинов, А. И. Горелов, М. Ю. Воробьева // Информационное общество. – 2015. – № 2–3. – С. 108 – 116.

14. **Горелов, И. А.** Компьютерные технологии при решении вопросов развития территорий городских муниципальных образований / И. А. Горелов, В. А. Немтинов // Информационное общество. – 2014. – № 1. – С. 49 – 54.

15. **London** Charter for the computer-based visualisation of cultural heritage. Draft 2.1. [Электронный ресурс]. – URL : http://www.londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london_charter_2_1_en.pdf

References

1. **Informacionnyye tekhnologii pri sozdanii prostranstvenno-vremennykh modelej ob»ektov kul'turno-istoricheskogo naslediya: monografiya** / V. A. Nemtinov, A. A. Gorelov,

P. A. Ostrozhkov i dr. ; M-vo obr. i nauki RF, FGBOU VPO “TGTU”. – Tambov : Izdatel'skij dom TGU im. G. R. Derzhavina, 2013. – 216 s.

2. **Sozdanie** geoinformacionnogo portala istoricheski znachimyh ob’ektov tambovskogo regiona / V. A. Nemtinov, A. A. Gorelov, P. A. Ostrozhkov i dr. // Geoinformatika. – 2014. – № 2. – S. 63 – 66.

3. **Nemtinov, V. A.** Virtual'noe modelirovanie ob’ektov kul'turno-istoricheskogo naslediya s ispol'zovaniem GIS-tehnologij / V. A. Nemtinov, V. V. Morozov, A. M. Mananekov // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2011. – T. 17, № 3. – S. 709 – 714.

4. **Nemtinov, V. A.** Modelirovanie ob’ektov kul'turno-istoricheskogo naslediya – osnova kliometriceskikh issledovanij / V. A. Nemtinov, A. A. Gorelov // Klio. – 2010. – № 4. – S. 3 – 7.

5. **Vojtin, A. O.** Novye podhody k sohraneniyu i aktualizacii kul'turnogo naslediya / A. O. Vojtin, V. M. Tyutyunnik // V mire nauchnyh otkrytij. – 2014. – T. 52, № 4. – S. 37 – 44.

6. **Kosenkova, K. B.** Sovremennye tendencii ispol'zovaniya 3D-rekonstrukcij pamyatnikov istoriko-kul'turnogo naslediya / K. B. Kosenkova // Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta im. A. S. Pushkina. – 2014. – T. 2, № 2. – S. 218 – 225.

7. **Mokrozub, V. G.** Informacionno-logicheskie modeli tekhnicheskikh ob’ektov i ih predstavlenie v informacionnyh sistemah / V. G. Mokrozub, V. A. Nemtinov, S. Ya. Egorov // Informacionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve. – 2010. – № 3. – S. 68 – 73.

8. **Mokrozub, V. G.** Predstavlenie modeli parametriceskogo sinteza tekhnicheskogo ob’ekta v relyacionnoj baze dannyh / V. G. Mokrozub, A. I. Serdyuk, S. Yu. SHamaev, S. V. Kamenev // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2011. – T. 17, № 2. – S. 462 – 466.

9. **Mokrozub, V. G.** Predstavlenie struktury tekhnicheskikh ob’ektov s vzaimozame-nyaemymi ehlementami v virtual'nyh modelyah / V. G. Mokrozub, A. I. Serdyuk, S. V. Kamenev, S. Yu. SHamaev // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2011. – T. 17, № 2. – S. 467 – 471.

10. **Mokrozub, V. G.** An approach to smart information support of decision-making in the design of chemical equipment / V. G. Mokrozub, V. A. Nemtinov // Chemical and Petroleum Engineering. – 2015. – V. 51, № 7. – P. 487 – 492.

11. **Nemtinov, V. A.** Vizualizaciya virtual'noj prostranstvenno-vremennoj modeli territorii istoricheskoy zastrojki / V. A. Nemtinov, A. A. Gorelov, Yu. V. Nemtinova, A. B. Borisenko // Nauchnaya vizualizaciya. – 2016. – T. 8, № 1. – S. 120 – 132.

12. **Egorov, S. Ya.** Informacionno-logicheskaya model' komponovki promyshlennyh ob’ektov / S. Ya. Egorov, V. A. Nemtinov, M. S. Gromov // Nauchno-tekhnicheskaya informaciya. Seriya 2: Informacionnye processy i sistemy. – 2006. – № 4. – S. 19 – 23.

13. **Nemtinov, V. A.** Informacionnyj analiz vidovyh izobrazhenij ob’ektov gorodskoj zastrojki / V. A. Nemtinov, A. I. Gorelov, M. Yu. Vorob'eva // Informacionnoe obshchestvo. – 2015. – № 2–3. – S. 108 – 116.

14. **Gorelov, I. A.** Komp'yuternye tekhnologii pri reshenii voprosov razvitiya territorij gorodskih municipal'nyh obrazovanij / I. A. Gorelov, V. A. Nemtinov // Informacionnoe obshchestvo. – 2014. – № 1. – S. 49 – 54.

15. **London** Charter for the computer-based visualisation of cultural heritage. Draft 2.1. [Электронный ресурс]. – URL : http://www.londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london_charter_2_1_en.pdf

УДК 004.7

Ткаченко К. С.ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Россия, г. Севастополь
(E-mail: KSTkachenko@sevsu.ru)**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ПОДВЕРГАЮЩЕГОСЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫМ СОБЫТИЯМ
УЗЛА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СРЕДЫ****Tkachenko K. S.**Sevastopol State University, Russia, Sevastopol
(E-mail: KSTkachenko@sevsu.ru)**DESIGN AND APPLICATION OF THE ANALYTICAL MODEL EXPOSED
TO UNAUTHORIZED EVENTS OF A DISTRIBUTED ENVIRONMENT NODE**

Аннотация. В работе рассматривается аналитическая модель узловой системы массового обслуживания. На основе этой модели выполняется постановка и нахождение эффективного решения оптимизационной задачи. Проводится вычислительный эксперимент. Приводятся необходимые формулы, рисунки, таблицы.

Ключевые слова: компьютерный узел, распределенная среда, аналитическое моделирование.

Abstract. The paper deals with the analytical model of the nodal queuing system. On the basis of this model is performed formulation and finding effective solutions to the optimization problem. A computational experiment is carried out. The necessary formulas, figures, tables are given.

Keywords: computing node, distributed environment, analytical modeling.

В настоящее время трудозатратные расчеты производятся не на одном изолированном компьютере, а на объединенных в распределенную среду (РС) компьютерных узлах. РС позволяет достичь ранее невысказанных показателей эффективности, в том числе и в критических областях – медицине, энергетике, противодействии экстремизму и терроризму, военном деле и прочих. Критическая область применения РС подвержена несанкционированным атакам, которые в дальнейшем будут называться В-событиями [1]. Любое В-событие может привести к невосполнимым потерям. Полностью исключить В-события невозможно. Необходимо минимизировать степень их воздействия.

Компьютерный узел, входящий в состав РС, выполняет обслуживание заявок. Заявки пребывают в него по определенному закону времени, обрабатываются по другому закону. Отсюда следует вывод о возможности применения систем массового обслуживания (СМО) [2, 3]. СМО позволяют, с одной стороны, оценить узловые характеристики, с другой стороны, по известным откликам и узловым параметрам получить характеристики входного потока, содержащего В-события.

Целью работы является разработка аналитической модели компьютерного узла для оценки параметров трафика В-событий с последующим ее применением для параметрической коррекции процесса узлового функционирования.

Современный компьютерный узел имеет интенсивность входного потока заявок λ , производительность обработки заявок μ , а также K обслуживающих каналов. В силу частого функционирования на пределе возможностей аппаратно-программных средств, очередь на обслуживающие каналы не создается, т.е. емкость буфера $N = 0$. Из этого следует, что моделью в дальнейшем будет СМО М/М/К/0.

Для модели М/М/К/0 известны формулы для проведения расчетов:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{\lambda}{\mu}, \\ p_0 &= \left[\sum_{i=0}^K \frac{\rho^i}{i!} \right]^{-1}, \\ p_{отк} &= p_K = p_0 \frac{\rho^K}{K!}. \end{aligned} \tag{1}$$

В формуле (1) ρ – загрузка, p_0 – вероятность простоя, $p_{отк}$ – вероятность отказа. Для обеспечения объективных результатов расчетов, обязательно требуется

$$\rho_s = \frac{\rho}{K} \in [0;1). \tag{2}$$

В (2) ρ_s – загрузка на канал. Исходя из требований к гарантопригодности [4], ставится оптимизационная задача на основе (1) с учетом (2):

$$\begin{aligned} p_0 &= \left[\sum_{i=0}^K \frac{\rho^i}{i!} \right]^{-1} \rightarrow \min, \\ p_{отк} &= p_0 \frac{\rho^K}{K!} \rightarrow \min, \\ \rho &\in [0; K). \end{aligned} \tag{3}$$

По (3) графики функций $p_0(\rho)$ и $p_{отк}(\rho)$ при $K = 5$ и $\rho \in [0; 5)$ изображаются на рис. 1.

Из анализа рис. 1 видно, что если не накладывать дополнительных ограничений, эффективным решением ρ^{eff} может являться точка пересечения $p_0(\rho^{eff}) = p_{отк}(\rho^{eff})$. Последовательность решения этого уравнения:

$$\begin{aligned} p_0 &= p_0 \frac{\rho^K}{K!} \mid : p_0 \neq 0. \\ \rho^K &= K!. \\ \rho &= \sqrt[K]{K!}. \end{aligned} \tag{4}$$

Другими словами, из (4) эффективное решение:

$$\rho^{eff}(K) = \sqrt[K]{K!} \quad (K \in Z+). \tag{5}$$

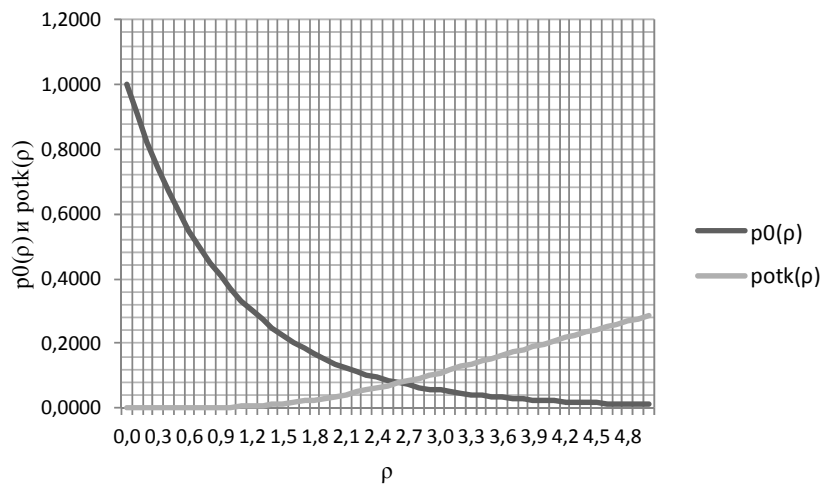


Рис. 1. Графическое изображение оптимизационной задачи ($K = 5$)

По формуле Стирлинга (5) может быть переписано как:

$$\rho^{eff}(K) \approx \left[\sqrt{2\pi K} \left(\frac{K}{e} \right)^K \right]^{\frac{1}{K}} \approx (2\pi K)^{\frac{1}{2K}} \left(\frac{K}{e} \right) \quad (K \in Z+). \quad (6)$$

По формулам (5), (6) производится вычислительный эксперимент по определению $\rho^{eff}(K)$ для $K = 1, 2, \dots, 50$. Результаты расчетов сводятся в табл. 1.

1. Результаты вычислительного эксперимента

K	$\rho^{eff}(K)_1$	$\rho^{eff}(K)_2$	$\delta, \%$
1	1,0000	0,9221	7,7863
2	1,4142	1,3853	2,0458
3	1,8171	1,8004	0,9184
4	2,2134	2,2019	0,5184
5	2,6052	2,5965	0,3323
6	2,9938	2,9869	0,2310
7	3,3800	3,3743	0,1698
8	3,7644	3,7595	0,1301
9	4,1472	4,1429	0,1028
10	4,5287	4,5250	0,0833
11	4,9092	4,9059	0,0688
12	5,2889	5,2858	0,0578
13	5,6677	5,6649	0,0493
14	6,0459	6,0433	0,0425
15	6,4234	6,4210	0,0370

Продолжение табл. 1

K	$\rho^{eff}(K)_1$	$\rho^{eff}(K)_2$	$\delta, \%$
16	6,8005	6,7983	0,0325
17	7,1770	7,1750	0,0288
18	7,5532	7,5512	0,0257
19	7,9289	7,9271	0,0231
20	8,3044	8,3026	0,0208
21	8,6795	8,6778	0,0189
22	9,0543	9,0527	0,0172
23	9,4288	9,4273	0,0158
24	9,8031	9,8017	0,0145
25	10,1771	10,1758	0,0133
26	10,5510	10,5497	0,0123
27	10,9246	10,9234	0,0114
28	11,2981	11,2969	0,0106
29	11,6714	11,6702	0,0099
30	12,0445	12,0434	0,0093
31	12,4175	12,4164	0,0087
32	12,7903	12,7892	0,0081
33	13,1630	13,1620	0,0077
34	13,5355	13,5346	0,0072
35	13,9080	13,9070	0,0068
36	14,2803	14,2794	0,0064
37	14,6525	14,6516	0,0061
38	15,0246	15,0237	0,0058
39	15,3966	15,3958	0,0055
40	15,7685	15,7677	0,0052
41	16,1403	16,1395	0,0050
42	16,5121	16,5113	0,0047
43	16,8837	16,8830	0,0045
44	17,2553	17,2546	0,0043
45	17,6268	17,6261	0,0041
46	17,9982	17,9975	0,0039
47	18,3696	18,3689	0,0038
48	18,7409	18,7402	0,0036
49	19,1121	19,1114	0,0035
50	19,4833	19,4826	0,0033

В таблице 1 $\rho^{eff}(K)_1$ – результат расчета по (5), $\rho^{eff}(K)_2$ – результат расчета по (6), δ , % – относительная погрешность $\rho^{eff}(K)_2$ по отношению к $\rho^{eff}(K)_1$. Из анализа табл. 1 видно, что начиная с $K = 10$ $\delta < 0,1\%$.

Полученная аналитическая модель, оптимизационная задача и ее эффективное решение обеспечивают подбор необходимой загрузки. Это позволяет обеспечить актуальное и своевременное реагирование на В-события.

Список использованных источников

1. **Скатков, А. В.** Динамическая балансировка нагрузки на основе статистических методов распознавания ситуаций / А. В. Скатков, К. С. Ткаченко // Информационные технологии и управление. – Севастополь : ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет». – 2015. – Т. 1, № 1. – С. 132 – 137.
2. **Гнеденко, Б. В.** Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. – М. : Наука, 1966. – 432 с.
3. **Вентцель, Е. С.** Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. – М. : Высш. шк., 1999. – 576 с.
4. **Скатков, А. В.** Обеспечение гарантированности программного обеспечения на основе автоматизации сопряжения разнородных программных сред / А. В. Скатков, Д. Ю. Воронин // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2008. – № 5(32). – С. 37 – 42.
5. **Бейко, И. В.** Методы и алгоритмы решения задач оптимизации / И. В. Бейко, Б. Н. Бублик, П. Н. Зинько. – Киев : Вища школа, 1983. – 512 с.

References

1. **Skatkov, A. V.** Dinamicheskaia balansirovka nagruzki na osnove statisticheskikh metodov raspoznavaniia situatsii / A. V. Skatkov, K. S. Tkachenko // Informatcionnye tekhnologii i upravlenie. – Sevastopol : FGAOU VO “Sevastopolskii gosudarstvennyi universitet”. – 2015. – Т. 1, № 1. – S. 132 – 137.
2. **Gnedenko, B. V.** Vvedenie v teoriuu massovogo obsluzhivaniia / B. V. Gnedenko, I. N. Kovalenko. – M. : Nauka, 1966. – 432 s.
3. **Venttsel, E. S.** Teoriia veroiatnostei / E. S. Venttsel. – M. : Vyssh. shk., 1999. – 576 s.
4. **Skatkov, A. V.** Obespechenie garantosposobnosti programmnoo obespecheniia na osnove avtomatizatsii sopriazheniia raznorodnykh programmnykh sred / A. V. Skatkov, D. Iu. Voronin // Radioelektronnye i kompiuternye sistemy. – 2008. – № 5(32). – S. 37 – 42.
5. **Beiko, I. V.** Metody i algoritmy resheniia zadach optimizatcii / I. V. Beiko, B. N. Bublik, P. N. Zinko. – Kiev : Vishcha shkola, 1983. – 512 s.

УДК 658.5

Даев Ж. А.^{1,2}, Султанов Н. З.²

¹Технопарк «Zerek» Актюбинского университета им. С. Баишева, Казахстан, г. Актобе
(Тел. (7132)578975, e-mail: zhand@yandex.ru),

²Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург
(Тел. (3532)372512, e-mail: sultanov@mail.osu.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ КЛАССИФИКАТОРОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ ПОДДРЕЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ДИСПЕТЧЕРЕЗАЦИИ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА ПРИРОДНОГО ГАЗА

Dayev Zh. A.^{1,2}, Sultanov N. Z.²

¹Technopark «Zerek» of Baishev University Aktobe, Kazakhstan, Aktobe
(Tel. (7132)578975, e-mail: zhand@yandex.ru),

²Orenburg State University, Russia, Orenburg
(Tel. (3532)372512, e-mail: sultanov@mail.osu.ru)

APPLICATION OF FUZZY CLASSIFIERS FOR ORGANIZING SYSTEMS OF SUPPORTING DECISION-MAKING IN DISPATCHERIZATION OF PIPELINE TRANSPORT OF NATURAL GAS

Аннотация. В данной работе показана возможность применения нечетких множеств и моделей на их основе при разработке автоматизированных систем управления и контроля над параметрами транспортируемого природного газа. В частности, рассматривается задача построения подсистем поддержки принятия решения во время выполнения процессов диспетчеризации трубопроводного транспорта природного газа. Показан пример реализации подсистемы контроля загрязнения магистрального газопровода на основе методов нечеткой классификации. Обсуждаются способы технической реализации подобных систем при автоматизации процессов контроля и управления объектов газовой промышленности.

Ключевые слова: нечеткие множества, нечеткая классификация, автоматизация, диспетчерский контроль, природный газ, газопровод.

Abstract. In this paper, we show the possibility of using fuzzy sets and models based on them in the development of automated control systems and control over the parameters of transported natural gas. In particular, the problem of constructing decision support subsystems during the execution of dispatching processes for pipeline transport of natural gas is considered. An example of the implementation of a subsystem for controlling the pollution of a main gas pipeline based on the methods of fuzzy classification is shown. Methods for the technical implementation of such systems are discussed in the automation of control and management processes of the gas industry.

Keywords: fuzzy sets, fuzzy classification, automation, dispatch control, natural gas, gas pipeline.

Введение. Основным и важным способом доставки энергоносителей и энергоресурсов является трубопроводный транспорт. Трубопроводный транспорт природного газа является одним из основных способов доставки данного энергоносителя до конеч-

ного потребителя. В соответствии с анализом, который проведен в работе [1] доля потребления природного газа в качестве источника энергии будет составлять не ниже 30% во всем энергетическом балансе до 2030 года. Поэтому повышение эффективности магистральных газопроводов и предприятий, которые занимаются их эксплуатацией, является важным направлением развития газовой промышленности.

На предприятиях, осуществляющих транспортировку природного газа по магистральным газопроводам, важное место занимают службы диспетчерского управления и контроля потоков газа. В соответствии с работой [2] среди производственных задач, которые стоят перед диспетчерскими службами одной из важных является анализ состояния газотранспортного оборудования и проводимых ремонтных работ на газопроводе. Для обеспечения эффективности магистральных газопроводов и их безопасной эксплуатации применяют различные виды технической диагностики.

В работах [3 – 5] подробно рассмотрены методы и уровни технической диагностики магистральных газопроводов. Важной частью этих уровней диагностики является внутритрубная диагностика, связанная с запуском в полость трубы различных снарядов и скребков. В соответствии с работой [4] внутритрубные снаряды выполняют функции очистки и выноса из полости трубы различных отложений, мусора, контроль проходимости диагностических приборов по внутренней поверхности трубы, контроль геометрии поперечного сечения трубы, регистрации нарушения размеров формы трубы, определение кривизны трубопровода, выявление аномальных зон, коррозионные потери и т.д.

Внутритрубную диагностику магистральных трубопроводов выполняют в плановом порядке либо она может быть выполнена на основании результатов различных исследований показателей потоков газа, которые могут быть связаны с эксплуатацией магистральных газопроводов. В связи с этим возникает задача о необходимости принятия решения о проведении внутритрубной диагностики на определенном газопроводе или на его отдельном участке. Для решения этой задачи могут быть использованы методы нечеткого моделирования. В частности задача о принятии решения по очистке газопровода может быть сведена к задачам нечеткой классификации [6]. Решение предлагаемой задачи может стать частью автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ) диспетчерской службы предприятия в качестве подсистемы поддержки принятия решений.

Нечеткие классификаторы в качестве моделей поддержки принятия решений.

В соответствии с работой [6] результаты теории нечетких множеств часто применяют для решения задач классификации. Для нашей задачи, связанной с внутритрубной диагностикой магистральных газопроводов примером такой классификации могут быть отнесение отдельных газопроводов к различным классам по степени их загрязнения. В зависимости от степени загрязнения газопроводов и их участков, можно ввести лингвистическую переменную – загрязнение газопровода и термы нечетких множеств типа «отсутствие загрязнения – О», «умеренное загрязнение – У» и «сильное загрязнение – С». Очевидно, что введенные состояния магистрального газопровода являются нечеткими. Поэтому введение нечеткой системы позволило бы оперативному диспетчерскому персоналу принимать решения о необходимости проведения очистных операций с помощью внутритрубной диагностики.

Если система на основе анализа поступающих данных относит участок газопровода к классу незагрязненного или, другими словами, лингвистическая переменная попадает

в нечеткое множество «отсутствие загрязнения», то нет необходимости на данном участке проводить внутритрубную диагностику с очисткой полости. Если же лингвистическая переменная попадает в область класса «умеренное загрязнение», то газопровод можно эксплуатировать, но при этом необходимо на будущее запланировать работы по очистке внутренней полости, которые могут потребоваться в будущем. В случае если система относит состояние газопровода к классу «сильное загрязнение», то должно приниматься решение о немедленном проведении внутритрубной диагностики и очистки газопровода.

Для того чтобы отнести магистральный газопровод или его участок к определенному классу системы принятия решений необходимо получать данные о загрязнении газопровода, которые называют признаками, на основании которых будет приниматься решение [6]. В качестве таких признаков могут выступать сигналы с различных измерительных преобразователей либо результаты различных анализов, которые заносятся в АСОДУ.

Для каждого газопровода или его участка системой составляется вектор признаков, на основании которого могут быть вычислены степени принадлежности лингвистической переменной для каждого класса из состава введенных в рассмотрение. Наибольшее значение степени принадлежности определенного класса будет служить основанием для отнесения газопровода к определенному классу, судя по которому будет приниматься решение о необходимости проведения очистных операций [6].

Реализация нечеткого классификатора на двух признаках. Покажем возможную реализацию такой нечеткой системы классификации загрязнения на использовании двух признаков: x_1 – влажности газа (мг/м^3) и x_2 – времени действия данного фактора (количество часов – ч) как влажность газа. В случае данного примера для каждого из признаков вводится по три нечетких множества в соответствии с диапазонами измерений и соответствующими функциями принадлежности μ_1 и μ_2 . Диапазоны нечетких множеств могут быть приняты в соответствии с нормативными документами или договорами на поставку природного газа. Каждое газотранспортное предприятие должно определять свою политику, которая важна для выработки соответствующих решений.

На рисунке 1 приводится двумерная функция принадлежности, необходимая для проведения классификации газопроводов. Двумерная функция получается путем выполнения импликаций, необходимых для организации объединений нечетких множеств. В качестве функций принадлежности отдельных признаков выбраны тарпецеидальные функции.

Из рисунка 1 видно, что газопроводы попадают в разряд умеренно загрязненных «У» на пересечении срединных нечетких множеств обоих признаков по которым оценивается степень загрязнения. В случае, когда загрязняющий фактор не вышел за пределы крайнего левого нечеткого множества, и время его действия также оставалось в пределах соответствующего первого множества, газопровод можно считать незагрязненным «О». При максимальных значениях загрязняющего фактора и его длительном действии нечеткие множества определяют область сильного загрязнения «С».

Данные области определяются путем пересечения введенных нечетких множеств известными соответствующими операторами [6]. Другими словами, организуемая система выполняет автоматизированный контроль параметров, которые определяются в качестве признаков, и отслеживает в какую область попадает результат пересечения признаков.

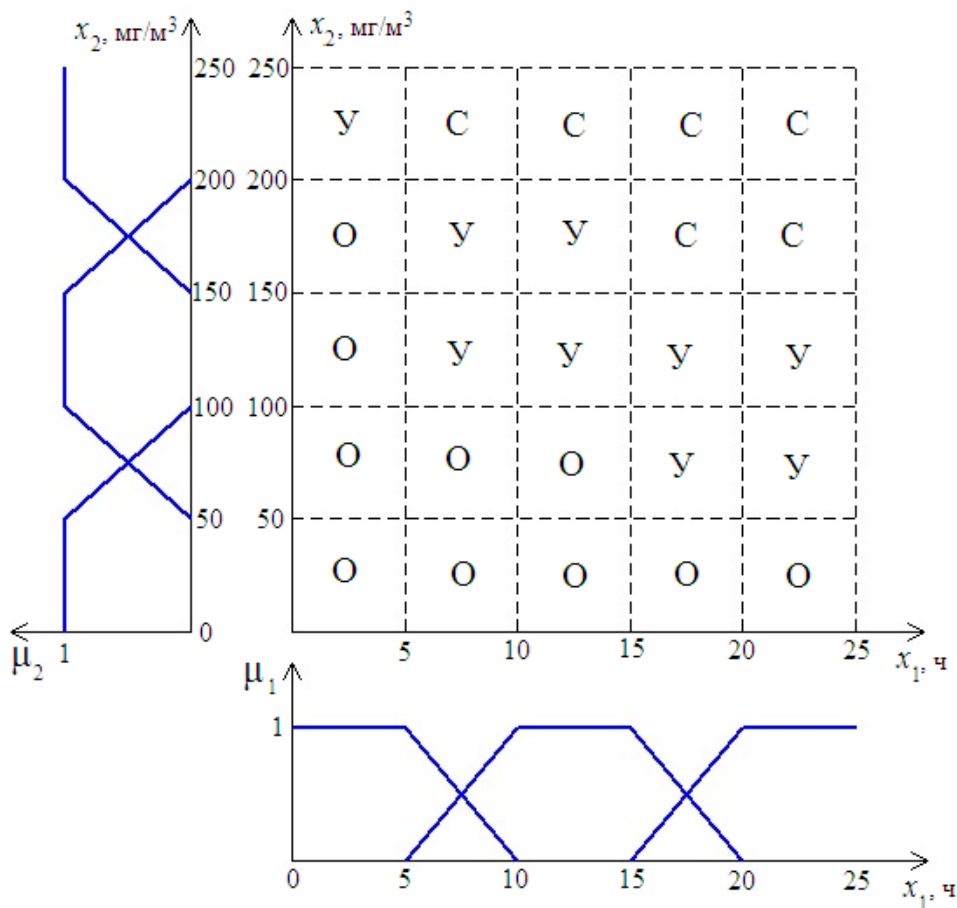


Рис. 1. Результат выполнения нечеткой классификации

Нечеткие множества, необходимые для реализации подобной задачи и операторы нечетких моделей для их обработки могут быть реализованы на любом языке программирования логических контроллеров, на аппаратном уровне программируемых логических контроллеров либо на уровне человеко-машинного интерфейса систем Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA). Седьмая часть стандарта Международной электротехнической комиссии (МЭК) 61131-7 регламентирует построение нечетких систем на языках стандарта МЭК 61131-3. Другими словами, реализация нечеткой системы принятия решений на уровне контроллеров либо ресурсами SCADA зависит от архитектуры проектируемой системы и ее особенностей. Подобные системы поддержки принятия решений могут быть реализованы на обоих уровнях, хотя они чаще реализуются на уровне АСОДУ в качестве подсистем.

Заключение. Таким образом, в работе авторами рассматривается задача реализации системы принятия решений либо система-советчик, основанная на принципах построения нечетких классификаторов. Показана возможность построения подобных систем для поддержки принятия решений во время диспетчеризации предприятий, занимающихся трубопроводным транспортом природного газа. Статья адресована специалистам, занимающимся разработкой автоматизированных систем управления технологическими процессами и эксплуатацией магистральных газопроводов.

Список использованных источников

1. **Economides, M. J.** The state of natural gas / M. J. Economides, D. A. Wood // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2009. – V. 1, № 1. – P. 1 – 13.
2. **Решетников, И. С.** Автоматизация производственной деятельности газотранспортной компании / И. С. Решетников. – М. : НГСС, 2011. – 116 с.
3. **Стеклов, О. И.** Комплексная техническая диагностика магистральных газонефтепроводов. Часть 1 / О. И. Стеклов // Территория «Нефтегаз». – 2006. – № 4. – С. 20 – 23.
4. **Стеклов, О. И.** Комплексная техническая диагностика магистральных газонефтепроводов. Часть 2 / О. И. Стеклов // Территория «Нефтегаз». – 2006. – № 5. – С. 12 – 17.
5. **Стеклов, О. И.** Комплексная техническая диагностика магистральных газонефтепроводов. Часть 3 / О. И. Стеклов // Территория «Нефтегаз». – 2006. – № 6. – С. 48 – 55.
6. **Пегат, А.** Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 798 с.

References

1. **Economides, M. J.** The state of natural gas / M. J. Economides, D. A. Wood // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2009. – V. 1, № 1. – P. 1 – 13.
2. **Reshetnikov, I. S.** Avtomatizacija proizvodstvennoj dejatel'nosti gazotransportnoj kompanii / I. S. Reshetnikov. – M. : NGSS, 2011. – 116 s.
3. **Steklov, O. I.** Kompleksnaja tehničeskaja diagnostika magistral'nyh gazonefteprovodov. Chast' 1 / O. I. Steklov // Territorija “Neftegaz”. – 2006. – № 4. – S. 20 – 23.
4. **Steklov, O. I.** Kompleksnaja tehničeskaja diagnostika magistral'nyh gazonefteprovodov. Chast' 2 / O. I. Steklov // Territorija “Neftegaz”. – 2006. – № 5. – S. 12 – 17.
5. **Steklov, O. I.** Kompleksnaja tehničeskaja diagnostika magistral'nyh gazonefteprovodov. Chast' 3 / O. I. Steklov // Territorija “Neftegaz”. – 2006. – № 6. – S. 48 – 55.
6. **Piegat, A.** Nečetkoe modelirovanie i upravlenie / A. Piegat. – M. : Binom. Laboratorija znanij, 2013. – 798 s.

УДК 378.147 – 658.512

**Позднеев Б. М.¹, Толлок А. В.², Овчинников П. Е.³,
Куприяненко И. А.⁴, Левченко А. Н.⁵, Шароватов В. И.⁶**

¹ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», Россия, г. Москва
(Тел. (499)9731151, e-mail: bmp@stankin.ru),

²ФГБУН ИПУ РАН им. В. А. Трапезникова, Россия, г. Москва
(Тел. (495)3348910, e-mail: atol@ipu.ru),

^{3–6}ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», Россия, г. Москва
³(Тел. (499)9731151, e-mail: p.ovchinnikov@stankin.ru),

⁴(Тел. (499)9731151, e-mail: i.kupriyanenko@stankin.ru),

⁵(Тел. (499)9731151, e-mail: a.levchenko@stankin.ru),

⁶(Тел. (499)9731151, e-mail: viktor-sharovatov@yandex.ru)

МОДЕЛИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ ИНДУСТРИИ 4.0

**Pozdneev B. M.¹, Tolok A. V.², Ovchinnikov P. E.³,
Kupriyanenko I. A.⁴, Levchenko A. N.⁵, Sharovатов V. I.⁶**

¹Moscow State Technical University “STANKIN”, Russia, Moscow
(Tel. (499)9731151, e-mail: bmp@stankin.ru),

²Academician V. A. Trapeznikov ICS of RAS, Russia, Moscow
(Tel. (495)3348910, e-mail: atol@ipu.ru),

^{3–6}Moscow State Technical University “STANKIN”, Russia, Moscow
³(Tel. (499)9731151, e-mail: p.ovchinnikov@stankin.ru),

⁴(Tel. (499)9731151, e-mail: i.kupriyanenko@stankin.ru),

⁵(Tel. (499)9731151, e-mail: a.levchenko@stankin.ru),

⁶(Tel. (499)9731151, e-mail: viktor-sharovatov@yandex.ru)

MODELING ARCHITECTURE AND ENSURING INTEROPERABILITY OF CONTROL SYSTEMS OF A DIGITAL ENTERPRISE BASED ON INDUSTRY 4.0

Аннотация. В докладе представлены современные подходы, модели и стандарты архитектуры цифрового предприятия в соответствии с концепцией «Индустрия 4.0». Обосновано, что выбор архитектуры и модели управления цифровым предприятием должен определяться на основе процессной модели и архитектуры бизнес-процессов организации. Предложен профиль требований международных и национальных стандартов для реализации архитектурного подхода при проектировании и моделировании цифрового двойника предприятия. Рассмотрены основные проблемы, связанные с интеграцией и интероперабельностью систем автоматизации управления предприятием с учетом специфики их функционального назначения и базовой платформы. Приведены основные понятия в области подходов к обеспечению внутренней и внешней интероперабельностей предприятия.

Ключевые слова: цифровое предприятие, моделирование, архитектура, интероперабельность, системы управления предприятием.

Abstract. The report presents modern approaches, models and standards of digital enterprise architecture in accordance with the concept of Industry 4.0. It is proved that the choice of architecture and model of digital enterprise management should be determined on the basis of the process model and architecture of business processes of the organization. The profile of the requirements of international and national standards for the implementation of the architectural approach in the design and modeling of the digital double of the enterprise is proposed. The problems associated with the integration and interoperability of enterprise management automation systems, taking into account the specifics of their functional purpose and basic platform. The basic concepts in the field of approaches to ensuring internal and external interoperability of the enterprise are given.

Keywords: digital enterprise, modeling, architecture, interoperability, enterprise management system.

Национальная стратегия развития цифровой экономики и реализация национальной технологической инициативы ориентированы на применение сквозных цифровых технологий и создание цифровых фабрик будущего в соответствии с концепцией «Индустрия 4.0» [1 – 8]. Применительно к промышленной сфере разработана ведомственная программа «Цифровая промышленность», в которой детализированы цели и задачи цифровизации и цифровой трансформации с учетом влияния промышленной сферы на формирование национальной цифровой экономики.

Рассматривая приоритетные направления развития цифровых предприятий как основы развития цифровой промышленности и ее отраслевых сегментов, необходимо учитывать опыт немецких промышленников, которые в 2011 году инициировали создание концепции «Индустрия 4.0» [1 – 4]. Основная идея концепции заключается в создании стратегических конкурентных преимуществ для немецкой промышленности на основе цифровой интеграции отраслей и обеспечения формирования сквозных цепочек добавленной стоимости при условии сокращения сроков поставок продукции, повышения качества и снижения издержек в рамках сквозной цепочки жизненного цикла. В последующем, в рамках развития этой концепции были определены восемь основных направлений, среди которых необходимо особо отметить следующие:

- стандартизация и создание эталонной архитектуры Индустрии 4.0;
- управление комплексными системами на основе новых концепций планирования и функционального моделирования;
- глобальная широкополосная инфраструктура для промышленности;
- образование и повышение квалификации, включая разработку новых стратегий развития и оценки цифровых компетенций в соответствии с Индустрией 4.0;
- нормативно-правовая база для развития новых производственных процессов и деловых объединений с горизонтальной структурой.

В этой связи следует отметить приоритетность направления, связанного со стандартизацией и созданием эталонной архитектуры Индустрии 4.0. В настоящее время разработку стандартов в области Индустрии 4.0 выполняют технические комитеты и подкомитеты международных организаций по стандартизации (ISO – Международная организация по стандартизации, IEC – Международная электротехническая комиссия, ITU-T – сектор стандартизации электросвязи международного союза электросвязи, ITU-R – сектор радиосвязи международного союза электросвязи), региональных организаций по стандартизации (CEN – Европейский комитет по стандартизации,

CENELEC – Европейский комитет по электротехнической стандартизации, GOST – Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации), международных объединений (IEEE – Институт инженеров электротехники и электроники, ISA – Стандарты промышленной архитектуры и др.). В ФРГ разработку стандартов в этой новой и быстро развивающейся сфере выполняют специально созданные комитеты и рабочие группы (DIN – Немецкий институт по стандартизации, DKE – Немецкая комиссия по электронике и электротехнике, VDMA – Союз машиностроителей Германии, VDI – Объединение немецких инженеров и др.). Инициативное развитие работ по стандартизации, весьма вероятно, обусловит проблемы, связанные с гармонизацией стандартов. В этой связи для российской промышленности важное значение имеет взаимодействие и участие в работе совместных групп по стандартизации эталонной архитектуры «Индустрии 4.0», имеющей основополагающее значение для развития цифровых платформ и их интеграции [9].

Развивая технологию «умных заводов» и «цифровых фабрик будущего», четвертая промышленная революция формирует новый мир, в котором виртуальные и цифровые сегменты производственной инфраструктуры гибко взаимодействуют между собой на глобальном уровне. В сочетании с развитием промышленного интернета вещей (IIoT), сетевых и облачных технологий, суперкомпьютинга, больших данных, виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальностей появилась реальная возможность реализации виртуальных и цифровых предприятий, отвечающих требованиям эталонной архитектуры и национального профиля стандартов (рис. 1).



Рис. 1. Цифровое предприятие и виртуальное предприятие в аспекте развития цифровой экономики

Разработка эталонных архитектур и профилей стандартов должна учитывать определенную специфику, которую необходимо создать, в первую очередь, для отрасли машиностроения, являющейся базой для развития промышленности. С учетом этих перспективных задач в октябре 2018 года по инициативе руководства МГТУ «СТАНКИН» была образована Ассоциация «Цифровые инновации в машиностроении» (АЦИМ), учредителями АЦИМ стали ведущие предприятия промышленной сферы

(АО «НПО «Энергомаш», Балтийская промышленная компания, Ковровский электро-механический завод, АО «ВНИИНСТРУМЕНТ», ОАО «Саста», DMG MORI Россия, ООО «Семаргл», НТЦ «Технолог», ОАО «Подольский электро-механический завод», ООО «Коско», ОАО «НИАТ» и др.), ИТ-компании (1С, АСКОН, Цифра, Ай-Теко и др.), ведущие российские университеты («МГТУ «СТАНКИН», Санкт-Петербургский политехнический университет, Уральский ФУ, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Ульяновский ГУ, Ульяновский ГТУ, Тамбовский ГТУ, Севастопольский ГУ и др.). Избрано правление АЦИМ в составе 10 членов, председателем правления избран Б. М. Позднеев, д-р техн. наук, профессор, директор Института информационных систем и технологий МГТУ «СТАНКИН».

Модель цифровых инноваций в машиностроении (ЦИМ) включает 4 ключевых направления деятельности (рис. 2) для гармоничного решения задач в области стратегического прогнозирования, создания технологических платформ и инфраструктуры, стандартизации и сертификации процессов и продукции, развития компетенций и кадрового обеспечения. [10 – 13] Применительно к задачам стандартизации необходимо указать, что существующие международные и национальные стандарты содержат лишь общие положения, касающиеся интеграции и интероперабельности систем управления масштаба производства и(или) предприятия (рис. 3). Инициирование разработки стандартов для создания архитектуры цифрового предприятия является приоритетной задачей для членов АЦИМ.

Другой важный аспект деятельности АЦИМ будет связан с подготовкой и переподготовкой кадров для создания цифровых предприятий ОПК на основе изучения лучших практик, международных и национальных стандартов в следующих областях: информационные технологии; интероперабельность; стратегический менеджмент; менеджмент знаний; менеджмент рисков; менеджмент качества и др. Без этого невозможно подготовить кадры новой формации, способные создавать цифровые фабрики будущего

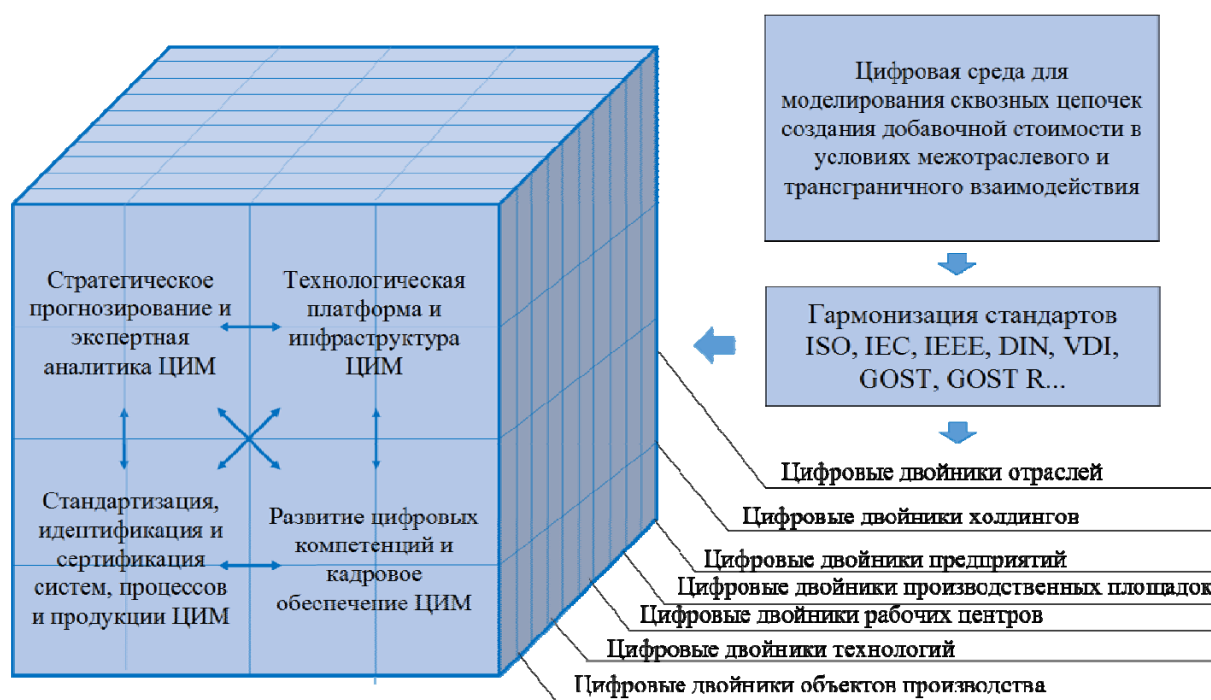


Рис. 2. Модель цифровых инноваций в машиностроении



Рис. 3. Интеграция систем управления предприятием на основе стандартов

и высококонкурентную продукцию для внутреннего и внешнего рынка. В аспекте импортозамещения необходимо мотивировать отечественные ИТ-компании к созданию на базе ведущих университетов научно-образовательных полигонов для ускорения процессов освоения перспективных информационно-программных средств и платформ в области цифрового производства. В настоящее время фирма «1С» и МГТУ «СТАНКИН» реализуют проект по созданию пилотного проекта «Виртуальное машиностроительное предприятие» (рис. 4), который предполагает развитие в форме корпоративной среды для членов АЦИМ и других заинтересованных сторон [10 – 14].

Объединение и координация деятельности всех заинтересованных сторон для решения выше указанных задач, позволит внести реальный вклад в выполнение государственной политики по цифровизации и цифровой трансформации отрасли машиностроения в соответствии с лучшими мировыми практиками и стандартами.



Рис. 4. Информационная среда виртуального машиностроительного предприятия на базе «1С:ERP»

Список использованных источников

1. **Шваб, К.** Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – М. : «Эксмо», 2016. – (Top Business Awards). – 138 с.
2. **Роджерс, Д. Л.** Цифровая трансформация. Практическое пособие / Д. Л. Роджерс ; пер. с англ. – М. : Издательская группа «Точка», 2017. – 344 с.
3. **Боровков, А. И.** Цифровое производство. Методы, экосистемы, технологии : рабочий доклад департамента корпоративного обучения Московской школы управления СКОЛКОВО / А. И. Боровков. – М., 2017. – 84 с.
4. **Липкин, Е.** Индустрия 4.0: Умные технологии – ключевой элемент в промышленной конкуренции / Е. Липкин. – М. : ООО «Остек-СМТ», 2017. – 224 с.
5. **Бирбраер, Р. А.** Основы инженерного консалтинга: Технология, экономика, организация / Р. А. Бирбраер, И. Г. Альтшулер. – 3-е изд. – М. : Дело, 2011. – 232 с.
6. **Андриченко, А.** Управление Корпоративными мастер-данными в промышленных холдингах и корпорациях / А. Андриченко // Станкоинструмент. – 2016. – № 4. – М. : РИЦ «Техносфера», С. 54 – 62.
7. **Цифровое** машиностроение: тенденции и перспективы развития / С. Н. Григорьев, Г. М. Мартинов, В. М. Чадеев, Н. И. Аристова // Автоматизация в промышленности. – 2017. – № 5. – М.: ИПУ РАН, С. 3–4.
8. **Кривошеев, О. В.** Система полного жизненного цикла. «Цифровое предприятие» / О. В. Кривошеев // Информационные технологии на службе оборонно-промышленного комплекса : сб. докл. VI Междунар. форума. – М. : Connect, 2017. – С. 22.
9. **Компьютерный** менеджмент качества и развитие персонала в условиях цифрового машиностроения / Б. М. Позднеев, П. Е. Овчинников, И. А. Куприяненко, В. И. Шароватов // Вопросы качества продукции военного и гражданского назначения организаций оборонно-промышленного комплекса : сб. докл. I Науч.-практ. форума. – М. : Connect, 2018. – С. 100–101.
10. **Позднеев, Б. М.** О создании научно-образовательного полигона «Виртуальное машиностроительное предприятие» / Б. М. Позднеев // Новые информационные технологии в образовании : сб. науч. тр. 18-й междунар. науч.-практ. конф. (Применение технологий «1С» для развития компетенций цифровой экономики) 30–31 января 2018 г. ; под общ. ред. проф. Д. В. Чистова. Часть 2. – М. : ООО «1С Пабблишинг», 2018. – С. 255 – 257.
11. **Гарбук, С. В.** Цифровое производство в контексте Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации / С. В. Гарбук // Информационные технологии на службе оборонно-промышленного комплекса : сб. докл. VI Междунар. форума. – М. : Connect, 2017. – С. 48–49.
12. **Организация** проектирования специальной технологической оснастки / А. В. Рыбаков, С. А. Евдокимов, А. А. Краснов, А. Н. Шурпо // Вестник МГТУ «СТАНКИН». Научный рецензируемый журнал. – М. : ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», – 2017. – № 1(40). – С. 84 – 89.
13. **Феофанов, А. Н.** Организация виртуального предприятия – будущее производства / А. Н. Феофанов, Е. Ю. Бондарчук, С. А. Тясто // Вестник МГТУ «СТАНКИН». Научный рецензируемый журнал. – М. : ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2018. – № 3(46). – С. 101 – 105.
14. **Ковалев, С. П.** Модельно-ориентированный подход к управлению жизненным циклом сложных технических изделий / С. П. Ковалев, А. В. Толоч // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта : тез. докл. 14-й Междунар. конф. (CAD/CAM/PDM-2014, Москва). – М. : ООО «Аналитик», 2014. – С. 13.

References

1. **Schwab, K.** The Fourth Industrial Revolution / K. Schwab. – World Economic Forum, 2016. – 198 p.
2. **Rogers, D.** The Digital Transformation Playbook: Rethink Your Business for the Digital Age (Columbia Business School Publishing) / D. Rogers. – Columbia Business School, 2016. – 282 p.
3. **Borovkov, A. I.** Tchifrovoe proizvodstvo. Metody, ekosistemy, tekhnologii / A. I. Borovkov // Rabochii doklad departamenta korporativogo obucheniya Moskovskoi shkoly upravleiya SKOLKOVO. – M., 2017. – 84 p.
4. **Lipkin, E.** Industriya 4.0. Umnye tekhnologii – kluchevoi element v promyshlennoi konkurentchii / E. Lipkin. – M., 2017. – 224 p.
5. **Birbraer, R. A.** Osnovy inzhenerenogo konsaltinga: Tekhnologiya, ekonomika, orgaizatchiya / R. A. Birbraer, I. G. Altshuler. – M., 2011. – 232 p.
6. **Andrichenko, A.** Upravleniye Korporativnymi master dannymi v promyshlenyh holdingah i korporatchiyah / A. Andrichenko // Stankoinstrument. – 2016. – № 4. – P. 54 – 62.
7. **Tchifrovoe mashostroyeniye: tendenchii i perspektivy razvitiya** / S. N. Grigoryev, G. M. Martiov, V. M. Chadeev, N. I. Aristova // Avtomatizatchiya v promyshlennosti. – 2017. – № 5. – P. 3–4.
8. **Krivosheev, O. V.** Sistema polnogo zhiznennogo tchikla. “Tchifrovoe proizvodstvo” / O. V. Krivosheev // Informatchionnye tekhnologii na sluzhbe oboronno-promyshlennogo kompleksa : Sborik dokladov VI mezhdunarodogo foruma. – M., 2017. – P. 22.
9. **Pozdneev, B. M.** O sozdanii nauchno-obrazovatelogo poligona “Virtualnoe mashinostroitelnoe predpriyatie” / B. M. Pozdneev // Novye informatchionnye tehnologii v obrazovaii : Sborik nauchnyh trudov 18-i mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentchii “Novye informatchionnye tehnologii v obrzovanii” (Primeneniye tehologii “1C” dlya razvitiya kompetentchii tcifrovoi ekonomiki) 30–31 Yanvarya 2018 g. / Pod obschey redaktsiei prof. D. V. Chistova. Chast 2. – M., 2018. – P. 255 – 257.
10. **Kompyuternyi menegment kachestva I razvitiye persoala v usloviyah tcifrovogo mashinostroeniya** / B. M. Pozdneev, P. E. Ovchinikov, I. A. Kupriyanenko, V. I. Sharovarov // Voprosy kachestva produktchii voennogo i grazhdanskogo naznacheniya orgaizatchii oboronno-promyshlennogo kompleksa : Sborik dokladov I Nauchno-prakticheskogo foruma. – M., 2018. – P. 100–101.
11. **Garbuk, S. V.** Tcifrovoe proizvodstvo v kontekste Strategii nauchno-tehnologicheskogo razvitiya Rossiiskoi Federatchii / S. V. Garbuk // Informatchionnye tekhnologii na sluzhbe oboronno-promyshlennogo kompleksa : Sborik dokladov VI mezhdunarodogo foruma. – M., 2017. – P. 48–49.
12. **Feofanov, A. N.** Organizatchiya virtualnogo predpriyatiya – budushee proizvodstva / A. N. Feofanov, E. U. Bondarchuk, S. A. Tyasto // Vestnik MGTU “STANKIN”. – 2018. – № 3(46). – P. 101 – 105.
13. **Kozlov, A. M.** Intellektualnaya navykovaya sistema avtomatizirovanogo vybora marshrutnyh tekhnologii mehanoobrabotki detalei / A. M. Kozlov, I. I. Shatskih, V. V. Kavygin // Vestnik MGTU “STANKIN”. – 2017. – № 3(42). – P. 90 – 93.
14. **Kovalev, S. P.** Modelno-orientirovannyi podhod k upravleniu zhiznenym tchiklom izdelii / S. P. Kovalev, A. V. Tolok // Sistemy proektirovaniya, tehnologicheskoi podgotovki proizvodstva i upravleiya etapami zhiznennogo tchikla promyshleogo produkta : Tezisy dokladov 14-i Mezhdunarodoy konferentchii (CAM/CAD/PDM-2014, Moskva). – M., 2014. – P. 13.

УДК 004.9

Егоров Е. Г., Егоров С. Я.Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. +7(906) 596-21-87, e-mail: egorov@mail.tambov.ru)**ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ****Egorov E. G., Egorov S. Ya.**Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. +7(906) 596-21-87, e-mail: egorov@mail.tambov.ru)**DEVELOPMENT OF WEB APPLICATIONS FOR THE DETERMINATION
OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF SUBSTANCES**

Аннотация. В этой статье рассматривается разработанное веб-приложение для определения теплофизических свойств веществ с дальнейшей возможностью использования на различных устройствах (компьютер, смартфон, планшет). Рассматриваются этапы разработки веб-приложения, возможные аналоги, а также технологии, необходимые для реализации.

Ключевые слова: веб-приложение, интернет, мобильные устройства, определение теплофизических свойств веществ.

Abstract. This article describes the method of creating a web application for determining the thermophysical properties of substances with the further possibility of using on various devices (computer, smartphone, tablet). The stages of developing a web application, possible analogs, as well as technologies necessary for implementation are considered.

Keywords: web application, Internet, mobile devices, determination of thermophysical properties of substances.

Веб-приложение является частью программного комплекса в виде «Блока онлайн расчетов» на удаленном сервере. Имеет несколько процедур с таблицами экспериментальных данных из справочных материалов и позволяет получать промежуточные значения из таблиц экспериментальных данных.

Цель работы заключалась в создании межплатформенного приложения для определения теплофизических свойств веществ, основанное на веб-технологиях, с возможностью построения трехмерного графика на основе расчетов по данным, введенным пользователем.

Приложение работает через браузер, тем самым обеспечивает доступность использования на различных устройствах (компьютер, смартфон, планшет). Это дает возможность использовать приложение в любом месте, где доступен Интернет [1].

При разработке приложения были проанализированы различные сервисы математических расчетов.

Схему работы приложения можно описать в несколько этапов: ввод данных, обработка данных на сервере, вывод полученных результатов. На этапе ввода пользователь выбирает таблицу экспериментальных данных, задает требуемые параметры и отправляет запрос на сервер, где производятся соответствующие расчеты. После выполнения расчетов результаты возвращаются клиенту в текстовом виде и в виде 3D-графика.

Для работы с веб-приложением нужно загрузить таблицу экспериментальных данных в виде процедуры. Загрузить таблицу экспериментальных данных можно двумя способами:

- первый вариант: выбрать таблицу экспериментальных данных по свойствам веществ из списка, предлагаемого приложением. Источниками первичной информации по свойствам веществ являются базы данных по свойствам веществ [2] (существующие базы данных, в том числе серверы облачных вычислений);
- второй вариант – это загрузка своей таблицы, со своего устройства, загружаемая таблица должна быть заранее подготовлена, конвертирована в формат .csv.

После выбора таблицы экспериментальных данных предусмотрена возможность просмотреть содержимое таблицы, для этого нужно кликнуть на «Посмотреть таблицу». На экране в правой части отобразится содержимое таблицы экспериментальных данных.

Для нахождения единичного значения термодинамических свойств нужно в поле «Тип подсчета» выбрать «Единичное значение». Этот выбор требует указать значение давления и температуры.

Для нахождения области значений в поле «Тип подсчета» выбираем «Область значений», и вводим значения давления и температуры. В зависимости от таблицы экспериментальных данных значения таблиц экспериментальных данных могут отличаться, нахождения значений теплоемкости осуществляется в пределах табличных значений. Следующий шаг – это ввод количества значений давления и температуры, для которых будут вычисляться теплофизические свойства веществ в заданном промежутке.

В результате проведенных вычислений мы получаем значения в виде таблицы и строим два 3D-графика. Первый – на основе полученных значений из таблицы, второй – на основе таблицы экспериментальных данных по свойствам веществ.

Список использованных источников

1. **Курс лекций:** Мировые информационные ресурсы. – URL : <http://www.intuit.ru/studies/courses/4455/712/lecture/21291>
2. **Варгафтик, Н. Б.** Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н. Б. Варгафтик, Ю. К. Виноградов, В. С. Яргин. – М. : Наука, 1972. – 720 с.

References

1. **Wikipedia article** «Web application» – URL : <http://www.intuit.ru/studies/courses/4455/712/lecture/21291>
2. **Vargaftik, N. B.** Handbook of physical properties of liquids and gases / N. B. Vargaftik, Yu. K. Vinogradov, V. S. Yargin. – M. : Science, 1972. – 720 p.

УДК 681.51

Семенов Д. Д.¹, Коновалова К. Н.²

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

¹(Тел. 89606682372, e-mail: siemionov1995@mail.ru),

²(Тел. 89107581761, e-mail: xu.konovalova@gmail.com)

ВИРТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Semenov D. D.¹, Konovalova K. N.²

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

¹(Tel. 89606682372, e-mail: siemionov1995@mail.ru),

²(Tel. 89107581761, e-mail: xu.konovalova@gmail.com)

VIRTUAL MODEL OF PRESSURE AND TEMPERATURE REGULATION SYSTEM

Аннотация. Проведен анализ точности и оперативности мультипликативно-симметричного, стандартного критериев при помощи виртуальной модели оптимального регулирования динамических характеристик для автоматического контроля измерительными средствами в адаптивном диапазоне.

Ключевые слова: система управления, точность, оперативность, регулирование, ПИД-регулирование, аналитический контроль.

Abstract. The analysis of the accuracy and efficiency of the multiplicative-symmetric standard criteria is carried out using a virtual model of optimal control of dynamic characteristics for automatic monitoring by measuring means in the adaptive range

Keywords: control system, accuracy, efficiency, regulation, PID control, analytical control.

В настоящее время основными недостатками систем управления являются недостаточные оперативность и точность ПИД-регулирования [1], поэтому для создания эффективных автоматических систем контроля климатических и биологических необходимо создать виртуальную модель такой системы управления, которая позволяет уменьшить погрешность за счет изменения алгоритма оценки сигнала.

ПИД-регулирование, представляющее собой совокупность позиционного П, интегрального И, дифференциального Д законов, которые управляют шириной диапазона при помощи аппаратно управляемых коэффициентов, подбирающихся методом итераций, что является достаточно длительным процессом при оценке изменяющегося во времени сигнала. Известны методы оптимизации ПИД-коэффициентов, позволяющие рассчитать значение критериев, но данные вычисления являются достаточно трудоемкими, неэффективными и требуют наличия высококлассных специалистов в области автоматического управления, метрологических измерений и аналитического контроля [1]. Погрешность при ПИД-регулировании представляет собой разность между входным сигналом E и выходным сигналом U

$$\varepsilon = E - U . \quad (1)$$

Повысить точность регулирования можно при помощи использования мультипликативно-симметричного критерия

$$\varepsilon = 1 - \left(\frac{X_{CF}}{X_{CA}} \right)^2, \tag{2}$$

где $(X_{CF}/X_{CA})^2$ – отношение произведения случайных величин переменных PU_i к их нормируемому эквиваленту – $\max \Pi = X_{CA}$, для $i = 1, 2$, так как используется $n = 2$ переменных $U_1 = E$ и $U_2 = U$, соответствует $(X_{CA})^2$.

Их физический смысл тождественен квадрату средней геометрической оценки:

$$(X_{CF})^2 = \left(\sqrt[2]{\prod_{j=1}^2 U_{ji}} \right)^2, \tag{3}$$

произведения переменных сигналов E и U , а также квадрату среднего арифметического:

$$(X_{CA})^2 = \left(\frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 U_{ji} \right)^2. \tag{4}$$

Таким образом, формула принимает вид

$$\varepsilon = \frac{\left(\sqrt[2]{\prod_{j=1}^2 U_{ji}} \right)^2}{\left(\frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 U_{ji} \right)^2}. \tag{5}$$

В качестве измерительного преобразователя в обеих системах регулирования давления и температуры выступает тензомостовой датчик давления и температуры, который состоит из тензорезисторов 1 – 4, трехжильного кабеля 5, двуполярного источника тока 6 и коммутатора каналов 7 (рис. 1).

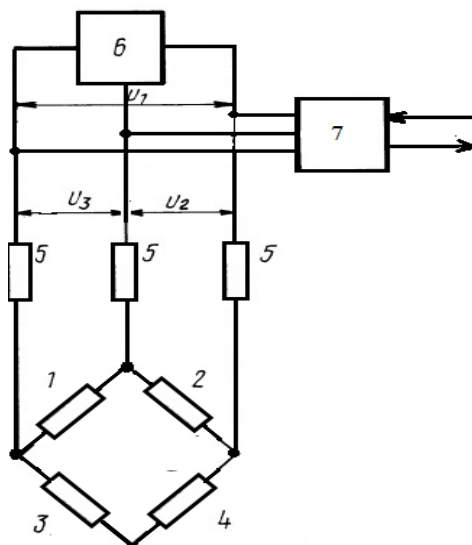


Рис. 1. Измерительный преобразователь давления и температуры

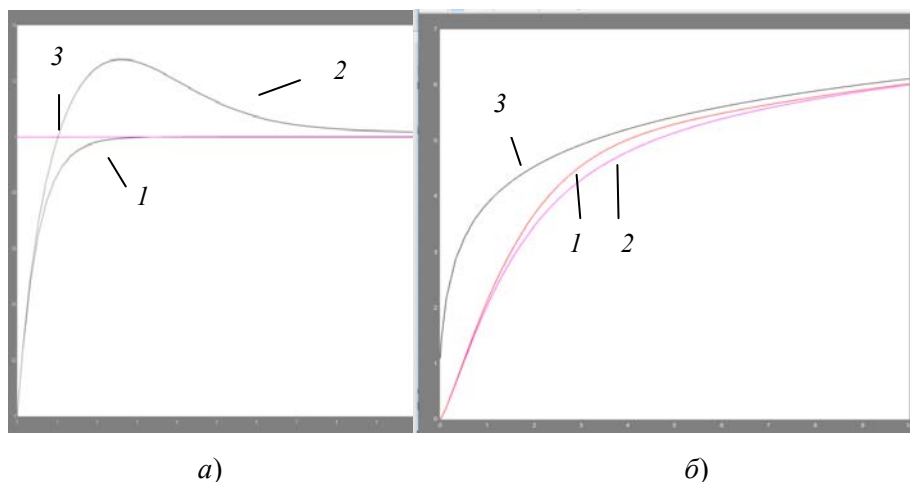


Рис. 2. Амплитудно-временные характеристики системы регулирования при постоянном напряжении (а) и переменном напряжении (б): 1 – МСК-критерий; 2 – стандартный при $k = 0,3$; 3 – эталонный сигнал

Смоделируем систему управления в программе SIMULINK и подадим на вход постоянный и переменный сигналы в синхронном режиме регулирования. Результаты компьютерного моделирования показаны на рис. 2 [2].

Основными критериями оценки качества работы пропорционального регулирования являются погрешность и время выхода (оперативность) на установившееся значение динамической характеристики [3].

Для количественной оценки оперативности зафиксируем значение в момент $t = 2$ с. Данные измерений заносим в табл. 1.

1. Количественные характеристики сигналов

		Значения в момент времени $t = 2$ с	Эталонный сигнал	Оперативность t , с
МСК	Первый сигнал	3,5	4.1	3
	Второй сигнал	0,96	1	4
Стандартный	Первый сигнал	3,3	4.2	11
	Второй сигнал	1,27	1	37

Точность сигнала на рисунке оценивают по погрешности, которая определяется формулой:

$$\varepsilon = 1 - F_i / F_{\text{эi}}, \tag{6}$$

где F_i – регулируемая функция; $F_{\text{эi}}$ – желаемый эквивалент $F_{\text{эi}}$.

Оценка точности сигнала показана в табл. 2.

Данные из табл. 1 и 2 доказывают, что наивысшая точность достигается при использовании МСК критерия, которая ниже в 1,4 раза ниже при измерении первого сигнала и в 12 раз ниже при измерении второго по сравнению с классическим способом. Оперативность при использовании МСК повышается в 3,7 раза.

2. Метрологические характеристики сигналов

		Отклик	Эквивалент	Погрешность ε
МСК	Первый сигнал	3,6	4,2	0,14
	Второй сигнал	0,98	1	0,02
Стандартный	Первый сигнал	3,3	4,2	0,21
	Второй сигнал	1,25	1	0,25

Таким образом, данная модель показывает, что реализация управляющего сигнала нормированной погрешностью в виде отношения произведения случайных величин переменных к их нормируемому эквиваленту, в отличие от известных решений, позволяет осуществить управление с достаточной точностью и оперативностью.

Список использованных источников

1. **Ту, Ю.** Современная теория управления / Ю. Ту. – М. : Машиностроение, 1971. – 472 с.
2. **Пат. РФ № 2571570**, МПК G05B17/00. Способ и система автоматического управления / А. А. Коробов, Е. И. Глинкин. – 2015, Бюл. № 35.
3. **Глинкин, Е. И.** Оптимальные меры оценки эффективности / Е. И. Глинкин // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. – Тамбов. – 2014. – Т. 19. – Вып. 6. – С. 1863 – 1869.
4. **Фролова, М. С.** Информационная модель медицинской техники на основе объектно-ориентированного подхода / М. С. Фролова, Т. А. Фролова, И. А. Толстухин // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2015. – № 4. – С. 139 – 145.

References

1. **Tu, Y.** Modern control theory / Y. Tu. – M. : Mechanical Engineering, 1971. – 472 p.
2. **Pat. RF № 2571570**, IPC G05B17/00. Method and system of automatic control / A. A. Korobov, E I. Glinkin. – 2015, Byul. № 35.
3. **Glinkin, E. I.** Optimal measures of assessment / E. I. Glinkin // Bulletin of the Tambov University. A series of natural and technical sciences. – Tambov. – 2014. – Vol. 19. – V. 6. – P. 1863 – 1869.
4. **Frolova, M. S.** Information model of medical equipment on the basis of the object-oriented approach / M. S. Frolova, T. A. Frolova, I. A. Tolstukhin // Issues of modern science and practice. University V. I. Vernadsky. – № 4. – С. 139 – 145.

УДК 681.31

Коновалова К. Н., Семенов Д. Д.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 8-910-852-66-83, e-mail: xu.konovalova@gmail.com)

ЭХОКАРДИОГРАФИЯ С ДОППЛЕРОГРАФИЕЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЦА

Konovalova K. N., Semenov D. D.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov,
(Tel. 8-910-852-66-83, e-mail: xu.konovalova@gmail.com)

ECHOCARDIOGRAPHY WITH DOPPLEROGRAPHY FOR THE DIAGNOSIS OF HEART DISEASE

Аннотация. Повышение информативности результатов исследований благодаря применению эхокардиографии с цветовым доплеровским картированием для диагностики ряда заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, ультразвуковое исследование, эхокардиография, контрастирование, визуализация, доплерография.

Abstract. The informative value of research results increases owing to the use of echocardiography with color Doppler mapping for diagnosis of a number of diseases of the cardiovascular system.

Keywords: cardiovascular system, ultrasound examination, echocardiography, contrasting, visualization, Doppler mapping.

В настоящее время причиной более 50% смертей являются заболевания сердечно-сосудистой системы. Люди, которые подвержены высокому риску таких патологий, обязательно должны проходить прицельное медицинское обследование для раннего выявления и предупреждения осложнений. К одним из таких процедур относится эхокардиография сердца. Это метод ультразвукового исследования, который позволяет оценить работу сердца и его клапанного аппарата, своевременно диагностировать какие-либо изменения.

Контрастная эхокардиография используется для обнаружения структур, которые плохо видны при обычном исследовании (верхняя и нижняя полая вены, нисходящая аорта, выносящий тракт правого желудочка, легочные артерии), а также для выявления внутрисердечного сброса крови, поражений, вызывающих регургитацию, и сложных врожденных аномалий сердца. Для контрастирования вводят в вену физиологический раствор, содержащий микропузырьки, которые получают, несколько раз перекачивая 8 мл раствора из одного 10-миллилитрового шприца в другой через силиконовую трубку, соединенную трехходовым краном с внутривенной магистралью. Содержащий пузырьки физиологический раствор под давлением струйно вводится в венозный катетер.

При этом регистрируется картина сердца в четырехкамерной позиции или ультразвуковой луч направляется на подозрительный участок. Апикальная или субкостальная

четырёхкамерная позиция позволяет обнаружить даже небольшое количество проходящих по шунту справа налево пузырьков, а также обратный поток слева направо, который возникает при дефекте в перегородках и уменьшает плотность пузырьков в правых камерах сердца.

Для лучшего изучения полости левого желудочка и митрального клапана датчик устанавливают таким образом, чтобы раскрытие створок митрального клапана и передне-задний размер левого желудочка были максимальными. Для изучения аорты и аортального клапана несколько изменяют положение датчика так, чтобы диаметр корня аорты и ее восходящего отдела были максимальными (рис. 1).



Рис. 1. Эхокардиограмма (апикальная позиция, сечение по длинной оси):

- ПЖ – правый желудочек; ЛЖ – левый желудочек;
- ЛП – левое предсердие; МЖП – межжелудочковая перегородка;
- МПП – межпредсердная перегородка;
- МК – митральный клапан; ТК – трикуспидальный клапан

Апикальная четырехкамерная позиция позволяет одновременно визуализировать левый и правый желудочки (по их длинным осям), МЖП, левое и правое предсердия, межпредсердную перегородку, а также митральный и трехстворчатый клапаны. Эта позиция используется для исследования левых и правых отделов сердца, количественной оценки сократимости левого желудочка.

Выделяют несколько вариантов выполнения эхокардиографии. Один из них – эхокардиография, сочетаемая с доплерографией. В основе этого исследования лежит применение ультразвука. Проводится эхокардиография при положении пациента на левом боку с незначительно приподнятой верхней половиной туловища. Врач для выполнения исследования располагается за спиной больного или лицом к нему.

Стоит отметить, что в эхокардиографии используются различные варианты доплера:

1. *Импульсноволновой*. Если на клавиатуре прибора нажать кнопку PW, то на экране в месте расположения курсора появится контрольный объем. Специалисты перемещают его в нужную точку и изучают ток крови в этой области.

2. *Энергетический*. Этот вариант подходит для регистрации низкоскоростного кровотока. В кардиологии энергетический доплер пока не нашел широкого применения.

3. *Непрерывноволновой*. При данном методе по ходу луча регистрируются все потоки. Применяется названный вариант доплера для регистрации высокоскоростного кровотока.

4. *Тканевой*. Данный вариант доплера, используемый в Эхо КГ, позволяет оценивать скорость движения миокарда и иных сердечных структур.

5. *Цветовой*. Преимущество названного метода заключается в быстрой оценке кровотока в магистральных сосудах, желудочках и предсердиях сердца. Это возможно благодаря тому, что каждая точка изображения внутри исследуемой области окрашивается в конкретный оттенок в зависимости от скорости и направления движения красных кровяных телец.

6. *Цветовой М-режим*. Такое исследование – сочетание обычного М-режима, позволяющего получить графическое изображение движения створок клапанов, стенок сердца во времени, и режима цветового кодирования кровотока.

Эхокардиография применяется в медицине с середины прошлого века. Появление доплеровских технологий значительно расширило возможности исследования сердца с помощью ультразвука. Сегодня эхокардиография, сочетаемая с доплерографией, активно применяется специалистами и позволяет им диагностировать у пациентов ишемическую болезнь сердца, аортальный стеноз и митральную недостаточность.

Список использованных источников

1. **Фролов, С. В.** Mathematical modeling of blood flow with partial derivatives in basilar artery bifurcation region / С. В. Фролов, С. В. Синдеев, Д. Липш, А. Балассо // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2014. – № 1. – С. 50 – 58.

2. **Коновалова, К. Н.** Математическая модель функционирования сердечно-сосудистой системы / К. Н. Коновалова, С. В. Фролов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – С. 200 – 203.

3. **Коновалова, К. Н.** Современные средства обработки информации в электрокардиографии / К. Н. Коновалова, Т. А. Фролова // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2016 – С. 323 – 326.

4. **Коновалова, К. Н.** Принципы построения многоуровневой модели регуляции сердечно-сосудистой системы / К. Н. Коновалова, С. В. Фролов, А. А. Коробов, Н. Э. Алиев // Биомедсистемы : материалы Всерос. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань : Изд-во РГРУ, 2016. – С. 220 – 222.

5. **Фролов, С. В.** Исследование системы показателей ССС / С. В. Фролов, А. А. Коробов, Н. Э. Алиев, К. Н. Коновалова // Энергосбережение и эффективность в технических системах : материалы IV междунар. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. – Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2017. – С. 535–536.

References

1. **Frolov, S. V.** Mathematical modeling of blood flow with partial derivatives in basilar artery bifurcation region / S. V. Frolov, S. V. Sindeev, D. Lipsh, A. Balasso // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2014. – № 1. – S. 50 – 58.
2. **Konovalova, K. N.** Matematicheskaya model' funkcionirovaniya serdechno-sosudistoj sistemy / K. N. Konovalova, S. V. Frolov // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Tambov : Izd-vo FGBOU VO “TGTU”, 2016. – S. 200 – 203.
3. **Konovalova, K. N.** Sovremennye sredstva obrabotki informacii v ehlektrokardiografii / K. N. Konovalova, T. A. Frolova // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn : materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO “TGTU”, 2016 – S. 323 – 326.
4. **Konovalova, K. N.** Principy postroeniya mnogourovnevoj modeli regulyacii serdechno-sosudistoj sistemy / K. N. Konovalova, S. V. Frolov, A. A. Korobov, N. EH. Aliev // Biomedсистемы : materialy Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii studentov, molodyh uchenyh i specialistov. – Ryazan' : Izd-vo RGRU, 2016 – S. 220 – 222.
5. **Frolov, S. V.** Issledovanie sistemy pokazatelej SSS / S. V. Frolov, A. A. Korobov, N. EH. Aliev, K. N. Konovalova // EHnergoberezhenie i ehffektivnost' v tekhnicheskikh sistemah : materialy IV mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii studentov, molodyh uchenyh i specialistov. – Tambov : Izd-vo Pershina R. V., 2017. – S. 535–536.

УДК 004.02

Горелов И. А., Немтинов В. А.Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630706, e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ОСВОЕНИЯ
ТЕРРИТОРИИ «БАЗАРНАЯ ПЛОЩАДЬ» ГОРОДА ТАМБОВА****Gorelov I. A., Nemtinov V. A.**Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630706, e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)**ANALYSIS OF DYNAMICS OF DEVELOPMENT
OF TERRITORY “MARKET PLACE” OF THE CITY OF TAMBOV**

Аннотация. Описана история становления территории «Базарная площадь» в г. Тамбове. Приводится анализ динамики освоения территории, выполненный в ходе изучения застроечной ситуации, зафиксированной на видовых изображениях в разные временные периоды.

Ключевые слова: объекты культурно-исторического наследия, динамика освоения территории, территория «Базарная площадь» г. Тамбова.

Abstract. The history of the formation of the territory of the “Market place” in the city of Tambov is described. The analysis of the dynamics of development of the territory was performed during the study of the built-up situation recorded on the species images in different time periods.

Keywords: objects of cultural and historical heritage, dynamics of development of the territory, the territory “Market place” of Tambov.

При проведении анализа динамики освоения исследуемой территории в качестве основного критерия выбрана суммарная площадь всевозможных участков застройки, которые в разных функциональных значениях и в разные годы имели место на территории Базарной площади [1 – 4]. Фактически площадь этой части городской территории оставалась неизменной с самого начала выделения ее под проведение торговых операций в первые годы XIX века. Еще на первом плане города Тамбова, который был утвержден Екатериной II в 1781 году, эта территория была обозначена свободной в окружении кварталов застройки прямоугольной планировки. Она не предназначалась для последующего использования в качестве жилой зоны. В дальнейшем, как показало время, геометрические размеры площади, ограниченной со всех сторон жилыми кварталами, стабилизировались. На протяжении последующих двухсот лет этот участок городской территории в своих геометрических очертаниях не изменялся. Таким образом, состоялось оформление и дальнейшее существование Базарной площади города Тамбова.

Выбрав удобный для выполнения чертежей масштаб, мы с возможной для карандашного варианта точностью сделали чертежи, которые, как вы узнали из предыдущей статьи, отражают застроечную ситуацию на Базарной площади в рассмотренные временные периоды ее развития. Все они, как было сказано выше, соответствуют тому информационному материалу, который нам удалось выявить в различных источниках.

Однако, в отличие от того, что было сделано нами ранее, для рассматриваемого раздела, касающегося вопросов изменения в динамике застройки на Базарной площади, пришлось изменить характер видовых изображений. Учитывая то, что в данном случае необходимо выполнять измерения для последующего расчета площадей, мы дополнили ранее сделанные в зенитной изометрии видовые изображения чертежами в горизонтальной (плановой) проекции. В таком варианте все изображенные объекты, которые располагались на площади в разные годы, можно легко измерить. Более того, плановое изображение таких объектов позволяет классифицировать их по функциональному назначению. Это, в свою очередь, позволило нам дополнить исследования динамики освоения рассматриваемой территории в различных аспектах [5 – 14]. В итоге мы получили динамические характеристики для:

А – общей территории застройки;

Б – территории, которая в разные годы отводилась под неторговые функциональные назначения;

В – территории, которая была занята каменными и деревянными строениям;

Г – территории, которая отводилась под временные (разборные) строительные конструкции торгового назначения.

Кроме отмеченного, дополнительные исследования проводились для капитальных строений отдельно по XIX, XX, XXI векам. На плановых чертежах такие различия объектов Базарной площади выделены соответствующими оформлениями графического характера. Например, капитальные строения обозначены на плановых чертежах крестовым наполнением, строения из облегченных конструкций заштрихованы тонкими параллельными линиями и так далее.

В рассматриваемом вопросе только один параметр оказался неизменным во всех исследованных временных периодах. Это – суммарная площадь всей территории рассматриваемого городского участка. Все остальные объекты, которые в разные годы наполняли Базарную площадь, менялись со временем. И все же в каждый временной период суммарная площадь различных видов строений имела определенную конкретную величину. А вот со временем эти параметры изменялись, что и позволило принять их в качестве основной исследуемой величины в рассмотрении динамики застройки Базарной площади.

В качестве первого шага исследований во временном развитии застроечной ситуации на Базарной площади был принят 1832 год. Ранее отмечалось, что именно этим годом был датирован самый подробно выполненный план города Тамбова в первой половине XIX века. Историкам и краеведам Тамбова этот документ стал доступен только 4 года назад. До этого он находился на хранении в Российском государственном историческом архиве. Все, кто занимался изучением этого документа, пришли к выводу, что он был выполнен в качестве результирующего плана, на котором отражена городская застройка того времени. Другой, более ранний план, датированный 1781 годом и утвержденный императрицей Екатериной Великой, выполнялся в качестве предписывающего документа. Он был рассчитан на перспективную застройку города Тамбова и узаканивал прямоугольную планировку, которая в то время повсеместно входила в действие на территории Российской империи. План Тамбова от 1832 года выполнен в горизонтальной проекции. Он выдержан в двухкоординатной системе и характеризуется достаточно высокой точностью, дающей представление о расположении объектов длительного пользования.

Ранее мы подробно изложили все достоинства и недостатки плана, отмеченного 1832-м годом. Эти положительные и негативные особенности, в свою очередь, сказались при выполнении нами чертежей застройки Базарной площади города Тамбова. В частности, приняв для нашего чертежа увеличение габаритных размеров в 5 раз, мы смогли перенести с исходного плана объекты, строго соблюдая масштабный переход. Это, конечно, положительный факт. Другое дело, – то, что мы были вынуждены домыслить наличие некоторых элементов той градостроительной ситуации, которая реально имела место в 1832 году, но в силу каких-то причин не нашла своего отражения на исходном плане. Например, на плане 1832 года были указаны полицейские частные дома, располагавшиеся на территории Сенной (Базарной) площади. На этом плане место их расположения показано в западной части площади и выделено соответствующей окраской. Более по этому поводу ничего не представлено. Нет никакой конкретики о том, как располагались дома, сколько их было и какова инфраструктура этого участка? Раз отмеченные дома были обозначены как частные, то, следовательно, должны были обладать надворными постройками, обязательно должен был быть огород, который в те годы являлся неотъемлемой частью каждого частного домовладения в Тамбове. Учитывая то, что наш чертеж в 5 раз больше исходного (план 1832 года), мы отображали на этом участке не только сами полицейские дома, но и прилегающие к ним инфраструктурные элементы: колодезь, огород, сад. Конечно, эти дополнения стали результатом нашего воображения. К сказанному, аналогично рассуждая, следует добавить участки зеленых насаждений, отмеченные на нашем чертеже, луговые полянки и дорожки, пересекающие их, которые также были додуманы нами (см. рис. 1).

Ортогональная плановая проекция этого чертежа представлена под изометрическим изображением реконструкции на основе плана 1832 года. Чертеж в плановой проекции содержит определенным образом обозначенные каменные и смешанные строения, зоны зеленых насаждений, участки складирования торговых припасов и участки, не имеющие отношения к торговому функциональному назначению [8 – 14].

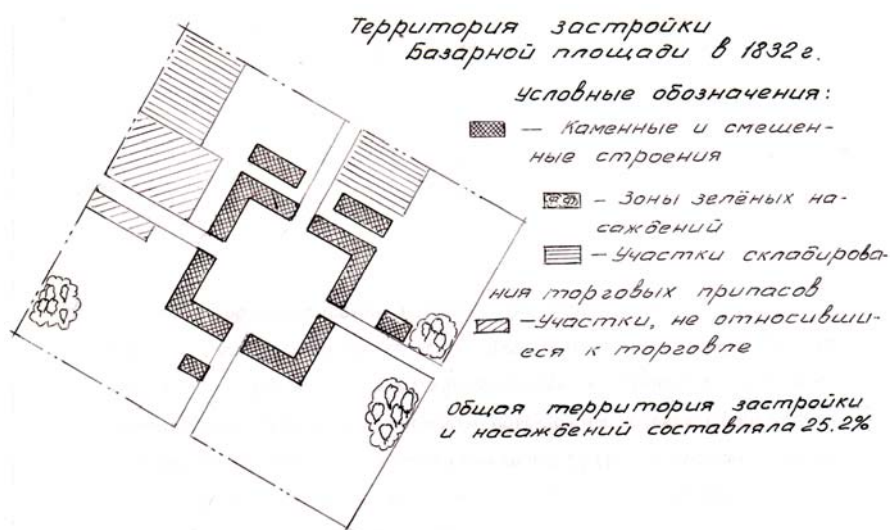


Рис. 1. Реконструкция карты-схемы Базарной площади на основе плана 1832 года

По этому чертежу легко подсчитать суммарную площадь однотиповых объектов застройки, расположенных в разных местах. Полученные результаты мы перевели в процентное содержание от площади, которую занимает весь рассматриваемый городской участок.

Результаты по 1832 году оказались такими:

- А) общая площадь на нашем чертеже составила 7736 мм^2 (принято за 100%);
- Б) суммарная площадь капитальных строений на нашем чертеже составила 560 мм^2 ;
- В) площадь участков зеленых насаждений составила 275 мм^2 ;
- Г) площадь временных торговых мест – 440 мм^2 ;
- Д) площадь складских территорий – 536 мм^2 ;
- Е) площадь территории, на которой не проводилась торговая деятельность, составила 397 мм^2 ;
- Ж) площадь всех участков, занятых каким-либо образом на территории Базарной площади составила на нашем чертеже 1947 мм^2 .

В итоге площадь всей территории, занятая объектами по приведенным выше позициям, в 1832 году составляла 25,2% от территории всей Базарной площади. Эти данные приняты нами в качестве начальных при исследовании вопроса о динамике застройки Базарной площади города Тамбова.

Следующий «временной шаг», который мы приняли для исследования вопроса динамики застройки Базарной площади относится к концу 80-х годов XIX века. Здесь, как и в предыдущем «временном шаге», мы дополнили видовое изображение, выполненное в зенитной изометрии, ортогональной плановой проекцией территории Базарной площади.

Подробный сравнительный анализ изменений, произошедших на рассматриваемой территории по сравнению с тем, что было в 1832 году, приведен в предыдущем разделе отчета. Из него повторим, что в новом «временном шаге» главным отличием явилось появление в восточной части Базарной площади нового здания Христорождественского собора. Ранее на этом месте находились полицейские дома. Второй отличительной особенностью, проявившейся к концу 80-х годов XIX века, были перестроенные каменные торговые ряды в центральной части площади. Их новая строительная конструкция сохранила форму карэ, но по занимаемой площади они оказались заметно больше, чем те, что были на этом месте ранее. Далее из того, что мы в наши дни называем «новостроем», являлось сооружение часовни «Иконы Казанской Божией Матери» в восточной части Базарной площади. Кроме этого в новом рассматриваемом «временном шаге» заметную часть площади заняли временные торговые строения из разборных конструкций. Им была выделена вся свободная территория в юго-восточном углу площади. Наличие перечисленных новых объектов, появившихся к концу XIX века, подтверждают рукописные, печатные и даже фотографические документы, сохранившиеся в архиве Тамбовской области.

Еще одно изменение на территории Базарной площади, имевшее место в конце 80-х годов позапрошлого века, выдвигается нами как самостоятельная версия. Это относится к участкам вдоль северной стороны, которые раньше были обозначены в качестве мест складирования различных товаров. Чаще всего здесь складывали сельскохозяйственную продукцию. Обычно это были стога сена и соломы, реже дрова и древесные строительные материалы. В конце XIX века, как указывается в библиографических

источниках, места складского хранения таких товаров в большей степени были перенесены на ближайшие улицы. Освободившиеся участки отвели под розничную торговлю «с рук». Такой вид торговли, в свою очередь, явился основательной предпосылкой новому направлению в базарной торговле, которое в первой половине XX века получило широко распространенное название – «толкучка».

Следуя информации, полученной с фотографических видовых источников последних лет XIX века, мы пришли к выводу о том, что никаких участков зеленых насаждений на территории Базарной площади к этому времени не было (см. рис. 2).

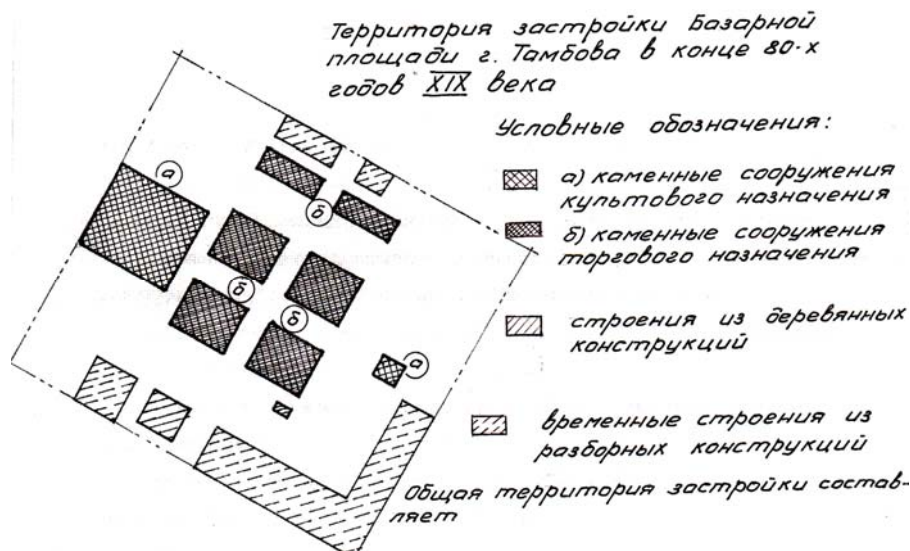


Рис. 2. Реконструкция карты-схемы Базарной площади на основе плана 80-х годов XIX века

Все эти изменения нашли отражение в чертеже плановой ортогональной проекции на приведенной выше иллюстрации. Здесь, как и в чертеже предыдущего «временного шага» (видовые изображения 1832 года), основные объекты, имевшие место в конце 80-х годов XIX века, отмечены определенной штриховкой. Мы провели аналогичные с предыдущим чертежом «временного шага» измерения объектов и пришли к следующим информационным параметрам, вошедшим в исследование динамики застройки Базарной площади.

Итак, результаты по видовым изображениям для конца 80-х годов XIX века следующие:

- А) общая суммарная площадь – 7736 мм²;
- Б) капитальные строения – 1709 мм², из них церковные – 935 мм²;
- В) облегченные строения (дощатые деревянные конструкции) – 72 мм²;
- Г) временные, разборные конструкции – 870 мм²;
- Д) общая сумма площади застройки, в процентном отношении – 34,4%.

Изменения, имевшие место в застройке Базарной площади к концу 20-х годов XX века, по сравнению с тем, что было в конце 80-х годов XIX века, можно считать незначительными. Сохранился Христорождественский собор, здание которого было самым большим по объему из всех 17-ти церквей, которые в то время находились

в Тамбове. К религиозным объектам на Базарной площади в первые годы XX века добавилось большое двухэтажное здание, которое было предназначено для размещения в нем притча Христорожественского собора. Это здание располагалось в северной части площади, близ самого собора. Второе изменение, произошедшее в застройке площади, было результатом воздействия внутренней политики всей Российской империи. В годы, предшествовавшие Первой мировой войне, в России активно на государственном уровне проводилась антиалкогольная кампания. В ходе ее были закрыты многие питейные заведения в губернском городе Тамбове, в том числе, прекратили свое существование питейные дома, располагавшиеся в северной части Базарной площади. На их месте появились временные деревянные торговые лавки. Уже при советской власти в 20-е годы в северной части того отрезка сквозной дороги, которая по линии улицы Базарной пересекала с юга на север всю площадь, был построен маленький деревянный дом. В нем расположилось отделение милиции, в функции которого входило обеспечение должного порядка на территории самого главного базара в Тамбовской губернии. В южной части площади практически все оставалось без изменений, как было за 40 лет до этого.

Новая строительная ситуация нашла отражение на карте-схеме реконструкции Базарной площади города Тамбова в конце 20-х годов XX века. Для нее предварительно был выполнен чертеж плановой проекции.

Согласно предыдущей методике исследований, проводим необходимые измерения и расчеты. В результате получаем следующие параметры, отражающие динамику изменений в строительной ситуации на территории Базарной площади (см. рис. 3).

А) суммарная площадь всей территории – 7736 мм²;

Б) площадь, занятая капитальными (каменными) сооружениями – 1614 мм². Из них: территория собора – 900 мм²; дом притча – 63 мм²; каменные торговые ряды – 616 мм²; часовня – 35 мм²;

В) облегченные строения – 48,5 мм²;

Г) временные разборные конструкции – 960 мм²;

Д) общая сумма площади, находящейся под застройкой, – 2622 мм²;

Е) в процентном выражении площадь, занятая строениями разного назначения, составляла 33,9%. Площадь под капитальными строениями – 21,5%. Площадь религиозных объектов – 12,9%.

В середине 50-х годов XX века территория Базарной площади получила четкое граничное очертание. По внутреннему периметру тротуаров тех отрезков улиц, которые со всех сторон замыкают этот городской участок, было сооружено ограждение из массивных металлических секций. Со сносом Христорожественского собора в западной части площади и часовни в противоположной восточной стороне, Базарная площадь окончательно утратила исполнение религиозных функций.

Сразу после Великой Отечественной войны следующие 10 лет все объекты и строения, располагавшиеся на Базарной площади, предназначались только для исполнения торговых функций. В тот период все изменения в застройке площади строго контролировались местными партийными и советскими органами власти. Особенность этого периода состояла в том, что со стороны местных властей не было никакой поддержки развитию индивидуального предпринимательства в торговле. В конце 50-х –

начале 60-х годов на территории Базарной площади была ликвидирована «толкучка». В результате освободилась большая площадь рассматриваемой территории. Эти обстоятельства привели к тому, что в первые годы второй половины XX века Базарная площадь, располагавшаяся в центре города, из рассадника антисанитарии и одного из мест низкой культуры во всех проявлениях этого качества стала приобретать явно положительные черты. Тогда впервые на Базарной площади появились асфальтированные пешеходные дорожки. Освободившиеся участки в южной стороне были засажены геометрически распланированными рядами саженцев тополей и лип.

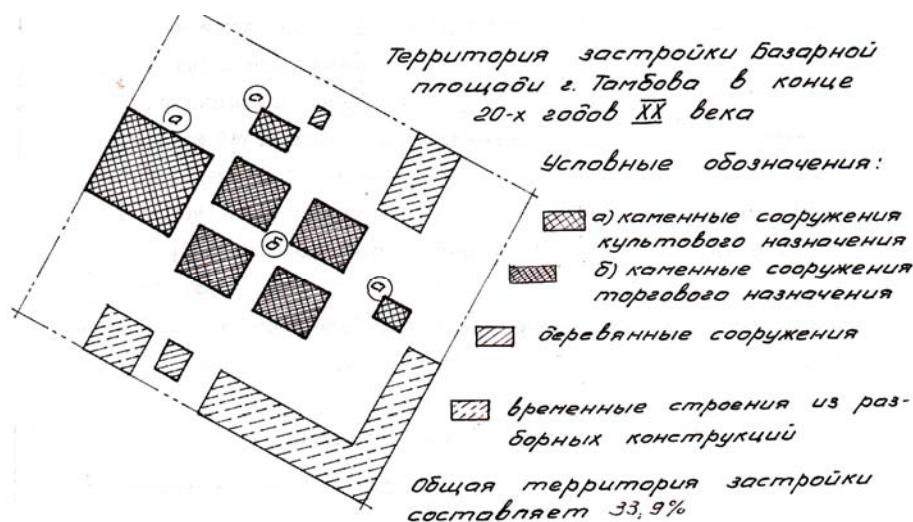


Рис. 3. Реконструкция карты-схемы Базарной площади на основе плана 20-х годов XX века

Более того, Базарная площадь Тамбова в те годы в какой-то мере превратилась в городской объект культурно-массового значения. В предпраздничные дни на свободных участках площади проводились гулянья, напоминавшие ярмарочные веселья дореволюционных лет. В летнее время на этих уголках площади останавливались гастрологи цирки, зверинцы, иные развлекательные аттракционы. Что касается основных функций, торговля на Базарной площади все больше приобретала цивилизованный характер. Появились современные (по тем годам) магазины. Уменьшилась доля продовольственной торговли, которую заменила промышленная торговля. Все меньшая часть Базарной площади отводилась под индивидуальную торговлю продуктами сельского хозяйства. Теперь это было только на территории торговых рядов из временных разборных конструкций.

Все эти преобразования, происходившие на Базарной площади в третьей четверти прошлого века, конечно, нашли отражение в строительной динамике. Ниже по аналогии с предыдущими «временными шагами» в рассмотрении динамики застройки Базарной площади приводим численные параметры по отдельным территориальным участкам, которые соответствовали определенному функциональному использованию.

Для этой цели были выполнены в аналогичной канве с предыдущими «временными шагами» два чертежа. Оба отражают ситуацию застройки Базарной площади на период конца 60-х годов XX века (см. рис. 4).

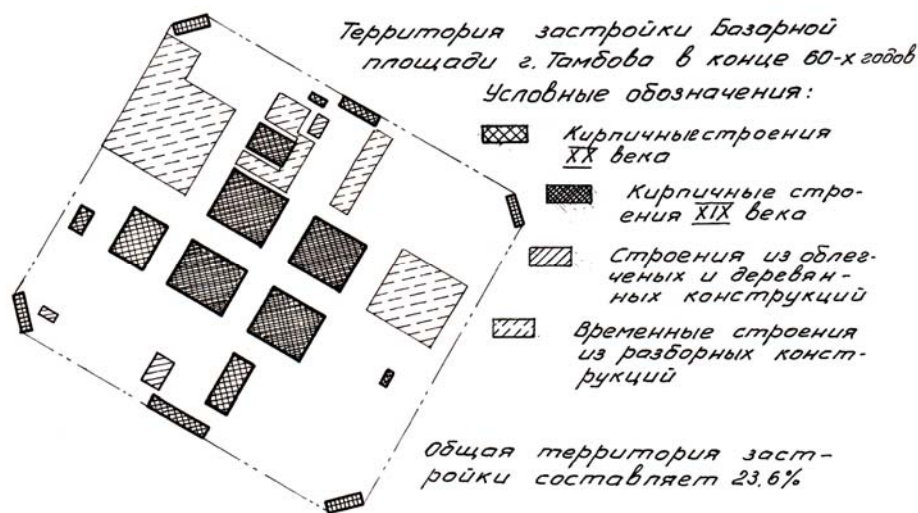


Рис. 4. Реконструкция карты-схемы Базарной площади на основе плана 60-х годов XX века

Результаты исследований по рассматриваемому «временному шагу» следующие:

- А) суммарная площадь – 7736 мм²;
- Б) капитальные строения в сумме – 945 мм². Из них старые (дореволюционной постройки) – 680 мм²;
- В) облегченные строения в разных уголках площади – 44 мм²;
- Г) временные разборные конструкции – 840 мм²;
- Д) общая площадь застройки, включая разборные конструкции, – 1829 мм²;
- Е) площадь, занятая застройкой – 23,6% от всей территории. Площадь, которую занимали строения без учета разборных конструкций, составляла 12,7%.

Значительные изменения произошли на Базарной площади в последние годы советского периода в истории нашей страны. К середине 80-х годов прекратилось использование территории Базарной площади для проведения мероприятий культурно-массового назначения. Теперь на Базарной площади проводились только торговые операции. В юго-восточном углу появилось многоэтажное здание службы быта, а в юго-западном углу площади в 1983 году открылось огромное (для Тамбовской области в то время это было самое большое помещение торгового функционального назначения) строение из стекла и металлоконструкций, в котором разместился крытый рынок. На рубеже 80-х – 90-х годов было введено в строй здание супермаркета «Крата». Еще раньше в конце 70-х годов было построено трехэтажное здание, в котором на верхнем этаже расположилась администрация рынка, а на нижнем – промтоварный и мебельный магазины. В первые годы постсоветского периода особое значение уделялось развитию индивидуальных мест торговли, для которых на территории Базарной площади отводилось все большее количество мест. К этому времени окончательно были ликвидированы все зоны зеленых насаждений, рекреаций и пешеходных дорожек, которые имели место в конце 60-х годов. Вместо них активно возводились многочисленные металлические конструкции в виде маленьких будочек, в которых мог разместиться только один продавец в окружении полок, заставленных товаром. К середине 90-х годов практически по всему периметру Базарной площади появились такие металлические будочки-киоски, которые жители города с иронией называли «спасители на-

шей экономики». Сплошной стеной они огородили большую часть периметра площади, заменив те секции металлического ограждения на кирпичном основании, которые были возведены в середине 50-х годов. Практически вся внутренняя территория рынка в последние годы прошлого века была заполнена сборно-разборными конструкциями, которые возводились для индивидуальных торговцев на время рабочего дня. Такая ситуация сделала рынок на Базарной площади главным торговым местом во всем Тамбове.

В итоге параметры строительной ситуации в настоящее время на Базарной площади города Тамбова выглядят так:

- А) суммарная площадь всей территории – 7736 мм²;
- Б) капитальные строения занимают 3457 мм²;
- В) места, занятые облегченными конструкциями, составляют 431,5 мм²;
- Г) временные разборные конструкции занимают всего 215 мм²;
- Д) участки неторгового назначения – 80 мм²;
- Е) общая сумма площади застройки: без разборных конструкций – 3906 мм²; с разборными конструкциями – 4121 мм²;
- Ж) в процентном соотношении площадь, занятая всеми строениями, составляет 53,3% от всей территории Базарной площади.

Итоги, которые можно сделать из приведенных исследований о характере динамики в строительной ситуации на Базарной площади города Тамбова за все годы ее существования, можно проиллюстрировать в виде графиков (см. рис. 5).

Как видно, основным результатом в исследовании динамики строительства на территории Базарной площади являются совокупности участков, которые в разные «временные шаги» были заняты всевозможными строительными объектами. За весь двухсотлетний срок существования Базарной площади основная ее территория была ограничена отрезками четырех улиц. Красная (ранее Христорожественская), и Носовская ограничивают площадь с западной и восточной сторон, а улицы Октябрьская (ранее Знаменская) и Коммунальная (ранее Гимназическая) – с северной и южной сторон. Таким образом, площадь внутри этого периметра всегда оставалась постоянной, что и было принято нами в качестве исходного фактора. А вот параметры, которые отражены в графической интерпретации, являются изменяющимися во времени. В частности, основным является процент занятости территории теми или иными строительными конструкциями, или – общая территория застройки Базарной площади.

Именно этот параметр отражает динамику застройки рассматриваемого городского участка на протяжении последних двухсот лет. Три других отражают несколько иные особенности в рассмотрении вопроса о динамике застройки Базарной площади. И все же, все приведенные параметры имеют явную связь с теми историческими событиями в стране, которые происходили в разные годы существования площади. Обратите внимание, на всех графиках отмечаются периоды роста, стабилизации и спада. При этом на некоторых участках характеры графических кривых совпадают, а на других, наоборот, – противостоят друг другу. Наибольшая противоположность отмечается в рассматриваемых параметрах на участке, охватывающем последние десятилетия. Здесь отмечается резкий рост кривой основного параметра, который в наше время превысил 50% от общей территории Базарной площади. Три других параметра в тот же временной интервал дают спад, близкий к 0%.

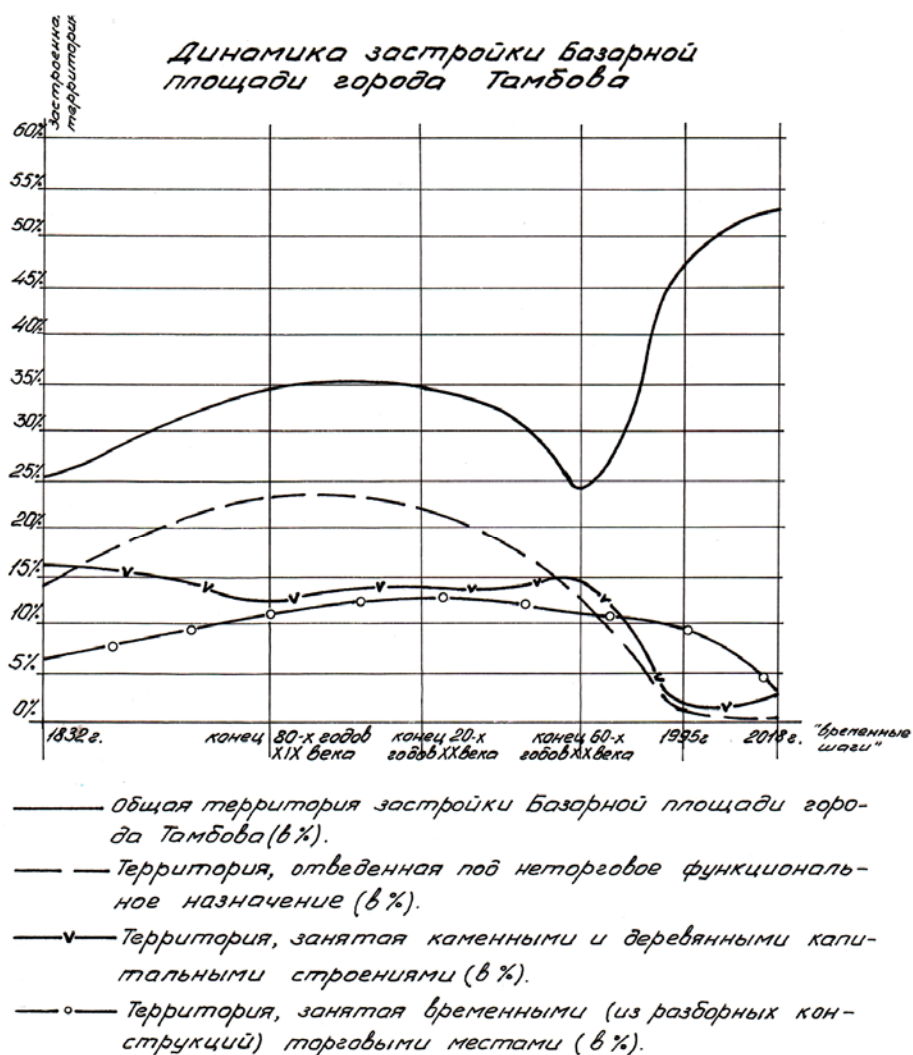


Рис. 5. Динамика застройки территории «Базарная площадь»

Из всего сказанного можно сделать следующие выводы.

1) на динамике застройки территории Базарной площади всегда сказывались различные исторические особенности в развитии общества через отношение административных структур власти к вопросу о развитии торговли и торговых отношений в жизни общества;

2) значительный спад в динамике строительства на Базарной площади отмечается в годы становления и последующего развития советской власти, когда отношение к индивидуальной торговле было резко негативным;

3) в годы постсоветского периода динамика строительства в рассматриваемом городском участке заметно активизировалась;

4) для современного периода характерно то, что площадь базарно-рыночного городского объекта застроена исключительно новыми конструкциями торговых зданий и сооружений, которые полностью вытеснили деревянные капитальные строения, существовавшие ранее;

5) для современного постперестроечного периода характерно и то, что на территории Базарной площади практически полностью убраны объекты, которые не имеют отношения к торговому функциональному назначению;

б) согласно действующим требованиям общественной безопасности, сложившаяся современная ситуация застройки площади превысила параметры эксплуатационной безопасности. Дальнейшая застройка является недопустимой.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта «Виртуальный музей истории развития территории «Базарная площадь» и хронологии становления торгово-купеческой деятельности в этой части города Тамбова», проект № 17-01-12017.

Список использованных источников

1. **Информационные** технологии при создании пространственно-временных моделей объектов культурно-исторического наследия : монография / В. А. Немтинов, А. А. Горелов, П. А. Острожков и др. ; М-во обр. и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский дом ТГУ им. Г. Р. Державина, 2013. – 216 с.
2. **Создание** геоинформационного портала исторически значимых объектов тамбовского региона / В. А. Немтинов, А. А. Горелов, П. А. Острожков и др. // Геоинформатика. – 2014. – № 2. – С. 63 – 66.
3. **Немтинов, В. А.** Виртуальное моделирование объектов культурно-исторического наследия с использованием ГИС-технологий / В. А. Немтинов, В. В. Морозов, А. М. Манаенков // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 17, № 3. – С. 709 – 714.
4. **Немтинов, В. А.** Моделирование объектов культурно-исторического наследия – основа клиометрических исследований / В. А. Немтинов, А. А. Горелов // Клио. – 2010. – № 4. – С. 3 – 7.
5. **Войтин, А. О.** Новые подходы к сохранению и актуализации культурного наследия / А. О. Войтин, В. М. Тютюнник // В мире научных открытий. – 2014. – Т. 52, № 4. – С. 37 – 44.
6. **Mokrozub, V. G.** An approach to smart information support of decision-making in the design of chemical equipment / V. G. Mokrozub, V. A. Nemtinov // Chemical and Petroleum Engineering. – 2015. – Т. 51, № 7. – С. 487 – 492.
7. **Немтинов, В. А.** Визуализация виртуальной пространственно-временной модели территории исторической застройки / В. А. Немтинов, А. А. Горелов, Ю. В. Немтинова, А. Б. Борисенко // Научная визуализация. – 2016. – Т. 8, № 1. – С. 120 – 132.
8. **Егоров, С. Я.** Информационно-логическая модель компоновки промышленных объектов / С. Я. Егоров, В. А. Немтинов, М. С. Громов // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. – 2006. – № 4. – С. 19 – 23.
9. **Немтинов, В. А.** Информационный анализ видовых изображений объектов городской застройки / В. А. Немтинов, А. И. Горелов, М. Ю. Воробьева // Информационное общество. – 2015. – № 2–3. – С. 108 – 116.
10. **Горелов, И. А.** Компьютерные технологии при решении вопросов развития территорий городских муниципальных образований / И. А. Горелов, В. А. Немтинов // Информационное общество. – 2014. – № 1. – С. 49 – 54.

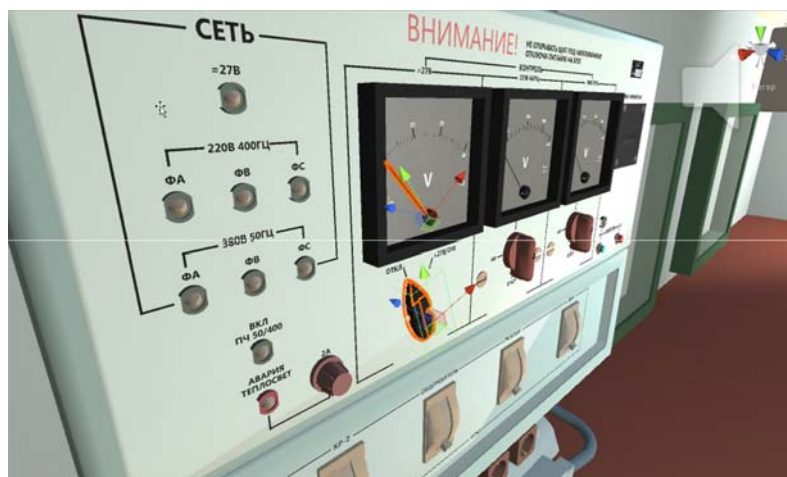
References

1. **Informacionnye** tekhnologii pri sozdanii prostranstvenno-vremennykh modelej ob»ektov kul'turno-istoricheskogo naslediya : monografiya / V. A. Nemtinov A. A. Gorelov, P. A. OstrozHKov i dr. ; M-vo obr. i nauki RF, FGBOU VPO «TGTU». – Tambov : Izdatel'skij dom TGU im. G. R. Derzhavina, 2013. – 216 s.

2. **Sozdanie** geoinformacionnogo portala istoricheski znachimyh ob»ektov tambovskogo regiona / V. A. Nemtinov, A. A. Gorelov, P. A. Ostrozhkov i dr. // Geoinformatika. – 2014. – № 2. – S. 63 – 66.
3. **Nemtinov, V. A.** Virtual'noe modelirovanie ob»ektov kul'turno-istoricheskogo naslediya s ispol'zovaniem GIS-tehnologij / V. A. Nemtinov, V. V. Morozov, A. M. Manenkov // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2011. – T. 17, № 3. – S. 709 – 714.
4. **Nemtinov, V. A.** Modelirovanie ob»ektov kul'turno-istoricheskogo naslediya – osnova kliometricheskikh issledovanij / V. A. Nemtinov, A. A. Gorelov // Klio. – 2010. – № 4. – S. 3 – 7.
5. **Vojtin, A. O.** Novye podhody k sohraneniyu i aktualizacii kul'turnogo naslediya / A. O. Vojtin, V. M. Tyutyunnik // V mire nauchnyh otkrytij. – 2014. – T. 52, № 4. – S. 37 – 44.
6. **Mokrozub, V. G.** An approach to smart information support of decision-making in the design of chemical equipment / V. G. Mokrozub, V. A. Nemtinov // Chemical and Petroleum Engineering. – 2015. – T. 51, № 7. – P. 487 – 492.
7. **Nemtinov, V. A.** Vizualizaciya virtual'noj prostranstvenno-vremennoj modeli territorii istoricheskoy zastrojki / V. A. Nemtinov, A. A. Gorelov, Yu. V. Nemtinova, A. B. Borisenko // Nauchnaya vizualizaciya. – 2016. – T. 8, № 1. – S. 120 – 132.
8. **Egorov, S. Ya.** Informacionno-logicheskaya model' komponovki promyshlennyh ob»ektov / S. Ya. Egorov, V. A. Nemtinov, M. S. Gromov // Nauchno-tekhnicheskaya informaciya. Seriya 2: Informacionnye processy i sistemy. – 2006. – № 4. – S. 19 – 23.
9. **Nemtinov, V. A.** Informacionnyj analiz vidovyh izobrazhenij ob»ektov gorodskoj zastrojki / V. A. Nemtinov, A. I. Gorelov, M. Yu. Vorob'eva // Informacionnoe obshchestvo. – 2015. – № 2–3. – S. 108 – 116.
10. **Gorelov, I. A.** Komp'yuternye tekhnologii pri reshenii voprosov razvitiya territorij gorodskih municipal'nyh obrazovanij / I. A. Gorelov, V. A. Nemtinov // Informacionnoe obshchestvo. – 2014. – № 1. – S. 49 – 54.

Секция VII

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОТОТИПИРОВАНИЯ



УДК 519.863

Лехмус М. Ю.^{1,2}, Домрачев А. А.², Арсланов А. А.²

¹УФ ФинУниверситет при Правительстве РФ, Россия, г. Уфа
(Тел. (3472) 73-08-34, e-mail: Lmik63@mail.ru),

²Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия, г. Уфа
(Тел. (3472) 73-08-34, e-mail: aleksei.domrachev@mail.ru)

ПЕСОЧНИЦА ПОРТАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ УЧЕБНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Lekhmus M. Yu.^{1,2}, Domrachev A. A.², Arslanov A. A.²

¹Financial University under the Government of the Russian Federation, Russia, Ufa
(Tel. (3472) 73-08-34, e-mail: Lmik63@mail.ru),

²Ufa State Aviation Technical University, Russia, Ufa
(Tel. (3472) 73-08-34, e-mail: aleksei.domrachev@mail.ru)

A SANDBOX OF PORTAL SOLUTIONS OF EDUCATIONAL COMPETENCES

Аннотация. Рассматриваются тенденции реализации учебного контента при разработке образовательных ресурсов с использованием Интернет-технологий. Приведены примеры реализации учебных порталных решений и пути их взаимодействия через общий ресурс экспериментальной песочницы.

Ключевые слова: контент, портал, CMS, компетенции, песочница.

Abstract. The tendencies of the implementation of educational content in the development of educational resources using Internet technologies are considered. The examples of the implementation of educational portal solutions and ways of their interaction through the common resource of the experimental sandbox are given.

Keywords: content, portal, CMS, competencies, sandbox.

Современный мир предлагает много средств и способов информационного обмена. Наибольший интерес представляют собой те средства и методы, которые предполагают дистанционный обмен знаниями на основе различных сервисов Интернет. В последнее время большое развитие получили информационные технологии, связанные с созданием и развитием электронных хранилищ разнородных данных.

В среде Интернет существует много площадок, предоставляющих свои ресурсы и сервисы для размещения необходимых материалов (песочницы). Они позволяют решать не только тривиальные задачи, но и разрабатывать сложные ресурсы вплоть до порталов. Для организации подобного рода ресурсов необходимо создать и настроить определенный набор ПО, специализированного под подобного рода задачи. Для нужд образования подобного рода песочницы реализуются довольно просто, причем информация, составляющая их среду, колеблется от небольших текстовых фрагментов до сложных документов, содержащих разнообразные объекты: формы HTML, текстовые файлы, элементы анимации, Java – объекты, Flash – объекты, проигрыватели и т.д. Структура предоставляемого материала организуется по конкретным критериям и может определяться, например, выбранной средой реализации, в виде CMS [4]. Для учебного сайта алгоритм несложен (рис. 1).



Рис. 1. Алгоритм проектируемого сайта

Для начала мы установим редактор. Редактор – это программа, необходимая для изменения файлов, изменения исходного кода любого файла, т.е. в дальнейшем при работе с изменением дизайна сайта мы будем регулярно вносить поправки в файл. Он также потребуется при любом изменении исходного кода, т.е. если потребуются изменить какой-то файл нашего сайта. При создании сайта мы использовали такую программу, как sublime text 3 (<http://www.sublimetext.com/3>). При установке выбираем тот файл, который подходит для нашей системы. Потребитель информации не проходит режим авторизации. Его возможности ограничиваются задачами: разнородного поиска и получения найденных статей. Интерфейс потребителя имеет поисковое окно и окно отображения найденного ресурса.

Далее мы установили FTP-менеджер, который позволяет переносить файлы на хостинг и наоборот, т.е. переносить файлы в интернет и загружать на компьютер (<https://filezilla.ru/get/>). Открыв любой файл при помощи редактора, мы вносим поправки и сохраняем этот файл. Далее следует установка web-сервера (<http://www.denwer.ru/>). Эта программа, позволяющая работать с нашим сайтом, другими словами без этой программы (локального web-сервера) наш сайт вовсе работать не будет. Она предоставляет набор ресурсов для функционирования сайта. Вся логику обработки и хранения дан-

ных сайта предоставляет данная программа. При установке денвера нужно ввести директорию, т.е. туда, куда будет установлен сервер. Сам сервер может занимать 150 мегабайт и более, поэтому нужно выбирать диск с наибольшим количеством свободной памяти. Создается дополнительный диск (например, Z), на котором будут храниться все данные сайта. После успешной установки необходимо перейти в браузер для начала работы по созданию сайта. В адресной строке вводим localhost и переходим на наш сервер. Если phpMyAdmin загружается, то значит, что все установлено верно. На диске Z создаем папку с именем нашего сайта, например dom1 (рис. 2).

В конце устанавливаем последнее программное обеспечение, с помощью которой мы будем делать наш сайт – CMS Joomla (<https://downloads.joomla.org/>) [1 – 3]. Эта программа позволит создавать сайты не вручную, а через готовый инструмент – интерфейс. После установки в папке localhost создаем папку с названием нашего сайта (dom1). В эту папку переносим файлы архива joomla. В адресной строке браузера вводим localhost/dom1/. В открывшейся вкладке мы устанавливаем CMS joomla и заполняем необходимые данные нашего будущего сайта. Наш сайт условно назовем FilmFestival. Например, создадим сайт по поиску фильмов, сериалов, а также новостей из мира кино, где пользователи могут найти необходимый им фильм, прочитать его описание, посмотреть трейлер, а также скачать и сам фильм. Joomla – это английская система и чтобы перейти на необходимый язык, нужно установить языковой пакет. В нашем случае мы выбираем и устанавливаем русский язык. После всего вышеперечисленного, написав в адресной строке ссылку на наш сайт, мы переходим на страницу сайта со стандартным видом без фактических изменений дизайна шаблона. На этой странице видно название сайта, материалы, которые можно будет добавлять через администратора, и форма входа. В адресной строке после названия сайта дописываем следующее www.dom1/administrator/ и переходим в административную часть сайта, где можем управлять нашим сайтом (рис. 3).

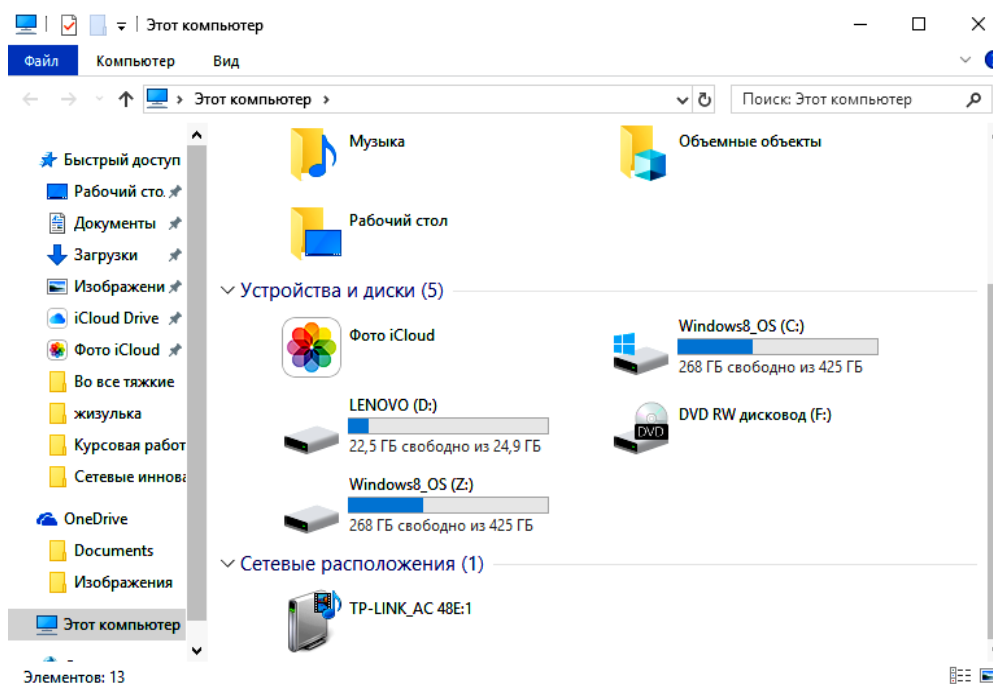


Рис. 2. Созданный диск «Z»

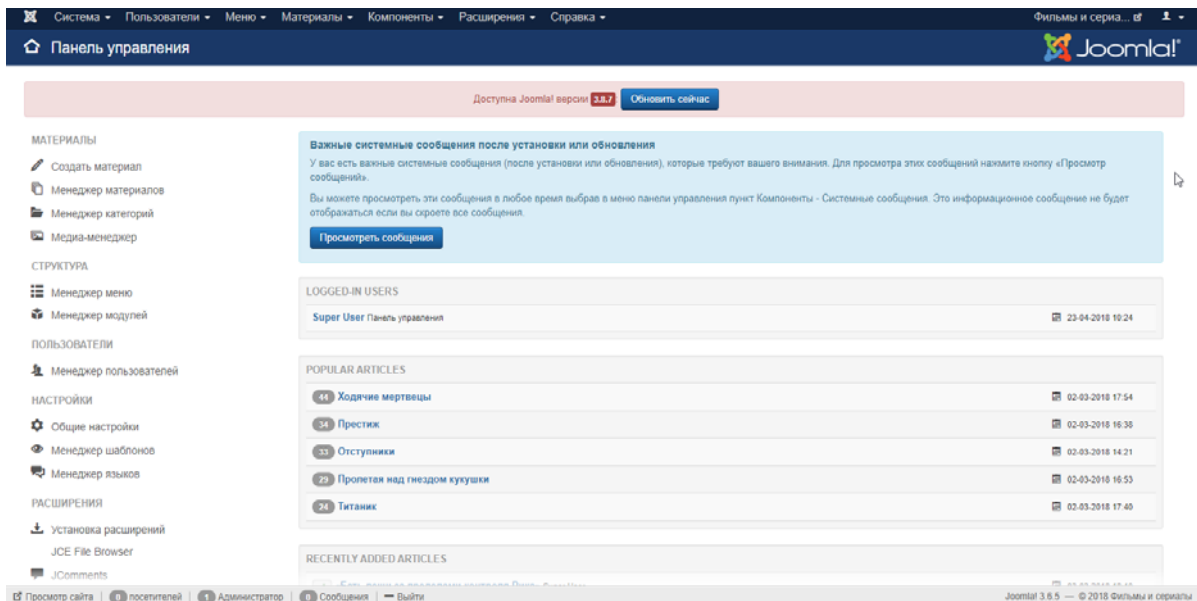


Рис. 3. Стартовая страница администратор

Для добавления материала на наш сайт, а именно фильмы, мы переходим в медиа-менеджер и создаем структуру папок, куда будем загружать необходимые изображения. Затем переходим в менеджер материалов и создаем материалы, где указываем название фильма и добавляем нужный материал. После добавления материалов для сайта их можно поделить на категории. Это можно сделать в менеджере категорий, создав категории по жанрам. Для того, чтобы фильм отражался в нужной категории жанра, необходимо зайти в настройки этого материала и указать путь к нужной категории (рис. 4).

Создадим такой раздел, как темы, в которых будет представлены ассоциации фильмов. Это нужно для того, чтобы расширить поиск фильмов не только по жанрам, но и по тематикам (конкретному представлению). Воспользуемся менеджером меток и создадим метки. Можно разделять на самые разные тематики, например, при нажатии на тематику «корабль», нам будет выдаваться фильм «Титаник». Переходим к созданию главного меню для сайта. На основе существующего меню мы добавляем новые пункты, а потом расположим их в нужном месте. Пункты меню создаются в менеджере

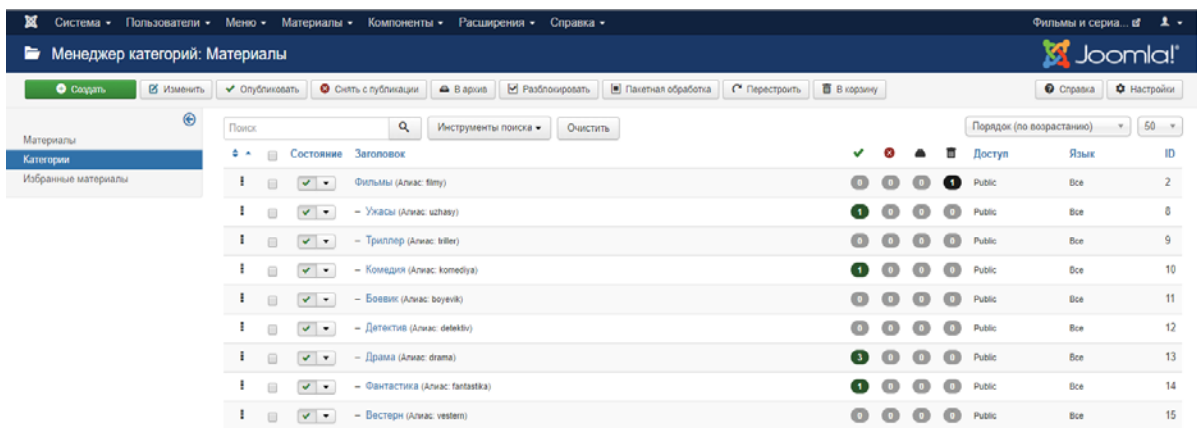


Рис. 4. Категории сайта

меню, где представлен список меню, которые можно добавлять и удалять, если это необходимо. В нашем случае мы создали 3 меню, которые расположили сверху, снизу и справа сайта. Очень часто при использовании Joomla приходится находить что-то новое и реализовать какую-то новую возможность на сайте. Для Joomla существует огромное количество расширений, которые можно найти в интернете и свободно использовать в нашей системе. Существует три типа расширений: модуль, компонент, плагин. Например, на официальном сайте находим редактор JCE (<https://extensions.joomla.org/extensions/extension/edition/editors/jce/>). Переходим в менеджер расширений и устанавливаем пакет JCE. В общих настройках меняем стандартный редактор на установленный. После чего в менеджере создания материалов будет использоваться данный редактор с более расширенными возможностями (добавление шрифтов, изменения стиля, добавление картинок с возможностью их изменения и т.д.) (рис. 5).

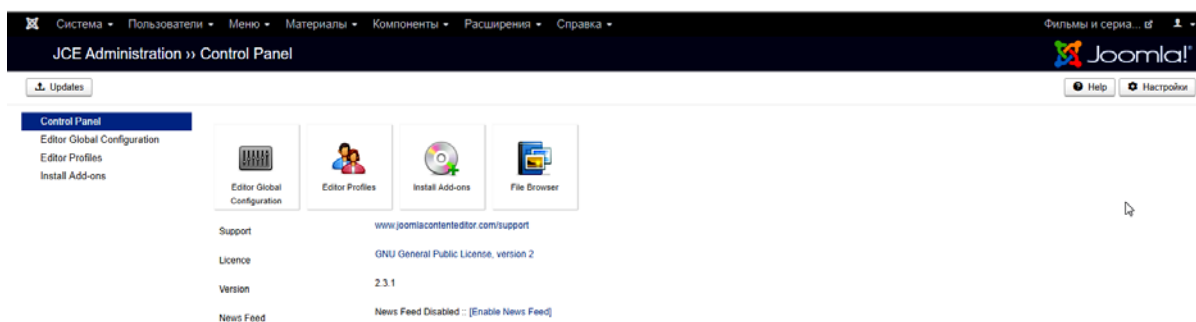


Рис. 5. Стартовая страница JCE-редактора

Форма обратной связи

Отправить письмо

* Обязательное поле

Имя *

E-mail *

Тема *

Сообщение *

Отправить копию сообщения на e-mail (опционально)

CAPTCHA *

Рис. 6. Форма обратной связи с администрацией сайта

Добавим возможность комментирования. Воспользуемся компонентом CComment Pro (<https://extensions.joomla.org/extensions/extension/contacts-and-feedback/articles-comments/ccomment-pro/>). Переходим в административную часть и устанавливаем данный компонент. После установки под каждым материалом будет возможность комментирования, как для администрации сайта, так и для его пользователей. Устанавливаем следующую важную возможность, при помощи Joomla, умный поиск на сайте, т.е. это дополнительное поле, которое будет отображаться в верхней части (position: search), тем самым у пользователей будет возможность найти необходимый им фильм при помощи этого поиска. Создадим для нашего сайта страницу связи. Делать это будем с помощью дополнительного пункта меню, который будет называться «связаться». Это такая форма, по которой пользователь может отправить письмо администрации. Для того, чтобы создать такую страницу с формой нужно добавить нового пользователя в контакты (рис. 6).

При редактировании дизайна сайта можно его видоизменять или вовсе взять готовый шаблон из интернета. Для того, чтобы изменить дизайн сайта скачиваем готовый шаблон из интернета. После чего заходим в расширения: стили, загружаем скачанный шаблон и применяем его в настройках, после чего переходим на сайт и видим, что сайт видоизменился. Чтобы бы выбрать цвет для шаблона Joomla необходимо просмотреть html-код страницы. В теге body находим background-color, в этой строчке мы можем изменить цвет нашего сайта или вовсе вставить картинку, заменив color на image. Чтобы применить данную настройку, заходим в папку с названием нашего сайта и открываем css-код с помощью sublime text 3 и вставляем в нужную строчку исправленный код в браузере и сохраняем. Установим такое средство защиты, как captcha (<https://extensions.joomla.org/extensions/extension/access-a-security/site-security/captcha-captcha/>). Это такая картинка с символами, которые нужно вводить в различных формах, т.е. при регистрации иногда требуют ввести дополнительные символы. Данное средство защиты позволяет избавиться от автоматической рассылки роботами различных сообщений. Установим социальные кнопки, с помощью которых можно поделиться



Рис. 7. Окончательный вид сайта

в разных социальных сетях той или иной информацией с нашего сайта (<https://extensions.joomla.org/extensions/extension/social-web/social-share/socbuttons/>). Таким образом, наш сайт на тематику фильмов и сериалов готов. Мы добавили контент по нашей теме, применили множество расширений для сайта, установили новый шаблон и видеоизменили задний фон сайта (рис. 7).

Современные технологии песочниц реализации порталных решений учебного контента могут быть применены практически в любой отрасли, для обучения, тренировки и аттестации персонала: менеджеры, инженеры, медицинский персонал, и т.д. Появляются все новые технологии, используемые в отрасли дистанционного обучения [2].

Список использованных источников

1. **Норт, Б. М.** Joomla! : практическое руководство / Б. М. Норт ; пер. с англ. А. Киселева. – СПб. ; М. : Символ : Символ-Плюс, 2008. – 448 с.
2. **Рамел, Д.** Самоучитель Joomla! / Д. Рамел ; пер. с англ. Д. Колисниченко. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 448 с.
3. **Севердия, Р.** Joomla. Создание сайтов без программирования / Р. Севердия, К. Краудер ; пер. с англ.. – М. : Эксмо, 2011. – 382 с.
4. **Learning About Learning Objects** – quick summary of what exactly a learning object is. http://www.alivetek.com/learningobjects/site_paper.htm

References

1. **Nort, B. M.** Joomla! : prakticheskoe rukovodstvo / B. M. Nort ; per. s angl. A. Kiseleva. – SPb. ; M. : Simvol : Simvol-Plyus, 2008. – 448 s.
2. **Ramel, D.** Samouchitel' Joomla! / D. Ramel ; per. s angl. D. Kolisnichenko. – SPb. : BHV-Peterburg, 2008. – 448 s.
3. **Severdia, R.** Joomla. Sozdanie sajtov bez programmirovaniya : per. s angl. / R. Severdia, K. Krauder. – M. : ENksmo, 2011. – 382 s.
4. **Learning About Learning Objects** – quick summary of what exactly a learning object is. http://www.alivetek.com/learningobjects/site_paper.htm

УДК 378

Гаврилов А. А., Морозов Н. А., Морозова И. А.
Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург
(Тел. (3532)372513, e-mail: pialex@bk.ru)

**ПОДХОД К АВТОМАТИЗИРОВАННОМУ ФОРМИРОВАНИЮ
КИНЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РАСЧЕТА
ОБУЧАЮЩИМИСЯ**

Gavrilov A. A., Morozov N. A., Morozova I. A.
Orenburg State University, Russia, Orenburg
(Tel. (3532)372513, e-mail: pialex@bk.ru)

**THE APPROACH TO AUTOMATED FORMATION OF KINEMATIC MODELS
FOR INDEPENDENT CALCULATIONS BY STUDENTS**

Аннотация. Приводится порядок автоматизированного формирования кинематической модели, которая является основой заданий для самостоятельной работы обучающихся по разделу «Кинематика» дисциплины «Теоретическая механика». Задания включают в себя условия разного уровня сложности. Сформированные задания представляются в виде отдельных листов с фамилией студента, а в системе задание сохраняется в виде кода, что позволяет при необходимости его восстановить.

Ключевые слова: кинематика, теоретическая механика, самостоятельная работа, задачи, автоматизация.

Abstract. The order of the automated formation of the kinematic model, which is the basis of tasks for independent work of students in the section “Kinematics” of the discipline “Theoretical mechanics”, is given. Tasks include conditions of different levels of complexity. The generated tasks are presented in the form of separate sheets with the name of the student, and in the system the task is saved in the form of a code, which allows you to restore it if necessary.

Keywords: kinematics, theoretical mechanics, independent work, tasks, automation.

Самостоятельная работа обучающихся является неотъемлемой частью учебного процесса. В настоящее время в связи с внедрением многоуровневой системы образования роль самостоятельной работы еще более возросла. На этом этапе закрепляются теоретические знания и осваиваются алгоритмы решения задач. Для студентов начальных курсов самостоятельная работа закладывает основы будущей исследовательской деятельности [1, 2].

Одним из направлений самостоятельной работы при изучении дисциплин естественно-научного цикла, таких как теоретическая механика, является решение домашних задач, выполнение расчетно-графических работ. Существующие сборники заданий, охватывающие все разделы дисциплины, постоянно дополняются новыми сборниками и методическими указаниями. Для того, чтобы избежать повторения условий выдаваемых заданий и исключить возможность использования готовых решений предлагается автоматизировать формирование заданий для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теоретическая механика» с использованием программного обеспечения [3, 4].

Рассмотрим применение автоматизации формирования заданий на примере исходных данных для задач по разделу «Кинематика». При этом обучающийся должен научиться решать следующие локальные задачи:

- проведение кинематического анализа системы;
- скоростей и ускорений точек тел.

Для этого в заданиях необходимо предусмотреть наличие тел, совершающих различные виды движения (поступательное, вращательное, плоскопараллельное) с наличием различных внутренних связей.

Автоматизация создания задания позволяет не только сформировать новое задание, но и предусмотреть уровень его сложности, учесть отдельные факторы, влияющие на трудоемкость. Предлагаемое распределение критериев сложности приведено в табл. 1.

1. Варьируемые критерии уровней сложности задания

Уровень сложности	Низкий	Высокий
Критерий		
Число тел	2 – 4 (в том числе и невесомые)	от 3
Вид движения тел	поступательное, вращательное	поступательное, вращательное, плоское
Виды передач	ременные, зубчатые, крепление тросами	ременные, зубчатые, крепление тросами
Определяемые величины	скорость точки, угловая скорость тела при вращении	скорости и ускорения точек, угловые скорости и угловые ускорения тел

Алгоритм формирования задания приведен на рис. 1. Пример сформированной схемы без исходных данных на рис. 2.

Выбор элемента задания производится случайным образом, и при этом вероятности выбора должны регламентироваться в целях получения большего разнообразия заданий.

При формировании задания на каждом этапе важно проверять существование решения при выбранных значениях исходных данных. Сформированные задания представляются в виде отдельных листов с фамилией студента, а в системе задание сохраняется в виде кода, что позволяет при необходимости его восстановить.

К тому же, автоматизация формирования заданий дает возможность составления задач для итогового контроля [5], в том числе и в тестовом режиме (задачи низкого уровня сложности), что делает ее возможности еще более широкими.

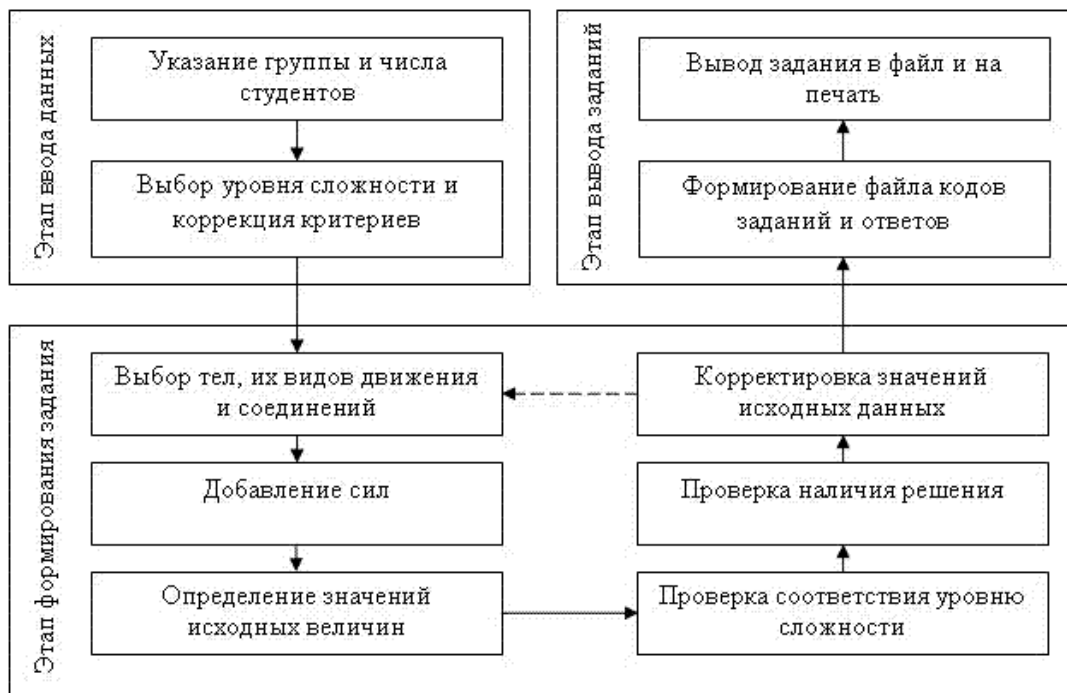


Рис. 1. Алгоритм формирования задания

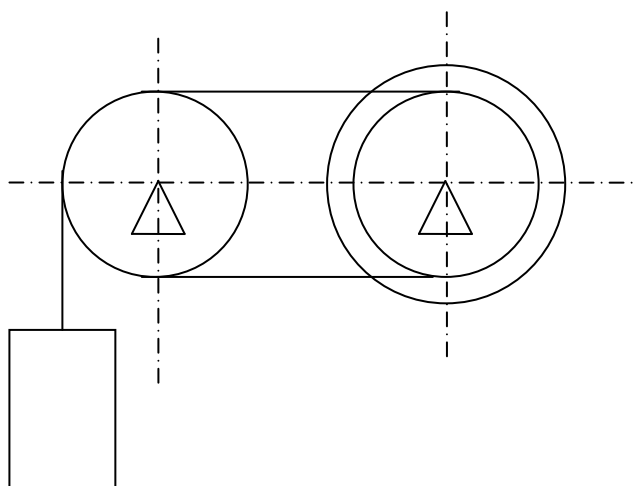


Рис. 2. Пример сформированной схемы

Список использованных источников

1. **Кудина, Л. И.** Научно-методические аспекты формирования ключевых компетенций при изучении курса теоретической механики / Л. И. Кудина, А. А. Гаврилов // Университетский комплекс как региональный центр образования науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. ; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. – С. 337 – 340.
2. **Морозов, Н. А.** Формирование компетенций, связанных с самостоятельным решением задач / Н. А. Морозов, А. А. Гаврилов // Университетский комплекс как региональный центр образования науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. ; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. – С. 377 – 379.

3. **Кудина, Л. И.** Использование информационно-коммуникационных технологий в курсе теоретической механики при подготовке бакалавров технических направлений / Л. И. Кудина, А. А. Гаврилов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. ; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2012. – С. 678 – 681.

4. **Гаврилов, А. А.** Принципы формирования условий задач по разделу «Статика» на примере плоской системы сил / А. А. Гаврилов, Н. А. Морозов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ООО ИПК «Университет». – 2016. – С. 45 – 49.

5. **Дырдина, Е. В.** Использование балльно-рейтинговой системы в преподавании теоретической механики / Е. В. Дырдина, Л. И. Кудина, А. А. Гаврилов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. ; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2012. – С. 658 – 663.

References

1. **Kudina, L. I.** Nauchno-metodicheskie aspekty formirovanija ključevyh kompetencij pri izuchenii kursa teoreticheskoj mehaniki / L. I. Kudina, A. A. Gavriloj // Universitetskij kompleks kak regional'nyj centr obrazovanija nauki i kul'tury : Materialy Vserossijskoj nauchno-metodicheskoj konferencii; Orenburgskij gos. Un-t. – Orenburg : ООО ИПК “Университет”, 2014. – S. 337 – 340.

2. **Morozov, N. A.** Formirovanie kompetencij, svjazannyh s samostojatel'nyj resheniem zadach / N. A. Morozov, A. A. Gavriloj // Universitetskij kompleks kak regional'nyj centr obrazovanija nauki i kul'tury : Materialy Vserossijskoj nauchno-metodicheskoj konferencii; Orenburgskij gos. Un-t. – Orenburg : ООО ИПК “Университет”, 2014. – S. 377 – 379.

3. **Kudina, L. I.** Ispol'zovanie informacionno-kommunikacionnyh tehnologij v kurse teoreticheskoj mehaniki pri podgotovke bakalavrov tehničeskij napravlenij / L. I. Kudina, A. A. Gavriloj // Universitetskij kompleks kak regional'nyj centr obrazovanija, nauki i kul'tury : Materialy Vserossijskoj nauchno-metodicheskoj konferencii; Orenburgskij gos. un-t. – Orenburg : ООО ИПК “Университет”, 2012. – S. 678 – 681.

4. **Gavriloj, A. A.** Principy formirovanija uslovij zadach po razdelu “Statika” na primere ploskoj sistemy sil / A. A. Gavriloj, N. A. Morozov // Universitetskij kompleks kak regional'nyj centr obrazovanija, nauki i kul'tury : Materialy Vserossijskoj nauchno-metodicheskoj konferencii. Orenburgskij gos. Un-t. – Orenburg : ООО ИПК “Университет”. – 2016. – S. 45 – 49.

5. **Dyrdina, E. V.** Ispol'zovanie bal'no-rejtingovoj sistemy v prepodavanii teoreticheskoj mehaniki / E. V. Dyrdina, L. I. Kudina, A. A. Gavriloj // Universitetskij kompleks kak regional'nyj centr obrazovanija, nauki i kul'tury : Materialy Vserossijskoj nauchno-metodicheskoj konferencii; Orenburgskij gos. un-t. – Orenburg : ООО ИПК “Университет”, 2012. – S. 658 – 663.

УДК 378

Зинченко Е. И.

Воронежский экономико-правовой институт, Россия, г. Воронеж
(Тел. (473) 202-18-58, e-mail: nauka-vepi@yandex.ru)

**ВНЕДРЕНИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В СИСТЕМУ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ
ПО ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ**

Zinchenko E. I.

Voronezh Economics and Law Institute, Russia, Voronezh
(Tel. (473) 202-18-58, e-mail: nauka-vepi@yandex.ru)

**INTRODUCTION OF CLOUD TECHNOLOGIES
IN THE SYSTEM OF STUDENT TRAINING
IN NATURAL SCIENTIFIC DISCIPLINES**

Аннотация. Методика использования SageMathCloud как средства формирования профессиональных компетенций – это система взаимосвязанных форм организации, методов и средств обучения, которую преподаватель использует для формирования разработки облачного сервиса на всех этапах формирования профессиональных компетенций учащихся, и приводящая к заранее определенному планируемому результату. В связи с этим автором проведен анализ данной методики, выделены проблемы, предложены пути их решений.

Ключевые слова: облачные технологии, естественно-научные дисциплины, обучение, компетенции, подготовка студентов.

Abstract. The method of using SageMathCloud as a means of forming professional competencies is a system of interrelated forms of organization, methods and means of training that the teacher uses to shape the development of cloud service at all stages of the formation of professional competencies of students, and leading to a predetermined planned result. In this regard, the author analyzed this methodology, highlighted the problems and proposed ways to solve them.

Keywords: cloud technologies, natural sciences, training, competences, student training.

Методика использования облачных технологий как средства формирования профессиональных компетенций – это система взаимосвязанных форм организации, методов и средств обучения, которую преподаватель использует для формирования разработки облачного сервиса на всех этапах формирования профессиональных компетенций учащихся, и приводящая к заранее определенному планируемому результату.

При использовании облачных сервисов в процессе преподавания математических дисциплин нужно прежде всего ориентировать на [2, 5]:

- приобретение навыков самостоятельного использования программного математического обеспечения для символьных и численных вычислений;
- поддержание преподавания математических понятий (в частности, с курсов аналитической геометрии, линейной алгебры и математического анализа).

Первый этап данной методики предполагает два пути, рассмотрим на примере работы в SageMathCloud:

1. Обучение по программе факультатива использования облачных сервисов в обучении математическим дисциплинам, как элемента содержания обучения информационных дисциплин.

2. Через систему тренингов, семинаров, вебинаров, индивидуальных консультаций.

Рекомендуется использовать в рамках проведения факультативного курса незначительное количество индивидуальных рабочих листов облачного сервиса (примерно 15 – 20). В процессе выполнения заданий студенты приобретают навыки работы с редактором кода и отдельными его частями – ячейками. Вначале нужно ознакомить аудиторию с основами работы в SageMathCloud, типичными задачами, включающими: уравнения и неравенства, векторы, точки, линии и плоскости, дифференцирование, интегрирование, анализ свойств функций, построение графиков функций на плоскости и в пространстве, матрицы, линейные системы, линейные операторы, собственные значения и собственные векторы. Индивидуальные задания должны состоять из графического и численного решений.

На I этапе формирования профессиональных компетенций в соответствии с предложенной методикой к вариативной части образовательно-профессиональной программы подготовки бакалавра математики целесообразно включить факультативный курс использования облачных технологий в процессе изучения математических дисциплин. Факультатив направлен на учет междисциплинарных связей (математических и информационных дисциплин профессионально-научно-предметной подготовки).

На II этапе формирования профессиональных компетенций происходит в рамках изучения базовых (обязательных) математических учебных дисциплин.

III этап охватывает выполнение учебно-исследовательских проектов с использованием SageMathCloud, курсовых работ, выпускной работы бакалавра.

Главной целью методики использования облачного сервиса SageMathCloud как средства формирования профессиональных компетенций обучающихся являются: повышение уровня сформированности их профессиональных компетенций.

Целевая группа: математики, физики, химики, экономисты и т.д. (студенты).

Ожидаемый результат методики использования облачных сервисов [1, 6]:

- расширить современные взгляды на информационные процессы, их роль в изучении естественно-научных дисциплин;

- научиться успешно применять инструментарий SageMathCloud для решения практических задач по математическим дисциплинам;

- приобрести опыт работы в коллективе (за счет использования инструментария SageMathCloud)

- решение практических задач доступными способами и подготовка полученных результатов;

- приобрести умение оценивать и систематизировать полученные знания по математическим дисциплинам.

Содержательный компонент методики использования облачного сервиса SageMathCloud включает предметное обучение этого сервиса, педагогически обоснованные, логически упорядоченные и текстуально зафиксированные в учебных про-

граммах научные сведения о материале, что целесообразно изучать с применением SageMathCloud.

Формы организации обучения с использованием облачного сервиса SageMathCloud: диалогические формы, индивидуальные и групповые консультации, самостоятельная работа, практическая работа, индивидуальная работа, парная работа, фронтально-коллективная работа, дифференциально-групповая работа, коллективные и индивидуальные проекты.

Ведущие методы обучения математическим дисциплинам с использованием облачного сервиса [3, 9]:

а) методы организации и осуществления учебной деятельности (словесные, наглядные, практические репродуктивные и проблемные, самостоятельная работа);

б) методы стимулирования и мотивации обучения (методы формирования ответственности и ответственности в обучении: предъявление педагогических требований);

в) методы контроля и самоконтроля (письменный контроль, лабораторные и практические работы, фронтальный и дифференцированный контроль, текущий и итоговый).

Средства формирования профессиональных компетенций обучающихся, предусмотренные с использованием облачного сервиса [4, 7]:

– рабочие листы, на которых студенты выполняют действия по построению и исследованию математических моделей;

– чатах, используемых для обсуждения процесса и результатов моделирования;

– средства поддержки учебной деятельности (ресурсы типа course, tasks);

– средства для создания математических текстов (tex) и гипертекстов (html);

– мобильный доступ к другим средствам поддержки математической деятельности.

Дополнительными средствами являются учебные пособия по организации работы в облачных сервисах, web-сайт с методическими рекомендациями для будущих учителей математики по использованию облачного сервиса SageMathCloud в процессе обучения математическим дисциплинам и проекты с использованием SageMathCloud для поддержки обучения.

Основными положениями, которыми должны следовать преподаватели при использовании облачного сервиса SageMathCloud, должны быть следующие.

1. *В начале изучения курса.* Преподаватель должен быть уверен, что студенты в самом начале изучения дисциплины составляют программный код самостоятельно, изучая синтаксис основных команд. Обычно в дальнейшем студенты могут копировать отдельные части программного кода, но на первых практических занятиях преподаватель должен следить за ручным набором всех команд без исключения. Это нормально, если студенты делают только определенные выводы из данных вычислений. Но плохо, когда они не смогут самостоятельно выполнить даже элементарные действия без пособия или справочника. На практике студенты редко читают подробно объяснения пользователя преподавателем, пытаясь как можно быстрее выполнить то, что от них требуют, особо не запоминая синтаксис главных функций. Однако, при этом в дальнейшем студенты не смогут самостоятельно выполнить сложные вычисления не только с использованием облачного сервиса, но и письменно. Если же приучить студентов прописывать все но-

вые команды по несколько раз вручную (не применяя автоматического дополнения названия функции), это значительно повышает уровень понимания и запоминания изученного материала. Поэтому на первых практических занятиях рекомендуется использование пустых рабочих листов, в то время как все основные моменты изложены в лекционном материале и опорных конспектах.

2. *Нужно помочь студентам определить понятие самостоятельно* [8, 12]. Это основной принцип обучения с использованием облачных сервисов. Студенты более мотивированы получить более глубокое понимание темы и усвоить изученный материал, когда они самостоятельно проявляют свойства математических понятий и их закономерности, составляют алгоритмы выполнения определенных вычислений. Этот процесс может занимать довольно значительный промежуток времени, но с использованием облачного сервиса он значительно упрощается. Например, изучая многочисленные методы, традиционный способ изложения материала, это – проиллюстрировать алгоритм (формулу) для выполнения вычислений, погрешность данного метода и привести пример, который к тому же может быть недостаточно удачным. Можно студентам предложить выполнить задание, применяя нестабильные, неточные методы вычисления. При этом студенты могут обсудить полученные результаты, комментировать ход выполнения работы. Уместным будет выяснить возможность усовершенствования данного метода. Процесс обучения по этому принципу будет кардинально отличаться, поскольку основные трудности будут в выявлении основных теоретических положений экспериментальных исследований. Но знания, полученные опытным путем, будут гораздо шире и лучше усвоенными.

3. *Обсуждение проблем с другими студентами.* Если студент долгое время не может найти решение поставленной проблемы, со временем он начинает считать ее слишком тяжелой и теряет к ней интерес. Поэтому нужно постоянно обсуждать на семинарских занятиях проблемы, которые возникают в процессе решения задач. Для студентов в начале обсуждения могут иметь место определенные затруднения, учитывая разный уровень подготовки и индивидуальные особенности. Для студентов, которые в состоянии овладеть более высоким уровнем, преподаватель может предоставить несколько дополнительных индивидуальных задач. Выполнение задач более высокого уровня повысит уровень знаний студентов, углубит теоретические основы.

4. *Постепенно повышать уровень сложности* [11]. Возможно, что студенты сразу смогут воспринимать материал более высокого уровня. Но изучать теоретический материал на достаточно высоком уровне и сразу использовать основные теоретические положения в облачном сервисе будет слишком сложно. Здесь возможно или пренебрежение строгости изложенного теоретического материала, или же недостаточное понимание применения его инструментами SageMathCloud.

5. *Анимации надо уделять больше внимания* [10]. Решение нестандартных задач лучше представить в виде анимации. Печатные пособия, методические рекомендации, обычно сопровождаются иллюстрациями и графическими построениями, но если преподаватель планирует использовать облачный сервис в поддержку изучения определенной дисциплины, лучше проиллюстрировать решение задачи с помощью анимации. Мотивация студентов возрастает, когда они могут визуализировать результаты своей работы.

Возникает вопрос создания анимации, которая будет зависеть от параметров, можно задавать стандартными элементами управления. В SageMathCloud реализован этот механизм. Изменяя входные параметры программного кода с использованием определенного элемента управления, можно создать новую анимацию на основе нескольких графических построений.

Список использованных источников

1. **Бахметова, Ю. Н.** Интерактивные методы обучения студентов как часть практико-ориентированного подхода в образовании / Ю. Н. Бахметова, Е. Н. Егорова // Культурная жизнь Юга России. – 2014. – № 3(54). – С. 61 – 63.
2. **Ваграменко, Я. А.** Методическое обеспечение подготовки учителей образовательной робототехники. Педагогико-технологический аспект / Я. А. Ваграменко, Т. Б. Казиахмедов, Г. Ю. Яламов // Педагогическая информатика. – 2016. – № 1. – С. 30 – 44.
3. **Горбаченко, А. Ф.** Профессии будущего: компьютерный спорт как индустрия информационного общества / А. Ф. Горбаченко, Е. Н. Скаржинская // Управление в сфере науки, образования и технологического развития : материалы Науч.-практ. конф. с международным участием. – 2016. – С. 115 – 119.
4. **Кокшарова, Г. А.** Высшая математика / Г. А. Кокшарова, В. Ю. Ивановская. – Вологда–Молочное, 2005.
5. **Программа** научно-образовательного информационного поля: концепция нового энциклопедизма / В. А. Луков, Н. В. Захаров, Б. Н. Гайдин и др. // Информационный гуманитарный портал Знание. Понимание. Умение. – 2012. – № 6. – С. 3.
6. **Михайленко, О. А.** Учебно-методический портал вуза как высокотехнологичная дидактическая среда / О. А. Михайленко // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина. – 2010. – № 4(43). – С. 123 – 126.
7. **Севрюков, П. Ф.** Готовимся к экзаменам по математике: материалы для подготовки к выпускным экзаменам / П. Ф. Севрюков, А. Н. Смоляков. – Ставрополь, 2003. – 144 с.
8. **Соколова, И. В.** Технология внеклассной работы по математике в V – VI классах на основе личностно ориентированного подхода : дис. ... канд. пед. наук / И. В. Соколова. – Краснодар, 2005. – 213 с.
9. **Удовик, Е. Э.** Подготовка кадров в области информатизации кооперативного образования / Е. Э. Удовик // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2010. – № 3. – С. 91 – 94.
10. **Чумаков, С. А.** О целесообразности преподавания астрономии в учреждениях среднего профессионального образования / С. А. Чумаков // Академия педагогических идей Новация. – 2017. – № 9. – С. 23 – 27.
11. **Чуркин, К. А.** Опережающие экзамены в системе вступительных испытаний / К. А. Чуркин, В. В. Закотнов, В. В. Дробышев, В. С. Сергеева // Социологические исследования. – 1998. – № 8. – С. 125.
12. **Щербакова, Т. Н.** Самостоятельная работа студентов педагогического вуза как важнейший компонент организации учебного процесса / Т. Н. Щербакова, Е. В. Щербакова // Парадигмальный диалог в отечественном педагогическом знании : материалы научно-практической конференции с международным участием. – 2016. – С. 30 – 35.

УДК 004.588

Шишкин А. А., Алексеев В. В.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА
ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ ЭРГОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ****Shishkin A. A., Alekseev V. V.**

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

**SIMULATION OF ELEMENTS OF A VIRTUAL SIMULATOR TRAINING
OPERATORS ERGOTECHNICAL SYSTEMS**

Аннотация. В работе приведен анализ применимости методов трехмерного моделирования в виртуальных тренажерах подготовки операторов эрготехнических систем. В результате анализа методов трехмерного моделирования сделан вывод, что для эффективной реализации трехмерной графики в виртуальных тренажерах подготовки операторов эрготехнических систем, адекватного расхода вычислительных ресурсов и обеспечения возможности формирования индивидуальной траектории подготовки оператора необходимо применять методы в соответствии с моделируемым объектом и предъявляемыми к его модели требованиями.

Ключевые слова: подготовка, оператор, эрготехническая система, виртуальный тренажер, трехмерное моделирование.

Abstract. The paper presents an analysis of the applicability of three-dimensional modeling methods in virtual simulators for the training of operators of ergotechnical systems. As a result of the analysis of 3D modeling methods, it was concluded that in order to efficiently implement 3D graphics in virtual training simulators for operators of ergotechnical systems, adequate consumption of computational resources and to provide the possibility of forming an individual trajectory of operator training, it is necessary to apply methods in accordance with the modeled object and the requirements for its model.

Keywords: training, operator, ergotechnical system, virtual simulator, three-dimensional modeling.

Подготовка операторов эрготехнических систем на реальных устройствах является рискованной и дорогостоящей задачей. Начинающий оператор может серьезно повредить или даже уничтожить устройство в процессе тренировки. Кроме того, затруднительно создание сложной обстановки, в которой необходимо проводить тренировку, а также сложно обеспечить индивидуализацию процесса подготовки. Альтернативой являются виртуальные тренажеры, имитирующие реальные ситуации операторской деятельности. В виртуальных тренажерах оператор проходит подготовку на моделях эрготехнических систем и окружающей обстановки. Для наибольшей схожести данных моделей с реальными объектами целесообразно использовать трехмерное моделирование.

Виртуальный тренажер – программно-аппаратный комплекс, предназначенный для формирования у объекта подготовки практико-ориентированных компетенций на основе виртуального эксперимента. Виртуальный эксперимент – эксперимент, основанный на технологиях мультимедиа, эмуляции, виртуализации и виртуальной реальности и др., способный полностью или частично заменить аналогичный традиционный

натурный эксперимент [1]. Виртуальный тренажер является интерактивной системой, функционирующей на основе математической модели деятельности оператора, которая представляет собой ядро процесса подготовки и отвечает за адекватность тренажера – его полноту и точность имитации процесса эксплуатации эрготехнической системы [2]. Именно математическая модель деятельности оператора в виртуальном тренажере обеспечивает возможность формирования индивидуальной траектории освоения системы оператором.

Трехмерное моделирование – это процесс создания трехмерной модели объекта [3]. Цель моделирования заключается в создании необходимых объектов компьютерного формата для получения объемного изображения и дальнейшего их использования. Трехмерная модель – это не просто объемное изображение, это полноценная модель на которую действуют все физические законы мира [4]. Существуют различные методы трехмерного моделирования.

Полигональное моделирование – это самая первая разновидность трехмерного моделирования. Как известно, если три или более точек координат заданы в качестве вершин и соединены ребрами, то они формируют многоугольник (полигон), который может иметь цвет и текстуру. Примеры полигонов представлены на рис. 1. Соединение группы таких полигонов позволяет смоделировать практически любой объект. Недостаток полигонального моделирования состоит в том, что все объекты должны состоять из крошечных плоских поверхностей, а полигоны должны иметь очень малый размер, иначе края объекта будут иметь огранный вид [5]. Полигональное моделирование происходит путем манипуляций с полигонами в пространстве: вытягивание, вращение, перемещение и т.д. [6].

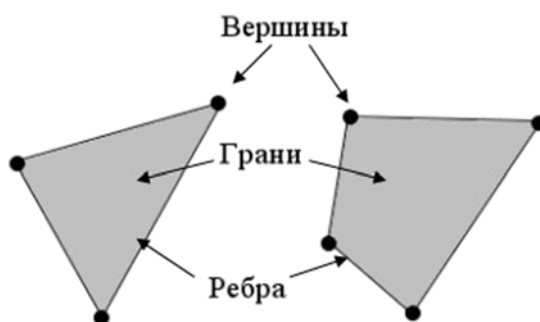


Рис. 1. Полигоны

Сплайновое моделирование представляет собой создание трехмерных объектов при помощи кривых линий (сплайнов). Сплайнами могут выступать линии различной формы: окружности, прямоугольники, дуги и т.д. [7, 8]. Объекты при этом получают плавной формы, в связи с чем данный метод получил широкое применение в создании органических моделей, таких как растения, люди, животные и т.д. Преимуществами сплайнового моделирования являются возможность в любой момент изменить форму конкретного сплайна и сохранение качества при масштабировании [9]. Кроме того, в сплайновом моделировании используются сплайновые примитивы, такие как линия, дуга, спираль, окружность, кольцо, эллипс, прямоугольник, многоугольник, многоугольник в виде звезды, представленные на рис. 2, а также сечение и сплайновый текст [10].

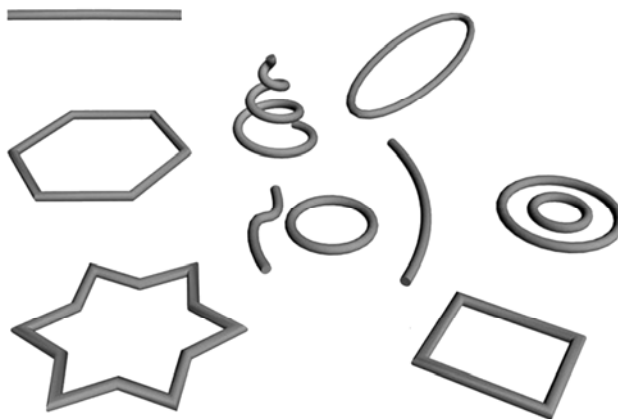


Рис. 2. Сплайновые примитивы

NURBS-моделирование (Non-Uniform Rational B-Spline) – это технология неоднородных рациональных *B*-сплайнов, создание плавных форм и моделей, у которых нет острых краев, как у полигональных моделей. Именно из-за этой отличительной черты технологию *NURBS* применяют для построения органических моделей и объектов [10]. Принцип моделирования состоит в следующем: при помощи *B*-сплайнов, расположенных по вертикали и горизонтали, строится нужная форма объекта, а затем все это соединяется при помощи полигонов [8]. *NURBS*-кривые, используемые в данном моделировании, бывают двух видов: *P* (*Point*) и *CV* (*Control Vertex*) кривые. *P*-кривые управляются вершинами, находящимися непосредственно на самой линии или объекте, а *CV*-кривые управляются точками, лежащими за пределами линии или объекта [10]. Разницу наглядно видно на рис. 3.

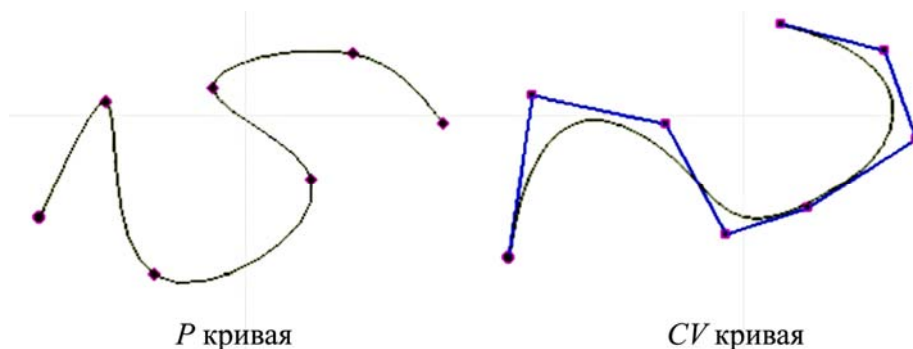


Рис. 3. *NURBS*-кривые

Моделирование метасферами аналогично сплайновому или *NURBS*-моделированию позволяет создавать модели сглаженной формы. Его особенность в том, что модель строится из трехмерных объектов сглаженной замкнутой формы (метасфер), которые при соприкосновении друг с другом автоматически сливаются частями соприкасающихся поверхностей [7]. Каждая метасфера имеет некоторую зону влияния на поверхность. На рисунке 4 представлены две метасферы и поверхность, построенная по ним, желтые контуры на рисунке – это границы зон влияния. Влияние может быть и отрицательным, в этом случае воздействие примитива проявляется как отталкивание поверхности, выдавливание в ней вмятин [11].

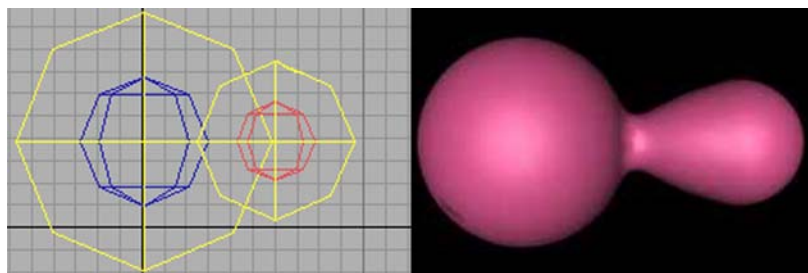


Рис. 4. Две метасферы и построенная по ним поверхность

Цифровая скульптура (3D-sculpting) представляет собой имитацию процесса «лепки» трехмерной модели, т.е. деформирование ее полигональной сетки. По сути, это то же самое полигональное моделирование, но направленное на создание в основном сложных биологических организмов. В ней используются другие инструменты манипуляций с полигонами. Можно провести аналогию с лепкой фигур руками из пластилина или глины, только в программах трехмерного моделирования пальцы заменены на инструмент «кисть», а «пластилином» является полигональная сетка [6 – 8].

MEL-моделирование (Maya Embedded Language) – еще один метод трехмерного моделирования, реализованный в программе *Maya*. Принцип создания моделей данным методом заключается в том, что абсолютно произвольным образом задают формулы для построения кривых и поверхностей. Посредством *MEL*-команд строятся генераторы кривых и поверхностей по параметрическим формулам [8].

Системы автоматизированного проектирования (САПР) применяют для создания трехмерных моделей в первую очередь промышленного назначения. Они предназначены для создания точных копий реальных объектов. При данном виде моделирования учитываются не только малейшие зазоры, но и свойства материала моделируемого объекта, в связи с чем данный вид моделирования нашел широкое применение в инженерном деле. Особенность этого моделирования в том, что для создания модели не используют полигоны, а цельные формы [7].

Параметрическое моделирование осуществляется путем введения требуемых параметров элементов модели, а так же соотношения между ними [8]. Любой моделируемый объект обладает вполне определенной пространственной формой, имеет заданные метрические характеристики и занимает некоторое положение в соответствующем пространстве. Указанные характеристики задают так называемую геометрическую информацию: совокупность пространственных форм; метрические характеристики, определяющие размеры точечных множеств; параметры, задающие местоположение точечных множеств в соответствующих пространствах [12]. Изменяя метрические характеристики и параметры в установленных границах, становится возможным построение множества моделей схожей формы.

Твердотельное моделирование подразумевает создание тел, имеющих все атрибуты реального физического тела. При построении модели работают сразу со всей оболочкой, а не с отдельными поверхностями. Сначала создается простая форма оболочки, например, сферы, а затем к ней применяют различные операции: резка, объединение с другими телами, булевы операции и др. [7]. Твердотельное моделирование идеально подходит для создания твердых трехмерных моделей несложной формы: шестеренок, двигателей, и т.д., но не применим к созданию мягких: мятой одежды, животных и т.д. [6].

Поверхностное моделирование используется для создания поверхностей сложных форм: автомобилей, самолетов и т.д. Модель строится из различных поверхностей, которым придают нужную форму, а затем соединяют между собой, например, плавными переходами, а лишнее обрезают. Таким образом, форма нужной оболочки объекта собирается из нескольких поверхностей. В конечном итоге, поверхности все равно замыкаются в твердотельную модель [6 – 8].

В результате анализа методов трехмерного моделирования сделан вывод, что для эффективной реализации трехмерной графики в виртуальных тренажерах подготовки операторов эрготехнических систем, адекватного расхода вычислительных ресурсов и обеспечения возможности формирования индивидуальной траектории подготовки оператора недостаточно использовать какой-то один метод трехмерного моделирования, необходимо выбирать и применять методы в соответствии с моделируемым объектом и требованиями, предъявляемыми к модели данного объекта. Так, например, при создании моделей несложной формы лучше использовать полигональное моделирование. Чтобы получить гладкую форму несложных объектов, следует применять сплайновое или *NURBS*-моделирование, либо полигональное с использованием инструментов сглаживания. При создании сложных органических объектов удобнее использовать цифровую скульптуру. Когда же необходимо создать точную модель с необходимыми зазорами и учетом физических свойств материала, то здесь наиболее подходят методы промышленного моделирования. При создании сложных моделей вышеописанные методы моделирования следует использовать совместно, так как это ускорит процесс моделирования.

Список использованных источников

1. **ГОСТ Р 57721–2017.** Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Эксперимент виртуальный. Общие положения. – Введ. 2018-09-01. – Изд. офиц. – М. : Стандартинформ, 2017. – 16 с.
2. **Дедов, Д. Л.** Виртуальный тренажерный комплекс предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера на основе моделирования деятельности человека-оператора / Д. Л. Дедов, М. Н. Краснянский, А. А. Руднев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18. – С. 834 – 839.
3. **Трехмерная графика** [Электронный ресурс]: Википедия – свободная энциклопедия. – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Трехмерная_графика.
4. **Гузненков, В. Н.** Autodesk Inventor 2012. Трехмерное моделирование деталей и создание чертежей : учебное пособие / В. Н. Гузненков, П. А. Журбенко. – М. : ДМК Пресс, 2013. – 120 с.
5. **Полигональное моделирование** [Электронный ресурс]: Википедия – свободная энциклопедия. – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Полигональное_моделирование.
6. **Трехмерное моделирование** в современном мире [Электронный ресурс]: Хабрахабр. Песочница. – URL : <https://habrahabr.ru/sandbox/103016/>.
7. **Виды 3D-моделирования** [Электронный ресурс]: 3D-MODELI.NET. Уроки по 3D-графике: моделирование, визуализация. – URL : <http://3d-modeli.net/uroki-3d/6175-vidy-3d-modelirovaniya.html>.
8. **Алейникова, А. В.** Подходы к 3D-моделированию / А. В. Алейникова, Л. Х. Манучарян // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 3(36). – С. 8 – 11.

9. **Сплайновое моделирование или полигональное?** [Электронный ресурс]: Incredible Artstudio. 3D-моделирование и визуализация. – URL : <http://3d.incredibleart.ru/blog/splajnovoe-modelirovanie-ili-poligonalnoe/>.

10. **Виды 3D-моделирования:** полигональное, сплайновое и NURBS моделирование [Электронный ресурс]: KOLORO – дизайн упаковки и этикетки, создание бренда, позиционирование, брендинг. – URL : <https://koloro.ua/blog/3d-tehnologii/vidy-3d-modelirovaniya-poligonalnoe-splajnovoe-i-nurbs-modelirovanie.html>.

11. **Clay Studio Pro:** моделирование с помощью мета-сфер [Электронный ресурс]: Компьютерная графика и анимация – Render.ru. – URL : http://render.ru/books/show_book.php?book_id=87.

12. **Стоян, Ю. Г.** Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования / Ю. Г. Стоян, С. В. Яковлев. – Киев : Наук. думка, 1986. – 268 с.

References

1. **GOST R 57721–2017.** Informacionno-kommunikacionnye tekhnologii v obrazovanii. Eksperiment virtual'nyj. Obshchie polozheniya. – Vved. 2018-09-01. – Izd. ofic. – М. : Standartiiform, 2017. – 16 s.

2. **Dedov, D. L.** Virtual'nyj trenazhernyj kompleks preduprezhdeniya i likvidacii chrezvychajnyh situacij tekhnogenного характера na osnove modelirovaniya deyatel'nosti cheloveka-operatora / D. L. Dedov, M. N. Krasnyanskij, A. A. Rudnev // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2012. – Т. 18. – S. 834 – 839.

3. **Trekhmernaya grafika** [Ehlektronnyj resurs]: Vikipediya – svobodnaya ehnciklopediya. – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Трёхмерная_графика.

4. **Guznenkov, V. N.** Autodesk Inventor 2012. Trekhmernoe modelirovanie detalej i sozдание chertezhej : uchebnoe posobie / V. N. Guznenkov, P. A. Zhurbenko. – М. : DMK Press, 2013. – 120 s.

5. **Poligonal'noe modelirovanie** [Ehlektronnyj resurs]: Vikipediya – svobodnaya ehnciklopediya. – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Полигональное_моделирование.

6. **Trekhmernoe modelirovanie v sovremennom mire** [Ehlektronnyj resurs]: Habrahabr. Pesochnica. – URL : <https://habrahabr.ru/sandbox/103016/>.

7. **Vidy 3D-modelirovaniya** [Ehlektronnyj resurs]: 3D-MODEL.NET. Uroki po 3D-grafike: modelirovanie, vizualizaciya. – URL : <http://3d-modeli.net/uroki-3d/6175-vidy-3d-modelirovaniya.html>.

8. **Alejnikova, A. V.** Podhody k 3D-modelirovaniyu / A. V. Alejnikova, L. H. Manucharyan // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2016. – № 3(36). – S. 8 – 11.

9. **Splajnovoe modelirovanie ili poligonal'noe?** [Ehlektronnyj resurs]: Incredible Artstudio. 3D-моделирование и визуализация. – URL : <http://3d.incredibleart.ru/blog/splajnovoe-modelirovanie-ili-poligonalnoe/>.

10. **Vidy 3D-modelirovaniya:** poligonal'noe, splajnovoe i NURBS modelirovanie [Ehlektronnyj resurs]: KOLORO – dizajn upakovki i etiketki, sozдание brenda, pozicionirovanie, brending. – URL : <https://koloro.ua/blog/3d-tehnologii/vidy-3d-modelirovaniya-poligonalnoe-splajnovoe-i-nurbs-modelirovanie.html>.

11. **Clay Studio Pro:** modelirovanie s pomoshch'yu meta-sfer [Ehlektronnyj resurs]: Komp'yuternaya grafika i animaciya – Render.ru. – URL : http://render.ru/books/show_book.php?book_id=87.

12. **Stoyan, U. G.** Matematicheskie modeli i optimizacionnye metody geometricheskogo proektirovaniya / U. G. Stoyan, S. V. Yakovlev. – Kiev : Nauk. dumka, 1986. – 268 s.

УДК 004.588

Алексеев В. В., Соловьев А. А., Ларьков В. В., Кротов М. Ю.

в/ч 61460

**ОРГАНИЗАЦИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
МЕЖДУ МОДЕЛЯМИ ЭЛЕМЕНТОВ УТС И ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ**

Alexeev V. V., Solovev A. A., Larkov V. V., Krotov M. Yu.

m/u 61460

**ORGANIZATION OF INTERACTION
BETWEEN LEARNING TOOL MODELS AND USERS**

Аннотация. Данная статья содержит описание интерактивных учебно-тренировочных средств, их основные отличительные особенности, а также значение интерактивных учебно-тренировочных средств в общем процессе обучения. Также в статье рассматриваются основные приемы организации интерактивных взаимодействий между моделями элементов учебно-тренировочного средства и пользователем.

Ключевые слова: интерактивное взаимодействие, моделирование, программирование, обучение, учебно-тренировочное средство.

Abstract. This article contains the description of interactive learning training services, their main features and also the meaning of interactive learning training services in common process of learning. There is also described the main ways of interactive realization between models of learning training service and a user.

Keywords: interaction, modeling, programming, learning, learning training service.

Большинство людей эффективнее усваивает информацию, если она была получена в результате активной деятельности, нежели просто прочитав или прослушав ее.

Традиционное обучение ставит перед собой цель: передача обучаемым и усвоение ими как можно большего объема знаний.

В контексте интерактивного обучения знания приобретают иные формы. Обучаемый получает информацию не в виде уже готовой системы от преподавателя, а в процессе собственной активности.

Интерактивность – это принцип организации системы, при котором цель достигается информационным обменом элементов этой системы.

Элементами интерактивности являются все элементы взаимодействующей системы, при помощи которых происходит взаимодействие с другой системой/человеком (пользователем). Таким образом, элементы системы взаимодействуют друг с другом путем передачи какой-либо информации.

Идея интерактивного обучения состоит в создании ситуаций, в которых обучающийся активен, в которых он сам определяет порядок действий. В подобных ситуациях он приобретает способности, позволяющие преобразовывать в знание то, что изначально составляло проблему или препятствие.

Таким образом, цель интерактивного обучения – это создание условий, в которых обучаемый сам будет открывать, приобретать и конструировать знания. Это является

принципиальным отличием целей активного обучения от целей традиционной системы образования.

Технология интерактивного обучения включает следующие этапы:

1. Мотивация – желание обучаемого получить навыки работы с эмулируемой УТС техникой.
2. Сообщение целей – каждый этап обучения на УТС сопровождается подсказкой, позволяющей узнать, какой следующий шаг необходимо сделать.
3. Предоставление новой информации. В процессе выполнения отдельных заданий, открываются следующие этапы обучения.
4. Интерактивные упражнения – возможность многократного повторения отдельных этапов обучения с целью полного освоения материала.
5. Оценивание – УТС позволяет оценивать степень подготовки обучаемого. Оценивание должно стимулировать работу учащихся на последующих занятиях.

Пример оценки результатов выполнения практических действий в разрабатываемом УТС представлен на рис. 1.

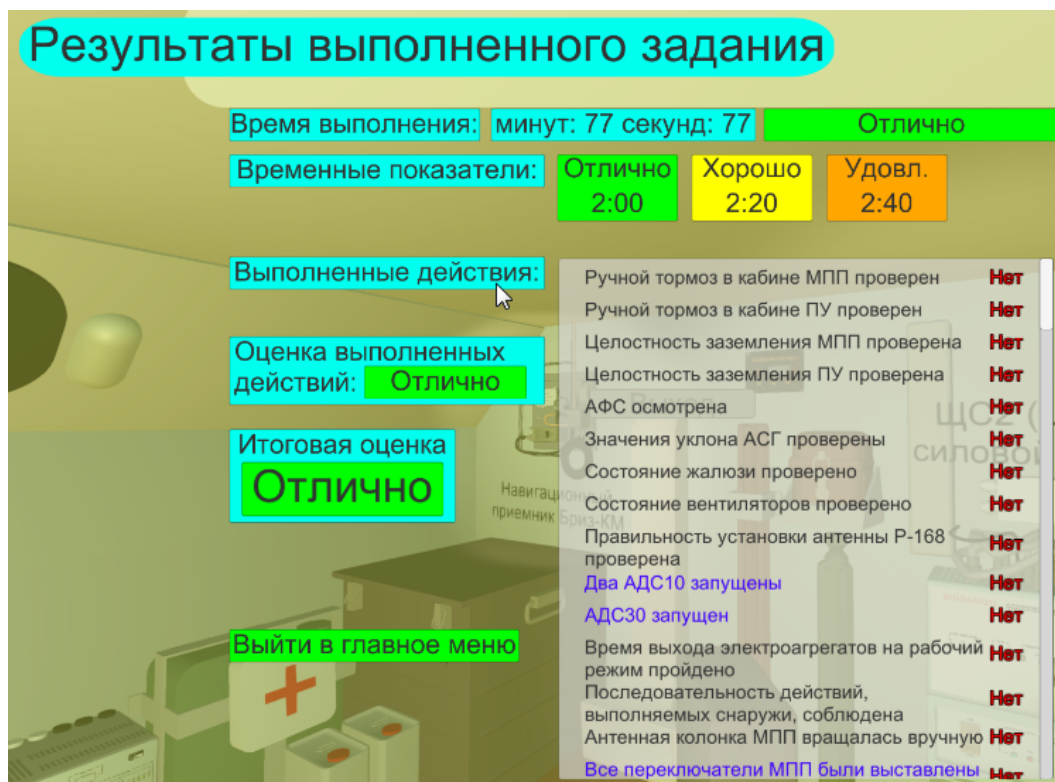


Рис. 1. Оценка результатов выполнения практических действий

6. Наглядность – возможность интуитивно понять результат воздействия на объект.

На рисунке 2 представлен пример наглядного отображения выбранного режима прохождения нормативов и задач за счет изменения цветовой схемы в соответствии с цветом выбранного режима.

По данному принципу также организованы выбор нужного раздела (рис. 3) и сортировка разделов по категориям (рис. 4).



Рис. 2. Наглядность выбранного режима

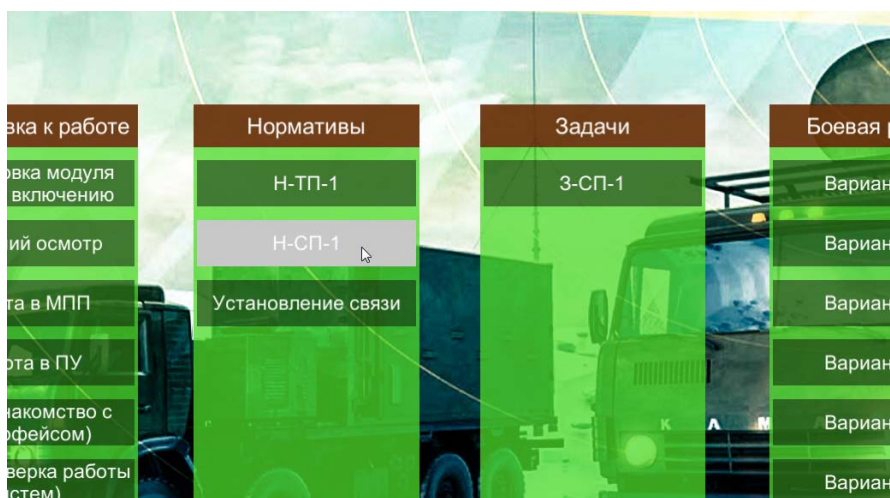


Рис. 3. Наглядность выбираемого раздела

Подготовка к работе	Нормативы	Задачи	Боевая работа
Подготовка модуля помех к включению	Н-ТП-1	3-СП-1	Вариант №1
Внешний осмотр	Н-СП-1		Вариант №2
Работа в МПП	Установление связи	3-СП-1	Вариант №3
Работа в ПУ			Вариант №4
АРМ (знакомство с интерфейсом)	Установление связи	3-СП-1	Вариант №5
АРМ (проверка работы систем)			Вариант №6
АРМ (ввод исходных данных)			

Рис. 4. Понятность отношения разделов к категориям

На рисунке 5 наглядно продемонстрирован результат взаимодействия с объектом, демонстрирующих различие состояний объекта до и после взаимодействия.

В основе интерактивного обучения лежит принцип прямого взаимодействия учащихся со своим опытом, так как большинство интерактивных упражнений обращается к опыту самого учащегося, причем не только учебному. Новое знание, умение формируется на основе такого опыта.

УТС называется интерактивным, если оно способно активно и адекватно реагировать на действия пользователя.

Уровень интерактивности УТС – комплексное понятие, включающее в себя степень проработанности используемых моделей, количество заложенных параметров, количество способов взаимодействия.

Реализация интерактивного взаимодействия осуществляется с помощью команд, которые выполняются объектом взаимодействия при воздействии на него субъекта.

На рисунке 6 представлен текст кода интерактивного объекта, который, при нажатии на него кнопкой мыши, поворачивается вокруг своей оси.

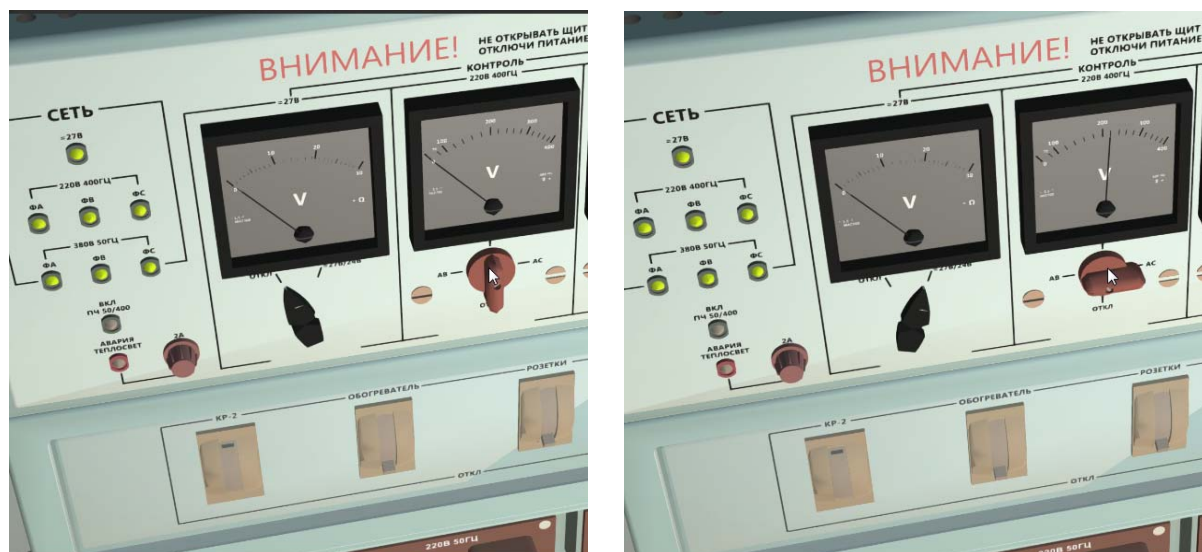


Рис. 5. Отличие состояний до и после взаимодействия

```

public float strelrotateDo;
Quaternion on;
Quaternion off;
public bool OnOff = false;
public bool On = false;
public bool OffafterOn = false;

void Start(){
    on = Quaternion.Euler(0, 0, -strelrotateDo);
    off = Quaternion.Euler(0, 0, -strelrotateOt);
}

    public void OnMouseDown()
    {
        if (OnOff == false)
        {
            transform.Rotate (0, 0, -controtate);
            OnOff = true;
        }
        else if (OnOff == true)
        {
            transform.Rotate (0, 0, controtate);
            OnOff = false;
        }
    }

void Update (){
    if (BpVzTr.GetComponent<IndTrans>().On == true && OnOff == true)
    {
        strelka.transform.rotation = on;
        OffafterOn = false;
        On = true;
    }
    if (BpVzTr.GetComponent<IndTrans>().On == false || OnOff == false)
    {
        strelka.transform.rotation = off;
    }
    if (BpVzTr.GetComponent<IndTrans>().On == true && OnOff == false)
    {
        if (On == true)
        {
            On = false;
            OffafterOn = true;
        }
    }
}

```

Рис. 6. Реализация интерактивного взаимодействия

На рисунке 7 представлена графическая реализация интерактивного объекта, который, при входе игрока в определенную область (показана зелеными контурами куба), показывает надпись.



Рис. 7. Реализация всплывающих подсказок

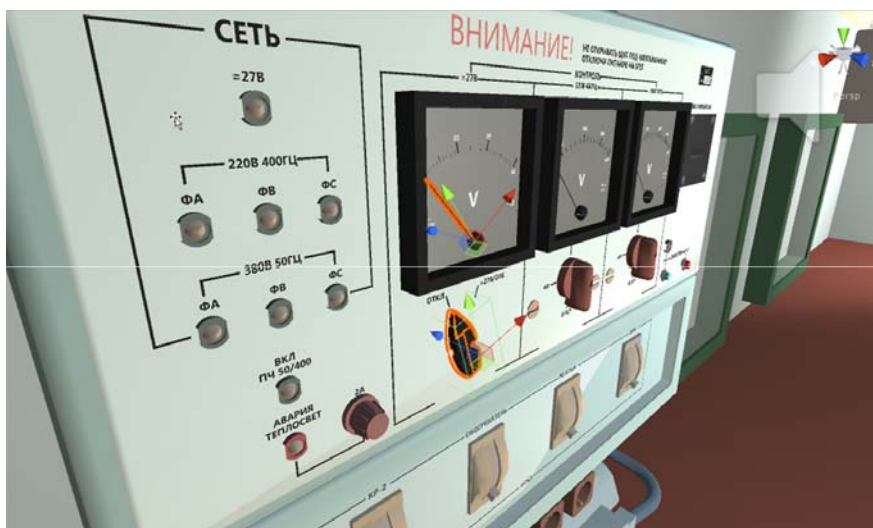


Рис. 8. Расположение осей объектов для грамотной организации взаимодействия

Для грамотной организации анимации интерактивных моделей, необходимо продумывать их геометрию уже на стадии моделирования.

На рисунке 8 показаны оси объектов, вокруг которых они вращаются при взаимодействии.

Внедрение интерактивных средств обучения имеет два основных направления.

Первое направление – это включение новых средств обучения в учебный процесс в качестве вспомогательного средства в контексте традиционных методов системы обучения. В этом случае интерактивные средства обучения выступают как средство интенсификации учебного процесса, индивидуализации обучения и автоматизации рутинной работы преподавателя, связанной с учетом, контролем и оценкой знаний обучаемых.

Второе направление представляет собой активное использование интерактивных средств обучения в качестве основного компонента учебного процесса, что ведет к изменению содержания обучения, пересмотру методов и форм организации учебного процесса, ведет к построению целостных курсов, основанных на использовании интерактивных средств обучения в отдельных учебных дисциплинах.

Применение интерактивных средств обучения оказывает значительное влияние на организацию деятельности обучаемых, позволяет достигать высокого уровня индивидуализации обучения, строить его в соответствии с возможностями каждого студента.

Обеспечивая как внешнюю, так внутреннюю оперативную обратную связь, они позволяют осуществлять контроль, самоконтроль, корректирование организации учебно-познавательной деятельности обучаемых.

Список использованных источников

1. **Артюхина, М. С.** Интерактивное взаимодействие как основа образовательной среды вуза / М. С. Артюхина // *Современные проблемы науки и образования.* – 2014. – № 6.

2. **Фисун, А. П.** Теоретические и практические основы человеко-компьютерного взаимодействия: базовые понятия человеко-компьютерных систем в информатике и информационной безопасности / А. П. Фисун, Л. А. Гращенко. – Деп. в ВИНТИ 15.10.2004 г. № 1624 – В 2004. – Орел : Орловский государственный университет, 2004. – 169 с.

3. **Пископпель, А. А.** Инженерная психология и эргономика : справочник-обзор / А. А. Пископпель, Г. П. Щедровицкий. – М. : Путь, 1996. – 207 с.

References

1. **Astruhina, M. S.** Interaktivnoe vzaimodejstvie kak osnova obrazovatel'noj sredy vuza / M. S. Astruhina // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. – 2014. – № 6.

2. **Fisun, A. P.** Teoreticheskie i prakticheskie osnovy cheloveko-komp'yuternogo vzaimodejstviya: bazovye ponyatiya cheloveko-komp'yuternyh sistem v informatike i informacionnoj bezopasnosti / A. P. Fisun, L. A. Grashchenko. – Dep. v VINITI 15.10.2004 g. № 1624 – V 2004. – Орел : Orlovskij gosudarstvennyj universitet, 2004. – 169 s.

3. **Piskoppel', A. A.** Inzhenernaya psihologiya i ehrgonomika : spravochnik-obzor / A. A. Piskoppel', G. P. Shchedrovickij. – М. : Put', 1996. – 207 s.

УДК 004.588

Кротов М. Ю.¹, Губсков Ю. А.¹, Донских И. Н.¹, Шишкин А. А.²

¹в/ч 61460,

²Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

**ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ
В УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВАХ**

Krotov M. U.¹, Gubskov Yu. A.¹, Donskikh I. N.¹, Shishkin A. A.²

¹m/u 61460,

²Tambov State Technical University, Russia, Tambov

**APPLICATION OF MODERN LEARNING METHODS
IN LEARNING AND TRAINING TOOLS**

Аннотация. В статье рассмотрены основные проблемы при создании учебно-тренировочных средств и пути их решения, благодаря использованию современных методов обучения и применения новых технологий представления и обработки информации.

Ключевые слова: методы обучения, учебно-тренировочные средства, электронный учебник, компьютерные тесты, тренажеры.

Abstract. The article discusses the main problems in creating learning and training tools and ways to solve them, thanks to the use of modern teaching methods and the use of new technologies for presenting and processing information.

Keywords: teaching methods, learning and training tools, electronic textbook, computer tests, simulators.

Современный процесс обучения трудно представить без использования широкого спектра информационных ресурсов, без развития умений самостоятельной обработки и изучения информации. Лидирующие позиции на сегодняшний день занимают учебно-тренировочные средства с применением в процессе обучения виртуальных моделей, виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности. Благодаря их применению обучаемый может с высокой степенью достоверности быстро и качественно освоить специальность в различных областях деятельности: авиация, управление технологическими процессами, медицина, дистанционное управление техническими средствами и т.д.

Однако ключевым моментом при проектировании современных УТС по-прежнему остается эффективность их применения для изучения и усвоения новой информации, а также приобретения новых умений и навыков. В процессе проектирования УТС необходимо учесть и реализовать различные методы освоения знаний, так как именно от их количества и грамотного применения будет зависеть эффективность УТС.

В настоящее время можно выделить следующие методы освоения знаний, применяемых в учебно-тренировочных средствах [1]:

- построение последовательного курса обучения;
- интеллектуальный анализ ответов обучаемых;
- интерактивная поддержка в решении задач;
- помощь в решении задач, основанная на примерах.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что центральной проблемой при создании учебно-тренировочных средств (программ) по-прежнему остается способность обеспечить эффективную организацию учебного курса, обеспечивающую повышение уровня теоретических знаний обучаемого и формирование у него определенных профессиональных навыков по соответствующей тематике обучения [2].

Для решения данной проблемы в учебно-тренировочных средствах целесообразно применять все виды обучающих технологий, описанных выше.

Рассмотрим виды обучающих технологий и их совместную интеграцию в УТС.

Правильным решением при проектировании структуры УТС будет заложить в нее теоретический и практический модули, с возможностью обучения (тренажа) и контроля полученных знаний в виде теста, а также выполнение контрольных заданий на тренажере (рис. 1).

Рассмотренная структура будет обеспечивать последовательность в процессе обучения – вначале обучаемый проходит теоретический курс обучения, содержащий теоретические основы по выбранной дисциплине, сопровождающийся текстовым и мультимедиа материалом, а затем практический, необходимый для приобретения умений и навыков, а также оценки полученных знаний.

Для удобства обучаемого теоретический модуль системы реализован в виде электронного учебника (рис. 2), который предоставляет возможности быстрого перехода к требуемому материалу, возможность размещения мультимедиа материалов для быстрого усвоения информации.

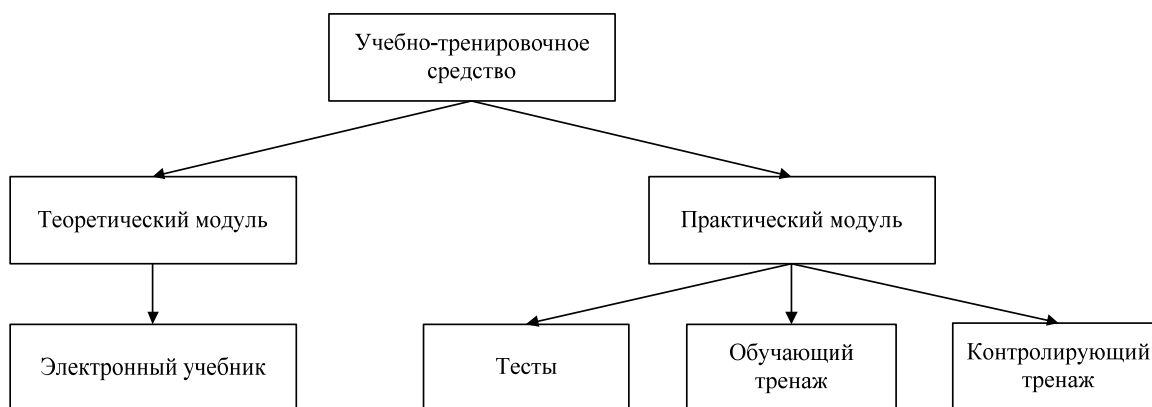


Рис. 1. Структурная схема учебно-тренировочного средства

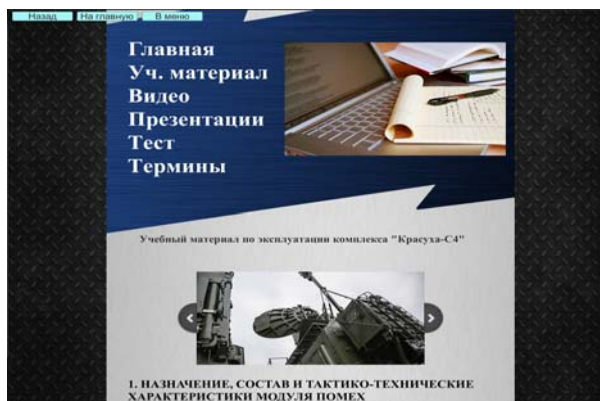


Рис. 2. Пример реализации электронного учебника

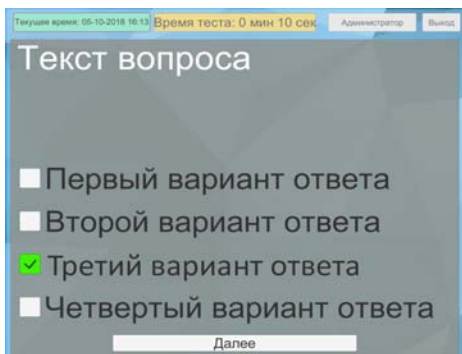


Рис. 3. Пример прохождения теста в УТС

В практической части обучения реализован модуль с компьютерными тестами (рис. 3) и модуль тренажа с несколькими режимами работы.

Обучающий режим с возможностью интерактивной поддержки в решении поставленных задач (рис. 4) и помощи при решении задач, основанной на примерах.

Контролирующий режим с интеллектуальным анализом ответов и действий обучаемого (рис. 5).



Рис. 4. Пример интерактивной поддержки обучаемого при решении поставленной задачи



Рис. 5. Пример работы интеллектуального анализа действий обучаемого в контролирующем режиме работы тренажера

При проектировании модуля тренажа в современных УТС, как правило, применяется 3D-технология проектирования окружающего мира и техники, для работы с которой предназначен тренажер, благодаря чему обучаемый может полностью погрузиться в виртуальную среду с правдоподобным окружающим миром и техникой, на которой можно отработать выполнение различных сценариев работы (нормативы) и получить практический опыт применения полученных знаний в рамках теоретического курса обучения.

Благодаря применению большого числа известных обучающих технологий и их современную реализацию с использованием современных технологий представления и обработки информации, решается главная проблема учебно-тренировочных средств – повышение эффективности организации учебного курса.

Список использованных источников

1. **Алексеев, В. В.** Моделирование информационного воздействия на эргатический элемент в эрготехнических системах / В. В. Алексеев, С. И. Корыстин, В. А. Малышев, В. В. Сысоев. – М. : Изд. предпр. «СТЕНСВИЛ», 2003. – 200 с.
2. **Юрков, Н. К.** Интеллектуальные компьютерные обучающие системы / Н. К. Юрков. – Пенза : Издательство ПГУ, 2010. – 304 с.

References

1. **Alekseev, V. V.** Modelirovanie informacionnogo vozdejstviya na ehrgaticheskij ehlement v ehrgotekhnicheskikh sistemah / V. V. Alekseev, S. I. Korystin, V. A. Malyshev, V. V. Sysoev. – M. : Izd. predpr. “STENSVIL”, 2003. – 200 s.
2. **Yurkov, N. K.** Intellektual'nye komp'yuternye obuchayushchie sistemy / N. K. Yurkov. – Penza : Izdatel'stvo PGU, 2010. – 304 s.

УДК 378:002

Сутормин А. И., Фролова Т. А.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)999999, e-mail: sutalex2013@yandex.ru)

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Sutormin A. I., Frolova T. A.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)999999, e-mail: sutalex2013@yandex.ru)

CREATION OF ELECTRONIC EDUCATIONAL MATERIALS USING VIRTUAL MODELING TECHNOLOGY

Аннотация. Рассмотрена проблема применения технологий 3D-прототипирования в образовательном процессе.

Ключевые слова: прототипирование, технологические новинки, нанотехнология.

Abstract. The problem of using 3D-prototyping technologies in the educational process is considered.

Keywords: prototyping, technological innovations, nanotechnology.

Сегодняшний день заставляет по-новому оценивать возможности, представляемые нам разного рода техническими и научными достижениями. Есть возможность взглянуть на данные вопросы не только взглядом обывателя и потребителя, но и взглядом педагога с целью применить современные технические и технологические новинки в образовательном процессе школы, вуза или других учебных заведений.

Применение современных достижений в образовании не является новым. Всегда находились новаторы, которые поднимали на флаг образования новые технологии, пытались нести их в более широкие массы. И наткнулись на стену непонимания и неодобрения, но, преодолев человеческие стереотипы, все-таки побеждали.

То же можно сказать и про сегодняшнюю ситуацию в современном образовании. Сегодня на преподавателя обрушивается большой поток современных технологических новинок, научных инноваций, начиная с нанотехнологий, заканчивая банальными компьютерно-коммуникационными технологиями, которые оказывают влияние как на гуманитарные сферы образования, так и технические.

Хотелось бы обратить внимание на процессы визуализации в образовании, а точнее на процесс представления графической информации. Сегодня трехмерное моделирование (или 3D-моделирование) уже не является новинкой, но еще 5 – 7 лет назад бурно шли споры среди педагогов-теоретиков и практиков: нужна ли эта технология, и как ее применять. Время решило все само и показало нужность и эффективность данного направления визуализации. Теперь педагогам-методистам приходится разрабатывать и придумывать различные технологии применения 3D-моделей и объектов в образовательном процессе, и никто не задает вопрос: «Зачем это нужно?».

Но прогресс не стоит на месте и предлагает новые технологии на вооружение педагогам-новаторам. Выходит на новый виток технология быстрого прототипирования (RP – rapid prototype), которая начала развиваться около лет 10 назад, но из-за дороговизны применяемого оборудования оставалась уделом крупных коммерческих предприятий. Сегодня данные технологии создания прототипа изделия значительно подешевели и «шагнули» за рамки предприятий в повседневное использование и, что закономерно, в образовательное учреждение. С внедрением и применением устройств быстрого прототипирования стало возможным промоделировать полный цикл создания изделия, проиллюстрировать его жизненный цикл от этапа проектирования до этапа изготовления. Увидеть будущую модель, а в некоторых случаях и реальную не только на экране монитора, но и в твердой копии – это бесценное подспорье для преподавателя как в области развития наглядности учебного процесса, так и в области мотивации и в процессе овеществления продуктов труда.

Рассматривать применение технологии быстрого прототипирования в образовании можно с разных точек зрения: педагогической, методической и технологической.

В поддержку применения данной технологии в образовательном процессе выступают требования нормативных документов, содержащиеся в Федеральных государственных образовательных стандартах нового поколения. Если рассматривать требования к подготовке будущих выпускников, то можно увидеть во ФГОСах компетенции, отвечающие за формирование вышеупомянутых знаний.

В соответствии с ФГОС, одним из определяющих факторов подготовки выпускника-бакалавра является мнение работодателя, заказчика кадров. Неоспоримо, что работодатель будет заинтересован в специалисте, владеющем всеми современными технологиями, применяемыми на производстве, в жизни и в образовании.

В результате исследования была сформулирована цель: изучение особенностей технологии быстрого прототипирования и возможностей их использования в образовательном процессе. Говоря о технологии быстрого прототипирования, можно сказать, что она практически не отличается от печати на бумаге, это и есть печать, только объемных моделей путем послойного создания будущего изделия. Быстрое прототипирование – это технология быстрого «макетирования», быстрого создания опытных образцов или работающей модели системы для демонстрации заказчику или проверки возможности реализации. Прототип позже уточняется для получения конечного продукта. Таким образом, прототип получается с помощью специальных аппаратов – 3D-принтеров, из специального материала – пластика. Технологии создания прототипа изделия различны, и их можно разделить на основные типы: стереолитография; лазерное спекание порошковых материалов; послойная печать расплавленной полимерной нитью; технология струйного моделирования; технология склеивания порошков; ламинирование листовых материалов; облучение ультрафиолетом через фотомаску.

УДК 004.9

Соловьева Т. И., Пыкин И. С., Попов А. В.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752) 630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

**ВИРТУАЛЬНЫЙ КАБИНЕТ
«КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ»**

Solov'eva T. I., Pykin I. S., Popov A. V.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752) 630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

VIRTUAL OFFICE “DESIGN OF PROCESS EQUIPMENT”

Аннотация. Описан виртуальный кабинет, который используется для обучения студентов основам конструирования и расчета технологического оборудования.

Ключевые слова: конструирование, расчет, технологическое оборудование, виртуальный кабинет.

Abstract. The virtual office used to teach students the basics of design and calculation of technological equipment is described.

Keywords: design, calculation, technological equipment, virtual office.

Проектирование и эксплуатация технологического оборудования невозможна без квалифицированного инженерно-технического персонала. Применение современных информационных технологий в учебном процессе при подготовке специалистов различных уровней (бакалавры, магистры, инженеры-специалисты) и направлений (конструкторы, механики, системотехники) требует разработки интегрированных автоматизированных систем (АИС), а именно учебно-промышленных АИС. Причем термин «учебная» понимается не в смысле упрощенная или облегченная, а в смысле, что промышленная система «утяжелена» компонентами, позволяющими производить обучение.

Одним из элементов подобной АИС является представленный ниже виртуальный кабинет «Конструирование технологического оборудования».

Под виртуальным кабинетом понимаются компоненты информационной системы, предназначенные для студентов, изучающих специализированные учебные курсы по устройству, методам расчета и методам конструирования технологического оборудования.

Функции системы определены тем, что должны знать и уметь студенты для того, чтобы выполнять проекты, максимально приближенные к реальным, а именно:

– проводить механические расчеты технологического оборудования. Механические (прочностные) расчеты являются обязательными при конструировании технологического (химического) оборудования, так как оно представляет собой объекты повышенной опасности;

– выбирать типоразмеры отдельных элементов технологического оборудования. Типовое химическое оборудование состоит из стандартных или типовых элементов и узлов (обечайки, крышки, днища, опорные и строповые устройства, фланцы и др.);

- получать справочные данные, необходимые для разработки конструкции (механические свойства материалов, коррозионная стойкость материалов, виды сварных швов и др.);
- по 3D-моделям ознакомиться с типовыми конструкциями элементов. Современные графические средства позволяют создавать 3D-модели элементов и узлов, максимально приближенные к реальным;
- создавать 2D-чертежи и 3D-модели по типовым конструкциям технологического оборудования.

Кроме того, система должна содержать расчетные и курсовые задания по курсу «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли».

Описанные функции системы определяют ее структуру. Система состоит из следующих элементов:

- модуль механических расчетов элементов технологического оборудования;
- база применимости и свойств сталей;
- база типоразмеров элементов технологического оборудования;
- каталоги типового технологического оборудования;
- 3D-модели типовых элементов технологического оборудования;
- расчетные и курсовые задания.

Виртуальный кабинет представлен программами и информационными ресурсами, работающими в сети Internet и в локальной сети (включая монопольное использование).

Адрес виртуального кабинета в сети Internet www.gaps.tstu.ru/kir.

База для локальной сети предназначена для организаций, конструирующих технологическое оборудование, а также для обучения студентов. В последнем случае она работает в рамках сети кафедры или университета.

База для монопольного использования (физически она не отличается от базы для локальной сети) предназначена для использования студентами в домашних условиях.

База для глобальной сети разрабатывается в первую очередь для обучения в дистанционных условиях, но может быть использована и организациями, занимающимися проектированием технологических объектов.

База для локальной сети предназначена для организаций, конструирующих технологическое оборудование, а также для обучения студентов. В последнем случае она работает в рамках сети кафедры или университета.

Представленное разделение обусловлено тем, что база для глобальной сети разрабатывается для Unix WEB сервера (требование Internet провайдера Тамбовского государственного технического университета), среда хранения данных MySQL (выбрана потому, что является свободно распространяемой). Использование этой базы в домашних условиях требует дополнительной установки указанных программных сред, что в реальных практических условиях (сотни студентов разной компьютерной подготовки) невозможно.

В качестве среды хранения данных в базе для локальной сети и монопольного использования используется MS Access, так как эта программная среда, как составляющая MS Office, имеется практически на всех компьютерах, работающих в среде Windows.

Основными составляющими базы элементов технологического оборудования являются управляющая программа, дерево типоразмеров, таблицы типоразмеров и библиотека графических элементов.

В каталогах типового технологического оборудования представлена информация о существующем оборудовании и его элементах. Эта информация необходима для подбора оборудования при решении задачи определения размеров аппаратов для выпуска заданного объема продукции в заданный период времени, кроме того, она служит отправной точкой при выполнении курсового и дипломного проекта (как аналог задания на курсовой и дипломный проект).

3D-модели типовых элементов технологического оборудования являются одним из эффективных способов изучения конструкций химического оборудования. Современные средства создания 3D-моделей позволяют создавать очень реалистические виртуальные образы конструкций. Имеются также свободно распространяемые средства визуализации 3D-моделей, в том числе и в глобальной сети Internet. В качестве формата хранения 3D-моделей, предназначенных для визуализации в сети Internet, выбран формат easm. Для визуализации используется свободно распространяемая программа EDrawing, которую можно установить с сайта фирмы SolidWorks www.solidworks.com.

Описанный виртуальный кабинет курсового и дипломного проектирования является элементом разрабатываемой с участием авторов системы автоматизированного проектирования химических производств [1 – 6] и используется при обучении студентов специальности «Машины и аппараты химических производств» и магистров направления «Информационные системы технологического оборудования» на кафедре Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении Тамбовского государственного технического университета.

Авторы готовы рассмотреть вопрос о бесплатной передаче представленного программного обеспечения по принципу «как есть» заинтересованным организациям при условии получения акта внедрения в учебный процесс или производство.

Работа выполнена под руководством проф. каф. КИСМ ТГТУ В. Г. Мокрозуба.

Список использованных источников

1. **Малыгин, Е. Н.** Система автоматизированного расчета и конструирования химического оборудования / Е. Н. Малыгин, С. В. Карпушкин, В. Г. Мокрозуб, М. Н. Краснянский // Информационные технологии. – 2000. – № 12. – С. 19 – 21.
2. **Мокрозуб, В. Г.** Таксономия в базе данных стандартных элементов технических объектов / В. Г. Мокрозуб // Информационные технологии. – 2009. – № 11. – С. 18 – 22.
3. **Мокрозуб, В. Г.** Представление структуры изделий в информационных системах управления машиностроительными предприятиями / В. Г. Мокрозуб // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2009. – № 10. – С. 30 – 34.
4. **Мокрозуб, В. Г.** Программное обеспечение автоматизированных систем размещения объектов в пространстве, инвариантное к предметной области / В. Г. Мокрозуб, К. В. Немтинов, К. А. Шаронин // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. – 2012. – № 3. – С. 11 – 20.
5. **Мокрозуб, В. Г.** Постановка задачи разработки математического и информационного обеспечения процесса проектирования многоассортиментных химических производств / В. Г. Мокрозуб, Е. Н. Малыгин, С. В. Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – № 2. – С. 252 – 254.

6. **Мокрозуб, В. Г.** Системный анализ процессов принятия решений при разработке технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, Е. Н. Мalyгин, С. В. Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 364 – 373.

References

1. **Malygin, E. N.** Sistema avtomatizirovannogo rascheta i konstruirovaniya ximicheskogo oborudovaniya / E. N. Malygin, S. V. Karpushkin, V. G. Mokrozub, M. N. Krasnyanskiy // Informacionny`e tehnologii. – 2000. – № 12. – S. 19 – 21.

2. **Mokrozub, V. G.** Taksonomiya v baze danny`x standartny`x e`lementov texnicheskix ob`ektov / V. G. Mokrozub // Informacionny`e tehnologii. – 2009. – № 11. – S. 18 – 22.

3. **Mokrozub, V. G.** Predstavlenie struktury` izdelij v informacionny`x sistemax upravleniya mashinostroitel`ny`mi predpriyatiyami / V. G. Mokrozub // Vestnik komp`yuterny`x i informacionny`x tehnologij. – 2009. – № 10. – С. 30 – 34.

4. **Mokrozub, V. G.** Programmnoe obespechenie avtomatizirovanny`x sistem razmeshheniya ob`ektov v prostranstve, invariantnoe k predmetnoj oblasti / V. G. Mokrozub, K. V. Nemtinov, K. A. Sharonin // Nauchno-texnicheskaya informaciya. Seriya 2: Informacionny`e processy` i sistemy`. – 2012. – № 3. – S. 11 – 20.

5. **Mokrozub, V. G.** Postanovka zadachi razrabotki matematicheskogo i informacionnogo obespecheniya processa proektirovaniya mnogoassortimentnyh himicheskix proizvodstv / V. G. Mokrozub, E. N. Malygin, S. V. Karpushkin // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2017. – № 2. – S. 252 – 254.

6. **Mokrozub, V. G.** Sistemnyj analiz processov prinyatiya reshenij pri razrabotke tekhnologicheskogo oborudovaniya / V. G. Mokrozub, E. N. Malygin, S. V. Karpushkin // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – 2017. – Т. 23, № 3. – S. 364 – 373.

УДК 51-3, 519.681

Доненко А. В.¹, Доненко Л. Н.², Доненко И. Л.³

¹Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Россия, г. Симферополь
(Тел. +79787988412, e-mail: idonenko2013@gmail.com),

²МБОУ «Новофедоровская школа-лицей», Россия, Сакский район, пгт. Новофедоровка
(Тел. +79787339635, e-mail: ldonenko@mail.ru),

³Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Россия, г. Симферополь
(Тел. +79787339631, e-mail: idonenko2012@gmail.com)

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОБУЧАЮЩИХ МЕНТАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Donenko A. V.¹, Donenko L. N.², Donenko I. L.³

¹Crimea Federal University, Russia, Simferopol
(Tel. +79787988412, e-mail: idonenko2013@gmail.com),

²Novofedorovskaya school-lyceum, Russia, Saksy district, town. Novofedorivka
(Tel. +79787339635, e-mail: ldonenko@mail.ru),

³Crimea Federal University, Russia, Simferopol
(Tel. +79787339631, e-mail: idonenko2012@gmail.com)

MODELING OF MATHEMATICAL TEACHING MENTAL PROCESSES

Аннотация. В современном мире электронно-вычислительных машин у людей падает потребность в устном счете. В связи с чем они начинают деградировать и в последствии каждое последующее поколение может меньше предыдущего. Нами разработана система тренировки мозговых процессов и аналитических навыков с использованием современных технологий. Программное обеспечение, курс обучения по ментальной арифметике – для средней и высшей школы, что позволяет в целом повысить сообразительность, скорость мышления, интеллект человека.

Ключевые слова: математика, арифметика, устный счет, мыслительные процессы, моделирование обучения, моделирование.

Abstract. In the modern world of electronic computers, people do not need to make mental calculations. In this connection, they begin to degrade, and subsequently each subsequent generation may be less intelligent than the previous one. We have developed a system for training brain processes and analytical skills using modern technologies. The software – the course of training in mental arithmetic for secondary and higher education – will generally allow you to increase intelligence, speed of thinking, human intelligence.

Keywords: mathematics, arithmetic, oral calculation, thought processes, modeling of learning, modeling.

Введение. Многие современные люди разучились считать в уме и не могут произвести простейшие математические операции в общественном транспорте, магазине. Вследствии чего и аналитические способности людей также снижаются. Нами разработана система обучения с применением современных ЭВМ и старейших счетов – абакуса.

Основная часть. Ментальная арифметика – это программа обучения, которая помогает развить оба полушария мозга с помощью ментального счета. Главный инструмент в ментальной арифметике – это обычные счеты, иное название соробан или абакус.

Аба́к (др.-греч. ἀβάξ, ἀβάκιον, лат. abacus) – семейство счетных досок, применявшихся для арифметических вычислений приблизительно с V века до н. э. в древних культурах – Древней Греции, Древнем Риме и Древнем Китае и ряде других [1].

Общие принципы инструментов типа абака – разделение линиями на полосы, осуществление счета с помощью размещенных на полосах камней или других подобных предметов. Камешек для греческого абака назывался псифос; от этого слова было произведено название для счета – псифофория, «раскладывание камешков» (заглавие книги об индийской арифметике Максима Плануда, умершего в 1310 году, «Псифофория индийцев»). Среди применяющихся в современности вариантов абака – русские счеты и японский соробан.

Пример нашего абака приведен на рис. 1.

Большое разнообразие направлений определило и большое разнообразие в подходе к исследованию математических способностей, в методических средствах и теоретических обобщениях. Методика ментальной арифметики предусмотрена для обучающихся от трех до $+\infty$. Она основана две тысячи лет назад и сейчас работает в пятидесяти двух странах мира, как дополнительное образование или же как основное.

Для того, чтобы заинтересовать современных обучающихся и не только, повысить их математические навыки, аналитические, внимательность была разработана обучающая система, которая состоит из 6 этапов:

1. Работа с абакусом, произведение основных расчетов на нем.
2. Механическое запоминание работы с разрядами.
3. Слепой перебор.
4. Использование программного обеспечения для произведения расчетов совместно с абаксом.
5. Воспроизведение модели абакуса в голове и устный счет, без надобности перемещения разрядов на счетах.
6. Использование программного обеспечения для произведения расчетов и проведение уже устных математических операций без дополнительной помощи абака.

За основу нашей системы мы взяли методические разработки для внеурочной деятельности А. П. Басыгысовой [2] и А. В. Доненко [3].



Рис. 1. Используемый нами абак

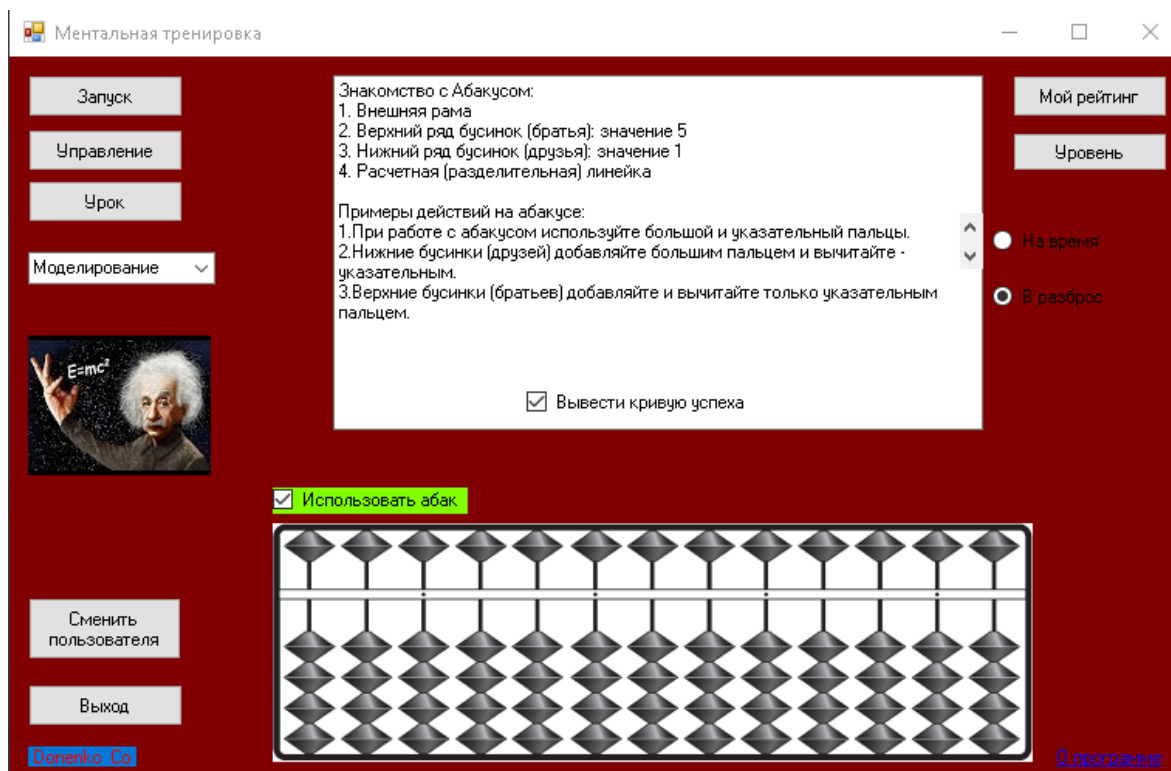


Рис. 2. Программа для работы с ментальной арифметикой

Рабочие программы определяют содержание и организацию совместной деятельности педагога и обучающихся при проведении занятий в подгруппах. Она направлена на формирование познавательных (интеллектуальных) способностей учеников, конструктивного и абстрактного мышления, увеличение внимательности, формирование у них желания заниматься учебной деятельностью, обеспечение их дальнейшей социальной успешности. Содержание работы ориентировано на разностороннее развитие обучающихся различных групп с учетом их возрастных и индивидуальных особенностей.

Для этого было разработано программное обеспечение, моделирующее математические ментальные операции человека, окно программы приведено на рис. 2.

Данное программное обеспечение позволяет:

1. Использовать виртуальный абак.
2. Строить кривую успешно решенных заданий.
3. Моделировать различные условия для устного счета.

Данное ПО было экспериментально опробовано в МБОУ «Ореховская средняя школа», МБОУ «Новофедоровская школа-лицей» и ФГАОУ «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского»

Тестирование λ -версии программы было успешным, в дальнейшем планируется провести доработку ошибок, пополнение FAQ в разделе «о программе», улучшение сетевого взаимодействия пользователей.

Выводы. Уже сейчас внедрение нашей методики образования позволяет увеличить количество математически подкованных обучающихся, а первые результаты применения в школах нашей методики дали следующие результаты:

1. Использование абакуса позволяет развить механическое представление о цифрах и развивает пространственное воображение учеников.

2. После нескольких занятий у обучающихся появились навыки для самостоятельных математических операций с крупными числовыми данными.

3. В ходе продвижения во время занятий у них увеличилась внимательность, общее развитие, так как начали быстрее читать и понимать гуманитарные науки, возможность производить вычисления без применения абакуса.

4. Через некоторое время обучающийся становится способным не только производить сложные математические операции в уме, но и одновременно с ними читать стихотворение, выполнять несколько спортивных упражнений, танцевать или петь. Таким образом, оба полушария головного мозга начинают развиваться и работать одновременно.

Список использованных источников

1. **Кулинич, М. В.** Влияние математического устного счета на саморазвитие человека / М. В. Кулинич, Д. А. Золотухин. – М. : ЯВВНЛ, 2009. – С. 190.

2. **Басыгысова, А. П.** Рабочая программа по реализации дополнительной образовательной программы «Ментальная арифметика» / А. П. Басыгысова. – М. : ЛННВ, 2017. – С. 11.

3. **Доненко, А. В.** Рабочая программа по реализации дополнительной образовательной программы «Математический ментальный счет» / А. В. Доненко. – с. Орехово, 2018 – С. 34 – 37.

References

1. **Kulinich, M. V.** Vliyanie matematicheskogo ustnogo scheta na samorazvitie cheloveka / M. V. Kulinich, D. A. Zolotuhin. – M. : YAVVNL, 2009. – S. 190.

2. **Basygysova, A. P.** Rabochaya programma po realizacii dopolnitel'noj obrazovatel'noj programmy “Mental'naya arifmetika” / A. P. Basygysova. – M. : LNNV, 2017. – S. 11.

3. **Donenko, A. V.** Rabochaya programma po realizacii dopolnitel'noj obrazovatel'noj programmy “Matematicheskij mental'nyj schet” / A. V. Donenko. – s. Orekhovo, 2018. – S. 34 – 37.

УДК 378

Сафонов В. И.

Мордовский государственный педагогический институт, Россия, г. Саранск
(Тел. 89093275605, e-mail: wawans@yandex.ru)

**СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ
В ИНТЕРАКТИВНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СРЕДЕ
«1С: МАТЕМАТИЧЕСКИЙ КОНСТРУКТОР»**

Safonov V. I.

Mordovia State Pedagogical Institute, Russia, Saransk
(Tel. 89093275605, e-mail: wawans@yandex.ru)

**CREATION OF ELECTRONIC TRAINING MATERIALS
IN THE INTERACTIVE COMPUTER ENVIRONMENT
“1С: MATHEMATICAL DESIGNER”**

Аннотация. Показаны возможности интерактивной компьютерной среды «1С: Математический конструктор» в создании авторских учебных материалов. Приведен пример построения в данной среде авторского электронного приложения, реализующего демонстрацию этапов решения задачи на построение.

Ключевые слова: интерактивная компьютерная среда, образование, учитель, учебные материалы.

Abstract. The paper describes the possibilities of the interactive computer environment “1С: Mathematical designer” in creation of training materials. The example of creating the author’s digital application realizing demonstration of stages of solving construction problems in this environment is given.

Keywords: interactive computer environment, education, teacher, training materials.

Применение интерактивных сред позволяет эффективно решать проблемы, характерные для информатизации преподавания математических дисциплин [2]. Инструментарий интерактивной среды «1С: Математический конструктор» (<http://obr.1c.ru/mathkit/>) позволяет создавать пользовательские инструменты и скрипты (программные коды) [1]. Например, для реализации алгоритма нахождения середины отрезка можно написать скрипт с использованием встроенного в среду языка программирования ЕСМА JavaScript. Для этого сначала определяется последовательность появления графических и текстовых объектов в окне интерактивной среды и затем их построение.

С использованием инструмента «Построить отрезок» в окне интерактивной среды изображается отрезок AB длиной r . Затем с использованием инструмента «Окружность по радиусу и центру» выполняется построение двух окружностей с центрами в точках A и B с радиусами, равными r . После этого с помощью инструмента «Точка пересечения» строятся точки пересечения изображенных окружностей: C и D . Инструмент «Отрезок» позволяет построить отрезок CD , а инструмент «Точка пересечения» – точку E , которая является точкой пересечения отрезков AB и CD . Согласно алгоритму деления отрезка пополам, точка E – середина отрезка AB (рис. 1).

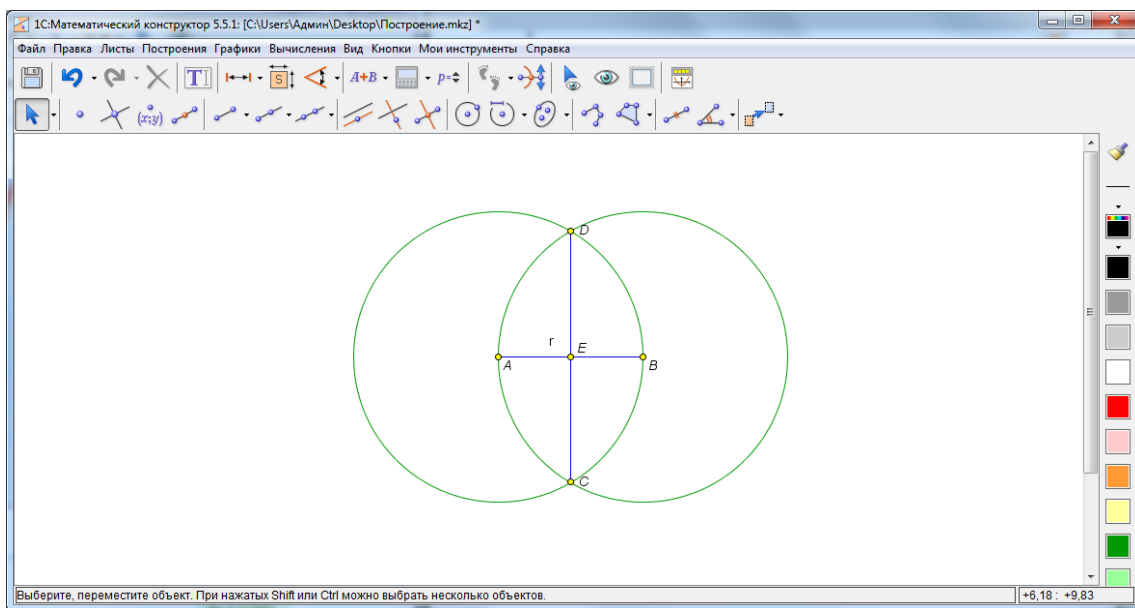


Рис. 1. Решение задачи нахождения середины отрезка в интерактивной среде «1С: Математический конструктор»

Для демонстрации алгоритма решения задачи, что позволит акцентировать внимание учащихся на особенностях реализации логико-алгоритмического метода, после выполнения построений все объекты в окне среды следует скрыть с помощью команды «Скрыть/показать объекты». Затем для реализации алгоритма в объекте «Новая кнопка» записывается скрипт, реализующий один из этапов построения. На рисунке 2 показан код скрипта, записанный для кнопки «1. Построить отрезок АВ длины г», нажатие на которую приводит к отображению в окне среды отрезка АВ и кнопки «2. Построить окружность радиуса г с центром в точке А» (рис. 3), скрипт которой позволяет реализовать следующий этап решения рассматриваемой задачи.

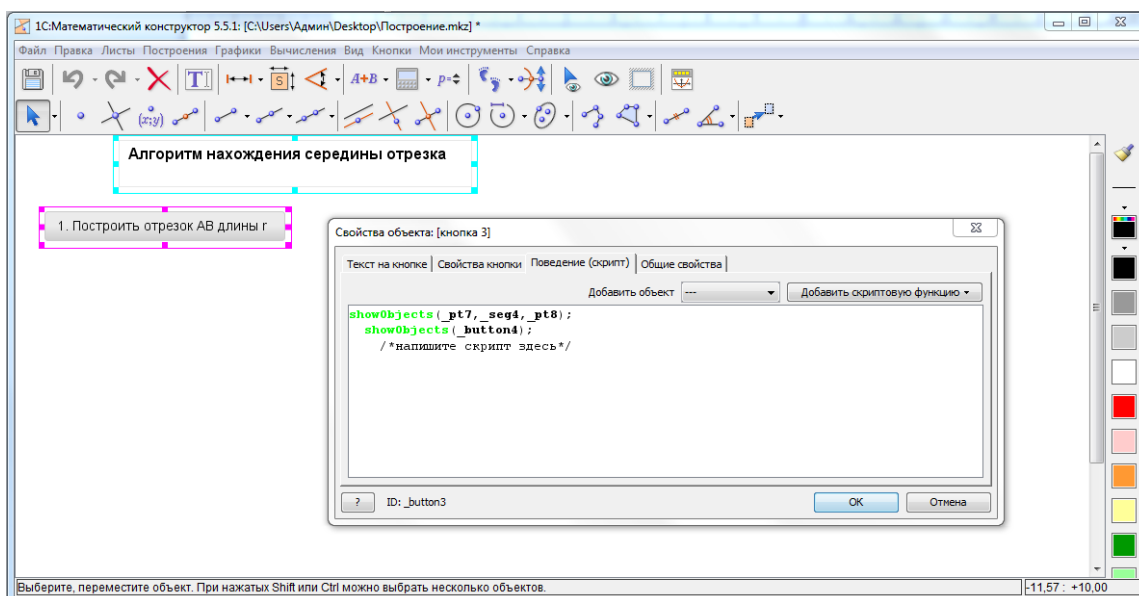


Рис. 2. Скрипт кнопки для отображения отрезка АВ в окне интерактивной среды «1С: Математический конструктор»

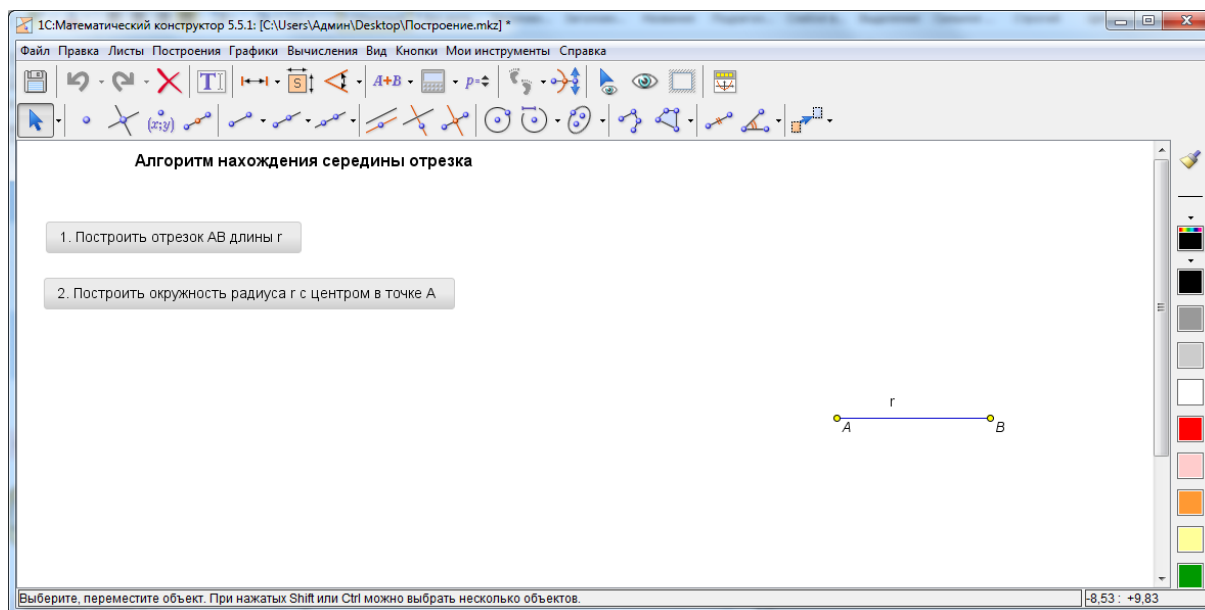


Рис. 3. Результат выполнения скрипта кнопки «1. Построить отрезок АВ длины r» в окне интерактивной среды «1С: Математический конструктор»

После выполнения скриптов всех кнопок, соответствующих этапам решения задачи деления отрезка пополам, в окне среды будет отображено решение, а также кнопка «Перезагрузить», содержащая скрипт возвращения задачи к начальному состоянию (рис. 4) для повторной демонстрации алгоритма.

Таким образом, интерактивная среда «1С: Математический конструктор» позволяет реализовать авторское приложение, демонстрирующее этапы решения задач на построение, что может быть использовано, например, в процессе проектной и исследовательской деятельности [3].

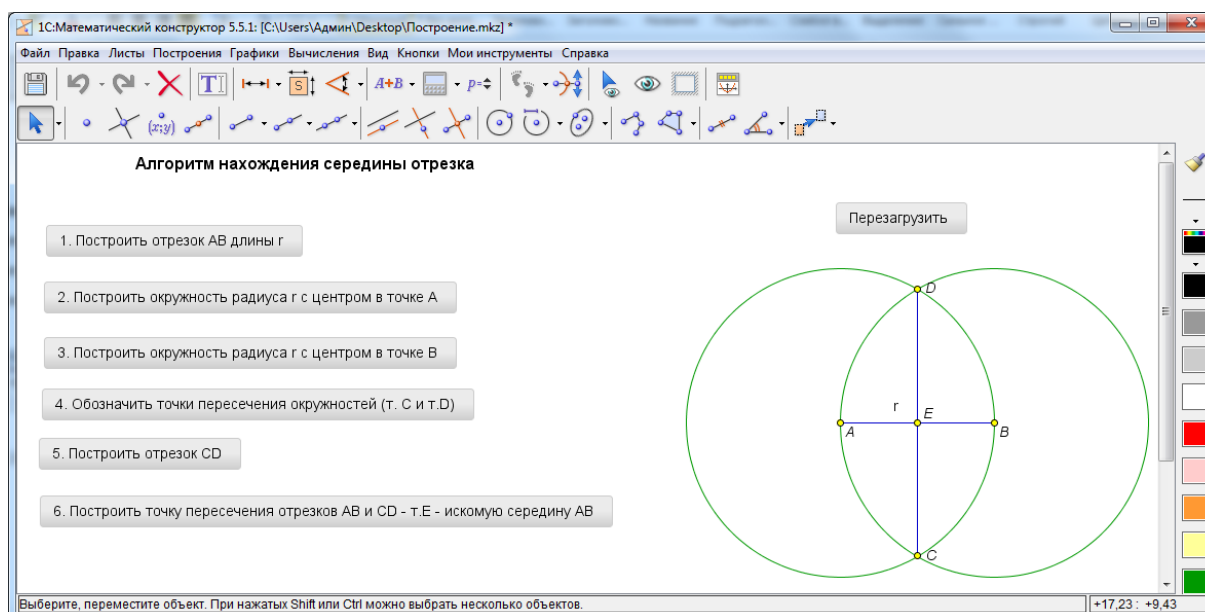


Рис. 4. Решение задачи деления отрезка пополам в интерактивной среде «1С: Математический конструктор»

Список использованных источников

1. **Дубровский, В. Н.** 1С: Математический конструктор – новая программа динамической геометрии / В. Н. Дубровский, Н. А. Лебедева, О. А. Белайчук // Компьютерные инструменты в образовании. – СПб. : Изд-во ЦПО «Информатизация образования», 2007. – № 3. – С. 47 – 56.

2. **Сафонов, В. И.** Проблемы внедрения компьютерной технологии обучения в учебный процесс (на примере изучения математических дисциплин) / В. И. Сафонов // Интеграция образования. – 2007. – № 2. – С. 53 – 57.

3. **Сафонов, В. И.** Применение технологий «1С» учителями математики и информатики при организации проектной и исследовательской деятельности / В. И. Сафонов, Е. А. Юртаева // Новые информационные технологии в образовании: применение технологий «1С» для развития компетенций цифровой экономики : сб. тр. 18-й междунар. науч.-практ. конф. – М. : «1С-Паблишинг», 2018. – С. 378–379.

References

1. **Dubrovskij, V. N.** 1S: Matematicheskij konstruktor – novaya programma dinamičeskoj geometrii / V. N. Dubrovskij, N. A. Lebedeva, O. A. Belajchuk // Komp'yuternye instrumenty v obrazovanii. – SPb. : Izd-vo CPO “Informatizaciya obrazovaniya”, 2007. – № 3. – S. 47 – 56.

2. **Safonov, V. I.** Problemy vnedreniya komp'yuternoj tekhnologii obucheniya v uchebnyj process (na primere izucheniya matematicheskikh disciplin) / V. I. Safonov // Integraciya obrazovaniya. – 2007. – № 2. – S. 53 – 57.

3. **Safonov, V. I.** Primenenie tekhnologij “1S” uchitelyami matematiki i informatiki pri organizacii proektnoj i issledovatel'skoj deyatel'nosti / V. I. Safonov, E. A. YUrtaeva // Novye informacionnye tekhnologii v obrazovanii: primenenie tekhnologij “1S” dlya razvitiya kompetencij cifrovoj ehkonomiki : sbornik trudov 18-j mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii. – M. : “1S-Pablising”, 2018. – S. 378–379.

УДК 004.9

Соколов М. В.¹, Алтунин К. А.²

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

¹(Тел. (89106) 582725, e-mail: msok68@mail.ru),

²(Тел. (89622) 341517, e-mail: costjaaltunin@yandex.ru)

СИСТЕМА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Sokolov M. V.¹, Altunin K. A.²

Tambov State Technical University, Russia, Tambov,

¹(Tel. (89106) 582725, e-mail: msok68@mail.ru),

²(Tel. (89622)341517, e-mail: costjaaltunin@yandex.ru)

A SYSTEM FOR TEACHING THE DESIGN OF METAL TURNING PROCESSES

Аннотация. Рассмотрена система автоматизированного проектирования параметров процесса обработки материалов резанием (точением) с помощью нейросетевого моделирования. Проведен обзор современного состояния систем автоматизированного проектирования процессов резания. Создана интеллектуальная система автоматизированного проектирования на основе нейронных сетей.

Ключевые слова: нейросетевое моделирование процесса обработки материалов резанием.

Abstract. The system of computer-aided design of parameters of the process of material processing by cutting (turning) with the help of neural network modeling is considered. A review of the current state of the systems for the automated design of cutting processes is conducted. An intelligent system of computer-aided design, based on neural networks, has been created.

Keywords: neural network modeling of the process of processing materials by cutting.

В настоящее время сокращение сроков проектирования и подбор оптимальных параметров процесса резания – это важнейшие требования, предъявляемые к разработке технологического процесса. Применение современных систем автоматизированного проектирования (САПР) позволяет удовлетворить их лишь частично, так как в большинстве случаев технолог самостоятельно применяет решение о выборе тех или иных режимов резания, руководствуясь собственным опытом.

На кафедре «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» активно развивается следующее направление научной деятельности: прогрессивные технологии и оборудование машиностроительного производства; выбор, создание новых и адаптация интеллектуальных обучающих систем автоматизированного проектирования технологических процессов механической обработки и сборки [1, 2].

Сокращение сроков проектирования и изготовления нового оборудования, внедрение его в производство обеспечивается применением CALS-технологий, которые со-

держат в себе различные комплексные CAD/CAE-системы. Отдельные модули этих систем в рамках одного предприятия позволяют осуществлять инженерные расчеты, анализ, моделирование и оптимизацию проектных решений. В связи с этим возникает потребность в овладении основами работы с данными системами при обучении специалистов в области технологии машиностроения. Таким образом, появляется возможность одновременно изучить и внутреннюю механику рассматриваемых процессов и основы работы с наиболее распространенными CAD/CAE –программами [3].

В отличие от конкурентов, таких как – САПР технологических процессов Техно-Про (Корпорация «Вектор-Альянс»); Система параметрического проектирования T-FLEX CAD (Компания «Топ Системы»); САПР технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ (Компании АСКОН), данная САПР призвана решать задачи моделирования и оптимизации процессов лезвийной обработки материалов.

В частности: разработана структурная схема интеллектуальной САПР процессов механической обработки материалов с описанием принципа и последовательности работы ее блоков; разработана структурная схема и интерфейс базы данных основных параметров процессов механической обработки материалов; создана модель представления знаний и на ее основе база знаний процессов механической обработки материалов; разработан блок ввода исходных данных; разработан блок нейросетевого моделирования процесса обработки материала; разработан блок моделирования нагрузок, действующих на режущий инструмент; разработан блок исследования динамики процесса резания; разработан блок оптимизации режимных параметров процесса резания. Применение в производстве разработанных в ходе выполнения НИОКР алгоритмов работы основных блоков интеллектуальной системы автоматизированного проектирования процессов механической обработки материалов позволяет повысить эффективность труда инженеров и технологического процесса, включая: сокращение себестоимости проектирования и изготовления изделий за счет оптимизации процесса резания; повышение качества и технико-экономического уровня производимой продукции за счет подбора оптимальных технологических параметров при ее изготовлении [3].

Наличие САПР, предлагающей пользователю выбрать из списка возможных параметров процесса резания оптимальные при заданных условиях, позволило бы существенно повысить эффективность технологического процесса. Применение различных методов искусственного интеллекта для разработки САПР процессов механической обработки позволит повысить производительность системы, увеличить скорость обработки входных данных и облегчит решение трудноформализуемых задач, возникающих в процессе проектирования. Разработка интеллектуальной САПР, осуществляющей оптимизацию процесса резания с учетом его динамической составляющей является актуальной научной и практической задачей, а, именно, разработка структурной схемы и интерфейса базы данных основных параметров процессов механической обработки материалов и создание модели представления знаний и на ее основе базы знаний процессов механической обработки материалов. База данных и база знаний позволяют систематизировать и обрабатывать начальные данные для моделирования и оптимизации [4, 5].

На данный момент это единственное приложение (программное обеспечение), решающее задачи моделирования и оптимизации параметров процесса резания материа-

лов с применением методов искусственного интеллекта. Данное приложение используется как связующее звено между стадией проектирования и расчета и стадией моделирования обработки и генерации управляющих программ для станков с ЧПУ. Приложение разрабатывается под наиболее распространенные CAD/CAE/CAM-программы твердотельного моделирования среднего уровня [6].

Создание интеллектуальной системы проектирования и расчета процессов резания материалов требует квалифицированных знаний в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств, моделирования конкретных процессов резания, больших временных затрат (человеко-часов) для обучения созданной системы по работе в соответствии с разработанными правилами и алгоритмами.

Проблема подготовки кадров новой генерации, способных к работе в современной высокоэффективной, высокотехнологической и инновационной экономике, на которых ложится основная тяжесть модернизации оборонно-промышленного комплекса и машиностроительных предприятий, является ключевой при инновационном развитии машиностроительных предприятий в период диверсификации.

Список использованных источников

1. **Пестрецов, С. И.** Концепция создания системы автоматизированного проектирования процессов резания в технологии машиностроения / С. И. Пестрецов, К. А. Алтунин, М. В. Соколов, В. Г. Однолько. – М. : Издательский дом «Спектр», 2012. – 221 с.
2. **Алтунин, К. А.** Концепция создания информационного обеспечения интеллектуальной системы автоматизированного проектирования процессов резания в технологии машиностроения : монография / К. А. Алтунин. М. В. Соколов. – Тамбов : Студия печати Павла Золотова, 2015. – 112 с.
3. **Алтунин, К. А.** Разработка программы расчета оптимальных параметров процесса резания : монография / К. А. Алтунин, М. В. Соколов, Е. В. Толмачева. – LAP LAMBERT Academic Publishing, Саарбрюккен, Германия, 2014. – 81 с.
4. **Алтунин, К. А.** Разработка системы поддержки принятия решений выбора режимных и конструктивных параметров токарной обработки : монография / К. А. Алтунин, М. В. Соколов. – Тамбов : Студия печати Павла Золотова, 2016. – 132 с.
5. **Алтунин, К. А.** Применение нейронных сетей для моделирования процесса токарной обработки / К. А. Алтунин, М. В. Соколов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2016. – Т. 22, № 1. – С. 122 – 133.
6. **Altunin, K. A.** Development of information support for intelligent CAD cutting processes / K. A. Altunin, M. V. Sokolov // Advanced Materials & Technologies. – 2017. – № 2. – P. 67 – 77.

References

1. **Pestrecov, S. I.** Konceptsiya sozdaniya sistemy avtomatizirovannogo proektirovaniya processov rezaniya v tekhnologii mashinostroeniya / S. I. Pestrecov, K. A. Altunin, M. V. Sokolov, V. G. Odnolko. – M. : Izdatelskij dom Spektr, 2012. – 221 p.
2. **Altunin, K. A.** Konceptsiya sozdaniya informacionnogo obespecheniya intellektualnoj-sistemy avtomatizirovannogo proektirovaniya processov rezaniya v tekhnologii-

mashinostroeniya : monografiya / K. A. Altunin, M. V. Sokolov. – Tambov : Studiya pechati Pavla Zolotova, 2015. – 112 p.

3. **Altunin, K. A.** Razrabotka programmy rascheta optimalnyh parametrov processa rezaniya : monografiya / K. A. Altunin, M. V. Sokolov, E. V. Tolmacheva. – Lap-Lambert academic publishing, Saarbryukken, Ggermaniya, 2014. – 81 p.

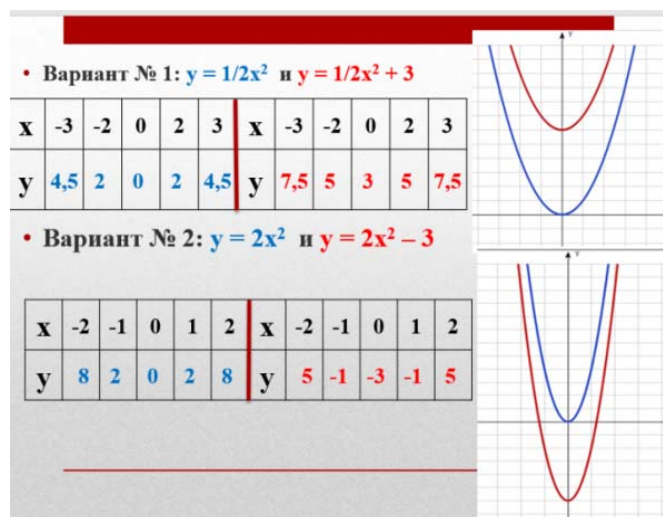
4. **Altunin, K. A.** Razrabotka sistemy podderzhki prinyatiya reshenij vybora re zhimnyh I konstruktivnyh parametrov tokarnoj obrabotki : monografiya / K. A. Altunin. M. V. Sokolov. – Tambov : Studiya pechati Pavla Zolotova, 2016. – 132 p.

5. **Altunin, K. A.** Primenenie nejronnyh setej dlya modelirovaniya processa tokarnoj obrabotki / K. A. Altunin, M. V. Sokolov // Vestnik tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo-universiteta. – 2016. – T. 22, № 1. – S. 122 – 133.

6. **Altunin, K. A.** Development of information support for intelligent CAD cutting processes / K. A. Altunin, M. V. Sokolov // Advanced Materials & Technologies. – 2017. – № 2. – P. 67 – 77.

Секция VIII

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБУЧЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ



УДК 377.169.3

Осипова И. А.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630369, e-mail: phys@nnn.tstu.ru)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ
ОСНОВАМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРИИ ПО НАНОТЕХНОЛОГИЯМ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ЛИЦЕЯ-ИНТЕРНАТА**

Osipova I. A.

¹Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630369, e-mail: phys@nnn.tstu.ru)

**MODELING THE PROCESS OF TRAINING
BASED ON RESEARCH ACTIVITIES
IN NANOTECHNOLOGY LABORATORY
OF POLYTECHNIC BOARDING COLLEGE**

Аннотация. Рассмотрены возможности лаборатории по нанотехнологиям политехнического лицея интерната ТГТУ по созданию условий для моделирования процесса обучения основам исследовательской деятельности.

Ключевые слова: Зондовый сканирующий микроскоп, атомно-силовая микроскопия, модель, исследовательская деятельность, нанотехнологии.

Abstract. The possibilities of the nanotechnology laboratory at the Polytechnic Boarding College of TSTU to create the conditions for modeling the teaching the basics of research are considered.

Keywords: probe scanning microscope, atomic force microscopy, model, research, nanotechnology.

На базе политехнического лицея-интерната в Тамбовском государственном техническом университете существует лаборатория по нанотехнологиям, на базе которой уже более 10 лет проводятся занятия со школьниками лицея и студентами университета, будущими специалистами в области нанотехнологий [1, 2], в ходе которых у учащихся есть возможность не только ознакомиться с устройством и принципом действия учебного зондового сканирующего микроскопа, а так же оценить границы его применения для исследований поверхностей разного типа материалов, размер структур и образований.

Известно, что научное исследование проходит в несколько этапов, в том числе постановка проблемы, выдвижение гипотезы исследования, подтверждение или опровержение ее результатами эксперимента. В этом исследовании несовершенств поверхностей на различных материалах дает широкие возможности для формирования научного мировоззрения школьников, практических навыков работы со сканирующим микроскопом, умения обработки полученных изображений программой ScanViewer, разнообразные фильтры которой позволяют более точно рассмотреть нужные элементы, отсеять несущественные, получать сечения поверхности в исследуемых направлениях.

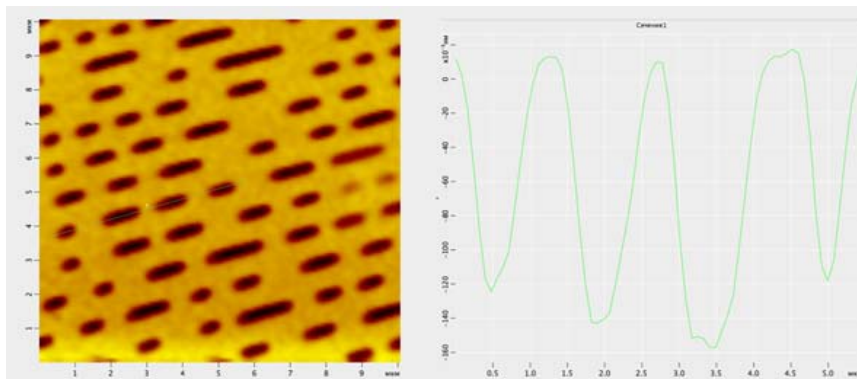


Рис. 1. 2D-изображение поверхности диска и сечение в горизонтальном направлении

В ознакомительном плане, как правило, исследуется поверхность заранее известного вида, например устройство лазерного CD-диска, определяется длина, глубина и ширина питов, шага и числа дорожек, на его основе рассматривается устройство отражательной дифракционной решетки, определяется ее период. На рисунке 1 показаны 2D-изображение диска и его сечение в горизонтальном направлении.

Лаборатория используется также и в научных целях. Неоднократно на базе лаборатории проводилась исследовательская работа учащимися лица, ребята выступают на научно-практических конференциях [3]. Несмотря на то, что сканирующий зондовый микроскоп создавался для учебного эксперимента, с его помощью неоднократно проводились исследования научного уровня. В частности сотрудниками лаборатории было проведено изучение рельефа поверхностей металлов [3] и полимеров [4, 5]. Для этого после сканирования поверхности оксидной пленки до и после воздействия окислительной смеси образцов из высокочистого алюминия А5N, проводилась оценка толщины оксидного слоя алюминия с точность от 2 до 50 нм.

Так же проводилось исследование поверхности микрофильтрационной мембраны марки МФА-МА. При этом были установлены особенности поверхности мембраны, внешний вид, оценены размеры микропоры на уровне 10 мкм от основания. На рисунке можно видеть морфологические особенности, полученные в результате исследования (рис. 2). Исследования микро- и нанофильтрационных мембран продолжается в настоящее время.

Таким образом, АСМ представляет большие возможности для исследований как в учебных, так и научных целях, позволяет выявлять особенности строения поверхностей с точностью от нескольких десятков нанометров. Однако, учитывая особенности имеющегося микроскопа, наиболее успешно он проявляет себя при изучении объектов

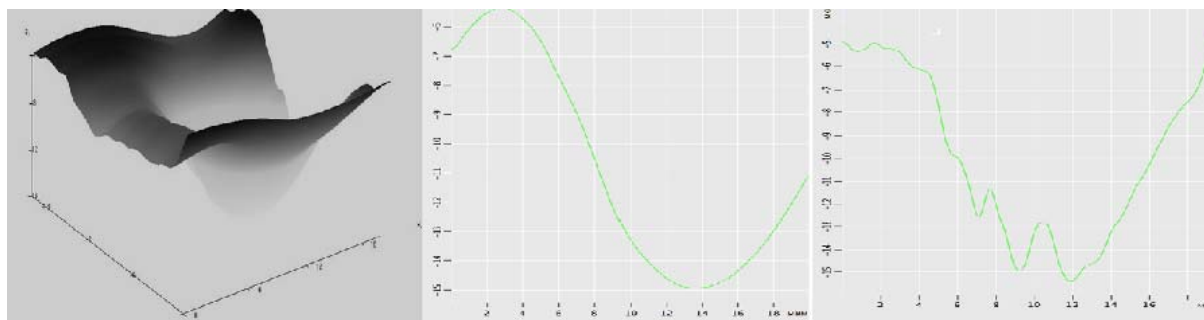


Рис. 2. 3D-изображение поверхности и сечения

размером несколько микрометров. Результаты научных исследований используются для постановки учебного эксперимента, что позволяет моделировать этапы научного исследования, готовить ребят к будущей исследовательской деятельности.

Список использованных источников

1. **Осипова, И. А.** Организация профессионально направленной среды при подготовке будущих инженеров в условиях непрерывной системы образования «школа-вуз» / И. А. Осипова // Труды Естественнонаучного и гуманитарного факультета Тамбовского государственного технического университета : сб. науч. и науч.-метод. ст. – Тамбов : Издательство Першина Р. В., 2014. – С. 241 – 250.
2. **Физика.** Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. М. Головин, О. С. Дмитриев, О. В. Исаева и др. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – 153 с.
3. **Попов, И.** Исследование поверхности мембран методом атомно-силовой микроскопии / И. Попов, С. Сибелев, И. А. Осипова / Грани творчества : краткие тез. докл. XXI форума исследователей ; под ред. д-ра техн. наук, проф. Е. И. Глинкина. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – С. 22.
4. **Иванов, В. Е.** Атомно-силовая микроскопия как метод исследования поверхности твердых тел / В. Е. Иванов, Г. С. Баронин, П. В. Комбарова // Труды Естественнонаучного и гуманитарного факультета Тамбовского государственного технического университета : сб. науч. и науч.-метод. ст. – Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2014. – С. 65 – 75.
5. **Иванов, В. Е.** Исследование морфологии поверхности микрофльтрационных мембран МФА-МА методом атомно-силовой микроскопии / В. Е. Иванов, И. А. Осипова, С. И. Лазарев, В. М. Поликарпов // Теплофизические исследования и измерения в энергосбережении, при контроле, управлении и улучшении качества продуктов, процессов и услуг : материалы Седьмой междунар. теплофизической школы: в 2 ч., Тамбов 20 – 25 сентября, 2010 г. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО «ТГТУ», 2010. – Ч. II. – С. 219–220.

References

1. **Osipova, I. A.** Organizatsiia professionalno napravlennoi sredy pri podgotovke budushchikh inzhenerov v usloviiah nepreryvnoi sistemy obrazovaniia “shkola-vuz” / I. A. Osipova // Trudy Estestvennonauchnogo i gumanitarnogo fakulteta Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta : sbornik nauchnykh i nauchno-metodicheskikh statei. – Tambov : Izdatelstvo Pershina R. V., 2014. – S. 241 – 250.
2. **Fizika.** Praktikum [Elektronnyiresurs] : uchebnoe posobie / Iu. M. Golovin, O. S. Dmitriev, O. V. Isaeva et al. – Tambov : Izd-vo FGBOU VO “TGTU”, 2017. – 153 s.
3. **Popov, I.** Issledovanie poverkhnosti membrane metodom atomno-silovoi mikroskopii / I. Popov, S. Sibelev, I. A. Osipova // Granitvorchestva : kratkie tezisy dokladov XXI foruma issledovatelei ; pod red. d. t. n. prof. E. I. Glinkina. – Tambov : Izd-vo FGBOU VO “TGTU”, 2017. – S. 22.
4. **Ivanov, V. E.** Atomno-silovaia mikroskopiia kak metod issledovaniia poverkhnosti tverdykh tel / V. E. Ivanov, G. S. Baronin, P. V. Kombarova // Trudy Estestvennonauchnogo igumanitarnogo fakulteta Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta : sbornik nauchnykh i nauchno-metodicheskikh statei. – Tambov : Izdatelstvo Pershina R. V., 2014. – S. 65 – 75.
5. **Ivanov, V. E.** Issledovanie morfologii poverkhnosti mikrofiltratsionnykh membran MFA-MA metodom atomno-silovoi mikroskopii / V. E. Ivanov, I. A. Osipova, S. I. Lazarev, V. M. Polikarpov // Teplofizicheskie issledovaniia i izmereniia v energosberezhonii, pri kontroli, upravlenii i uluchshenii kachestva produktov, protsessov i uslug : materialy Sedmoi mezhdunarodnoi teplofizicheskoi shkoly: v 2 ch. Tambov, 20 – 25 sentiabria. 2010 g. – Tambov : Izd-vo GOU VPO “TGTU”, 2010. – Ch. II. – S. 219–220.

УДК 004.89:378

Рыков В. И.¹, Макарова С. Ю.²

Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия, г. Уфа

¹(Тел. (3472) 272-63-07, e-mail: virykov@gmail.com),

²(Тел. (3472) 272-63-07, e-mail: svet_makarova1@mail.ru)

**МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ
ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКА ВУЗА НА ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО
ПОДХОДА С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ПРОИЗВОДСТВА**

Rykov V. I.¹, Makarova S. Yu.²

Ufa State Aviation Technical University, Russia, Ufa

¹(Tel (3472) 272-63-07, e-mail: virykov@gmail.com),

²(Tel. (3472) 272-63-07, e-mail: svet_makarova1@mail.ru)

**A METHOD OF FORMING QUALITY MANAGEMENT MODEL
OF UNDERGRADUATE TRAINING ON THE BASIS
OF THE COMPETENCE-BASED APPROACH AND INDUSTRY REQUIREMENTS**

Аннотация. Рассматривается задача обучения специалистов в условиях информационного уклада экономики. В рамках компетентностного подхода предлагается методология реализации образовательных программ высшей школы, обеспечивающих подготовку востребованных специалистов. В работе последовательно используются системные и объектно-ориентированные методы информационных технологий.

Ключевые слова: компетенция, компетентность, компетентностный подход, требования работодателей, знания, умения, навыки, поведение.

Abstract. The problem of training specialists in the context of the information economy is considered. Using the competence-based approach, the methodology of realization of educational programs of the higher education is developed. The research consistently uses system- and object-oriented methods of information technology.

Keywords: competence, competency, competence-based approach, employer requirements, knowledge, skills, behavior.

Введение. Развитие информационного уклада в технологии производства [1] вызвало существенные изменения в требованиях работодателей к производственным возможностям и трудовому поведению персонала. Возникла ситуация, когда стало трудно найти работника с требуемым набором знаний и умений. Более того, традиционные способы оценки возможностей специалиста по форме его образования и опыту работы не давали в новых условиях достоверного результата.

Как следствие, в области управления трудовыми ресурсами (HR) и профессиональном обучении (VET) широкое распространение получил компетентностный подход [2].

1. **Методы и средства компетентного подхода.** В основе указанного подхода лежат понятия «компетенция» и «компетентность». Особенности национальной культуры, разница в подходах к методике набора персонала и методологии профессионального обучения породили большое количество определений, моделей и толкований указанных понятий [3], в определенной степени противоречивых и взаимоисключающих.

В рамках компетентного подхода предлагаются следующие определения:

- компетенция – технология или методология (способность), владение которой, наряду с другими компетенциями, позволяет специалисту определять или управлять бизнес – процессами, входящими в сферу его компетенций с требуемым уровнем компетентности;
- компетентность – это измеряемое качество специалиста по решению конкретной задачи или управлению бизнес-процессами. Специалист имеет определенную компетентность в сфере его компетенций;
- под компетентным подходом в образовании понимается реализация образовательной программы, формирующей облик специалиста, компетентность которого удовлетворяет потребностям производства для конкретного рабочего места.

Определения близки по смыслу к аналогичным определениям, предлагаемым в источниках [4 – 6, 10].

Рассмотрим методы и средства компетентного подхода. Рамки информационного уклада значительно повысили значение человеческого фактора в производственных процессах и существенно изменили требования к набору компетенций специалиста и к их уровню. В условиях высокотехнологичного производства человек стал играть роль основного ресурса.

Смена технологического уклада вызвала ускорение технического прогресса, что привело к быстрому и часто непредсказуемому обновлению набора компетенций, требуемых специалисту для успешного выполнения конкретной работы. Гармония между производством и образованием, существующая со средних веков, была нарушена. Учитывая отрицательный эффект избыточной квалификации специалиста, видим, что перед системой обучения возникли достаточно сложные разноплановые задачи.

Рассмотрим базовую для системы образования задачу – подготовку специалиста высокого качества. Качество специалиста можно определить как совокупность объективно присущих выпускнику свойств и характеристик, набор и уровень которых необходим и достаточен для деятельности по производству продукции с параметрами, удовлетворяющими потребителя [7].

В рамках компетентного подхода компетенции определяют функциональный облик специалиста, а компетентности – поведенческий.

Из определений понятий компетенции и компетентности, используемых в данной работе, следует, что качество специалиста задается его компетентностью и определяется в процессе его трудовой деятельности. Определено оно может быть только как результат исполнения специалистом его профессиональных обязанностей и, следовательно, недоступно для измерения в рамках учебного заведения, обучающего указанного специалиста.

Вузу известны только требования промышленности к компетенциям специалиста, обеспечивающие его компетентность. Указанные требования формулируются в терминах обеспечения реализации или управления бизнес-процессами, т.е. в терминах компетенций [10].

Специфическая производственная терминология обычно требует расшифровки, уточнения или перевода на устоявшийся язык данной предметной области. Сделать это можно только изучив (сформировав модели) основных бизнес-процессов, входящих в сферу компетенций требуемого специалиста. В свою очередь, вуз может реализовать наличие требуемых у выпускника компетенций, только находясь в рамках конкретной

образовательной программы. В соответствии с работой [8], назовем компетенции, полученные выпускником вуза «Компетенции Результата Образования» (РО компетенции).

Определим заинтересованные стороны процесса подготовки специалиста для конкретного производства. Это вуз в лице его преподавателей и специалистов отдела обучения. Производство представляют работники отделов кадров, начальники функциональных служб, технологи указанных служб. Государство представляют чиновники министерства образования.

Выделим ключевые этапы жизненного цикла процесса обучения специалиста. Предполагается, что вуз имеет тесные связи с промышленностью и использует информацию о результатах деятельности своих выпускников на рабочих местах, т.е. формирование и определение методология реализации образовательной программы носит циклический характер с непрерывным ее уточнением.

Зададим цикл формирование образовательной программы. Составляющими данного цикла являются:

- цикл согласования требований промышленности к набору и уровню компетенций специалиста, включающий:

- 1) анализ требований промышленности к набору и уровню компетенций специалиста;
- 2) построение и согласование терминологической и функциональной составляющих модели компетентностей, обеспечиваемых данными компетенциями;
- 3) согласование терминологической и функциональной составляющих к набору и уровню компетенций специалиста;

- определение модели выпускника;

- цикл формирования требований к облику РО в терминах компетенций (формирование/уточнение содержания образовательной программы), содержащий:

- 1) описание и согласование со всеми заинтересованными лицами требований к облику РО (образовательной программы) в терминах компетенций;
- 2) описание методологии реализации компетенций РО средствами обучающих модулей (зачетных единиц);

- реализация образовательной программы.

Ключевым моментом формирования качеств выпускника является понимание специалистами вуза требований промышленности к его компетентности. Требования к набору профессиональных РО компетенций выпускника определяется в цикле согласования требований промышленности к перечню и уровню указанных компетенций. Ключевой позицией описываемой технологии является взаимосогласованное понимание специалистами вуза и промышленности специфики деятельности будущего специалиста.

Модель Компетентности (МК) представляет собой множество компетентностей (competencies), которые формируют возможность успешной деятельности организации, роли или выполнения конкретной работы [4].

МК можно представить в виде [9] (рис. 1).

МК используется для целей:

- задание компетентностных (competency) требований для успешного выполнения конкретной работы;
- определения возможностей для повышения качества выполнения данной работы;
- определения необходимости повышения квалификации и профессионального роста работника.

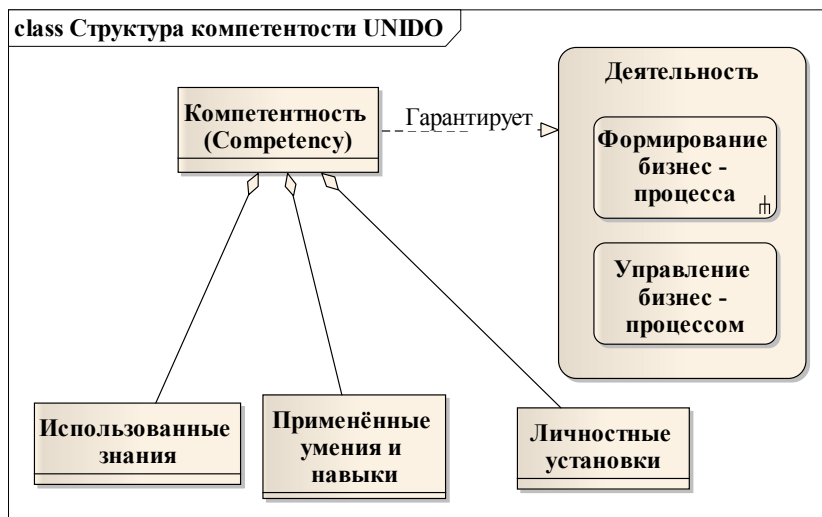


Рис. 1. Структура компетентности

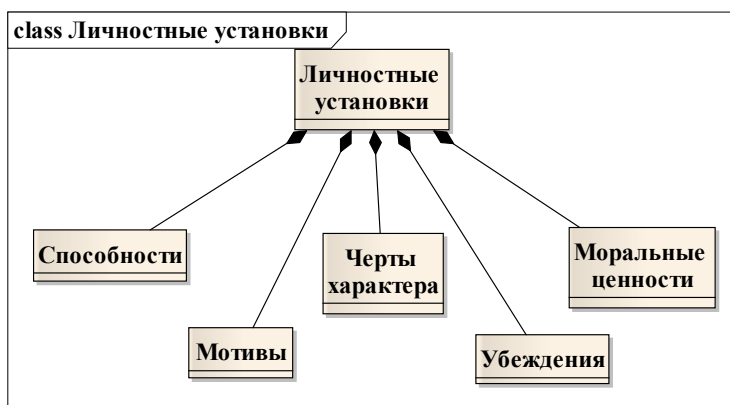


Рис. 2. Структура личностных установок

Личностные установки специалиста можно представить в виде [9] (рис. 2).

Заметим, что личностные установки во многом являются решающими для успешной деятельности специалиста, но реально проявляются только в процессе профессиональной деятельности и представляют собой «невидимую часть айсберга» структуры личности не только в рамках вуза, но и для процесса рекрутинга.

Для определения требуемого набора компетенций выпускника (облика образовательной программы):

- строится, с необходимой детализацией, модель бизнес-процессов предприятия;
- для каждого бизнес-процесса модели определяются требуемые компетентности;
- для заданной компетентности формируется набор знаний, умений и навыков, а также личностных установок, доступных для формирования в вузе;
- результаты сводятся в онтологию, и устойчивый набор знаний, умений, навыков и личностных установок задается как компетенция, оформленная в виде концепта данной онтологии.

Дополнительно проводится анализ личностных установок и строится частная онтология модели специалиста.

Различаются модели:

- Узкий специалист. Предполагается в дальнейшем обладание высокой компетентностью в достаточно узкой области производства;
- Базовая модель. Имеет необходимый набор компетенций для конкретного вида производства и имеет заданный настрой на обучение и повышение компетентности для работы в смежных областях.
- Профессионал. Имеет избыточный по содержанию и глубине набор компетенций, имеет высокий уровень притязаний, подкрепленный соответствующими свойствами личности.

Рассмотрим методологию и возможные средства реализации описанного выше алгоритма решения задачи обучения специалиста.

Компетенция в промышленности обычно имеет составляющие: знания, умения и поведение. Структура компетенции в промышленности отличается от аналогичной структуры в вузе. Навык, в рамках функционального подхода, понимается, как доведенное до автоматизма умение выполнять определенную технологическую операцию.

Особую роль в методологии профессионального отбора и оценивания играет поведенческая (behavior) компонента компетентности [9]. Соответствующие личностные компетенции играют решающую роль в определении уровня компетентности специалиста, но с трудом поддаются определению на этапе рекрутинга и тем более обучения.

Компетенции, формулируемые на уровне производства, вообще говоря, не позволяют напрямую использовать их при составлении плана обучения. Знания, навыки и умения, представленные в конкретной производственной компетенции, могут относиться к различным дисциплинам вуза или даже областям знания.

Для дальнейшей работы по управлению учебным планом предполагается наличие онтологии понятий «знать, уметь и иметь навык» в рамках гносеологии высшей школы, отражающих требования ФГОС к специальностям и отдельным дисциплинам. Указанная онтология используется как база знаний, представляющая требования ФГОС к специалисту в разрезе разделов знания (knowledge) с позициями, сопоставленными соответствующим компетенциям.

Следуя логике работы [10], обозначим алгоритм подготовки учебного плана. Пусть:

- K_P – множество концептов «Знать», «Уметь», «Иметь навык» соответствующей онтологии, реализующих требованиям промышленности к специалисту;
- $K_{ГОС}$ – множество аналогичных концептов той же онтологии, сформированных по компетенциям ФГОС.

Пересечение $K_B = K_P \cap K_{ГОС}$ задает общую часть указанных множеств, и определяет концепты, уже имеющиеся в стандарте ФГОС.

Множество $K_\Delta = K_P \setminus K_{ГОС}$ определяет концепты, не обеспеченные текущим стандартом обучения.

На базе множества K_B , согласно структуре базы знаний, восстанавливаются соответствующие компетенции ФГОС, и выполняется поиск специальности, наиболее близкой к концептам K_B в рамках заданного функционала. Включение концептов K_Δ в образовательную программу обеспечивается за счет дополнительных дисциплин по выбору или специализации. В случае отсутствия подходящей специальности формируется соответствующий учебный план.

Требуемый тип модели специалиста (см. выше) задается через показатели уровня усвоения, уровня и степени представления учебного материала и степени автоматизации усвоения. Для учета требований производства к компоненте личностных установок специалиста предполагается разработка и проведение соответствующих тренингов. Программа тренингов может быть разработана согласно указанной выше технологии, с учетом компоненты личностных установок производственной модели компетентностей.

Работа по формированию и управлению онтологией ведется в рамках дескриптивной логики, формирование и оптимизация учебного плана выполняется в рамках объектного подхода.

Предлагаемая методология учитывает реалии стандарта качества ISO9000 и позволяет построить эффективную модель управления качеством подготавливаемого специалиста, согласно возможностям вуза и требованиям производства.

Список используемых источников

1. **Европейское** социальное исследование: изучение базовых социальных, политических и культурных изменений в сравнительном контексте Россия и 25 стран Европы Аналитический доклад 2008 г. [Электронный ресурс]. – URL : http://www.cessi.ru/fileadmin/user_upload/Analytical_report.pdf (дата обращения: 27.12.2012).
2. **Лайл М. Спенсер-мл.** Компетенции на работе. Модель максимальной эффективности работы / Лайл М. Спенсер-мл., Сайн М. Спенсер ; пер. с англ. – М. : НИРО, 2005. – 384 с.
3. **Francoise Delamare Le Deist & Jonathan Winterton** // Human Resource Development International. – 2005, March. – V. 8, № 1. – P. 27 – 46.
4. **Jabatan Kerja Raya Competency model & dictionary** [Электронный ресурс]. – URL : <http://ru.scribd.com/doc/101318523/Model-Dictionary> (дата обращения: 20.01.2013).
5. **Компетенция** Словарь терминов [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.hr-portal.ru/varticle/kompetentsiya> (дата обращения: 20.01.2013).
6. **Голуб, Г. Б.** Стандарты третьего поколения: чему учить и что проверять на выходе / Г. Б. Голуб, И. С. Фишман, Л. И. Фишман // Вопросы образования. – 2010. – № 3. – С. 102 – 114.
7. **Байдено, В. И.** Выявление состава компетенций выпускников вузов как необходимый этап проектирования ГОС ВПО нового поколения : метод. пособие / В. И. Байденко. – М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. – 72 с.
8. **Беспалько, В. П.** Слагаемые педагогической технологии / В. П. Беспалько. – М. : Педагогика, 1989. – 192 с.
9. **Тузовский, А. Ф.** Системы управления знаниями / А. Ф. Тузовский // Методы и технологии. – Томск : Изд-во науч.-техн. лит., 2005. – С. 258.
10. **Мартынов, В. В.** Подход к разработке оптимальной компетентностной модели выпускника с учетом динамично изменяющихся требований работодателя / В. В. Мартынов, С. Ю. Макарова // Информатизация образования и науки. – 2017. – № 4(36). – С. 120 – 133.

References

1. **Evropejskoe** social'noe issledovanie: izuchenie bazovyh social'nyh, politicheskikh i kul'turnyh izmenenij v sravnitel'nom kontekste Rossiya i 25 stran Evropy Analiticheskij doklad 2008 g. [EHlektronnyj resurs]. – URL : http://www.cessi.ru/fileadmin/user_upload/Analytical_report.pdf (data obrashcheniya: 27.12.2012).
2. **Lajl M. Spenser-ml.** Kompetencii na rabote. Model' maksimal'noj ehffektivnosti raboty / Lajl M. Spenser-ml., Sajn M. Spenser ; per. s angl. – M. : HIPPO, 2005. – 384 s.
3. **Francoise Delamare Le Deist & Jonathan Winterton** // Human Resource Development International. – 2005, March. – V. 8, № 1. – P. 27 – 46.
4. **Jabatan Kerja Raya** Competency model & dictionary [EHlektronnyj resurs]. – URL : <http://ru.scribd.com/doc/101318523/Model-Dictionary> (data obrashcheniya: 20.01.2013).
5. **Kompetenciya** Slovar' terminov [EHlektronnyj resurs]. – URL : <http://www.hr-portal.ru/varticle/kompetentsiya> (data obrashcheniya: 20.01.2013).
6. **Golub, G. B.** Standarty tret'ego pokoleniya: chemu učit' i chto proverjat' na vyhode / G. B. Golub, I. S. Fishman, L. I. Fishman // Voprosy obrazovaniya. – 2010. – № 3. – S. 102 – 114.
7. **Bajdenko, V. I.** Vyyavlenie sostava kompetencij vypusknikov vuzov kak neobhodimyj ehtap proektirovaniya GOS VPO novogo pokoleniya : metodicheskoe posobie / V. I. Bajdenko. – M. : Issledovatel'skij centr problem kachestva podgotovki specialistov, 2006. – 72 s.
8. **Bespal'ko, V. P.** Slagaemye pedagogicheskoy tekhnologii / V. P. Bespal'ko. – M., Pedagogika, 1989. – 192 s.
9. **Tuzovskij, A. F.** Sistemy upravleniya znaniyami / A. F. Tuzovskij // Metody i tekhnologii. – Tomsk : Izd-vo nauch.-tekhn. lit., 2005. – S. 258.
10. **Martynov, V. V.** Podhod k razrabotke optimal'noj kompetentnostnoj modeli vypusknika s uchetom dinamichno izmenyayushchihsy trebovanij rabotodatelya / V. V. Martynov, S. Yu. Makarova // Informatizaciya obrazovaniya i nauki. – 2017. – № 4(36). – S. 120 – 133.

УДК 372.8

Шувалова Е. Ю.

Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева,
Россия, г. Саранск
(Тел. (8953)0287782, e-mail: shuvalova.ekaterina.97@mail.ru)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМА СРАВНЕНИЯ
ПРИ РАССМОТРЕНИИ ТЕМЫ «ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ. АЛГОРИТМЫ»
В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ**

Shuvalova E. Yu.

M. E. Evsevev Mordovia State Pedagogical Institute, Russia, Saransk
(Tel. (8953)0287782, e-mail: shuvalova.ekaterina.97@mail.ru)

**THE USE OF COMPARISON
IN TEACHING “INFORMATION PROCESSING. ALGORITHMS”
IN THE SCHOOL COURSE OF COMPUTER SCIENCE**

Аннотация. Алгоритм является основным понятием в курсе информатики средней школы. Для учителя информатики важной задачей является формирование у обучающихся умения обрабатывать информацию по алгоритму. В данной статье сравнение описывается как эффективный дидактический прием, позволяющий решить эту задачу. Приводятся различные трактовки определения этого понятия. Рассматривается использование приема сравнения на уроке информатики по теме: «Обработка информации. Алгоритмы».

Ключевые слова: информатика, алгоритм, цикл с предусловием, дидактический прием, сравнение.

Abstract. An algorithm is a basic concept in a school computer science course. For a computer science teacher, an important task is to develop students' ability to process information according to the algorithm. This article describes the comparison as an effective didactic technique to solve this problem. Various interpretations of the definition of this concept are given. We consider the use of comparison techniques in the classroom of computer science on the topic: “Information Processing. Algorithms”.

Keywords: computer science, algorithm, cycle with precondition, didactic technique, comparison.

В настоящее время в образовательной деятельности все большее внимание уделяется формированию логических приемов, которые входят в состав универсальных учебных действий (УУД). Логические действия развивают мышление обучающихся, позволяют правильно понимать причинно-следственные связи и переносить способы решения задач одних видов на другие. Одним из логических приемов является сравнение. Используя приема сравнения, можно выявить существенные отличия различных объектов, уточнить возможность применения способов решения в конкретных ситуациях. Проанализируем его трактовки.

Во-первых, сравнение – это *логическая операция*. Она состоит из анализа, т.е. выделения нужных признаков у объектов, и сопоставления однородных признаков, присутствующих объектам. Сравнение позволяет изучить существенное в объекте посредством сопоставления его с другими объектами, выявления сходства и различий.

Во-вторых, сравнение – это *дидактический прием*. Педагог использует его на уроке для передачи детям знаний и формирования их представлений, для установления связи новых представлений с уже имеющимися. В педагогике определено значение сравнения как основного приема, способствующего легкому и более качественному усвоению знаний у детей.

В-третьих, сравнение сейчас рассматривают как *универсальное учебное действие*. И если логическая операция – это «инструмент» мышления, то УУД – это «инструмент» деятельности. С появлением деятельности возникает главное условие «существования» универсального учебного действия – цель. Ведь оттого, какую цель мы выбираем, объекты сравнения, выбираем определенные аспекты и признаки сравнения. И только после этого начинаем сопоставлять, находить сходство и различие, делать вывод [1].

В данной статье сравнение предлагается использовать как дидактический прием на примере урока информатики по теме: «Обработка информации алгоритма» [2].

Тип урока – открытие нового знания.

Целью урока является формирование понимания процесса обработки информации как выполнение алгоритма [3].

Ставятся следующие задачи.

Образовательные – закрепить знания об основных информационных процессах: хранение и передача информации, формировать умение обрабатывать информацию с помощью алгоритмов; применять полученные знания в незнакомой и несколько измененной ситуации; формировать общеучебные и общекультурные навыки работы с информацией.

Развивающие – развивать познавательный интерес учащихся; избирательность внимания, творческую активность, логические операции: анализ, сравнение, обобщение.

Воспитательные – учить осознавать значение навыков работы на компьютере в учебе и жизни, формировать представление о компьютере как средстве обучения; формировать представление о роли классификации в жизни; устанавливать межпредметные связи с математикой; развивать умение отстаивать собственную точку зрения.

На этапе введения нового материала алгоритм трактуется как способ обработки информации. В качестве примера в учебнике предлагается вспомнить алгоритм Евклида для нахождения наибольшего общего делителя (НОД) двух чисел. Для демонстрации разных способов решения данной задачи были взяты еще два алгоритма. Сначала с учащимися вспоминают математические способы: разложение на множители и деление уголком.

$$\begin{array}{r|l} 36 & 2 \\ 18 & 2 \\ 9 & 3 \\ 3 & 3 \\ 1 & \end{array} \quad \begin{array}{r|l} 48 & 2 \\ 24 & 2 \\ 12 & 2 \\ 6 & 2 \\ 3 & 3 \\ 1 & \end{array}$$

$$36 = 2^2 \cdot 3^2 \quad \text{НОД}(36;48) = 2^2 \cdot 3^1 = 4 \cdot 3 = 12$$

$$48 = 2^4 \cdot 3^1$$

Рис. 1. Разложение на простые множители

Нахождение НОДа с помощью разложения на простые множители предполагает следующие действия. У нас имеются два натуральных числа (например, 36 и 48), мы раскладываем каждое из них на простые множители. Далее выделяем общие множители, берем каждый из них с наименьшим из показателей и полученные степени перемножаем (рис. 1).

Второй способ – это деление уголком. Из двух натуральных чисел выбираем большее и делим его на второе число (в нашем случае 48 на 36). Затем 2-е число мы делим на остаток от деления, и продолжаем процесс до тех пор, пока остаток не станет равным нулю. Последний, отличный от нуля остаток, и будет НОДом двух чисел (у нас это 12) (рис. 2).

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{r}
 -48 \overline{)36} \\
 -36 \\
 \hline
 0
 \end{array} \\
 \begin{array}{r}
 -36 \overline{)12} \\
 -36 \\
 \hline
 0
 \end{array} \\
 \begin{array}{r}
 -36 \overline{)3} \\
 -36 \\
 \hline
 0
 \end{array}
 \end{array}$$

Рис. 2. Деление уголком

Однако математические способы нахождения НОДа не подходят для программирования. Арифметические действия второй ступени – умножение и деление сводятся к действиям первой ступени – сложению и вычитанию. Поэтому запрограммировать деление затруднительно уже на этапе составления блок-схемы. В связи с этим применяется другой алгоритм, а именно, цикл с предусловием, позволяющий заменить деление на вычитание. Рассмотрим его.

Итак, нам нужно найти НОД чисел 48 и 36. Будем решать задачу в общем виде, потому что числа могут меняться и вводиться с клавиатуры. Пусть $M = 48$, $N = 36$. Как известно, любая блок схема начинается с блока «начало». Далее мы вводим наши переменные M и N . Затем проверяем, равны ли числа M и N – это и есть наше главное условие. Если Да, то любое из них является их НОДом, пусть он равен M . Если Нет – переходим к сравнению, какое из чисел M и N больше. Если M больше N , то M присваиваем значение разности чисел M и N . Если Нет, наоборот, N присваиваем значение разности чисел N и M . После этого мы опять должны проверить наши числа M и N на равенство. Цикл заканчивается при условии равенства M и N . Затем выводим M , который равен НОДу двух чисел. Запись алгоритма выполняем с помощью блок-схемы (рис. 3).

Сравнивая эти 3 способа, приходим к выводу, что их использование дает равные результаты, то есть данная задача может быть решена любым из указанных способов. Показана работа трех алгоритмов обработки информации как трех способов решения одной информационной задачи. Заметим, что алгоритм цикл с предусловием базируется на алгоритме нахождения НОД уголком, потому что деление – это вычитание одинаковых чисел одно или несколько раз.

В качестве домашнего задания обучающимся предлагается найти тремя способами НОД двух чисел, одно из них – дата их рождения, (например, 31 марта запишется как 3103), а второе – год их рождения (например, 2004). Считаем, что цель урока достигнута за счет эффективного использования приема сравнения.

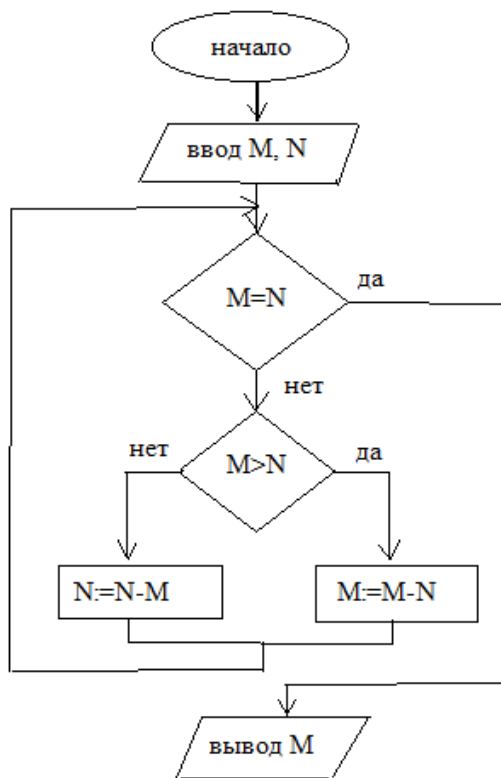


Рис. 3. Блок-схема

Таким образом, прием сравнения можно считать эффективным дидактическим средством. Он позволяет развивать логическое мышление, обучать реализовывать разные способы решения задач, делать общие выводы.

Список использованных источников

1. **Универсальное** учебное действие «сравнение» – новая профессиональная задача для педагога. Точка ПСИ. [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.tochkapsy.ru/3202>, свободный (дата обращения: 15.10.2018).
2. **Семакин, И. Г.** Информатика и ИКТ. Базовый уровень : учебник для 10–11 классов / И. Г. Семакин, Е. К. Хенер. – 8-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 246 с.
3. **Семакин, И. Г.** Информатика. 10–11 классы. Базовый уровень : метод. пособие / И. Г. Семакин. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. – 64 с.

References

1. **Universal'noe** учебное dejstvie “sravnenie” – novaya professional'naya zadacha dlya pedagoga. Tochka PSI. [Elektronnyj resurs]. URL : <http://www.tochkapsy.ru/3202>, svobodnyj (data obrashcheniya: 15.10.2018).
2. **Semakin, I. G.** Informatika i IKT. Bazovyj uroven' : uchebnyk dlya 10–11 klassov / I. G. Semakin, E. K. Hener. – 8-e izd. – M. : BINOM. Laboratoriya znaniy, 2012. – 246 s.
3. **Semakin, I. G.** Informatika. 10–11 klassy. Bazovyj uroven': metodicheskoe posobie / I. G. Semakin. – M. : BINOM. Laboratoriya znaniy, 2016. – 64 s.

УДК 372.8

Рыпаева Е. В.

Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева,
Россия, г. Саранск
(Тел. (8951)0599841, e-mail: eva.rypaeva.1996@mail.ru)

ПРОБЛЕМА ОБУЧЕНИЯ АЛГОРИТМИЗАЦИИ В КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ

Rypaeva E. V.

M. E. Evseyev Mordovia State Pedagogical Institute, Russia, Saransk
(Tel. (8951)0599841, e-mail:eva.rypaeva.1996@mail.ru)

THE PROBLEM OF TEACHING ALGORITHMS IN THE COMPUTER SCIENCE COURSE AT SECONDARY SCHOOL

Аннотация. Проблемная ситуация – это одно из главных средств активизации учебной деятельности учащихся. Проблемная ситуация возникает когда имеется несколько вариантов решения при ограниченной информации, исходных данных. Основная цель создания проблемных ситуаций – осознание и разрешение этих ситуаций в ходе совместной деятельности обучающихся и учителя, а также в овладении учащимися в процессе такой деятельности знаниями и общими принципами решения проблемных задач. В данной статье анализируется проблема обучения алгоритмизации в курсе информатики, выявляется уровень развития алгоритмического мышления учащихся основной школы.

Ключевые слова: алгоритмизация, проблемное обучение, проблемная ситуация на уроке.

Abstract. A problem situation is one of the main means of enhancing the educational activities of students. The problem situation occurs most often when there are several solutions with limited information, source data. The main purpose of creating problem situations is to understand and resolve these situations in the course of joint activities of students and teachers, with optimal independence of students and under the General guidance of the teacher, as well as in the mastery of students in the process of such activities knowledge and General principles of solving problem problems. Therefore, in my article I analyze the problem of learning algorithmization in the course of Informatics of primary school and identify the level of development of algorithmic thinking of students.

Keywords: algorithmization, problem training, problem situation in the classroom.

Одним из важнейших понятий курса информатики и информационных технологий основной школы является понятие алгоритма. Существует несколько подходов преподавания данной темы в школьном курсе информатики, однако до сих пор обучающиеся испытывают большие трудности при изучении алгоритмизации. На наш взгляд, это связано с таким противоречием: большой объем содержания раздела и недостаточное количество часов, выделенных на его изучение.

В качестве критериев определения уровня знаний и алгоритмического мышления учащихся можно использовать предметные результаты, полученные при изучении данного раздела.

Был проведен констатирующий педагогический эксперимент, цель которого – выявление уровня развития алгоритмического мышления учащихся 6-го класса.

Задачи констатирующего эксперимента:

- выявить типичные ошибки учащихся, допущенные при выполнении контрольных мероприятий;
- определить предметные результаты у учащихся по разделу «Алгоритмизация и программирование».

В 6-м классе проводилось тестирование и контрольная работа. Число учащихся, их выполнивших, составило 25 человек.

Тест содержал 10 вопросов. Приведем некоторые из них:

1. Что нельзя считать алгоритмом?
 - а) Пословицы
 - б) Кулинарный рецепт
 - в) Список класса
 - г) Инструкция сканера
2. Выполнение упражнения во время утренней зарядки – это ...
 - а) Линейный алгоритм
 - б) Алгоритм с повторением
 - в) Алгоритм с ветвлением
 - г) Не является алгоритмом
3. Если предложение «Любишь кататься, люби и саночки возить» представить в виде алгоритма, то это будет:
 - а) Линейный алгоритм
 - б) Алгоритм с повторением
 - в) Алгоритм с ветвлением
 - г) Не является алгоритмом
5. Никита сорвал большой подсолнух и решил посчитать, сколько в подсолнухе семечек. Просчитав в первом, втором и третьем ряду, он заметил, что в каждом следующем ряду семечек было на 12 меньше, чем в предыдущем. Определи, сколько семечек окажется в шестом ряду, если в первом ряду их было 180 штук.
 - а) 132
 - б) 120
 - в) 108
 - г) нет верного ответа.

Тестирование дало следующие *результаты*.

1. 92% учащихся понимают термин «алгоритм», могут привести пример алгоритма.
2. 76% учащихся могут подобрать алгоритмическую конструкцию, соответствующую заданной ситуации.
3. 64% учащихся понимают правила записи алгоритма содержащих алгоритмическую конструкцию «ветвление».
4. 84% учащихся усвоили правила записи алгоритма содержащих алгоритмическую конструкцию «следование».
5. 68% учащихся могут разрабатывать план действий для решения задачи.
6. 56% учащихся научились исполнять алгоритмы, содержащие повторения.

7. 52% учащихся по данному алгоритму определяют, для решения какой задачи он предназначен.

8. 76% учащихся исполняют алгоритмы для формального исполнителя, заданной системой команд.

9. 68% учащихся знают алгоритмы для формального исполнителя.

10. 80% учащихся научились исполнять алгоритмы для формального исполнителя.

Результаты тестирования, проведенного в 6-м классе, представлены в виде диаграммы на диаграмме на рис. 1.



Рис. 1. Результаты тестирования учащихся 6-го класса

Контрольная работа содержала по 5 заданий для 1 и 2 вариантов.

Приведем ее текст для одного из вариантов.

Вариант № 1

1. Составьте блок-схему для данного фрагмента программы.

вперед (2);

пока (справа_стена)

{посади;

вперед (1);}

2. Составить блок-схемы к следующей фразе: если низко летают ласточки, то будет дождь; если уроки выучены иди гулять, иначе сиди учи.

3. Имеется четыре куска мыла различной массы. Как пользуясь чашечными весами без гирь, путем не более пяти взвешиваний расположить их в порядке убывания масс? Опишите последовательность действий в виде нумерованного списка.

4. Два солдата подошли к реке, по которой на лодке катаются двое мальчиков. Как солдатам переправиться на другой берег, если лодка вмещает только одного солдата либо двух мальчиков, а солдата и мальчика уже не вмещает?

5. Как при помощи 5-ти литрового и 9-ти литрового ведра набрать из реки 3 литра воды?

Контрольная работа дала следующие результаты.

1. 90% учащихся усвоили правила выполнения и записи алгоритма «ветвление».

2. 72% учащихся усвоили правила записи и выполнение алгоритма, содержащего ветвление и повторение.

3. 68% учащихся научились разрабатывать план действий для решения задач.

4. 60% учащихся научились исполнять алгоритмы, содержащие ветвление и повторения.



Рис. 2. Результаты контрольной работы в 6-ом классе

Результаты контрольной работы, проведенной в 6-м классе, представлены в виде диаграммы на диаграмме на рис. 2.

Таким образом, по разделу «Алгоритмизация» у учащихся 6-го класса были выявлены следующие типичные ошибки:

- неверное определение алгоритма, необходимого для решения предложенной задачи;
- неправильное исполнение алгоритмов, содержащих ветвление и цикл;
- неверное определение значения переменной по заданному алгоритму.

Опишем приемы создания проблемных ситуаций в соответствии с умениями, характеризующими уровни развития алгоритмического мышления учащихся. При изучении новой темы «Алгоритмы и исполнители», в 6-м классе можно применить следующую проблемную ситуацию. *Цель* – формирование умения составлять алгоритм. *Тип проблемной ситуации* – противоречие между практически достигнутым результатом выполнения учебного задания и отсутствием у учащихся знаний для его теоретического обоснования. *Прием создания проблемной ситуации* – использование экспериментов и жизненных наблюдений учащихся; постановка проблемных вопросов и организация дискуссий.

Приведем фрагмент урока на тему: «Алгоритмы и исполнители»

Рассмотрим этап мотивации к изучению нового понятия.

Учитель: Добираясь с утра до школы, все вы выполняете определенные действия, похожие на те, что выполняли в предыдущие дни. Перечислите эти действия.

Учащиеся: Приводят перечень действий, совершаемых ими ежедневно, во время пути от дома до школы.

Учитель: Приведите примеры других ситуаций из жизни, которые можно пописать с помощью перечня действий.

Учащиеся: Приводят примеры требуемых ситуаций.

Учитель: Как вы считаете, на что направлено осуществление этих действий, или составление плана действий?

Учащиеся: Составление плана действий направлено на достижение конечного результата.

Учитель: Да верно, а эти действия называются алгоритм. Алгоритм – это организованная последовательность действий, понятных для некоторого исполнителя, ведущая

к решению поставленной задачи. А исполнитель алгоритма – это некоторая абстрактная или реальная система, способная выполнить действия, предписываемые алгоритмом.

Учитель: Составьте инструкцию о том, как надо кипятить воду в чайнике на газовой плите, чтобы по инструкции любой ребенок, которому разрешат родители, смог бы это сделать. К достижению какого результата приведет выполнение данной инструкции ребенком?

Учащиеся: Составляют и предлагают варианты своих инструкций.

Учитель: Что нам необходимо знать для того, чтобы составлять подобного рода инструкции? Приведите пример ситуации построения подобного плана действий.

Учащиеся: Нам необходимо знать, для чего эта инструкция предназначена, или какой результат мы хотим получить в итоге. Например, ситуация – переход через дорогу. План действий:

- 1) подойти к перекрестку;
- 2) посмотреть на светофор;
- 3) посмотреть налево, направо (убедиться, что машины прошли);
- 4) начать движение, проходить;
- 5) зайти на ступень другого края дороги.

Учитель: Да, вы верно составили алгоритм перехода через дорогу, а это значит, что вы усвоили понятие «алгоритм» и «исполнитель».

В итоге учителю удалось сформировать у учащихся умение составлять алгоритм при помощи использования экспериментов и жизненных наблюдений. Учащиеся находились в непринужденной обстановке были активны и дисциплинированы.

Я считаю, что такие уроки удачны – видны знания учащихся, а так же то, что и сами учащиеся с интересом используют свои знания. Таким образом, цели и задачи урока были достигнуты.

УДК 004.056

Зауголков И. А.¹, Исаева О. В.²

¹Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)723434, доб. 2021, e-mail: kafedra_kmm@mail.ru),

²Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630369, e-mail: phys@nnn.tstu.ru)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Zaugolkov I. A.¹, Isaeva O. V.²

¹Tambov State University named after G. R. Derzhavin, Russia, Tambov
(Tel. (4752)723434, add. 2021, e-mail: kafedra_kmm@mail.ru),

²Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630369, e-mail: phys@nnn.tstu.ru)

VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM STATUS ASSESSMENT

Аннотация. Разработан информационный ресурс для подготовки специалистов и всех интересующихся проблемой защиты информации, реализующий комплекс лабораторных работ по оценке и тестированию системы видеонаблюдения.

Ключевые слова: защита информации, оценка и тестирование системы видеонаблюдения, информационный ресурс, лабораторная работа.

Abstract. An information resource for training specialists and all those interested in the problem of information security has been developed; it implements a complex of laboratory works on evaluation and testing of video surveillance systems.

Keywords: information protection, evaluation and testing of video surveillance systems, information resource, laboratory work.

Благодаря постоянно растущим потребностям в большей безопасности и рационализации сегодня не существует области повседневной жизни, в которой не применяются видеосистемы. При этом видеотехника используется самостоятельно или в сочетании с другой техникой.

Видеонаблюдение – важная составная часть системы защиты информации. Система охранной сигнализации периметра обнаруживает факт вторжения и может определить направление движения нарушителя [1]. Но для принятия решения о применении сил реагирования этого не всегда достаточно – необходим второй информационный канал, позволяющий дежурному оператору оценить масштаб вторжения [2 – 4]. Этот канал обеспечивает система видеонаблюдения.

В простейшем случае можно установить телевизионную систему наблюдения из одной или нескольких камер, которые передают изображения на один или несколько мониторов. Однако сегодняшняя тенденция ведет все больше и больше к установкам, выполненным в виде комплекта системной техники, при использовании которого благодаря участию интеллектуального центрального блока возможна связь с внешними системами. Это может быть система охраны здания, система для сигнализации об опасности, открытая охранная система или система контроля доступа, представленные на рис. 1.

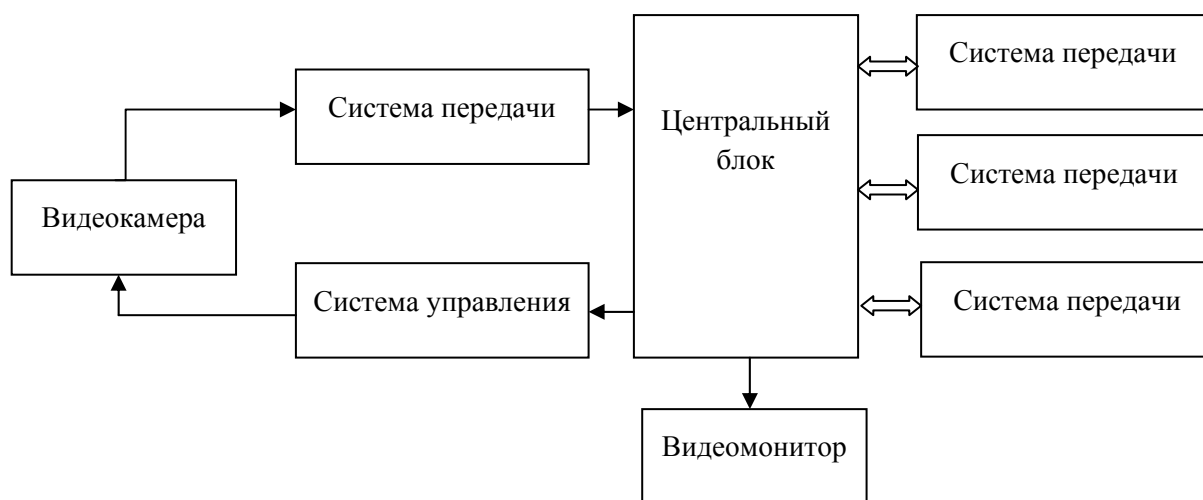


Рис. 1. Структурная схема системной видеотехники

Самостоятельно или в сочетании с другой техникой видеосистемы наблюдения предоставляют следующие возможности и преимущества:

- распознавание и локализация опасности;
- проведение мероприятий по управлению и регулированию;
- предотвращение ущерба;
- документирование и анализ нарушений.

На практике имеет значение следующее:

- сокращение опасностей для персон и ценностей;
- быстрое реагирование при опасностях, угрозах или нарушениях;
- распознавание ложных тревог без дополнительных персональных затрат;
- экономия затрат.

Для обеспечения безопасности видеосистемы применяются в следующих случаях:

- наблюдение за воротами, контроль входа;
- контроль за территорией и объектами (склады, охранные зоны и т.д.);
- безопасность экспонатов в музеях, картинных галереях и на выставках;
- контроль документов на неохраняемом входе;
- дистанционное наблюдение в финансовых учреждениях и магазинах;
- контроль за служебными помещениями с целью предотвращения хищений;
- скрытое наблюдение при невидимом инфракрасном освещении и т.д.

Разработан информационный ресурс, реализующий комплекс лабораторных работ по оценке и тестированию системы видеонаблюдения. Структура информационного ресурса приведена на рис. 2.

Он состоит из 2 разделов:

- раздел тестирования системы видеонаблюдения с заданиями по тестированию;
- раздел проектирования системы видеонаблюдения с лабораторными работами.

Каждый раздел в свою очередь разбивается по соответствующим темам: каждая тема – отдельный документ.

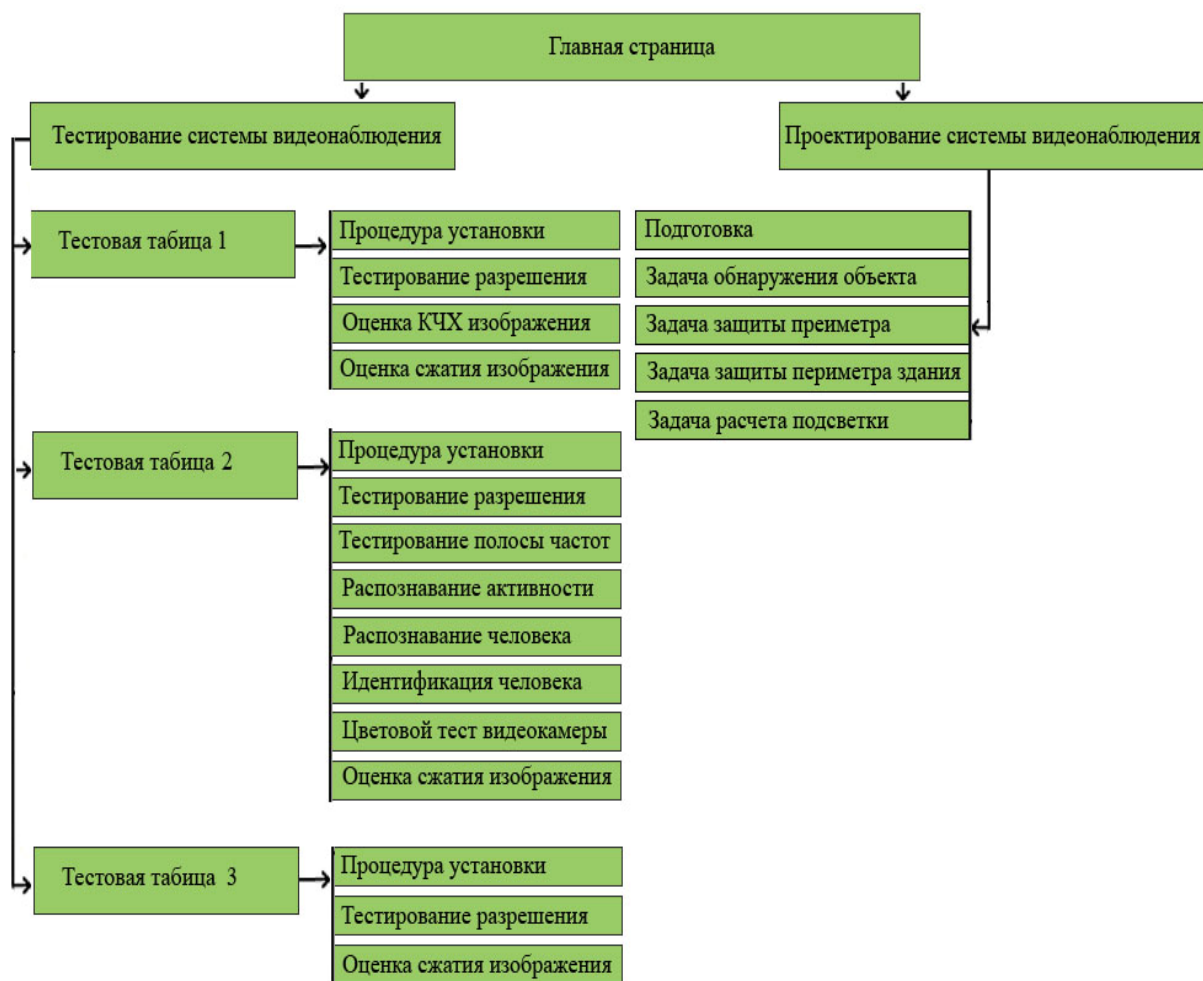


Рис. 2. Структура информационного ресурса

Системным требованием для использования ресурса является наличие на компьютере установленной системы видеонаблюдения (платы видеозахвата). Система видеонаблюдения (плата видеозахвата) может отсутствовать, если на компьютер перенесены файлы с изображением тестовых таблиц, полученные с видеокамеры при тестировании системы видеонаблюдения. Ресурс устанавливается на веб-сервере.

Для прохождения обучения необходимо получить задания на веб-сервере.

Лабораторная работа по разделу, посвященному тестированию системы видеонаблюдения, состоит из:

- 1) выбора тестируемой видеокамеры;
- 2) подключения тестируемой видеокамеры к плате видеозахвата;
- 3) размещения стенда с тестовыми таблицами на требуемом расстоянии от видеокамеры;
- 4) установки видеокамеры на заданной высоте и выбора освещения;
- 5) получения изображений каждой из тестовых таблиц;
- 6) сохранения изображений в папку ресурса;
- 7) подключения к веб-серверу;
- 8) выбора тестовой таблицы, задания по тестированию, получения тестового изображения с видеокамеры, просмотра видеопримера выполнения задания с помощью

встроенного флеш-плеера на сайте ресурса, получения программы iXBT RightMark Video Analyser (RMVA) для расчета контрастно-частотных характеристик видеокамеры.

Лабораторная работа по разделу, посвященному проектированию системы видеонаблюдения, состоит из:

- 1) подключения к веб-серверу;
- 2) получения заданий по проектированию системы видеонаблюдения, просмотра видеопримера выполнения задания на сайте ресурса, получения программы «Проектировщик CCTV» для проектирования системы видеонаблюдения.

Грамотно построенная система интегрированной безопасности современного технического уровня эффективна не только для охранных функций, но может выполнять информационные и организационные задачи.

Список использованных источников

1. **Алешин, А. П.** Техническое обеспечение безопасности бизнеса / А. П. Алешин. – М. : Альфа-пресс, 2012. – 160 с.
2. **Чванова, М. С.** Актуальные проблемы информатики и информационных технологий / М. С. Чванова, И. А. Зауголков, В. Ю. Лыскова. – Тамбов : Издательский дом ТГУ им. Г. Р. Державина, 2012. – 179 с.
3. **Исаева, О. В.** Образовательные технологии как способ развития универсальных учебных навыков / О. В. Исаева // Труды Естественнонаучного и гуманитарного факультета ТГТУ : сб. науч. и науч.-метод. ст. – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2014. – С. 190 – 198.
4. **Баранов, А. О.** База угроз безопасности информации и средств их блокирования / А. О. Баранов, И. А. Зауголков, О. В. Исаева // Информатика: проблемы, методология, технологии : сб. материалов XVIII междунар. науч.-метод. конф. – Воронеж, 2018. – С. 44 – 49.

References

1. **Aleshin, A. P.** Tekhnicheskoe obespechenie bezopasnosti biznesa / A. P. Aleshin. – M. : Alpha- press, 2012. – 160 s.
2. **Chvanova, M. S.** Aktualnye problemy in-formatiki i informatsionnykh tekhnologiy / M. S. Chvanova, I. A. Zaugolkov, V. Yu. Lyskova. – Tambov : Izdatelskiy dom TGU im. G. R. Derzhavina, 2012. – 179 S.
3. **Isaeva, O. V.** Obrazovatelnye tekhnologii kak sposob razvitiya universalnykh uchebnykh navykov / O. V. Isaeva // Trudy Estestvennonauchnogo i gumanitarnogo fakulteta TGTU : Sbornik nauchnykh i nauchno-metodicheskikh statey. – Tambov : TGTU, 2014. – S. 190 – 198.
4. **Baranov, A. O.** Baza ugroz bezopasnosti informatsii i sredstv ikh blokirovaniya / A. O. Baranov, I. A. Zaugolkov, O. V. Isaeva // Informatika: problemy, metodologiya, tekhnologii : Sbornik materialov XVIII mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii. – Voronezh, 2018. – S. 44 – 49.

УДК 378.14

Харин А. А.¹, Харина О. С.², Родюков А. В.³

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», Россия, г. Москва

(Тел. +79099655136, e-mail: aah@live.ru),

²АНО ДПО «Сити Бизнес Скул», Россия, г. Москва

(Тел. +79099655136, e-mail: aah@live.ru),

³Московский физико-технический институт, Россия, г. Москва

(Тел. +79099655136, e-mail: aah@live.ru)

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ ИННОВАЦИОННОГО ТИПА

Kharin A. A.¹, Kharina O. S.², Rodyukov A. V.³

¹Moscow State Technical University “STANKIN”, Russia, Moscow
(Tel. +79099655136, e-mail: aah@live.ru),

²City Business School, Russia, Moscow

(Tel. +79099655136, e-mail: aah@live.ru),

³Moscow Institute of Physics and Technology (State University), Russia, Moscow

(Tel. +79099655136, e-mail: aah@live.ru)

EDUCATION MODEL FOR INNOVATIVE ECONOMY

Аннотация. Современное образование требует, чтобы университеты развивали различные компетенции персонала компаний, позволяющие выпускникам легко применять приобретенные знания и навыки на их рабочих местах. Проблема укомплектования персоналом важна для многих отраслей промышленности. Переход экономики на «инновационные рельсы» невозможен без квалифицированных рабочих. Развитие промышленности и народного хозяйства страны непосредственно зависит от образовательной системы, начиная от рабочих и заканчивая главами крупных холдинговых компаний. Для активизации высококвалифицированного обучения специалистов и создания инновационных структур необходимо разработать образовательную модель для инновационного типа экономики.

Ключевые слова: образование, модель, инновации, университет, взаимодействие.

Abstract. Modern education requires universities to develop various company personnel competencies, allowing alumni easily apply the acquired knowledge and skills at their workplaces. The staffing problem is relevant for many industries now. Transition of economy to “innovative rails” impossible without skilled workers. Development of the industry and national economy of the country directly depends on training system, beginning from workers, finishing heads of the large holding companies. For highly qualified specialists training activation and innovative structures creations it is necessary to develop education model for innovative economy type.

Keywords: education, model, innovations, university, interaction.

Важнейшей составляющей инновационной экономики является формирование эффективно функционирующего кадрового потенциала, отвечающего требованию непрерывного обновления знаний, умений и навыков. Постоянное и разностороннее

развитие персонала необходимо, так как именно люди, их личные качества и компетенции являются одним из основных факторов конкурентоспособности. Особенно это касается уникальных специалистов, которые обладают ключевыми для компании компетенциями и являются востребованными во многих проектах. Высококвалифицированный человеческий капитал – важнейший фактор экономического и инновационного роста любой страны [1].

Резкий спад производства на протяжении последних десятилетий, особенно в отраслях оборонно-промышленного комплекса, и сокращение научных исследований привели к кризисному состоянию промышленности и экономики нашей страны, характеризующейся снижением уровня кадрового потенциала. Проблемы в области кадрового обеспечения во многом связаны с отсутствием возможности высших учебных заведений готовить полноценных специалистов в связи со старением профессорско-преподавательского состава и постепенным снижением потенциала научных и научно-педагогических школ, создаваемых десятилетиями [2]. При этом наиболее острыми в современных условиях проблемами остаются деформация возрастной структуры и старение научных кадров.

Временной интервал для того, чтобы проявились экономические последствия образовательной деятельности в рыночной среде, незначителен и ограничен несколькими годами. Их оценка может быть сделана на основе социологических исследований. При этом категория эффективности экономической деятельности должна быть дополнена категорией качества специалистов как специфического продукта образовательной деятельности вуза, оцененного как со стороны работодателя, так и со стороны самого специалиста, выступающего на рынке в качестве продавца труда [3]. Связь между квалификациями и рынком труда выражена очень слабо: по разным оценкам, через три года после окончания вуза менее 20% студентов вузов работают в областях, связанных с полученной специальностью. А из более 3,6 млн. студентов вузов официально участвуют в научно-исследовательской работе всего лишь 15% [4].

Задача формирования кадрового потенциала по сложности и масштабу является ключевой при переходе экономики на «инновационные рельсы». Сложность состоит в необходимости целевой подготовки кадров по всему жизненному циклу инновационного процесса, признания непрерывности профессионального образования. Поэтому во всем мире основным фактором, определяющим новую парадигму образования, постепенно становится требование «образование не на всю жизнь, а через всю жизнь».

Способность к постоянному обучению, наращиванию человеческого капитала выступает как важнейшее качество, определяющее конкурентоспособность человека на рынке труда. Каждая ступень образования – детский сад, начальная, средняя, старшая школа, бакалавриат, магистратура, аспирантура, профессиональная переподготовка – должна делать человека более востребованным, обеспечивать возможность найти себя на каждом этапе жизни [5].

Изменения, происходящие в экономике России в настоящее время, не полностью обеспечены квалифицированными кадрами. При этом, с одной стороны – остро стоит проблема дефицита кадров, а с другой – растут требования к уровню компетентности специалистов. Уровень профессионализма кадров становится одним из главных факторов, ограничивающих и препятствующих развитию инновационной деятельности. Ключевым элементом успеха в бизнесе становится именно компетентность персонала,

так как победителем в современной конкурентной борьбе становится та компания, которая сумела привлечь и удержать талантливых и квалифицированных сотрудников, создав им соответствующие условия для работы и карьерного роста.

Основными кадрами высшей квалификации в новой производительной среде должны стать специалисты, должным образом подготовленные и прекрасно ориентирующиеся в современном состоянии и перспективах определенного, но достаточно широкого научно-технического направления. Это «синтезаторы», способные с помощью компьютерных технологий воплощать свои замыслы в конкретные технические решения, и «аналитики», задачей которых должен стать критический анализ эффективности и работоспособности разрабатываемых систем. Ответственность за дальнейшую работу по реализации принципиальных технических решений, выработанных «синтезаторами», рассчитанных и проверенных «аналитиками», должна возлагаться на специалистов меньшей квалификации, нацеленных на качественное и точное выполнение всех технических и технологических требований на уровне разработки, производства и испытаний продукции, что и обусловило в развитых странах переход на двухуровневую систему образования. Тем не менее, в России число занятых с высшим образованием в технической сфере деятельности находится на достаточно низком уровне – 20% от общего количества занятых. При этом число безработных, имеющих высшее образование, составило в 2009 году 15%, из которых 5,3% являются квалифицированными работниками промышленности, машиностроения и сельскохозяйственной отрасли [6].

В конце XX века система образования развитых стран стала решать две основные задачи: обеспечение экономики необходимыми кадрами, способными воспринимать и развивать новейшие технологии, и включение в трудовую жизнь максимального количества людей во избежание безработицы. Благодаря этому, высшее образование постепенно из элитарного стало массовым. Именно массовость и необходимость постоянного повышения квалификации работников организаций привело к возникновению нового вида образования – образования на протяжении всей жизни.

Реализация концепции пожизненного образования предопределяет необходимость получения людьми не только набора определенных профессиональных знаний и навыков, но, прежде всего, умения самостоятельно получать новое знание – находить его источники, отбирать и усваивать необходимое, то есть уметь учиться. Именно эта особенность становится важной чертой деятельности высших учебных заведений. Появляется необходимость обучать не только определенным теоретическим и практическим навыкам, но и вырабатывать у учащихся мотивацию к обучению в повседневной жизни. Кроме того, особенностью возникающего информационного общества является то, что новые знания становятся настолько сложными, что для их использования необходимы такие специальные средства, как информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), способствующие быстрому и эффективному распространению знания посредством дистанционного обучения, виртуальных учебных материалов, видео-конференций и т.п.

Вместо информированности все больше ценятся знания и творческие способности. Информацию люди передают друг другу, и в большинстве случаев успех в технологии, а также конкурентоспособность зависят именно от скорости и качества передачи данных, т.е. от современных информационных средств и их инновационности. Но все в большей степени это зависит еще и от того, какие знания и в какой мере человеку уда-

лось развить в себе посредством информационной технологии, т.е. от технологии саморазвития [7]. Владение информацией, ее обращение, хранение и использование являются необходимым, но уже недостаточным условием достижения и сохранения технологического преимущества и глобальной конкурентоспособности, поэтому обучение умению использовать ИКТ для получения новых знаний также стало важным направлением образовательной деятельности вуза.

Университетское образование начинает изменяться качественно, по форме и содержанию, переходить к инновационным технологиям и принципам обучения. Помимо этого, образовательная, научная и производственная деятельность постепенно интегрируются в единый процесс, подготовка специалистов осуществляется не только в аудиториях и библиотеках, но и в научных подразделениях и инновационных фирмах, непосредственно в процессе разработки научной и инновационной продукции. В итоге возникают различные формы производственно-вузовского обучения, когда в течение всего периода подготовки или начиная со времени специализации студенты чередуют или совмещают учебу с работой в научных и производственных подразделениях университета.

Основная же проблема подготовки кадров для инновационной экономики заключается, в первую очередь, в неоднозначности взглядов высшей школы и бизнеса в вопросах обучения будущих специалистов. Поэтому стимулирование взаимодействия и кооперации высших учебных заведений и предприятий является наиболее правильной политикой государства в сфере подготовки высококвалифицированных специалистов: вузы должны совершенствовать подготовку и переподготовку кадров для бизнеса, а бизнес – принимать непосредственное участие в образовательном процессе, причем не только при составлении учебного плана, но и его корректировке в связи с изменяющимися условиями рынка. В связи с этим можно выделить несколько основных задач развития и совершенствования системы обучения, актуальных на сегодняшний день [8]:

- разработка профессиональных стандартов и, в частности, квалифицированных требований в виде компетенций;
- совершенствование программ и учебных планов для реализации компетентностного подхода;
- использование технологий и методов интерактивного обучения;
- привлечение к корректировке учебных планов, содержанию дисциплин и оценке практических навыков и умений, полученных студентами в рамках классической образовательной модели, представителей бизнеса;
- введение единого экзамена для выпускников вузов;
- интеграция деятельности университетов и предприятий для создания корпоративных университетов.

Еще одной проблемой в области подготовки кадров стал переход на новые образовательные стандарты, реализующие компетентностный подход, что привело к необходимости разработки новых образовательных программ, учебных планов, учебно-методических комплексов, а также повышения квалификации преподавательского состава для реализации новой концепции образования.

Отсутствие достаточных стимулов для работы в вузовском секторе науки снижает возможности привлечения профессорско-преподавательского состава, докторантов, аспирантов и студентов к проведению исследовательских работ, что оказывает нега-

тивное влияние на процесс генерации новых и приобретение имеющихся знаний [9]. При этом основными моделями построения постиндустриального общества можно назвать производство инноваций как продукта научных исследований и разработок и развитие человеческого капитала, определяющего процесс генерации знаний. Именно некомпетентность или неспособность людей работать со сложной техникой («человеческий фактор») официально признается в качестве основной причины растущего числа техногенных катастроф [10]. Профессионализм человеческих ресурсов является важнейшим элементом инновационного процесса, модификации структуры производства в соответствии с требованиями рынков и потребителей.

В развитых странах мира хорошо зарекомендовали себя следующие подходы, способствующие подготовке специалистов для инновационной деятельности:

- установление тесных стратегических контактов представителей бизнеса с базовыми фундаментально-научными и профильными инженерными кафедрами вузов, а также кафедрами с профилем «управление инновациями»;
- разработка заданий на профильные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы для заинтересованных кафедр и их финансирование из привлеченных внешних источников;
- привлечение работодателей к профессиональной переподготовке профессорско-преподавательского состава для освоения ими новых и перспективных технологий, обновления и разработки курсов новых дисциплин в интересах опережающей подготовки профессиональных инженерных и управленческих кадров для предприятий высокотехнологичных наукоемких отраслей экономики;
- организация практик отобранных и целенаправленно подготовленных студентов, трудоустройство в инновационные структуры выпускников и прием в штат предприятий студентов, формирование научного потенциала которых предприятие еще на этапе обучения может осуществлять для удовлетворения собственных нужд.

Кадровое обеспечение является ключевым ресурсом для организации инновационной деятельности, трансфера и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, инновационного предпринимательства. Требования к содержанию и уровню подготовки кадров для осуществления функционирования инновационной сферы на системном уровне должны отражаться в профессиональных стандартах. При этом базовым требованием ко всем специалистам должен быть высокий уровень профессиональной подготовки. Квалифицированные рабочие кадры – это фундамент любых инноваций. В настоящее время Россия переживает дефицит квалифицированных специалистов рабочих и инженерных специальностей, что может негативно сказаться не только на экономическом развитии страны, но и на уровне национальной безопасности. Удельный вес инженеров среди выпускников высшей школы сократился с 40% в 1993 года до 23% в 2003 году, уступив лидирующие позиции группам специальностей в гуманитарно-социальной области, экономике, управлении и продолжает падать с 2004 года в среднем на 2% в год [9]. В развитых странах мира структура подготовки инженерных кадров весьма эластична и гибко реагирует на изменения в спросе, происходящие под влиянием научно-технического прогресса. Главное направление этих изменений – рост потребности в специалистах в области информационных технологий, а, следовательно, их форсированная подготовка в вузах. В России, как ни странно, начавшееся в 1994 году сокращение подготовки инженерных кадров в первую очередь и в наи-

большей мере затронуло IT-специалистов (электронная техника, радиотехника и связь, автоматика и управление, информатика и вычислительная техника). На их долю пришлось около трети совокупного снижения выпусков по инженерным специальностям в 1994 – 1998 годах. Выпуски по IT-специальностям не восстановлены до сих пор, а их удельный вес в общей численности выпускников по инженерным специальностям сократился с 26 до 20% (в США он превышает 55%). В результате специальности в сфере IT в нашей стране попали в перечень дефицитных.

На основе общемировых тенденций в сфере развития образования и подготовки квалифицированных специалистов, а также проводимой реформы российского образования можно выделять ряд принципов, соблюдение которых позволит перестроить систему образования России [11]:

- смещения основного акцента с усвоения значительных объемов информации, накопленной впрок, на овладение способами непрерывного приобретения новых знаний и умения учиться самостоятельно;
- освоения навыков работы с любой информацией, с разнородными, противоречивыми данными, формирование навыков самостоятельного (критичного) типа мышления;
- дополнения традиционного принципа «формировать профессиональные знания, умения и навыки» принципом «формировать профессиональную компетентность»;
- реализации всеобщего доступа к знаниям;
- ориентирования образования на гуманитарные и этические ценности;
- формирования информационной культуры личности человека;
- формирования когнитивных способностей исследовательского типа;
- обучения людей мыслить и вести хозяйственную деятельность в соответствии с принципами устойчивого развития, то есть учитывать разнообразные последствия своей деятельности, включая вопросы этики и ответственности;
- обучения знаниям из междисциплинарных областей.

Инновационный прорыв и переход экономики на «инновационные рельсы» невозможен без квалифицированных рабочих рук. Развитие промышленности и национальной экономики страны напрямую зависит от системы подготовки кадров, начиная от рабочих, заканчивая руководителями крупных холдинговых компаний. Для активизации подготовки высококвалифицированных специалистов, создания инновационных структур необходимо развивать интеграционные процессы между высшими учебными заведениями и предприятиями. Благодаря объединению усилий предприятий и вузов появится возможность готовить практико-ориентированных специалистов. Именно совместная деятельность является ключом к успеху, так как позволяет производить непрерывный обмен новыми знаниями и технологиями через переплетение практической и теоретической деятельности интегрируемых субъектов, а взаимодействие вузов и предприятий позволяет управлять процессом накопления и обновления человеческого капитала.

Анализируя имеющийся теоретический и практический опыт, наработанный в области подготовки кадров для инновационной экономики, можно сделать выводы:

1. Кадровый потенциал – основной фактор развития высокотехнологичных отраслей, так как только обладание современными знаниями, умениями и навыками позволяет проводить НИОКР и коммерциализовывать получаемые результаты исследований.

2. Современная российская экономика испытывает дефицит высококвалифицированных кадров. Происходит разрыв между уровнем теоретических знаний и практической деятельностью. Основной причиной подобного отставания является сокращение и старение профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений и недофинансирование на протяжении последних 20 лет научной и образовательной сфер.

3. Вступление страны на инновационный путь развития и в информационное общество способствует существенной перестройке системы образования, делая основополагающей парадигму «образование на протяжении всей жизни», неразрывно связанной с экономическим и промышленным развитием государства.

4. Современные рыночные условия, а также необходимость прорывного технологического развития страны, подготовка высококвалифицированных специалистов, требует взаимодействия и интеграции вузов и предприятий. Кооперация вузов и предприятий может способствовать эффективному обновлению человеческого капитала и сохранению и наращиванию кадрового потенциала РФ для создания конкурентоспособной экономики инновационного типа.

Список использованных источников

1. **Kharin, A. A.** Innovation activity in Russian higher education / A. A. Kharin, S. A. Mitrofanov, I. L. Kolensky // Successes and Difficulties of Small Innovative Firms in Russian Nuclear Cities Proceedings of a Russian-American Workshop. NATIONAL ACADEMY PRESS, Washington, D.C., 2002. – P. 24 – 38. – URL : <https://www.nap.edu/read/10392/chapter/5>

2. **Corporate** knowledge management in Ramp-up conditions: The stakeholder interests account, the responsibility centers allocation / J. Y. Yeleneva, A. A. Kharin, K. S. Yelenev et al. // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 03.02.2018. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2017.12.002>

3. **Malevskaia-Malevich, E. D.** Quality Management in Scientific and Educational Organizations: Methods and Tools / E. D. Malevskaia-Malevich, S. A. Leonov, D. Zaborovskii // Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2018 – Innovation Management and Education Excellence through Vision 2020, 2018, April. – P. 5614 – 5619.

4. **Malevskaia-Malevich, E. D.** Methods for Assessing the Effectiveness of Research and Development / E. D. Malevskaia-Malevich, S. A. Leonov, D. Zaborovskii // Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2018 – Innovation Management and Education Excellence through Vision 2020, 2018, April. – P. 5620 – 5625.

5. **Development** of the enterprises' human potential on the basis of joint scientific-educational complexes with universities / A. Kharin, O. Kharina, S. Sosenushkin et al. // 10th International Conference on Education and New Learning Technologies, 2 – 4 July, 2018. Palma, Spain. EDULEARN18 Proceedings. IATED Academy. – P. 7664 – 7668. – URL : <https://library.iated.org/view/KHARIN2018DEV>

6. **Knowledge** management and competency development based on personal e-portfolio / B. Pozdneev, F. Busina, M. Sutyagin et al. // ICERI2017 Proceedings. – 2017. – P. 3928 – 3937.

7. **Developing** a robotics simulator for industrial robot operator training / A. Kharin, O. Kharina, S. Sosenushkin et al. // 10th International Conference on Education and New

Learning Technologies, 2 – 4 July, 2018. Palma, Spain. EDULEARN18 Proceedings. IATED Academy. – P. 7693 – 7699. – URL : <https://library.iated.org/view/SOSENUSHKIN2018DEV>

8. **Kharin, A. A.** A perspective model of innovative integrated structure comprising university, research facility and enterprise / A. A. Kharin, O. S. Kharina, A. V. Rodyukov, E. S. Petrova // Mordovia university bulletin. – 2018. – V. 28, № 3. – URL : <http://vestnik.mrsu.ru/index.php/en/articles2-en/62-18-3/419-10-15507-0236-2910-028-201803-3>

9. **Grigoriev, S. N.** Technological capital value growth as a criterion and an outcome of enterprises innovative development / S. N. Grigoriev, J. Y. Yeleneva, V. N. Andreev // Actual Problems of Economics. – 2014. – V. 151. – P. 150 – 162.

10. **Grigoriev, S. N.** Technological capital: A criterion of innovative development and an object of transfer in the modern economy / S. N. Grigoriev, J. Y. Yeleneva, A. A. Golovenchenko, V. N. Andreev // Procedia CIRP. – 2014. – V. 20. – P. 56 – 61.

11. **Kharin, A.** Educational environment forming on the basis of the human capital development / A. Kharin, A. Karpov, O. Kharina // SHS Web of Conferences 9, 02019 (2016) International Conference “Education Environment for the Information Age” (EEIA-2016). – URL : https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2016/07/shsconf_eeia2016_02019.pdf

УДК 004.94: 378.4

Костюкова Т. П.¹, Лысенко И. А.², Саубанов В. С.³

Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия, г. Уфа

¹(Тел. (3472)724035, e-mail: ktp@ufanet.ru),

²(Тел. (3472)724035, e-mail: lysenko.ugatu@mail.ru),

³(Тел. (3472)724035, e-mail: vadspd@mail.ru)

УПРАВЛЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИМИ ЗАДАЧАМИ ИННОВАЦИОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Kostyukova T. P.¹, Lysenko I. A.², Saubanov V. S.³

Ufa State Aviation Technical University, Russia, Ufa

¹(Tel. (3472)724035, e-mail: ktp@ufanet.ru),

²(Tel. (3472)724035, e-mail: lysenko.ugatu@mail.ru),

³(Tel. (3472)724035, e-mail: vadspd@mail.ru)

MANAGEMENT OF STRATEGIC GOALS OF AN INNOVATIVE EDUCATIONAL SYSTEM

Аннотация. Рассмотрены пути и методы формирования кадровой базы организации на примере различных категорий персонала. В развитии процесса профессионального становления молодого специалиста предприятия определяющим является наставничество, осуществляемое опытными специалистами с большим стажем работы. Приведены причины риска потери сотрудников в организации и меры снижения риска потери обученных и профессиональных специалистов. Решение о карьерном росте специалистов организации осуществляется на основании проведенной аттестации. Приведен адаптивный подход к сотруднику организации при построении обучающего контента и тестировании с целью повышения уровня профессионализма сотрудника. Стабильный и профессиональный персонал находят отражение в термине «гудвилл» при слиянии либо покупке/продаже компании/фирмы.

Ключевые слова: наставничество, переподготовка персонала, риск потери кадров, аттестация, тестирование, гудвилл.

Abstract. Ways and methods of formation of personnel base of the organization using the example of various categories of personnel are considered. In the development of the process of professional development of a young specialist of the enterprise, mentoring is crucial, mentoring carried out by experienced professionals with extensive experience. The reasons for the risk of loss of employees in the organization and measures to reduce the risk of loss of trained and professional specialists are given. The reasons for the risk of loss of employees in the organization and measures to reduce the risk of loss of trained and professional specialists are given. An adaptive approach to the employee of the organization in the construction of training content and testing to improve the level of professionalism of the employee. Stable and professional staff are reflected in the term goodwill in the merger or purchase/sale of the company/firm.

Keywords: mentoring, training of personnel, risk of loss of personnel, certification, testing, goodwill.

Введение. Подготовка и переподготовка кадров/персонала являются стратегическими задачами в процессе обеспечения стабильности состава сотрудников любого предприятия/организации/фирмы. Состав сотрудников можно представить состоящим

из трех групп (рис. 1): молодые специалисты или сотрудники, нуждающиеся в пере-профилировании; специалисты IT-служб, определяющие решение основных производственных задач; опытные специалисты с большим стажем работы.

Постановка задачи. Переход сотрудника из одной группы в другую во многом зависит от качества выполнения им функциональных обязанностей, уровня знаний и навыков работника, степени соответствия занимаемой им должности. Оптимальная расстановка кадров в организации является основополагающей для достижения основных производственных целей. Пути и методы, необходимые для разрешения поставленной задачи, рассмотрены в данной статье.

Наибольший вклад в развитие процесса профессионального становления молодого специалиста предприятия вносит наставник – сотрудник, знающий специфику и особенности ее бизнес-процессов.

Наставники подбираются из наиболее подготовленных сотрудников, обладающих высокими профессиональными качествами, имеющих стабильные показатели в работе, способность и готовность делиться своим опытом, имеющие системное представление о своем участке работы и работе подразделения, преданные делу компании, поддерживающие ее стандарты и правила работы, обладающие коммуникативными навыками и гибкостью в общении.

Наставничество со стороны опытного сотрудника помогает молодому специалисту учесть тонкости порученной ему работы в соответствии с должностными обязанностями и специфическими требованиями организации, тем самым быстрее и эффективнее выполнить поставленные перед ним различные производственные задачи. Наставничество также способствует более быстрой адаптации молодого специалиста к организации, ее требованиям и к новому коллективу, помогает определить необходимость и направление дальнейшего развития молодого специалиста, способствует его стимулированию на постоянное повышение профессионального уровня и персональной ответственности за выполняемую работу.



Рис. 1. Категории персонала

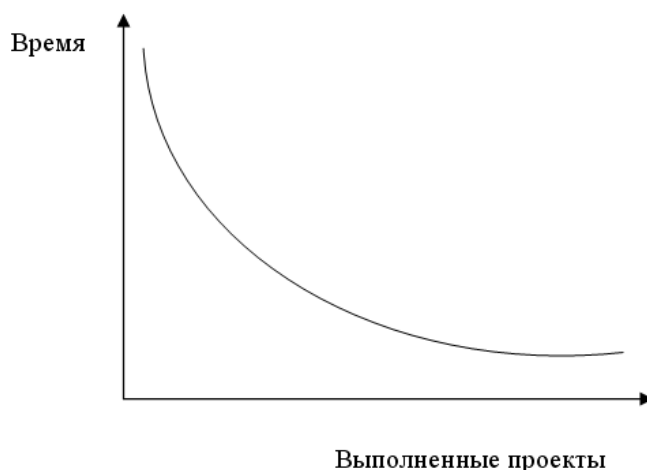


Рис. 2. Критерий обученности молодого специалиста

Критерием обученности молодого специалиста служит показатель изменения затраченного времени на выполнение поставленной перед ним производственной задачи (рис. 2).

Выполняя роль наставника молодого специалиста, опытный специалист должен иметь управленческие навыки, для чего специалисты такого уровня могут повышать свою квалификацию в системе подготовки и переподготовки кадров. Кроме этого, организации направляют опытных специалистов на курсы повышения квалификации для инновационных направлений развития компетенций специалиста в системе повышения квалификации, поскольку развитие и переход многих предприятий на новые информационные технологии требует соответствующих знаний и умений.

Одним из подходов корпоративной социальной ответственности организации является эффективный риск-менеджмент, включающий анализ причин появления риска кадровой текучести персонала, а также управление уровнем риска и коррекция нежелательного развития событий [1].

Обеспечение стабильности состава сотрудников отражает стремление организации сформировать надежную кадровую базу как основу профессиональных навыков для инновационной деятельности в процессе достижения цели компании. В таких организациях каждый сотрудник – важное звено в сети информации и знаний об организации. Наиболее стабильным в этой группе сотрудников являются опытные специалисты с большим стажем работы: их характеризует не только высокий профессионализм, но и стремление к постоянному и стабильному месту работы, коллективу, с которым они сотрудничают уже много лет. Риск потери таких сотрудников в организации связан в основном с объективными причинами: по причине болезни, выхода на пенсию, смене места жительства и др.

В процессе функционирования организации риском потери кадров (рис. 1 «увольнение») является потеря молодых специалистов, обученных и подготовленных наставником. Причинами такого риска могут быть:

- отсутствие возможности дальнейшего профессионального роста;
- отсутствие мотивации в работе;
- неудовлетворенность заработной платой;
- недостаточное решение социальных проблем;

- некомфортные условия труда;
- конфликтные ситуации в процессе трудовых отношений;
- недостаточная оценка профессионализма со стороны руководства организации;
- неблагоприятный социально-экономический климат в коллективе.

Эти причины могут вызвать также риски потери специалистов IT-служб.

Снизить риски потери обученных и профессиональных специалистов в организации позволяет грамотная система мотивации таких сотрудников, планирование их карьеры, предоставление возможности расти профессионально и разработка для каждой группы сотрудников технологий подбора, оценки и обучения с учетом профессиональных и личностных качеств.

Для решения этих задач в организациях проводится регулярная аттестация сотрудников, призванная оценить квалификацию работника, качество выполнения функциональных обязанностей, уровень знаний и навыков каждого сотрудника и установить степень его соответствия занимаемой должности, а самое главное: получить информацию о потребностях в повышении квалификации работников для поддержания необходимого квалификационного уровня и определить необходимость и направление дальнейшего развития персонала. Кроме этого, аттестация стимулирует работников на постоянное повышение профессионализма и персональной ответственности за выполняемую работу, а организация эффективно использует потенциал работников для обеспечения достижения целей производственной деятельности за счет оптимальной расстановки кадров.

По результатам проведенной аттестации сотрудников руководство компании принимает решение о соответствии занимаемой должности либо повышении должности, тем самым происходит карьерный рост молодых специалистов и IT-специалистов (рис. 1).

Для качественного анализа и снижения степени риска «недостаточная оценка профессионализма со стороны руководства организации» в процессе аттестации помимо оценочных листов профессиональных знаний во многих организациях формируются листы самооценки аттестуемого, что позволяет руководству компании своевременно понять степень удовлетворенности работника оценкой его профессиональных компетенций и в случае необходимости принять соответствующие меры.

Снизить риск «отсутствие возможности дальнейшего профессионального роста» позволит рационально организованная система тестирования профессиональных знаний сотрудника: разбивка проверочного контента профессиональных знаний по категориям работников и в случае необходимости обучения для дальнейшего повышения уровня профессионализма построение обучающего контента с использованием адаптивного подхода к сотруднику.

Контроль изучения каждого модуля осуществляется посредством тестирования. Для обучения имеется два уровня: 1 уровень, рассчитанный на сотрудников, которые быстро усваивают материал, выполняют задания повышенной сложности, проверка их знаний осуществляется тестами с включением сложных вопросов; 2 уровень, рассчитанный на сотрудников, которые более медленно усваивают материал, могут повторно возвращаться к изучению предыдущих модулей. Находясь на 1 уровне обучения, при повторном неудачном тестировании сотрудник переходит на 2 уровень изучения; находясь на 2 уровне обучения, удачно выполнив тест своего уровня, сотрудник повторно

выполняет тест 1 уровня и переходит на 1 уровень обучения. Находясь на 2 уровне обучения и повторно неудачно выполнив тест 2 уровня, сотрудник может повторно изучать материал текущего модуля или вновь вернуться к ранее изученному модулю. Первоначальный выбор уровня обучения определяется входным тестированием сотрудника [2].

Вывод. Современные условия рыночных отношений диктуют свои правила, позволяющие компаниям не только выжить, но и получать прибыль. При этом деловая репутация, имидж, бизнес-связи компании, а также стабильный и профессиональный персонал находят отражение в термине гудвилл (goodwill), представляющий нематериальные активы в стоимостных оценках. При этом гудвилл представляет собой экономические выгоды, если компания имеет специализированные высокопрофессиональные рабочие ресурсы, за счет которых в дальнейшем покупатель бизнеса будет получать прибыль.

Таким образом, от профессионализма и стабильности кадрового состава сотрудников во многом зависит достижение стратегической корпоративной цели любого предприятия/организации/фирмы.

Список использованных источников

1. **Костюкова, Т. П.** Корпоративная социальная ответственность как мера нейтрализации образовательных рисков / Т. П. Костюкова, И. А. Лысенко, В. С. Саубанов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 5, № 4. – С. 70 – 74.

2. **Лысенко, И. А.** Механизмы и модели процесса управления рисками многопрофильного образовательного учреждения : дис. ... канд. техн. наук / И. А. Лысенко. – М., 2012. – 177 с.

References

1. **Kostyukova, T. P.** Korporativnaya social'naya otvetstvennost' kak mera nejtralizacii obrazovatel'nyh riskov / T. P. Kostyukova, I. A. Lysenko, V. S. Saubanov // Uspekhi sovremennoj nauki. – 2017. – T.5, № 4. – S. 70 – 74.

2. **Lysenko, I. A.** Mekhanizmy i modeli processa upravleniya riskami mnogoprofil'nogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya : dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / I. A. Lysenko. – M., 2012. – 177 s.

УДК 004.9

Федорова А. В.

Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева,
Россия, г. Саранск
(Тел. (8917)9938385, e-mail: an1508fedorova@yandex.ru)

РЕАЛИЗАЦИЯ УРОКА СИСТЕМАТИЗАЦИИ ЗНАНИЙ В КУРСЕ АЛГЕБРЫ 9 КЛАССА

Fedorova A. V.

M. E. Evseyev Mordovia State Pedagogical Institute, Russia, Saransk
(Tel. (8917)9938385, e-mail: an1508fedorova@yandex.ru)

THE LESSON OF KNOWLEDGE SYSTEMATIZATION IN THE COURSE OF ALGEBRA FOR THE 9th GRADE

Аннотация. В свете современных тенденций в образовании учителя все чаще обращают внимание на то, какого качества знания остаются у учащихся после изучения какой-либо темы. Отходя от формальной передачи знаний, учителям становится важным и необходимым применение принципов деятельностного и развивающего обучения, учитывая не только индивидуальные особенности учащихся, но и современные технологии в образовании для продуктивной самостоятельной работы учащихся на каждом уроке. Представленный в статье конспект урока реализует все современные требования к проведению урока по федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС), предполагает работу с компьютерными технологиями и раздаточным материалом. Урок алгебры на тему «Графики функций $y = ax^2 + n$ и $y = a(x - m)^2$ » предназначен для учащихся 9 класса.

Ключевые слова: образовательный стандарт, алгебра, урок систематизации знаний, функция, график функции, парабола.

Abstract. In the light of current trends in education, teachers are increasingly paying attention to what quality of knowledge remain with students after studying any topic. Moving away from the formal transfer of knowledge, teachers become important and necessary to apply the principles of activity and developmental education, taking into account not only the individual characteristics of students, but also modern technologies in education for productive independent work of students in each lesson. The abstract of the lesson developed in the article implements all the modern requirements for the lesson on GEF, involves working with computer technology and handouts. The lesson is intended for students in grade 9 on the topic “Graphics functions $y = ax^2 + n$ and $y = a(x - m)^2$ ”.

Keywords: educational standard, algebra, lesson of systematization knowledge, function, graph of function, parabola.

Для лучшего осмысления обучающимися изученного материала и эффективного применения ранее приобретенных математических навыков, учителю следует проводить специальные уроки. Согласно ФГОС, этим целям удовлетворяют уроки систематизации знаний. Такой урок не всегда должен представлять из себя сухое применение ранее полученных знаний, а может быть красочным мероприятием, которое поможет ученикам разобраться в тонкостях науки математики. Для успешного проведения тако-

го рода занятия необходимо применение современных компьютерных технологий, наглядных материалов и стопроцентная вовлеченность учащихся в работу.

Разработанный урок предполагает систематизацию и обобщение знаний по теме «Функция $y = ax^2$ » [1] и самостоятельное выявление особенностей графиков функций более сложного вида. Были подготовлены материалы для самостоятельной работы в виде шаблонов графиков квадратичной функции трех видов: $y = x^2$, $y = 2x^2$, $y = \frac{1}{2}x^2$. Для лучшего зрительного восприятия были использованы три разных цвета. Также подобран сайт, где возможно построение графиков функций онлайн.

Далее в тексте конспекта используются сокращения: «У» – речь учителя, «К» – комментарии учащихся.

У: здравствуйте, класс! Рада видеть вас улыбающихся на уроке алгебры. Я надеюсь, что такой настрой сохранится на протяжении всего занятия и приведет к плодотворной работе! Материалы, которые я вам сейчас раздам, помогут нам при выполнении интересных заданий на уроке.

Учитель раздает шаблоны парабол.

У: на предыдущем уроке мы изучали тему «Функция $y = ax^2$, ее график и свойства». Кто может напомнить мне, что является графиком такой функции?

К: графиком такого вида функции является парабола.

У: что является осью симметрии параболы данного вида?

К: ось OY является осью симметрии для функции $y = ax^2$.

У: также мы с вами сделали вывод, что от параметра a будет зависеть расположение графика $y = ax^2$ на координатной плоскости. Посмотрите, пожалуйста, на слайд (рис. 1).

У: давайте устно с вами выполним задание, которое поможет нам вспомнить свойства графика изученной функции: сопоставьте значение параметра a с видом графика.

Задание, представленное на слайде, выполняется устно. По ходу делаются комментарии – проговариваются изученные правила. На данном этапе важно, чтобы каждый учащийся понимал различие внешних видов графиков функций в зависимости от параметра a .



Рис. 1. Задание на сопоставление для систематизации знаний

У: давайте посмотрим на первую строку. В ней сказано, что параметр может быть больше и меньше нуля. Что происходит с графиком, если $a < 0$? А если $a > 0$?

К: происходит симметричное отображение относительно оси OX – ветви параболы направлены вниз, если $a > 0$, то отображение не происходит – ветви направлены вверх.

У: теперь посмотрим на первый столбец. Значения a могут находиться в промежутке от 0 до единицы, а могут быть больше 1 или -1 . Что происходит с графиком $y = ax^2$, если a находится в промежутке от нуля до единицы? А если a строго больше 1 или -1 ?

К: происходит сжатие к оси OX в $\frac{1}{a}$ раз. А если a строго больше 1 или -1 , тогда происходит растяжение от оси OX в a раз.

Важно создать проблемную ситуацию – использовать такие функции, графики которых схожи с изученными, однако имеют некоторые особенности, что станет поводом для проведения исследования под руководством учителя.

У: теперь распределим функции в зависимости от значения a . Вы заметили, что для последних двух функций мы пока не можем определить вид графика, так как мы не изучали такие функции. Однако они, как и $y = ax^2$, имеют определенные свойства и общий вид. Именно функции такого вида будут являться предметом изучения на нашем уроке (рис. 2).

После выполнения задания учащиеся смогут самостоятельно сформулировать тему занятия, наметить цели и план работы.

К: тема урока: «Графики функций $y = ax^2 + n$ и $y = a(x - m)^2$ ».

У: нам нужно с вами понять, какими свойствами будут обладать новые функции. Проведем исследование, как изменится график функции $y = ax^2$ в случае, когда к функции добавляем или вычитаем число. Вам нужно будет заполнить таблицу значений и построить графики функций. В построении вам помогут шаблоны парабол. Параболы у вас для функции вида $y = ax^2$. Среди них есть параболы вида: $y = x^2$, $y = 2x^2$, $y = \frac{1}{2}x^2$.

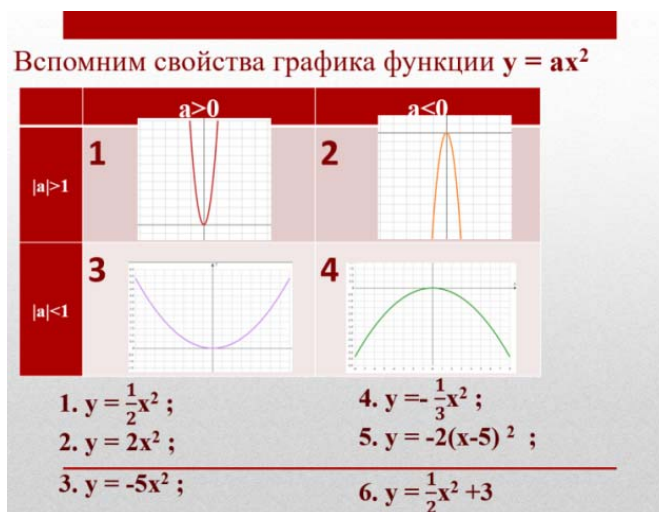


Рис. 2. Открытие темы урока

Учащиеся определяют, какому цвету соответствует каждая парабола. Учитель при этом устанавливает обратную связь.

У: Давайте подпишем шаблоны. Чтобы вам проще было выполнять работу, шаблоны отличаются по цвету. Мы определили, что красная парабола $-y = \frac{1}{2}x^2$, желтая – $y = x^2$ и $y = 2x^2$ – зеленая. Проверьте, правильно ли выполнил это задание ваш сосед по парте.

Учитель организует самостоятельную работу учащихся по вариантам. Задание: заполнить таблицы значений для заданных функций и построить графики с помощью шаблонов. Цель задания – анализ изменения графика функции в соответствии с изменением параметров функции. Важно, чтобы учащиеся проговорили правила построения параболы. Заготовки с таблицами и системой координат учитель раздает учащимся непосредственно перед выполнением задания.

К: чтобы найти координату y нужно подставить значение x в функцию. Также мы знаем, что значения для y будут симметричны относительно 0. Это позволит быстрее заполнить таблицу значений.

Заполнение первых таблиц идет совместно с учителем, с пояснением.

– График первой функции вы можете построить с помощью нужного шаблона параболы. А для второй функции нужно самостоятельно построить таблицу значений и график. Есть вопросы? На выполнение вам 3 минуты (рис. 3).

Когда время вышло, на слайде появляются правильные ответы. Учитель создает условия для формулирования новых правил.

У: теперь проанализируем результаты, полученные у первого варианта. Но работать будем все вместе (рис. 4). Скажите, как изменились графики во втором случае, когда мы к функции $y = \frac{1}{2}x^2$, прибавили 3?

К: график сместился вверх.

У: хорошо, т.е. произошел параллельный перенос. Давайте теперь подумаем, на сколько единиц. Для этого проанализируем значения x и y для обеих таблиц первого варианта. Что вы заметили?

К: что при одинаковых значениях x изменился на 3 единицы.

• Вариант № 1: $y = 1/2x^2$ и $y = 1/2x^2 + 3$

x	-3	-2	0	2	3	x	-3	-2	0	2	3
y	4,5	2	0	2	4,5	y					

• Вариант № 2: $y = 2x^2$ и $y = 2x^2 - 3$

x	-2	-1	0	1	2	x	-2	-1	0	1	2
y	8	2	0	2	8	y					

Рис. 3. Задание на самостоятельную работу

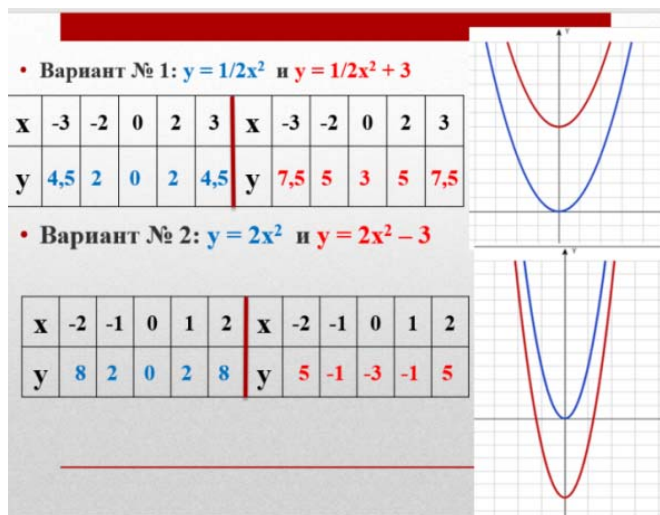


Рис. 4. Выполненное задание для самостоятельной работы

У: верно, теперь второй вариант. Что произошло с вашим графиком?

К: график сместился вниз на несколько единиц.

У: правильно, произошел параллельный перенос. А кто может сказать, на сколько единиц переместился график? Как это можем выяснить?

К: по точкам, занесенным в таблицу.

У: хорошо. Какой вывод можно сделать, анализируя значения y ?

К: что при одинаковых x значения y уменьшилось на 3.

Далее просим сравнить два графика с помощью шаблонов, после чего учащиеся получают вывод, что параболы не изменились, а только лишь параллельно переместились на соответствующее количество единиц. Это поможет сделать вывод – открыть новое правило (рис. 5).

У: а как же будет выглядеть график функции $y = a(x - t)^2$? Знаете ли вы, что графики можно строить не только с помощью таблицы значений, шаблонов парабол и карандаша, но и с помощью программных средств, с которыми вы могли встречаться на уроке информатики. Сейчас я вам продемонстрирую, как с помощью онлайн-графопостроителя можно легко и быстро провести мини-исследование нового вида функции [2].

У: Давайте построим графиков следующих функций: $y = \frac{1}{2}x^2$; $y = \frac{1}{2}(x - 4)^2$; $y = \frac{1}{2}(x + 4)^2$.

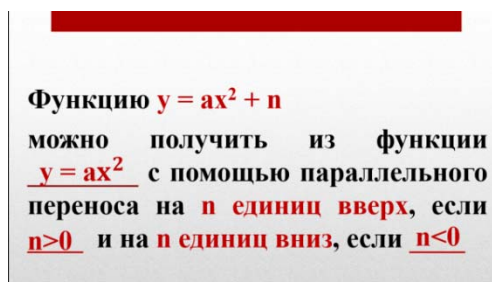


Рис. 5. Первое правило

Учитель показывает учащимся возможность применения компьютерных технологий для математических исследований (рис. 6). Совместно с учащимися формулируется еще один вывод, основанный на анализе результатов, полученных в графопостроителе (рис. 7).

У: попробуйте сделать вывод по аналогии с первым случаем.

У: а знаете ли вы, где используется такие виды парабол, их свойства в жизни? Можете привести примеры?

К: арки, мосты, спутниковая тарелка, банан, физический процесс – подбрасывание мяча.

Для повышения мотивации и закрепления полученных знаний решим практическую задачу.

Арка моста в ходе перепроектирования была смещена на 3 метра вправо и вытянута вверх в 2 раза. Какой функцией будет описана новая арка, если до изменения она описывалась функцией $y = -x^2$. Построить график полученной функции.

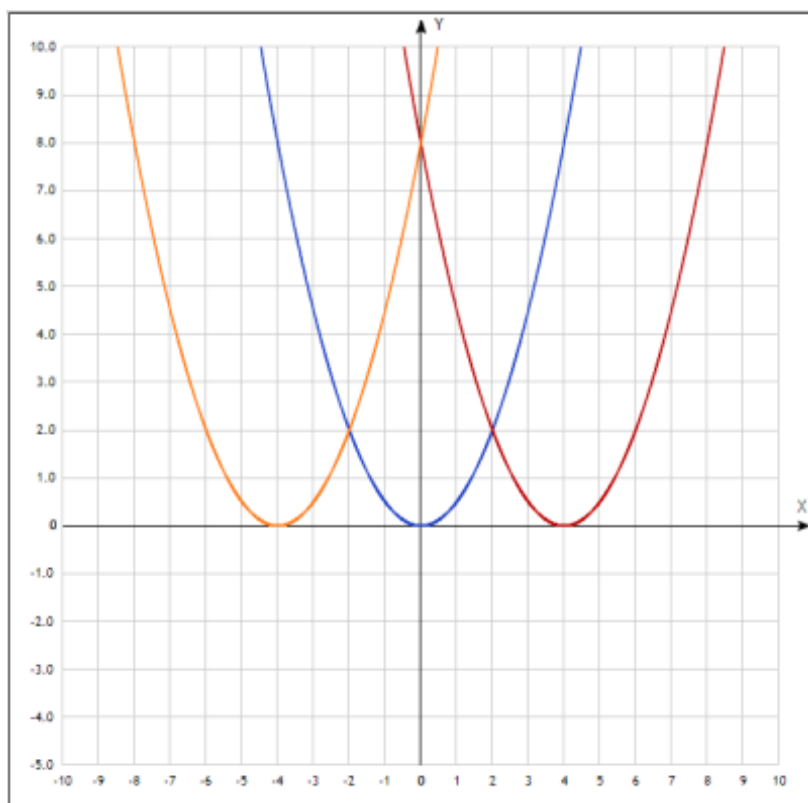


Рис. 6. Исследование в графопостроителе

Функцию $y = a(x-m)^2$ можно получить из функции $y = ax^2$ с помощью параллельного переноса на m единиц вправо, если $m > 0$ и на m единиц влево, если $m < 0$

Рис. 7. Второе правило

После записи этапов построения учащиеся изображают график функции, которой описывается мост после перепроектирования. Важно с учащимися проверить построение в онлайн-графопостроителе с целью закрепления понимания о том, что компьютер – универсальный помощник для исследовательской деятельности в области математики.

Взяв за основу данный конспект, добавив в него задания на применение знаний, оценивание, рефлексию, постановку домашнего задания, учитель может быть уверенным в том, что урок пройдет на высшем уровне, учащиеся приобретут навыки исследования, необходимые не только на данном занятии. Реализация данной разработки позволила автору занять призовое место в олимпиаде «Я-профессионал» [3].

Список использованных источников

1. **Макарычев, Ю. Н.** Алгебра. 9 класс : учебник / Ю. Н. Макарычев, Н. Г. Миндюк, К. И. Нешков, С. Б. Суворова. – М. : Просвещение, 2014. – 275 с.
2. **Построение** графиков функций онлайн [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.yotx.ru/>, свободный (дата обращения: 01.10.2018).
3. **Сертификат** призера олимпиады «Я-профессионал» [Электронный ресурс]. – URL : <https://yadi.sk/i/2Kv90TikV1Yamw>, свободный (дата обращения: 01.10.2018).

References

1. **Makarychev, Yu. N.** Algebra. 9 klass : uchebnik / Yu. N. Makarychev, N. G. Mindyuk, K. I. Neshkov, S. B. Suvorova. – M. : Prosveshchenie, 2014. – 275 s.
2. **Postroenie** grafikov funkcij onlajn [EHlektronnyj resurs]. – URL : <http://www.yotx.ru/>, svobodnyj (data obrashcheniya: 01.10.2018).
3. **Sertifikat** prizera olimpiady «YA-professional» [EHlektronnyj resurs]. – URL : <https://yadi.sk/i/2Kv90TikV1Yamw>, svobodnyj (data obrashcheniya: 01.10.2018).

УДК 004.94

Аникина О. В.¹, Гущина О. М.²

Тольяттинский государственный университет, Россия, г. Тольятти

¹(Тел. (8482) 539212, e-mail: blue-waterfall@yandex.ru),

²(Тел. (8482)539181, e-mail: g_o_m@tltsu.ru)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В СРЕДЕ R
ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ
ВЫПУСКНИКА ВУЗА**

Anikina O. V.¹, Gushchina O. M.²

Togliatti State University, Russia, Togliatti

¹(Tel. (8482)539181, e-mail: blue-waterfall@yandex.ru),

²(Tel. (8482)539181, e-mail: g_o_m@tltsu.ru)

**USING R ENVIRONEMNT FOR MODELING AND VISUALIZATION
OF THE PROCESS OF DEVELOPING PROFESSIONAL COMPETENCES
OF A UNIVERSITY GRADUATE**

Аннотация. В статье обосновывается роль компьютерного моделирования и визуализации в оценке качества процесса формирования профессиональной компетентности обучающихся. В среде анализа данных R разработан программный инструментарий для оценивания уровня освоения компетенций обучающимися и визуализации полученных результатов. Исходными данными для демонстрации работы программы является балльная экспертная оценка сформированности компетенций. Визуальные графики, полученные в ходе работы программы, представляют в наглядной форме результаты проведенного анализа и позволяют на основании экспертных оценок определить уровень сформированности компетенций.

Ключевые слова: кластеризация, визуализация многомерных данных, табличная модель MS Excel, анализ данных R, выборка данных.

Abstract. In article the role of computer modeling and visualization is proved in assessment of quality of process of formation of professional competences of students. In the R environment for the analysis of data, program tools are developed to evaluate the level of development of competences by students and visualization of the received results. Basic data for demonstration of work of the program is mark expert assessment of formation of competences. The visual schedules received during work of the program represent results of the carried-out analysis in an evident form and allow to determine the level of formation of competences on the basis of expert estimates.

Keywords: clustering, multidimensional data visualization, MS Excel table model, data analysis R, data sampling.

Введение. Одной из важных задач системы образования является обеспечение высокого качества подготовки выпускников вузов при компетентностном подходе. Основными требованиями к выпускникам при этом являются не только формирование теоретических знаний и практических умений, но и способность применять их для решения профессиональных задач, генерировать новые идеи и подходы, а также пути их реализации.

Процесс оценивания профессиональных компетенций обучающихся требует выполнения большого количества операций, связанных с определением уровней усвоения ими теоретических знаний и практических навыков, способности их применения в прикладных областях, вычислением показателей сформированности компетенций. Это обуславливает необходимость разработки удобного программного инструментария, позволяющего, с одной стороны, упростить производимые операции, а с другой стороны, визуализировать процесс оценивания для быстрого и эффективного принятия управленческих решений в образовательном процессе. Но при этом нужно уделить должное внимание непосредственно методике оценивания уровня сформированности профессиональной компетенции выпускника. Автор [1] предлагает методику оценки компетентности обучающегося на основе когнитивной модели, отражающей степень влияния изучаемых дисциплин на формирование различных компетенций. Для исследования проблемы оценивания качества подготовки студентов при компетентностном подходе в работе [2] предложена методика построения негэнтропийной оценки уровня сформированности компетенций выпускников вуза.

Целью работы является разработка визуальной методики оценивания уровня сформированности профессиональных компетенций обучающихся, положенной в основу реализации прототипа программного инструментария.

Постановка задачи исследования и обоснование полученных результатов. Прототип программного инструментария для оценивания уровня освоения компетенций обучающимися был разработан на языке программирования R, выбор которого обусловлен следующими причинами [3]:

- это бесплатный функциональный язык программирования с открытым кодом, распространяемый по лицензии GNU;
- среда программирования R является кроссплатформенной и созданные в ней приложения без модификации можно использовать в операционных системах Windows, Unix, Linux;
- язык R разрабатывался с ориентацией на эффективную статистическую обработку больших массивов данных;
- R включает несколько мощных систем графики и в настоящее время является одной из лучших сред визуализации многомерных данных.

В основу реализации программного кода положен алгоритм, включающий следующие этапы:

1. Загрузка исходных данных.
2. Вычисление среднего балла для каждого студента.
3. Цикл выборки и сортировки из фрейма данных записей об успеваемости студентов группы для заданных компетенций и дисциплин.
4. Цикл анализа данных и печать результатов. С помощью функции `summary()` получены минимальное и максимальное значения, медиана, арифметическое среднее, значения первого и третьего квартилей и, таким образом, получено более полное представление об анализируемой выборке. Дополнительно, с помощью соответствующих статистических функций, выведены среднее значение по каждому столбцу для группы, стандартное отклонение и доверительный интервал. На рисунке 1 показаны результаты описательной статистики выборки данных по элементам «знать», «уметь», «владеть» и «среднее значение» на примере группы 10 для компетенции ПК-4 в рамках дисциплины ИС-1.


```

Группа 'Гр.10'
-----
Средняя оценка: 4.22
Стандартное отклонение: 0.6
95%-доверительный интервал: [3.02, 5.42]
Итоговая статистика:
      know      can      apply      mean
"Min.  :2  " "Min.  :4.000  " "Min.  :3.000  " "Min.  :3.000  "
"1st Qu.:3  " "1st Qu.:4.000  " "1st Qu.:4.000  " "1st Qu.:3.670  "
"Median :4  " "Median :4.000  " "Median :4.000  " "Median :4.000  "
"Mean   :4  " "Mean   :4.353  " "Mean   :4.294  " "Mean   :4.216  "
"3rd Qu.:5  " "3rd Qu.:5.000  " "3rd Qu.:5.000  " "3rd Qu.:4.670  "
"Max.   :5  " "Max.   :5.000  " "Max.   :5.000  " "Max.   :5.000  "
NA      NA      NA      NA
    
```

Рис. 1. Описательная статистика для компетенции ПК-4 в рамках дисциплины ИС-1 для группы 10

5. Определение структуры фрейма данных. Определяется тип и количество записей в выборке данных.

6. Создание матрицы компетенций с помощью функции

```
table(fd_competence$discipline, fd_competence$competence).
```

7. Цикл построения графиков. Здесь выполняется и выводится по каждой группе кластеризация алгоритмом `ram`, а также выводятся три графика (график рассеяния, график силуэтов и график «ящик с усами»).

Исходный массив данных, содержащий информацию о результатах экспертной оценки сформированности профессиональной компетентности обучающихся, подготовлен в электронной таблице MS Excel. Оценка сформированности знаний, умений и навыков производилась экспертами среди студентов 10 учебных групп в рамках профессиональных компетенций по 11 дисциплинам, участвующих в формировании профессиональных компетенций обучающихся.

На рисунке 2 показана перекрестная матрица (кросс-таблица) тестируемых групп и дисциплин. На пересечении строк и столбцов показано суммарное число тестов для всех студентов каждой группы. Значения меняются в зависимости от числа компетенций, участвующих в формировании дисциплины.

Разработанный сценарий R позволяет загружать необходимые данные из csv-файла, хранящего исходные данные Excel, производить статистический анализ и визуализировать результаты анализа. Перед выполнением сценария в программе необходимо задать критерии выбора данных, на основе которых будет проводиться обработка и анализ.

	Гр.1	Гр.10	Гр.2	Гр.3	Гр.4	Гр.5	Гр.6	Гр.7	Гр.8	Гр.9
web программирование	38	34	44	40	38	34	32	46	40	48
ис-1	19	17	22	20	19	17	16	23	20	24
ис-2	19	17	22	20	19	17	16	23	20	24
Компьютерная графика	38	34	44	40	38	34	32	46	40	48
ооп-1	19	17	22	20	19	17	16	23	20	24
ооп-2	19	17	22	20	19	17	16	23	20	24
поис-1	19	17	22	20	19	17	16	23	20	24
поис-2	19	17	22	20	19	17	16	23	20	24
Прикладное программирование	38	34	44	40	38	34	32	46	40	48
проектный практикум	19	17	22	20	19	17	16	23	20	24
Современные технологии БД и анализа информации	19	17	22	20	19	17	16	23	20	24

Рис. 2. Перекрестная матрица тестируемых групп и дисциплин

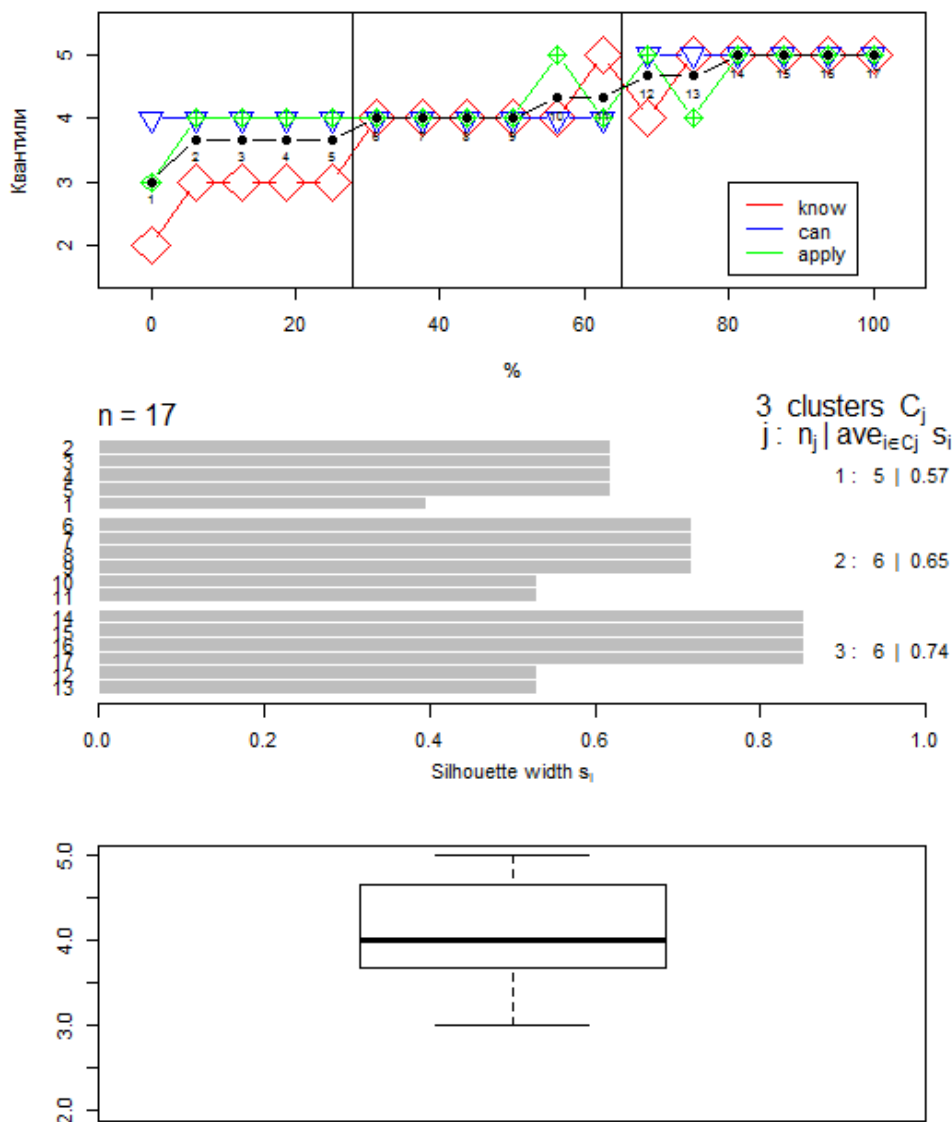


Рис. 3. Визуальное представление результатов

На рисунке 3 представлен тремя графиками результат кластеризации данных.

1. На верхнем графике демонстрируется зависимость средней оценки от квантилей. Разделение области графика вертикальными линиями на три области позволяет визуализировать отношение к одному из трех кластеров по уровню успеваемости. Разделение на кластеры можно определить как «низкий», «средний» и «высокий» уровни. На графике черными точками показаны средние оценки для каждого студента группы, соответствующими цветами выделены результаты по элементам «знать», «уметь», «владеть».

Такая визуализация позволяет наглядно определить, какие оценки получил каждый обучающийся по всем элементам тестирования, а также отношение к одному из трех кластеров по уровню успеваемости. Из графика видно, что оценки 5 по всем элементам получили четыре обучающихся, оценки 4 по всем элементам – также четыре обучающихся, пять человек имеют среднюю оценку 3, но по отдельным элементам оценки варьируются от 2 до 4.

2. Диаграмма силуэтов (средний график) показывает пространственное отношение к одному из трех кластеров по средним результатам каждого обучающегося. Силуэт-анализ позволяет рассчитать, насколько похожи друг на друга наблюдения в кластере по отношению к другим кластерам. На среднем графике видно, что не все результаты однозначно отнесены к тому или иному кластеру. Например, кластер 3 характеризуется отличными оценками и включает 6 результатов, но однозначно к данному кластеру отнесены только 4 результата, а два с наименьшей вероятностью отнесены к кластеру 3 и могут находиться на границе с соседним кластером 2.

3. Диаграмма размаха, представленная в нижней части, часто используется в описательной статистике для быстрого исследования одного или нескольких наборов данных. Данная диаграмма позволяет увидеть, симметричны ли данные; смещение данных и направление смещения; насколько плотно сгруппированы данные. Можно увидеть, что для группы 10 средняя оценка 4, а результаты преимущественно выше среднего.

В целом результаты анализа показывают, что большая часть группы 10 освоили компетенцию ПК-4 на достаточно высоком уровне.

Заключение. Представление результатов анализа в виде диаграмм и графиков дает возможность в визуальном режиме проводить анализ полученной информации, например, определить ранг студентов в рейтинге успеваемости в пределах группы. Разработанное приложение оценки успеваемости можно использовать в учебном процессе для анализа сформированности профессиональной компетентности обучающихся, что позволит своевременно вносить коррективы в организацию учебного процесса, планировать процесс обучения по конкретной дисциплине.

Список использованных источников

1. **Сибикина, И. В.** Процедура оценки компетентности студентов вуза, обучающихся по направлению «Информационная безопасность» / И. В. Сибикина // Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2011. – № 1. – С. 200 – 205.
2. **Гитман, М. Б.** Современные методы анализа данных / М. Б. Гитман, А. Н. Данилов, В. Ю. Столбов // Открытое образование. – 2014. – № 1. – С. 24 – 31.
3. **Кабаков, Р. И.** R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R / Р. И. Кабаков ; пер. с англ. П. А. Волковой. – М. : ДМК Пресс, 2014. – 588 с.

References

1. **Sibikina, I. V.** Protsedura otsenki kompetentnosti studentov vuza, obuchayushchikhsya po napravleniyu «Informatsionnaya bezopasnost'» / I. V. Sibikina // Vestnik AGTU. Ser.: Upravleniye, vychislitel'naya tekhnika i informatika. – 2011. – № 1. – S. 200 – 205.
2. **Gitman, M. B.** Sovremennyye metody analiza dannykh / M. B. Gitman, A. N. Danilov, V. Yu. Stolbov // Otkrytoye obrazovaniye. – 2014. – № 1. – S. 24 – 31.
3. **Kabakov, R. I.** R v deystvii. Analiz i vizualizatsiya dannykh v programme R / R. I. Kabakov ; per. s angl. P. A. Volkovoy. – M. : DMK Press, 2014. – 588 s.

УДК 004.9

Назарова А. В.¹, Абрамова Л. В.²

Северный (Арктический) Федеральный университет имени М. В. Ломоносова,
Россия, г. Архангельск

¹(Тел. (8182)216100, e-mail: anna_nazarova_1996@mail.ru),

²(Тел. (8182)216100, e-mail: l.abramova@narfu.ru)

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ И РАСЧЕТА СТИПЕНДИЙ

Nazarova A. V.¹, Abramova L. V.²

Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Russia, Arkhangelsk

¹(Tel. (8182)216100, e-mail: anna_nazarova_1996@mail.ru),

²(Tel. (8182)216100, e-mail: l.abramova@narfu.ru)

DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEM FOR ACCOMMODATION OF EDUCATIONAL ACTIVITY OF STUDENTS AND CALCULATION OF SCHOLARSHIPS

Аннотация. В настоящее время сопровождение деятельности директората по учету учебной деятельности студентов невозможно без специализированных информационных систем, обрабатывающих огромные объемы данных. В статье представлена новая информационная система, реализующая не только основные функции директората, а также обеспечивающая возможность рассчитывать повышенную стипендию, вести учет достижений и статистику успеваемости студентов.

Ключевые слова: информационная система, университет, база данных, проектирование, C#, MySQL, desktop-приложение.

Abstract. Currently, the support of the activities of the directorate for the recording of student learning activities is impossible without specialized information systems that process huge amounts of data. The article introduces a new information system that implements not only the main functions of the directorate, but also provides the opportunity to calculate an increased scholarship, keep records of achievements and statistics of students' progress.

Keywords: information system, university, database, engineering, C#, MySQL, desktop-application.

Директорат университета непрерывно работает с большими объемами данных, связанных со студентами, преподавателями, дисциплинами, учебными планами, направлениями подготовки, стипендиями и многим другим. Чтобы сделать работу сотрудников директората наиболее удобной и эффективной, необходимо структурировать и упорядочивать огромный объем информации, получаемый ими каждый день. Наилучшим образом с этой задачей справляются информационные системы, разработанные с использованием баз данных.

Существуют комплексные решения для управления ВУЗом, такие как «Галактика Управление Вузом», «ИС:Университет» и «ТАНДЕМ.Университет», однако все эти решения не учитывают индивидуальных алгоритмов и бизнес-процессов ВУЗов (например, алгоритмы расчета стипендий), поэтому для каждого из них целесообразна разра-

ботка индивидуальных решений. Также комплексные решения более требовательны к ресурсам и требуют более мощного аппаратного оснащения.

В ходе данной статьи будет рассмотрен процесс разработки информационной системы, автоматизирующей деятельность директората высшего учебного заведения. При разработке информационной системы учитывались требования и особенности директората Северного (Арктического) федерального университета (САФУ).

В ходе изучения предметной области разработана диаграмма прецедентов (рис. 1), отображающая действующие лица системы и варианты использования.

Исходя из диаграммы прецедентов была составлена ER-диаграмма базы данных директората.

В качестве инструментов для реализации проекта были выбраны язык программирования C# и библиотека «.NETFramework», являющиеся наиболее удобными инструментами для разработки desktop-приложений на основе операционной системы Windows, которая широко используется в большинстве высших учебных заведений. В качестве СУБД была использована MySQL – некоммерческая СУБД, отличающаяся самой высокой скоростью среди аналогов [1].

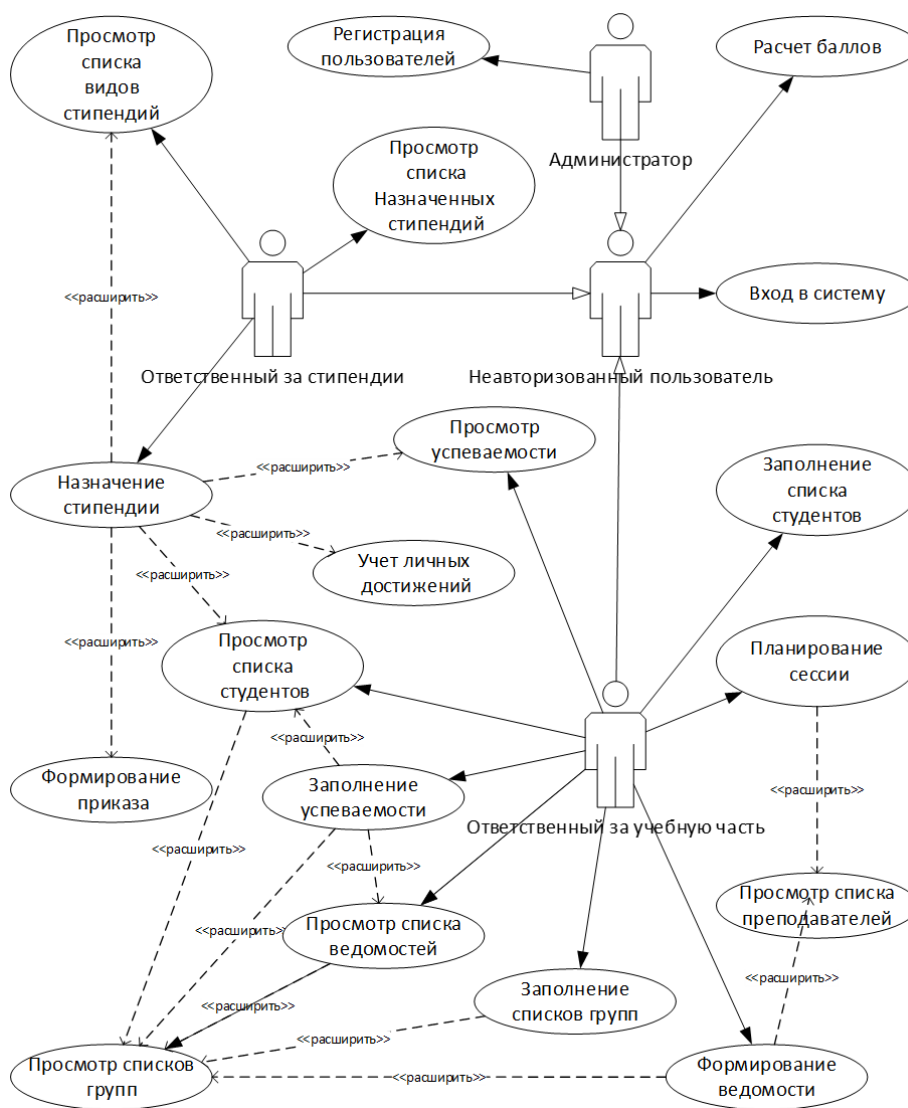


Рис. 1. Диаграмма прецедентов

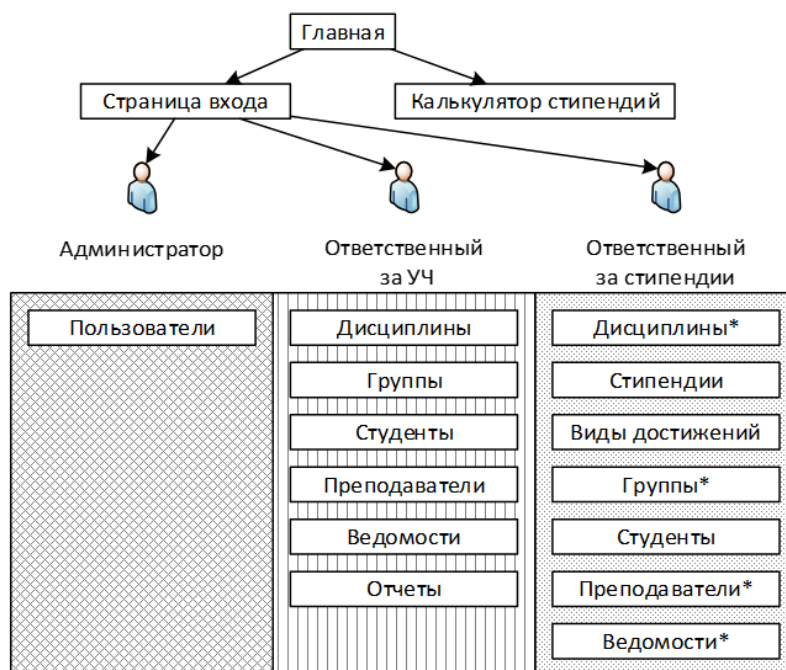


Рис. 2. Страничная структура приложения

Интерфейс разрабатываемого приложения представляет собой форму, на которой расположены различные элементы управления, сгруппированные по страницам. Поэтому при разработке была использована страничная структура (рис. 2), согласно которой отдельно разрабатываются модули управления основной формой и страницами. На рисунке символом «*» отмечены страницы, доступные только в режиме чтения.

Приложение основывается на технологии WPF, которая наиболее эффективно сочетается с архитектурным паттерном MVVM, подразумевающим разделение приложения на три составных части: модель, модель представления и представление. В сочетании со страничным интерфейсом, данный паттерн предполагает отдельную реализацию модели, модели представления и представления как для основной формы, так и для каждой страницы [2].

Приложение содержит следующие страницы: страница неавторизованного пользователя, форма входа, страница авторизованного пользователя, страницы перечисления и редактирования пользователей, дисциплин, групп, студентов, преподавателей, ведомостей, видов достижений и стипендий, страница отчетов, калькулятор стипендий, страница выбора студентов.

Представление каждой страницы разработано с использованием языка разметки XAML. Модели представления страниц содержат наборы команд и свойств, идентичные элементам управления представления. В моделях страниц описана логика загрузки и группировки данных, запрашиваемых и редактируемых пользователем.

Механизм шифрования пароля описан в отдельном классе и предназначен для обеспечения безопасного хранения пароля в оперативной памяти компьютера. Пароль, полученный в виде строки, преобразовывается в MD5-сумму, которая и хранится в оперативной памяти. Сам же текст пароля уничтожается сразу после подсчета суммы.

Записи в базе данных можно подразделить на два вида: справочник и документ. Для записей справочников (студенты, пользователи, категории дисциплин, виды дос-

тижений и т.д.) характерны два состояния: «записана» и «удалена». Записи документов имеют иной набор состояний, например, документ «Стипендия» имеет состояния «Планирование», «Набор кандидатов» и «Выдана».

Документ «Стипендия» имеет встроенный механизм отбора студентов. При разработке были учтены критерии, используемые при начислении стипендий для студентов САФУ. Также автоматически выполняется расчет баллов для каждого студента, подавшего заявление. При выдаче стипендии происходит сортировка списка студентов и исключение из него превышающих установленную квоту.

Помимо этого, информационная система включает в себя калькулятор стипендий, представленный в виде отдельной страницы, формирующей список стипендий, на которые имеет право подавать студент с выбранным социальным статусом и указанным количеством баллов (рис. 3). Страница предназначена для студентов, желающих выбрать, на какие стипендии они могут подать заявления.

Рис. 3. Калькулятор стипендий

Для удобного представления статистики для ответственного за учебную часть, были разработаны интерактивные отчеты по задолженностям и по успеваемости. Данные в отчетах представляются в виде таблицы и интерактивных диаграмм. Диаграммы имеют столбчатый вид с группировкой по группам. При нажатии на группировки отображается детализованная выборка данных.

Отчет по задолженностям отображает данные о количестве студентов, подлежащих отчислению, в группах. Также по каждому студенту можно просмотреть детализованную информацию о задолженностях, содержащую сведения о дате ведомости, предмете, преподавателе, виде контроля и оценке (рис. 4).

Отчет по успеваемости отображает сведения о средней успеваемости групп. Диаграмма по каждой группе отображает количество студентов, количество отличников и количество хорошистов (рис. 5). Детализованная таблица по каждой группе содержит информацию об экзаменах и зачетах, по которым у ее студентов имеются задолженности.

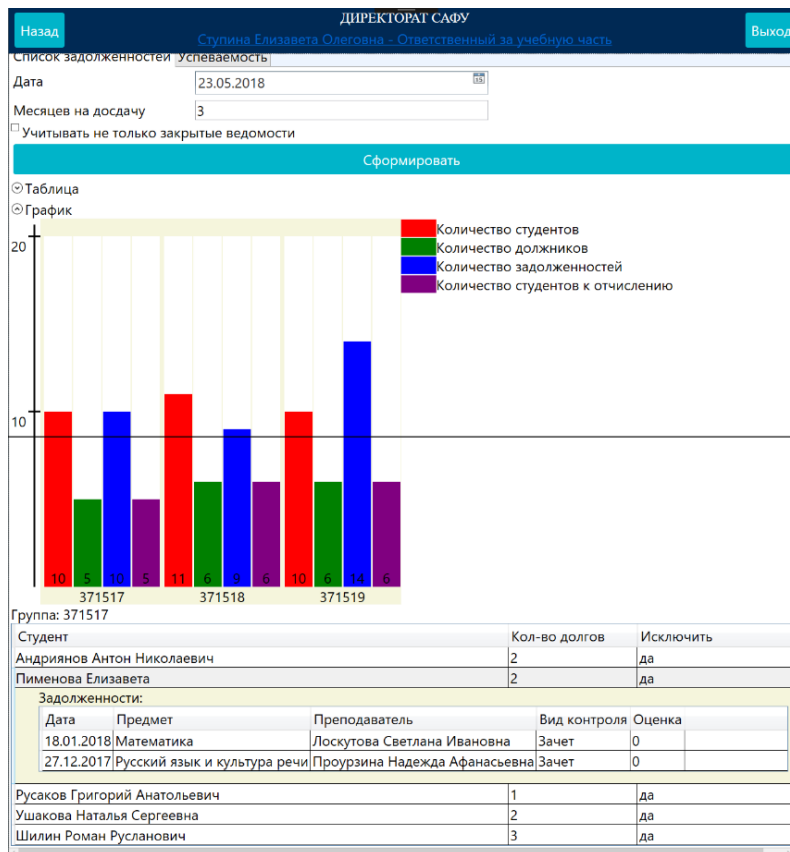


Рис. 4. Отчет по задолженностям

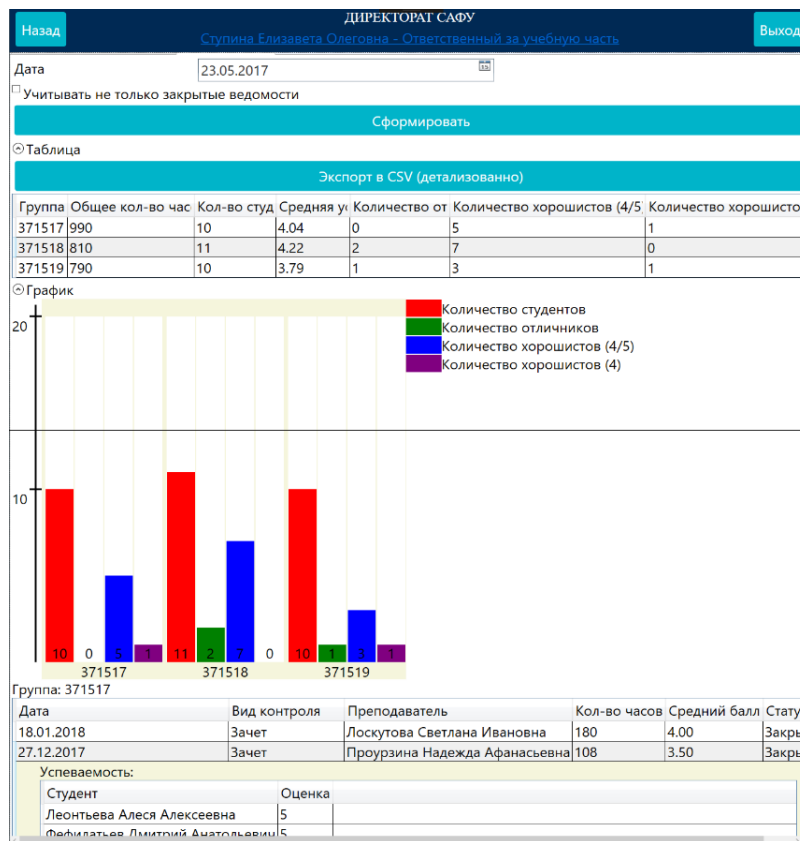


Рис. 5. Отчет по успеваемости

Итогом разработки стала информационная система, которая автоматизирует деятельность работников директората, а именно ответственного за учебную часть и ответственного за стипендии. Система позволяет хранить и обрабатывать данные о студентах, группах, дисциплинах, ведомостях, стипендиях и т.д. Кроме того, информационная система позволяет автоматически рассчитывать баллы студентов по стипендиям, упрощает процесс назначения стипендий, а также предоставляет ответственным за учебную часть доступ к интерактивным отчетам, позволяющим оценить среднюю успеваемость групп и количество должников. Помимо этого, отчеты могут быть использованы для анализа информации о наличии задолженности у студентов.

Список использованных источников

1. **Преимущества** и недостатки MySQL.[Электронный ресурс]. – URL : <http://lectmania.ru/1x5c7e.html>, свободный (дата обращения: 01.03.2018).
2. **Паттерн MVVM** [Электронный ресурс]. – URL : <https://metanit.com/sharp/wpf/22.1.php>, свободный (дата обращения 01.03.2018).

References

1. **Preimushchestva** I nedostatki MySQL. [Electronic resource]. – URL : <http://lectmania.ru/1x5c7e.html>, free (date of the application: 01.03.2018).
2. **Pattern MVVM** [Electronic resource]. – URL : <https://metanit.com/sharp/wpf/22.1.php>, free (date of the application: 01.03.2018).

УДК 378.1

Попов А. И.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630146, e-mail: Andrei_Popov_TM@mail.ru)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТВОРЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Popov A. I.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630146, e-mail: Andrei_Popov_TM@mail.ru)

MODELING THE CREATIVE DEVELOPMENT OF STUDENTS IN DIGITAL LEARNING ENVIRONMENT

Аннотация. Обоснована необходимость активного использования цифровой образовательной среды в профессиональной подготовке и выявлены показатели эффективности развития креативности в ней. Определены психолого-педагогические условия и компоненты модели развития творческих качеств при получении профессионального образования.

Ключевые слова: инновационная деятельность, креативность, профессиональное обучение, студенческие олимпиады, электронное обучение.

Abstract. The necessity of active use of the digital educational environment in professional training is proved; indicators of efficiency of development of creativity in it are revealed. Psychological and pedagogical conditions and components of the model of development of creative qualities in vocational education are defined.

Keywords: innovative activity, creativity, professional training, student competitions, e-learning.

Современное профессиональное образование предполагает реализацию двух учебных блоков, способствующих конкурентоспособности выпускника на рынке труда. Первый блок ориентирован на формирование у студентов компонентов готовности к выполнению трудовых функций, наиболее востребованных на производстве и обеспечивающих стабильное положение предприятия в краткосрочном периоде. Достижение целей данного блока достигается, в первую очередь, проектированием содержания дисциплин, отражающих предметный и социальный контекст профессиональной деятельности, а также доминированием форм организации обучения, направленных на отработку умений и навыков.

В условиях ускоренного обновления научных знаний и использующихся в производстве технических систем, быстро меняющейся экономической ситуации все более востребованным и с позиции общества, и в контексте удовлетворения потребностей студентов будет второй учебный блок, формирующий готовность к инженерной инновационной деятельности и профессиональному творчеству посредством интеграции специального педагогического воздействия на студента во время учебных занятий, самостоятельной познавательной деятельности и неформального образования на основе принципа мотивационной готовности.

Наибольшей результативностью в деле повышения качества образования и уровня креативности во втором блоке обладает творческое саморазвитие в цифровой образова-

тельной среде [1, 2], позволяющее реализовывать обучение на высоком уровне сложности при обеспечении индивидуализации обучения на основе учета личностных потребностей и интеллектуальных возможностей студентов.

Использование потенциала цифровизации всех сфер деятельности предполагает значительные инвестиции как в инфраструктуру информационного пространства, так и в создание необходимых инструментально-педагогических средств на основе использования преимуществ информатизации восприятия и усвоения знаний и умений. Данные педагогические средства оптимизируют дальнейшую познавательную деятельность студента, а затем и делают более успешным участие в инновационных проектах за счет приобретения навыков сокращения времени рутинной работы и перехода на эвристический или креативный уровень интеллектуальной активности в процессе самостоятельного поиска знаний или исследования перспектив их нестандартной комбинации.

Показатель уровня сформированности профессионально-ориентированной креативности в результате работы студента в цифровой образовательной среде зависит от следующих параметров:

- начального уровня способностей и наличия осознанной мотивации к самосовершенствованию;
- готовности к эффективной коммуникации и подверженности конкретной личности эффекту фасилитации;
- наличия и обновляемости модуля, обеспечивающего теоретическую подготовку к управлению творчеством в профессиональной деятельности и развитию своих креативных способностей;
- внешнего стимулирования со стороны работодателей (через рост цены на рабочую силу, увеличение количества вакансий на определенное профессии) и общества (посредством финансовой поддержки приоритетных проектов и изменения социального статуса отдельных видов деятельности) к развитию личностных качеств и нестандартному проявлению знаний при решении задач профессиональной деятельности;
- состояния и эффективности функционирования системы сопровождения творческого саморазвития посредством организации осознанной корректировки индивидуальной траектории, помощи в выборе содержания и форм обучения [3];
- материального обеспечения программных и аппаратных возможностей использования ресурсов цифровой образовательной среды в соответствии с особенностями психологического восприятия и кросс-культурными различиями в условиях разновозрастного и многонационального коллектива;
- наполненности баз данных творческими задачами и методическими рекомендациями к ним, способствующими проявлению креативности при различном начальном уровне интеллектуальной активности;
- дидактической подкрепленности организации дистанционного общения между обучающимися, а также с преподавателями и работниками производства для максимального использования потенциала коллективной и соревновательной деятельности для решения творческих задач.

Процесс моделирования развития личностных качеств и способностей студентов при получении профессионального образования предполагает учет ряда нормативно-правовых ограничений и психолого-педагогических условий:

– педагогический процесс в цифровой образовательной среде должен предполагать формирование на пороговом уровне компонентов творческих компетенций у всех обучающихся в рамках трудоемкости дисциплины с учетом требований образовательного стандарта и порядка организации образовательной деятельности;

– набор средств педагогического воздействия должен быть ориентирован на различные уровни подготовки и мотивированности студентов, требовать больший объем знаний и умений, чем обладает обучающийся в настоящий момент;

– применяемые программные средства должны соответствовать лицензионному обеспечению, имеющемуся у образовательной организации, и позволять использовать образовательный контент лицам с различными физическими и психическими возможностями в удобном для них режиме, а также обучающимся по индивидуальным учебным планам;

– электронное обучение должно гармонично дополняться дистанционным общением с преподавателями и представителями профильных организаций, обладающих креативно-педагогическими компетенциями;

– системообразующим компонентом должно стать олимпиадное движение студентов по дисциплинам естественно-научного и общепрофессионального циклов, обеспечивающее на фундаментальном образовательном контенте формирование универсальных компетенций [4] и математического стиля мышления;

– целесообразно использовать импульсные педагогические технологии, включающее последовательную смену интенсивной творческой деятельности этапами релаксации и групповой рефлексии в интернет-пространстве:

– включение проектного обучения в образовательный процесс и формирование смешанных виртуальных групп для развития деловой коммуникации в информационном пространстве и управленческих и лидерских качеств, толерантности и психологической выдержки;

– активное использование потенциала открытого образования при подготовке к дополнительным видам деятельности, а также к реализации международных инновационных проектов [5].

По результатам проведенного моделирования выделены ключевые компоненты системы творческой подготовки в цифровой образовательной среде:

1) информационный компонент, направленный на формирование образовательного контента;

2) финансовый компонент, аккумулирующий и перераспределяющий финансовые ресурсы для гармоничного развития всех частей цифрового образования;

3) кадровый компонент;

4) тьюторский компонент, решающий задачу сопровождения деятельности студента в электронной среде;

5) мотивационный компонент, детерминирующий деятельность всех участников образовательного процесса.

Моделирование творческого развития в цифровой среде позволяет повысить удовлетворенность обучающихся, а также преодолеть им психологическую инерцию и выйти на новый уровень интеллектуального развития для активного участия в инновационной деятельности.

Список использованных источников

1. **Молоткова, Н. В.** Механизм использования цифровой образовательной среды в инженерном образовании / Н. В. Молоткова, Е. А. Ракитина, А. И. Попов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2018. – № 2(68). – С. 163 – 172.
2. **Попов, А. И.** Цифровая экономика и профессиональное образование / А. И. Попов, А. А. Букин // Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК : сб. науч. ст. Междунар. науч. конф. – Минск, 2018. – С. 483 – 487.
3. **Краснянский, М. Н.** Математическое моделирование адаптивной системы управления профессиональным образованием // М. Н. Краснянский, А. И. Попов, А. Д. Обухов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23, № 2. – С. 196 – 208.
4. **Юдин, В. А.** Формирование инновационной готовности специалистов в олимпиадном движении по теоретической механике / В. А. Юдин, А. И. Попов // Alma mater: Вестник высшей школы. – 2018. – № 3. – С. 60 – 66.
5. **Попов, А. И.** Использование онлайн-курсов в непрерывном агроинженерном образовании / А. И. Попов // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК : сб. науч. ст. Междунар. науч. конф. – Минск, 2017. – С. 29 – 33.

References

1. **Molotkova, N. V.** Mekhanizm ispol'zovaniya cifrovoj obrazovatel'noj sredy v inzhenernom obrazovanii / N. V. Molotkova, E. A. Rakitina, A. I. Popov // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo. – 2018. – № 2(68). – S. 163 – 172.
2. **Popov, A. I.** Cifrovaya ehkonomika i professional'noe obrazovanie / A. I. Popov, A. A. Bukin // Formirovanie organizacionno-ehkonomicheskikh uslovij ehffektivnogo funkcionirovaniya APK : sbornik nauchnyh statej Mezhdunar. nauchn. konferencii. – Minsk, 2018. – S. 483 – 487.
3. **Krasnyanskij, M. N.** Matematicheskoe modelirovanie adaptivnoj sistemy upravleniya professional'nym obrazovaniem / M. N. Krasnyanskij, A. I. Popov, A. D. Obuhov // Vestnik TGTU. – 2017. – T. 23, № 2. – S. 196 – 208.
4. **Yudin, V. A.** Formirovanie innovacionnoj gotovnosti specialistov v olimpiadnom dvizhenii po teoreticheskoj mekhanike / V. A. Yudin, A. I. Popov // Alma mater: Vestnik vysshej shkoly. – 2018 – № 3. – S. 60 – 66.
5. **Popov, A. I.** Ispol'zovanie onlajn-kursov v nepreryvnom agroinzhenernom obrazovanii / A. I. Popov // Aktual'nye problemy formirovaniya kadrovogo potenciala dlya innovacionnogo razvitiya APK : sbornik nauchnyh statej Mezhdunar. nauchn. konferencii. – Minsk, 2017. – S. 29 – 33.

УДК 378.1

Попов А. И.¹, Синельников В. М.²

¹Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630146, e-mail: Andrei_Popov_TM@mail.ru),

²Белорусский государственный аграрный технический университет,
Республика Беларусь, г. Минск
(Тел. +375172676064, e-mail: vsinelnikov@yahoo.com)

УПРАВЛЕНИЕ АКАДЕМИЧЕСКОЙ МОБИЛЬНОСТЬЮ СТУДЕНТОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Popov A. I.¹, Sinel'nikov V. M.²

¹Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630146, e-mail: Andrei_Popov_TM@mail.ru),

²Belarusian State Agrarian Technical University, Republic of Belarus, Minsk
(Tel. +375172676064, e-mail: vsinelnikov@yahoo.com)

MANAGEMENT OF ACADEMIC MOBILITY OF ECONOMICS STUDENTS

Аннотация. Обоснована роль международных образовательных программ в подготовке экономистов к реализации инновационных проектов. Выявлена цель программ академической мобильности и определены компоненты информационной системы управления ими. Сформулированы ограничения при проектировании содержания и форм подготовки экономистов в рамках краткосрочных программ. Исследован процесс управления академической мобильностью и определены направления совершенствования системы адаптивного управления высшим образованием.

Ключевые слова: готовность к инновационной деятельности, творческое развитие, международное сотрудничество, управление образованием.

Abstract. The role of international educational programs in the training of economists in the implementation of investment projects is discussed. The purpose of academic mobility programs is revealed and the components of the information system of their management are defined. Limitations in the design of content and forms of training of economists in the framework of short-term programs are formulated. The process of academic mobility management is studied and the directions of improving the system of adaptive management of higher education are determined.

Keywords: readiness for innovation, creative development, international cooperation, education management.

Активное развитие открытого образовательного пространства предполагает изменение форм освоения профессиональной области, широкое использование сетевого взаимодействия вузов и массовых онлайн-курсов, реализацию программ академической мобильности как в своей стране, так и за ее пределами. Несовершенство нормативно-правового обеспечения высшего образования, в том числе и сложная измеримость результатов обучения в форме компетенций, широкая свобода вузов России в формировании содержания обучения осложняют реализацию программ академической мобиль-

ности, что предопределяет повышенное внимание к совершенствованию управления профессиональным образованием [1]. В условиях глобализации экономики, развития хозяйственных связей и увеличения доли международных экономических проектов особое внимание уделяется формированию у студентов дополнительных компетенций, определяющих повышенную готовность сопровождать инновационную деятельность и связанные с ней финансовые процессы [2, 3]. С учетом значимости агропромышленного комплекса для обеспечения экономической и продовольственной безопасности страны творческая подготовка экономистов для данной сферы является приоритетной задачей. Особая роль в формировании готовности студентов экономического профиля к сопровождению инновационных преобразований в сельском хозяйстве принадлежит краткосрочным программам, реализуемым в рамках международного образовательного сотрудничества.

Целью управления академической мобильностью будет проектирование оптимальной краткосрочной образовательной программы, обеспечивающей необходимую вероятность формирования заданного набора дополнительных компетенций у группы обучающихся в течение определенного промежутка времени. Критериями оптимальности выступают: предоставление возможности сократить разрыв между результатами обучения и потребностями конкретных работодателей; максимальное изменение знаний, умений, личностных качеств у обучающихся; сохранение темпов освоения основной образовательной программы и выполнение календарного графика и нормативно-правовых документов; финансовая доступность; высокая удовлетворенность студентов организацией обучения.

Для определения содержания и форм организации краткосрочного обучения в другом учебном заведении необходимо создать ряд постоянно обновляемых баз данных, позволяющих принять обоснованное решение. Первый блок накапливаемой информации включает подробное описание компонентов компетенций и этапов их формирования при реализации образовательных программ в различных вузах (с указанием временных интервалов и используемой материально-технической базы). Особое внимание уделяется: интенсивности освоения профессионально-значимой информации на каждом этапе; возможности организации обучения на высоком уровне сложности и реализации проектного подхода; применимости индивидуализации обучения. В процессе проектирования программы академической мобильности будут анализироваться также календарный график освоения основной программы и индивидуальный учебный план студента для обеспечения логического освоения взаимосвязанных компонентов компетенций.

Второй блок аккумулирует информацию о потребностях работодателей в краткосрочном и долгосрочном периодах, их нацеленности на развитие международного экономического сотрудничества, а также о необходимости интеграции компетенций, формирующих готовность к инновационной деятельности [4]. В контексте решаемых задач представляет интерес рейтинг наиболее востребованных трудовых функций специалистов экономического профиля. По результатам изучения запросов общества и всей системы общественных отношений, потребностей предприятий агропромышленного комплекса возможно формирование перечня дополнительных компетенций – не определенных ФГОС ВО, но необходимых для решения проблем регионального производства.

Информация об интеллекте и креативности, личностных качествах, достигнутых к данному моменту уровню знаний, умений, навыков, проявляемом ранее уровне

интеллектуальной активности и профессиональных устремлениях должна входить в третий блок. Сбор подобной информации в полном объеме затруднен в вузе как объективными, так и субъективными причинами. Поэтому достоверно можно говорить лишь о знаниях и умениях, причем в основном на уровне узнавания и понимания (именно их возможно оценить при помощи тестирования). Деятельностный или рефлексивный уровни освоения компетенций с большой достоверностью возможно измерить либо в практической деятельности на предприятиях, либо в ситуации интенсивной творческой работы во время конкурсов и олимпиад [5]. Поэтому в ряде случаев личностность студента оценивается экспертом, а наиболее сильным аргументом в пользу включения студента в программу академической мобильности будет проявленный им ранее эвристический или креативный уровень интеллектуальной активности.

На основе анализа информации, собранной в данных блоках, возможно черновое проектирование содержания обучения, позволяющего каждому члену группы академической мобильности сформировать на более высоком уровне требуемые ему дополнительные компоненты компетенций. Формируемая группа студентов, обучающаяся по краткосрочной программе в другом вузе, должна быть ориентирована на проявление факультатива, позволяющей каждому участнику максимально мобилизовать свои ресурсы и показать значительный прогресс в освоении профессии.

Нацеленность в подготовке экономистов на формирование готовности к инновационной деятельности в реальном секторе экономики предполагает усиление инженерной составляющей их компетентности. Чтобы обеспечивать эффективную организацию работы своего сельскохозяйственного предприятия выпускники вузов должны не только свободно ориентироваться в теоретических положениях экономических дисциплин, но и понимать техническую или технологическую сущность руководимого ими производства, процесс создания инновационного продукта и его жизненный цикл.

Программа академической мобильности должна за короткий период не только на новом уровне открыть для студента предметную область, но и дать импульс для активной творческой деятельности после ее завершения. Поэтому в течение программы целесообразно предусмотреть несколько циклов чередования интенсивной работы над проектом на высоком уровне сложности, релаксацию и последующую рефлексию. Этап рефлексии оптимально проводить в формате ознакомления с деятельностью хозяйствующего субъекта и выявления в его экономических процессах проблемных ситуаций. Обучающиеся должны дать оценку соответствия результатов своей учебной деятельности потребностям конкретного работодателя.

Одной из возможных форм реализации академической мобильности студентов экономического профиля является организация международных конференций по обсуждению актуальных для обучающихся проблем экономики и управления в контексте усиления сотрудничества в агропромышленном комплексе. Интенсивная работа на конференции дополняется приобщением к культурным и природным богатствам страны-организатора, развитием коммуникационных способностей и толерантности. На этапе рефлексии участники программы мобильности знакомятся с материальным и технологическим оснащением сельскохозяйственного предприятия, с реализуемыми на нем технологиями управления и разработки решений в сфере финансов, маркетинга и управления персоналом.

При проектировании краткосрочных образовательных программ, предполагающих пребывание обучающихся в другом вузе и являющихся для студента формой дополнительного образования и получения новых (не предусмотренных стандартом) компетенций, необходимо создать условия для вхождения в систему управления документооборотом вуза [6] и учитывать ограничения:

- длительность программы не должна нарушать график освоения основной программы обучения либо ориентироваться на внесение в него корректив, когда возможна интенсификация в освоении отдельных модулей вследствие наличия у конкретных обучающихся развитых интеллектуальных способностей. Иными словами, программа должна реализовываться или в период, свободный от учебных занятий, или в любое время для студентов, продемонстрировавших в предшествующем обучении способность творчески и на высоком уровне организовывать свою познавательную деятельность, что позволяет им осваивать пропущенный модуль в рамках самостоятельной работы;

- содержание программы должно включать компоненты, востребованные значительной частью группы, освоение которых в своем вузе или в открытом цифровом пространстве невозможно или не обеспечивает требуемого потенциальными работодателями качества;

- расходы обучающихся должны быть сведены к приемлемому размеру посредством, с одной стороны, выбора образовательного заведения-партнера на основе соотношения предоставляемых возможностей в освоении профессии к затратам на организацию поездки и обучения, с другой, – получения образовательных грантов и организации системы взаимных обменов.

Важным компонентом управления академической мобильностью является кадровое сопровождение таких программ и подготовка обучающихся к деятельности в новой для них языковой и культурной среде. Причем подбор преподавателей, сопровождающих студентов, и научно-педагогических работников от принимающего вуза, участвующих в стадии интенсивной работы высокого уровня сложности, во многом определяет переход студентов на эвристический уровень проявления интеллектуальной активности.

Цифровизация образования предопределяет непрерывность творческого развития после окончания программы академической мобильности. Это обеспечивается формированием виртуальных творческих коллективов для дальнейшего исследования творческих задач и проблем экономического сопровождения международного сотрудничества в сфере сельскохозяйственного производства.

Разработанные подходы к управлению академической мобильностью использовались для совершенствования международных образовательных программ (реализуемых, в частности, в Тамбовском государственном техническом университете и Белорусском государственном аграрном техническом университете). Полученные результаты в виде активизации познавательной деятельности студентов, приобретения ими дополнительных знаний в области экономики и управления сельским хозяйством, сформированной готовности к осуществлению международных инновационных проектов в агропромышленном комплексе свидетельствуют о правильности предложенного подхода и необходимости развития баз данных и математического моделирования данного процесса.

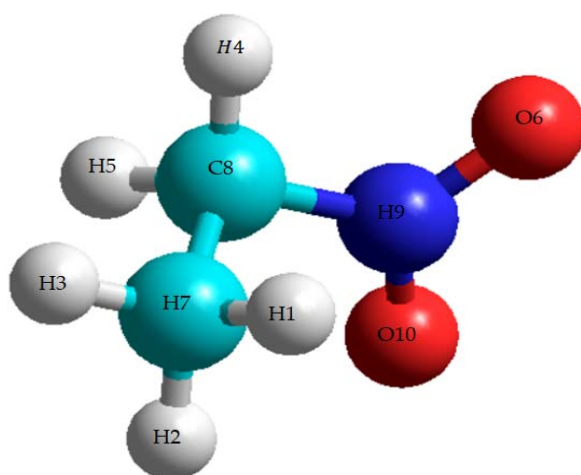
Список использованных источников

1. **Краснянский, М. Н.** Математическое моделирование адаптивной системы управления профессиональным образованием // М. Н. Краснянский, А. И. Попов, А. Д. Обухов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23, № 2. – С. 196 – 208.
2. **Попов, А. И.** Формирование инновационной готовности экономистов агропромышленного комплекса в открытой образовательной среде / А. И. Попов, В. М. Синельников // Агропанорама. – 2016. – № 4(116). – С. 42 – 48.
3. **Попов, А. И.** Формирование готовности технических специалистов АПК к инновационной деятельности / А. И. Попов, В. М. Синельников, Л. Е. Процко // Агропанорама. – 2017. – № 2(120). – С. 43 – 48.
4. **Романенко, А. В.** Об информационных основах принятия решений при управлении хозяйствующим субъектом / А. В. Романенко, А. И. Попов, В. Л. Пархоменко // Наука и бизнес: пути развития. – 2013. – № 8. – С. 134 – 136.
5. **Попов, А. И.** Олимпиады как инструмент формирования творческих общекультурных компетенций специалистов и оценивания уровня их сформированности / А. И. Попов, Е. А. Ракитина // Alma mater: Вестник высшей школы. – 2016 – № 1. – С. 71 – 75.
6. **Краснянский, М. Н.** Проектирование информационных систем управления документооборотом научно-образовательных учреждений : монография / М. Н. Краснянский, С. В. Карпушкин, А. В. Остроух и др. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 216 с.

References

1. **Krasnyanskij, M. N.** Matematicheskoe modelirovanie adaptivnoj sistemy upravleniya professional'nym obrazovaniem / M. N. Krasnyanskij, A. I. Popov, A. D. Obuhov // Vestnik TGTU. – 2017. – Т. 23, № 2. – S. 196 – 208.
2. **Popov, A. I.** Formirovanie innovacionnoj gotovnosti ehkonomistov agropromyshlennogo kompleksa v otkrytoj obrazovatel'noj srede / A. I. Popov, V. M. Sinel'nikov // Agropanorama. – 2016. – № 4(116). – S. 42 – 48.
3. **Popov, A. I.** Formirovanie gotovnosti tekhnicheskikh specialistov APK k innovacionnoj deyatel'nosti / A. I. Popov, V. M. Sinel'nikov, L. E. Procko // Agropanorama. – 2017. – № 2(120). – S. 43 – 48.
4. **Romanenko, A. V.** Ob informacionnyh osnovah prinyatiya reshenij pri upravlenii hozyajstvuyushchim sub"ektom / A. V. Romanenko, A. I. Popov, V. L. Parhomenko // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2013. – № 8. – S. 134 – 136.
5. **Popov, A. I.** Olimpiady kak instrument formirovaniya tvorcheskih obshchekul'turnyh kompetencij specialistov i ocenivaniya urovnya ih sformirovannosti / A. I. Popov, E. A. Rakitina // Alma mater: Vestnik vysshej shkoly. – 2016 – № 1. – S. 71 – 75.
6. **Krasnyanskij, M. N.** Proektirovanie informacionnyh sistem upravleniya dokumentooborotom nauchno-obrazovatel'nyh uchrezhdenij : monografiya / M. N. Krasnyanskij, S. V. Karpushkin, A. V. Ostrouh, i dr. – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO “TGTU”, 2015. – 216 s.

Секция IX
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМ



УДК 546.217

Басырова В. А.

Международный медицинский университет
(E-mail: ot-del-nauky@yandex.ru)

**ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЗОНОТЕРАПИИ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ И ЛЕЧЕНИЯ
ОТДЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Basyrova V. A.

International Medical University
(E-mail: ot-del-nauky@yandex.ru)

**THE STUDY OF BIOLOGICAL EFFECTS OF OZONE THERAPY
FOR CORRECTION AND TREATMENT OF SEPARATE DISEASES**

Аннотация. Данная статья акцентирует внимание на исследовании биологических эффектов применения озонотерапии при лечении. Автором предпринята попытка сравнить полученные результаты и сделать вывод о целесообразности и эффективности озонотерапии.

Ключевые слова: озонотерапия, биологические эффекты, лечение, медицинская технология.

Abstract. This article focuses on the study of the biological effects of the use of ozone therapy in the treatment. The author made an attempt to compare the results and draw a conclusion about the feasibility and effectiveness of ozone therapy.

Keywords: ozone therapy, biological effects, treatment, medical technology.

Озонотерапия (ОТ) давно применяется при лечении целого ряда заболеваний. Сложность и разноплановость механизмов действия озона на организм человека обусловило широту его терапевтического применения. ОТ – современная, высокоэффективная медицинская технология использования медицинского озона в лечебно-профилактических целях, в настоящее время используется для лечения целого ряда заболеваний.

Озон – аллотропная форма кислорода, молекула образована тремя атомами кислорода, имеет одну свободную связь, обеспечивающую высокую активность молекулы за счет высокого сродства к электрону (1,9 эВ).

Впервые в медицине озон был использован в 1916 году Н. Wolf для лечения гнойных ран. Дальнейшее изучение и клиническое применение озона в первой половине XX века проводилось Н. Wolf, E. Rout, A. Fish, однако до 70-х годов в основном использовались антисептические, дезинфицирующие и дезодорирующие свойства озона. Большие и систематические исследования в области ОТ начались после появления устойчивых к действию озона полимерных материалов и удобных для работы озонаторных установок с возможностью точного дозирования и поддержки фиксированной концентрации озона в смесях. Накопление данных о биологическом и лечебном действии озона дало возможность разработки методик общей и местной ОТ, показаний и противопоказаний к ее применению. Но изучение биологического действия озона,

совершенствование методик применения ОТ и разработка показаний к ее применению продолжают.

Для ОТ характерна простота применения, высокая эффективность, хорошая переносимость, практическое отсутствие побочных действий.

Если примененные ранее местные методики ОТ, связанные с непосредственным контактом газа с поверхностью и полостями тела опирались на антисептические свойства озона, то при парентеральном введении озона в основе терапевтического эффекта лежит системное действие. Системное действие озона связывают с образованием озонидов. Относительно биоорганических соединений отмечается селективность озона к соединениям, которые имеют двойные связи. К ним относятся аминокислоты, пептиды, белки, нуклеиновые кислоты, ненасыщенные жирные кислоты, составляющие основу липидов мембран клетки и липопротеиновых комплексов плазмы.

В биологической среде реакции озона с ненасыщенными жирными кислотами являются доминирующими и сопровождаются образованием различных продуктов, прежде всего так называемых озонидов (соединений, содержащих в молекуле различное число атомов кислорода) и гидропероксидов [12]. Последние могут гидролизываться, окисляться, восстанавливаться или термически расщепляться, образуя другие вещества, преимущественно альдегиды, кетоны, кислоты и спирты.

Полученные при озонировании гидроперокси отличаются от аутогенных своей гидрофильностью и значительно повышают усвоение кровью кислорода. Озон реагирует с насыщенными углеводородами, аминами, сульфгидрильными группами и ароматическими соединениями.

Повышение кислородного обеспечения тканей под действием озона приводит к активизации аэробного пути утилизации энергетических субстратов и окислительного фосфорилирования и увеличению синтеза макроэргов. Озон активизирует белковосинтетические процессы, увеличивает количество рибосом и митохондрий клеток, способствует повышению функциональной активности и регенерации тканей [7].

Терапевтические дозы озона уменьшают активность перикисного окисления липидов [4]. На антиоксидантные свойства озона указывают многие авторы [1; 9 и другие]. Озон окисляет липоевую кислоту, которая вступает в реакцию с активированной формой ацетальдегида, приводит к снижению уровня липидов плазмы (особенно холестерина и атерогенных фракций липопротеидов), а также углеводов и ряда недоокисленных продуктов.

Под действием озона наблюдается сосудорасширяющий эффект, который связывают в настоящее время с активацией NOS и увеличением концентрации NO [13].

Известно положительное влияние озона на микроциркуляцию и реологические свойства крови благодаря небольшому тромболитическому эффекту, уменьшению количества внутрисосудистых агрегатов и снижению сосудистой проницаемости. Модификация клеточных мембран эритроцитов под действием озона увеличивает их эластичность и кислородный обмен. В то же время передозировки озона приводит к прокоагуляционного эффекта.

При взаимодействии с фосфолипидами мембран озон способствует образованию интерлейкинов, лейкотриенов, простагландинов [10]. Установленная продукция под действием озона индукторов иммунного ответа, таких как интерлейкины-2, -6, -8, колониестимулирующего фактора гранулоцитов и макрофагов, фактора миграции макро-

фагов и трансформации лейкоцитов, интерферона, фактора некроза опухоли [8]. Это определяет стимулирующее влияние озонотерапии на систему гуморального и клеточного иммунитета и определяет более эффективный ответ при бактериальной и вирусной инфекции.

Терапевтические дозы озона, введенные парентерально, усиливают микроциркуляцию и улучшают трофические процессы в органах и тканях, влияют на реологические свойства крови, обладают выраженным иммуномодулирующим эффектом, стимулируют антиоксидантную систему.

В целом биологическое действие озона зависит от способа применения, экспозиции, концентрации и дозы [2]. Так, повышение концентрации увеличивает антимикробный и иммуностимулирующий эффект озона, но и увеличивается его прооксидантная активность. Тромболитический эффект терапевтических доз озона меняется при их превышении. Нередко стирается грань между иммуностимулирующим и провоспалительным действием. Озонокислородная газовая смесь при высоких (4...80 мкг/мл) концентрациях озона эффективна при обработке инфицированных ран, пролежней, гангрене, ожогах, грибковых поражениях кожи и т.д., а также в качестве кровоостанавливающих веществ; низкие концентрации озона способствуют эпителизации и заживлению.

Таким образом, биологические эффекты озона можно представить следующим образом: прямые дезинфицирующие, трофические при местном применении (при этом антибактериальное и противовирусное действие реализуется за счет дискретного образования пероксидов); системный эффект при парентеральном применении: иммуномодулирующий, антиагрегантный, гиполипидемический, сосудорасширяющий, метаболический.

Современными учеными сформулированы основные показания к применению ОТ при следующих заболеваниях:

1. Ишемическая болезнь сердца, атеросклеротическое поражение сосудов.
2. Гипертоническая болезнь.
3. Нарушение сердечного ритма.
4. Инфекционный эндокардит.
5. Миокардит.

Применение ОТ при сердечно-сосудистых заболеваниях (ССЗ) способствует коррекции нарушений гемодинамики, в том числе и микроциркуляторном русле, улучшает реологические свойства крови, в том числе за счет антиагрегации и улучшения способности эритроцитов к деформации. ОТ при ССЗ также способствует нормализации процессов кровоснабжения, активации антиоксидантной системы и коррекции кровоснабжения, улучшению оксигенации и уменьшению тканевой гипоксии, улучшению метаболизма тканей [5]. ОТ при ССЗ способствует улучшению клинических и функциональных показателей, замедлению прогрессирования атеросклероза, способствует уменьшению сердечно-сосудистого риска у больных ишемической болезнью сердца (ИБС) [6].

При взаимодействии между озоном и двойными ненасыщенными связями ненасыщенных жирных кислот фосфолипидного слоя мембраны эритроцитов под влиянием глутатиновой системы происходит активация гликолиза, непосредственным следствием которого является увеличение синтеза 2,3-дифосфоглицерата.

В результате ослабляется связь гемоглобин – кислород, облегчает переход кислорода в ткани [3].

Использование адекватных концентраций озона (1...40 мкг/мл) не вызывает побочных эффектов за счет одновременной стимуляции многих антиоксидантных механизмов. Применение озона стимулирует активацию глутатион-пероксидазы и супероксиддисмутазы, что усиливает защитные механизмы клеток и препятствует образованию потенциально реактивных молекул [11].

Таким образом, парентеральное применение ОТ в форме внутривенного капельного введения озонированного физиологического раствора, обладая целым рядом положительных эффектов, таких как улучшение микроциркуляции и реологических свойств крови, нормализация липидного спектра плазмы крови, эффективно в лечении больных ИБС. Учитывая механизм действия системной ОТ, которая реализуется через воздействие на структуры клетки и изменения клеточного метаболизма, ОТ может быть использована с целью коррекции кровоснабжения у больных. Выбор ОТ основывался на его положительном влиянии на тонус и состояние коронарных артерий и атеросклероз, т.е. на основные составляющие, влияющие на патологические основы кровоснабжения. Подобный аспект применения ОТ практически не изучался и может быть эффективным в комплексном лечении больных.

Список использованных источников

1. **Авдеева, М. Г.** Клиническое значение определения уровня оксида азота у больных лептоспирозом / М. Г. Авдеева, В. Н. Городин, И. Н. Бондаренко // Кубанский научный медицинский вестник. – 2004. – № 5–6. – С. 19 – 23.
2. **Комплексная** оценка эффективности органосохраняющих операций на селезенке / Н. И. Аюшинова, Т. Н. Бойко, Л. А. Дмитриева и др. // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2001. – Т. 21, № 2. – С. 69 – 73.
3. **Вербицкий, Е. В.** Нейробиологические основы тревожности в цикле сон-бодрствование / Е. В. Вербицкий // Сон и тревожность. – Ростов н/Д., 2008. – С. 14 – 33.
4. **Граушкина, Е. В.** Морфометрический анализ некоторых компонентов диффузной эндокринной системы эзофагогастроуденальной зоны в различные сроки после холецистэктомии / Е. В. Граушкина, И. В. Козлова, В. Э. Федоров // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2009. – Т. 5, № 3. – С. 342 – 347.
5. **Дутова, Т. И.** Роль диссекции сонных и позвоночных артерий в развитии цереброваскулярных нарушений / Т. И. Дутова, В. В. Белинская, А. П. Скороходов, М. А. Солодухина // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2016. – № 65. – С. 142 – 146.
6. **About** correlation of socio-psychological status and factors of cardio-vascular risk at young contingent / М. Е. Евсевьева, М. В. Ростовцева, И. Ю. Галькова и др. // Breaking down the barriers (EUSUHM 2013) poster abstracts. – 2013. – С. 37.
7. **Экспериментальное** обоснование применения инфракрасного лазерного излучения в гепатологии / Б. Н. Жуков, Н. А. Лысов, С. П. Котова и др. // Лазерная медицина. – 1999. – Т. 3, № 1. – С. 29.
8. **Котова, Т. Г.** Новейшие исследования в области криохирургии новообразований легких / Т. Г. Котова, А. В. Гурин // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2015. – № 12. – С. 145 – 147.

9. **Куракин, Э. С.** Опыт использования озона для дезинфекции поверхностей в помещениях лечебно-профилактических учреждений / Э. С. Куракин // Военно-медицинский журнал. – 2010. – Т. 331, № 11. – С. 67–68.

10. **Электрохимический** лизис в эксперименте и в сравнительной характеристике с радиочастотной аблацией при лечении злокачественных новообразований в печени / Н. Л. Матвеев, А. В. Борсуков, О. Н. Сергеева и др. // Эндоскопическая хирургия. – 2009. – Т. 15, № 2. – С. 19 – 27.

11. **Оценка** адекватности медицинской помощи при внебольничной пневмонии в стационарах различных регионов РФ: опыт использования индикаторов качества / С. А. Рачина, Р. С. Козлов, Е. П. Шаль и др. // Пульмонология. – 2009. – № 3. – С. 5 – 13.

12. **Чумакова, Г. А.** Взаимосвязь эпикардального ожирения и ряда метаболических факторов риска с индексом распространенности коронарного атеросклероза / Г. А. Чумакова, Н. Г. Веселовская, А. В. Отт, О. В. Гриценко // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2015. – Т. 14, № 2. – С. 35 – 40.

13. **Prolonged** survival in stage iii melanoma with ipilimumab adjuvant therapy / A. M. M. Eggermont, C. Robert, J. J. Grob et al. // New England Journal of Medicine. – 2016. – Т. 375, № 19. – С. 1845 – 1855.

References

1. **Avdeeva, M. G.** Klinicheskoe znachenie opredeleniya urovnya oksida azota u bol'nyh leptospirozom / M. G. Avdeeva, V. N. Gorodin, I. N. Bondarenko // Kubanskij nauchnyj medicinskij vestnik. – 2004. – № 5–6. – S. 19 – 23.

2. **Kompleksnaya** ocenka ehffektivnosti organosohranyayushchih operacij na selezenke / N. I. Ayushinova, T. N. Bojko, L. A. Dmitrieva et al. // Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii medicinskih nauk. – 2001. – Т. 21, № 2. – S. 69 – 73.

3. **Verbickij, E. V.** Nejrobiologicheskie osnovy trevozhnosti v cikle son-bodrstvovanie / E. V. Verbickij // V knige: Son i trevozhnost'. – Rostov-na-Donu, 2008. – S. 14 – 33.

4. **Graushkina, E. V.** Morfometricheskij analiz nekotoryh komponentov diffuznoj ehndokrinnoj sistemy ehzofagogastroduodenal'noj zony v razlichnye sroki posle holecistektomii / E. V. Graushkina, I. V. Kozlova, V. E. H. Fedorov // Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal. – 2009. – Т. 5, № 3. – S. 342 – 347.

5. **Dutova, T. I.** Rol' dissekcii sonnyh i pozvonochnyh arterij v razvitii cerebrovaskulyarnyh narushenij / T. I. Dutova, V. V. Belinskaya, A. P. Skorohodov, M. A. Soloduhina // Nauchno-medicinskij vestnik Central'nogo Chernozem'ya. – 2016. – № 65. – S. 142 – 146.

6. **About** correlation of socio-psychological status and factors of cardio-vascular risk at young contingent / M. E. Evsev'eva, M. V. Rostovceva, I. Yu. Gal'kova et al. // V knige: Breaking down the barriers (EUSUHM 2013) poster abstracts. – 2013. – S. 37.

7. **EHksperimental'noe** obosnovanie primeneniya infrakrasnogo lazernogo izlucheniya v gepatologii / B. N. Zhukov, N. A. Lysov, S. P. Kotova et al. // Lazernaya medicina. – 1999. – Т. 3, № 1. – S. 29.

8. **Kotova, T. G.** Novejshie issledovaniya v oblasti kriohirurgii novoobrazovanij lyogkih / T. G. Kotova, A. V. Gurin // Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2015. – № 12. – S. 145 – 147.

9. **Kurakin, E. S.** Opyt ispol'zovaniya ozona dlya dezinfekcii poverhnostej v pomeshcheniyah lechebno-profilakticheskikh uchrezhdenij / E. S. Kurakin // Voенно-medicinskij zhurnal. – 2010. – Т. 331, № 11. – S. 67–68.

10. **EHlektrohimicheskij** lizis v ehksperimente i v sravnitel'noj karakteristike s radiochastotnoj ablaciej pri lechenii zlokachestvennyh novoobrazovanij v pecheni / N. L. Matveev, A. V. Borsukov, O. N. Sergeeva et al. // EHndoskopicheskaya hirurgiya. – 2009. – T. 15, № 2. – S. 19 – 27.

11. **Ocenka** adekvatnosti medicinskoj pomoshchi pri vnebol'nichnoj pnevmonii v stacionarah razlichnyh regionov RF: opyt ispol'zovaniya indikatorov kachestva / S. A. Rachina, R. S. Kozlov, E. P. SHal' et al. // Pul'monologiya. – 2009. – № 3. – S. 5 – 13.

12. **CHumakova, G. A.** Vzaimosvyaz' ehpkardial'nogo ozhireniya i ryada metabolicheskikh faktorov riska s indeksom rasprostranennosti koronarnogo ateroskleroza / G. A. CHumakova, N. G. Veselovskaya, A. V. Ott, O. V. Gricenko // Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika. – 2015. – T. 14, № 2. – S. 35 – 40.

13. **Prolonged** survival in stage iii melanoma with ipilimumab adjuvant therapy / A. M. M. Eggermont, C. Robert, J. J. Grob et al. // New England Journal of Medicine. – 2016. – T. 375, № 19. – S. 1845 – 1855.

УДК 51-72: 537.624.9

**Моргунов Р. Б.^{1,2}, Дмитриев О. С.¹,
Таланцев А. Д.^{1,2}, Безверхний А. И.^{1,2}**

¹Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. +7(496)5221911, e-mail: morgunov2005@yandex.ru),
(Тел. +7(4752)630369, e-mail: phys@nnn.tstu.ru),
(Тел. +7 902 730 54 77, e-mail: bezverhnii.alex@gmail.com),

²Институт проблем химической физики РАН, Россия, г. Черноголовка

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСЦИЛЛИРУЮЩЕГО ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЯ СПИНОВЫХ ВЕНТИЛЕЙ

**Morgunov R. B.^{1,2}, Dmitriev O. S.¹,
Talantsev A. D.^{1,2}, Bezverhnii A. I.^{1,2}**

¹Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. +7(496)5221911, e-mail: morgunov2005@yandex.ru),
(Tel. +7(4752)630369, e-mail: phys@nnn.tstu.ru),
(Tel. +7 902 730 54 77, e-mail: bezverhnii.alex@gmail.com),

²Institute of Problems of Chemical Physics of RAS, Russia, Chernogolovka

SIMULATION OF OSCILLATING MAGNETIZATION REVERSAL IN SPIN VALVES

Аннотация. Обнаружена осциллирующая намагниченность с периодом несколько минут в синтетических ферримагнетиках (Co/Pt)/Ir/(Co/Pt) с сильной перпендикулярной магнитной анизотропией. Рассмотрены возможные магнитные состояния ферромагнитных слоев как целого и переходы между ними с участием метастабильного промежуточного состояния, подтвержденные, детализированные и изученные группой проф. С. Манжинэ с использованием магнитооптического эффекта Керра (МОКЕ). Получено хорошее соответствие между простой одномерной моделью и экспериментальными данными. Предложена модель взаимодействия зародышей намагниченности, учитывающая их взаимное поглощение в соседних ферромагнитных слоях и предсказывающая динамику изменения концентрации зародышей в соответствии с моделью Лотка-Вольтерра.

Ключевые слова: спиновый вентиль, двухспиновая модель, моделирование, магнитная релаксация, намагниченность.

Abstract. Oscillating magnetization of few minutes period was found in (Co/Pt)/Ir/(Co/Pt) synthetic ferrimagnets showing strong perpendicular magnetic anisotropy. The possible magnetic states of the ferromagnetic layers as a whole and transitions between them with the participation of a metastable intermediate state are considered. This understanding has been confirmed, detailed and studied by a group of prof. S. Mangin using the magneto-optical Kerr effect (MOKE). A good agreement is obtained between a simple one-dimensional model and the experimental observation. A model of the interaction of magnetization nucleus is proposed, which takes into account their mutual absorption in neighboring ferromagnetic layers and predicts the dynamics of changes in the concentration of nucleus in accordance with the Lotka-Volterra model.

Keywords: spin valve, two spin model, simulation, magnetic relaxation, magnetization.

Спинтроника – это раздел электроники, связанный с явлениями, в которых перенос информации происходит благодаря спинам, а не зарядам электронов. Одно из главных устройств спинтроники – спиновый вентиль – гетероструктура, состоящая из двух тонких ферромагнитных слоев ~ 1 нм, разделенных тонким немагнитным слоем. В зависимости от взаимного направления намагниченности ферромагнитных слоев, спиновый вентиль будет либо пропускать ток, либо нет, поэтому процессы перемагничивания в спиновых вентилях представляют огромный интерес. Это свойство можно использовать для создания магниторезистивной оперативной памяти на основе логических элементов, состоящих из спиновых вентилях. Площадь таких ячеек памяти ~ 20 нм² делает энергетически невыгодным существование доменов в ферромагнитных слоях – они однодоменны. Для создания чувствительных датчиков магнитного поля нужны более крупные макроскопические спиновые вентили с площадью ~ 1 мм², из-за чего при его моделировании следует учитывать его доменную структуру.

Переходы намагниченности спинового вентиля, наблюдаемые с помощью магнитооптического эффекта Керра (рис. 1, *a*, *b*) во внешнем магнитном поле, показывают, что переориентация намагниченности происходит либо множественным образом, стартуя из многих случайно расположенных точек зародышеобразования (рис. 1, *a*), либо перемагничивание распространяется через медленное движение доменной стенки у некоторых крупных зародышей (рис. 1, *b*). Преобладание первого механизма (зародышеобразования) происходит на боковых петлях магнитного гистерезиса (рис. 2), а второй механизм (расширения доменной стенки) преобладает на центральной петле (рис. 2).

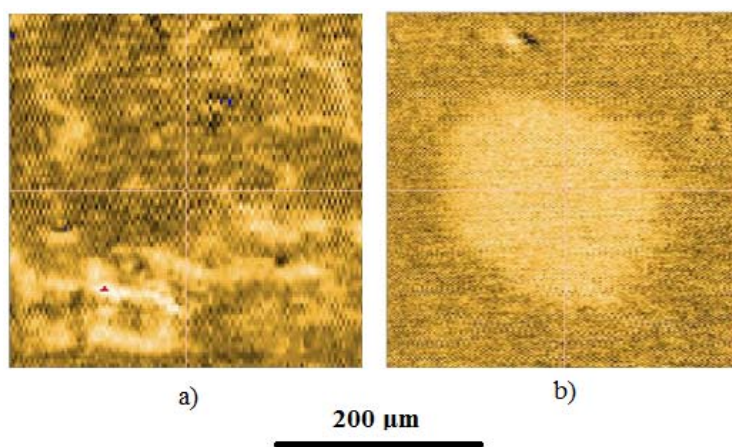


Рис. 1. МОКЕ-изображение перемагничивания с возникновением точек зародышеобразования (*a*), перемагничивание медленным движением доменной стенки (*b*)

Модель перемагничивания спинового вентиля, описывающая центральную петлю, была предложена профессором Стефаном Манжинэ (Франция, университет де Лоррейн, институт Жан Лямур) с соавторами [1]. В рамках этой модели преобладает распространение доменных стенок. Почти идеальная симметрия зародышей, наблюдаемая во время релаксации (рис. 1, *b*), подтверждает идею о том, что магнитные свойства пленок в спиновом вентиле очень однородны. В спиновых вентилях можно наблюдать три типа релаксации намагниченности при переключении внешнего поля:

1) Тривиальная релаксация, которая наблюдается в виде монотонного спада намагниченности в любом ферромагнетике (рис. 3, кривая 1) [2].

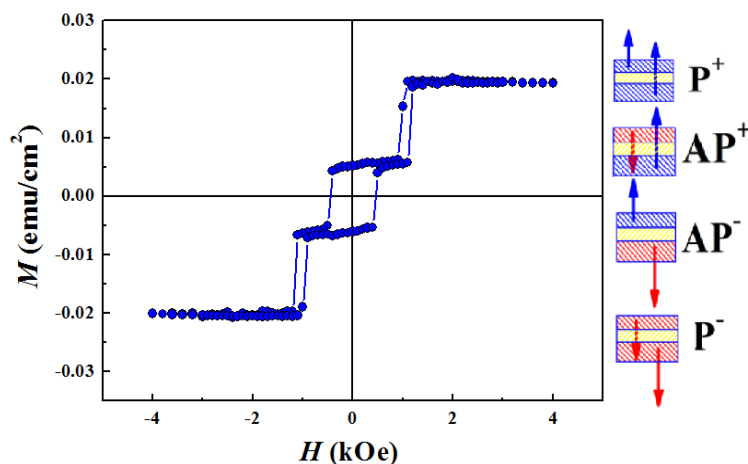


Рис. 2. Магнитные характеристики Pt/Co (1 нм)/Ir (1,4 нм)/Co (0,7 нм)/Pt: намагниченность M в зависимости от приложенного магнитного поля H при температуре 300 К

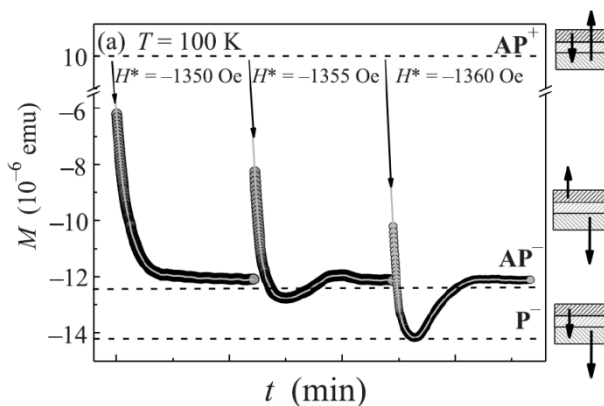


Рис. 3. Зависимость магнитного момента M от времени для образца с толщиной свободного слоя Co $t_{Co} = 0,7$ нм при $T = 100$ К во внешнем магнитном поле $-1355, -1360$ и -1365 Э

2) Немонотонная релаксация, при которой наблюдается «перескок» намагниченности через равновесное значение и последующее ее возвращение к равновесному значению (рис. 3, кривая 3) [1].

3) Осциллирующее поведение намагниченности [3].

Для объяснения немонотонной релаксации 2-го типа была разработана модель, за основу которой было принято антиферромагнитное взаимодействие двух слоев спинового вентиля, такое, что во внешнем магнитном поле переориентация одного из слоев (закрепленного), вовлекала за собой энергетически невыгодную переориентацию другого (свободного). В результате система временно переходила в состояние с не самой низкой из возможных энергий, возвращаясь затем в состояние с самой низкой энергией. При этом свободный слой возвращался к исходной ориентации намагниченности, что и создавало немонотонность магнитной релаксации. Для описания этого процесса группа проф. С. Манжинэ использовала модель макроспина, в рамках которой предполагается, что к каждому слою можно относиться, как к спину, и использовать для описания пары макроскопических слоев тот же подход, что и в квантовых моделях с двумя спинами.

Несмотря на то, что этот подход не дает точной картины релаксационного эксперимента, он все же может дать некоторое представление об основных различиях между прямым $AP+ \rightarrow AP-$ переходом и последовательными обратными $AP+ \rightarrow P-$ и $P- \rightarrow AP-$ переходами.

В рамках подхода макроспина намагниченность системы может быть полностью описана четырьмя независимыми углами $(\theta_1, \varphi_1, \theta_2, \varphi_2)$, которые определяют направления намагничивания в полярных координатах. Однако, по причинам симметрии, достаточно рассмотреть полярные углы θ_1 и θ_2 , которые описывают ориентацию намагниченности верхнего и нижнего слоев относительно нормали к плоскости пленки соответственно. Тогда энергия системы для любой конфигурации этих углов может быть записана в виде суммы трех вкладов (анизотропия, зеемановская и межслойная обменная связь), записанной следующим образом:

$$\begin{aligned} E_A &= -K_1^{eff} \cos^2 \theta_1 - K_2^{eff} \cos^2 \theta_2, \\ E_Z &= -\mu_0 H (t_1 M_1 \cos \theta_1 + t_2 M_2 \cos \theta_2), \\ E_{EX} &= -J_{ex} \cos(\theta_1 - \theta_2), \end{aligned} \quad (1)$$

где t_1 и t_2 – толщины верхнего и нижнего слоя; S – приведенная площадь каждого магнитного слоя; $K_i^{eff} = \mu_0 t_i M_i^2 / 2 - K_{Si}$ ($i = 1, 2$) – эффективная константа перпендикулярной магнитной анизотропии.

Поскольку внешнее поле H перпендикулярно плоскости пленки, энергия, выражаемая уравнением (1), характеризуется четырьмя минимумами, соответствующими четырем стабильным состояниям намагниченности, показанным на врезках к рис. 2. Константа межслоевого обмена была получена из условия переключения, $|J_{ex}| = 2t_2 M_2 B_c$, при $B_c = 1200$ Э из чего делаем оценку $J_{ex} = -0,2352$ мДж/м². Константы анизотропии магнитокристаллической поверхности оценивались по расчетам для гистерезисных петель второго типа [1]:

$$K_2^{eff} \frac{t_1 M_1}{t_2 M_2} - 2J_{ex} \frac{t_1 M_1 - t_2 M_2}{t_2 M_2} < K_1^{eff} < 2J_{ex} \frac{t_1 M_1 - t_2 M_2}{t_2 M_2}. \quad (2)$$

В начальный момент времени система находится в состоянии $AP+$, тогда как в статистическом равновесии мы ожидаем, что система будет находиться в $AP-$ состоянии. В [1] было получено среднее статистическое значение проекции намагниченности на нормаль к плоскости образца, заданное магнитным моментом каждого состояния, умноженное на вероятность получения каждого состояния:

$$\langle M_Z \rangle = P_{AP+} \cdot M_{AP+} + P_{AP-} \cdot M_{AP-} + P_{P-} \cdot M_{P-}, \quad (3)$$

где $M_{AP+} = t_2 M_2 - t_1 M_1$; $M_{AP-} = t_1 M_1 - t_2 M_2$; $M_{P-} = -t_1 M_1 - t_2 M_2$.

В рамках описанной модели получаются кривые релаксации, аналогичные той, что изображена на рис. 3 (кривая 3). Таким образом, в рамках модели макроспина, пренебрегая дипольным взаимодействием, было дано объяснение необычному немонотонному магнитному последствию, вызванному переключением внешнего поля. Описанная выше модель универсальна для любых синтетических антиферро- и ферримагнетиков с перпендикулярной магнитной анизотропией [4].

Приведенная выше модель описывает случай, показанный на рис. 3 кривая 3 для поля $H^* = -1360$ Э, но не способна описать осциллирующий характер зависимости для поля $H^* = -1355$ Э (рис. 3, кривая 2). Развита модель макроспина пригодна для описания немонотонной магнитной релаксации в наноразмерных спиновых вентилях, которые служат основой магнитных ячеек памяти.

В спиновых вентилях крупного размера, предназначенных для изготовления спиновых сенсоров, пренебречь магнитной структурой пленок, т.е. наличием в них доменов, зародышей обратной намагниченности, невозможно. Поэтому для описания осциллирующего поведения намагниченности необходимо учитывать взаимодействие зародышей в соседних ферромагнитных слоях.

В процессе перемагничивания образца большой площади Pt/Co/Ir/Co/Pt наблюдается осцилляция намагниченности (см. рис. 3), что позволяет описать процесс моделью Лотка–Вольтерра:

$$\frac{dx}{dt} = (\alpha - \beta y)x, \quad \frac{dy}{dt} = (-\gamma + \delta x)y, \quad (4)$$

где x – количество зародышей P -типа; $\alpha(H, T)$ – коэффициент эффективности зарождения в данном магнитном поле; β – коэффициент поглощения зародышей x зародышами y при совпадении их положения друг над другом в соседних слоях (рис. 4); y – количество зародышей AP -; $\gamma(H, T)$ – коэффициент эффективности самоаннигиляции зародышей y ; δ – вероятность наложения зародышей в соседних слоях.

Наличие различных коэффициентов эффективности зарождения доменов связано с разницей в толщине между закрепленным и свободным слоем.

Система уравнений (4) описывает динамику зародышей в верхнем (свободном) слое и нижнем (закрепленном) слоях спинового вентиля по аналогии с известной системой «хищник-жертва» в модели Лотка–Вольтерра. В отсутствие зародышей типа AP , количество зародышей P - будет описываться уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x. \quad (5)$$

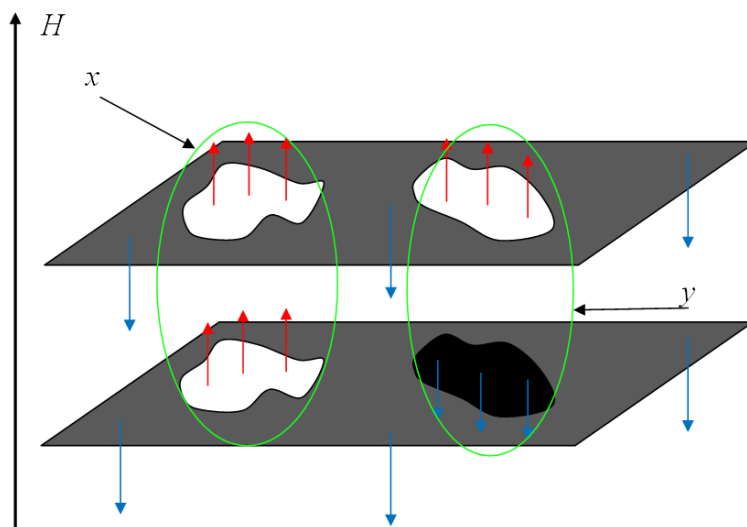


Рис. 4. Схематическое изображение двух слоев Co с зародышами (x) $P+$ и (y) $AP-$

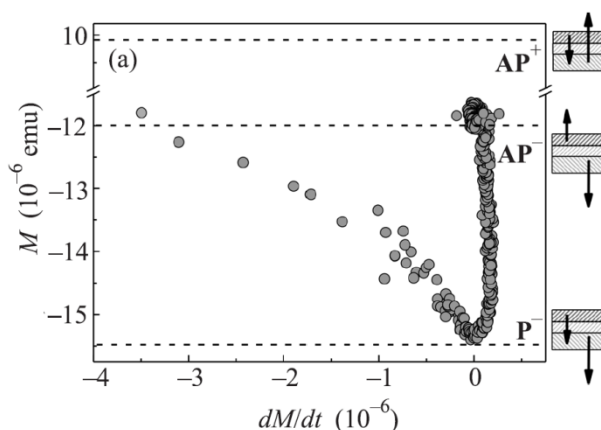


Рис. 5. Фазовый портрет процесса магнитной релаксации, полученный для образца $t_{Co} = 0,7$ нм при температуре $T = 100$ К в магнитном поле $H = -1365$ Э

В отсутствие зародышей типа $P-$, количество $AP-$ будет описываться уравнением:

$$\frac{dy}{dt} = -\gamma \cdot y. \tag{6}$$

Результат решения системы (4) хорошо известен из литературы – это колебательный процесс концентраций зародышей в обоих слоях. На рисунке 5 изображен фазовый портрет осцилляции зародышей [3].

Экспериментально обнаружены два типа немонотонной магнитной релаксации спинового вентиля при резком переключении внешнего магнитного поля. Полученные данные надежно воспроизводятся СКВИД магнетометром и магнитооптическим микроскопом Керра (МОКЕ). Предложено две модели для описания немонотонной релаксации. Модель макроспина (не учитывающая существование неоднородной намагниченности пленок). В рамках этой модели, пригодной для описания магнитной релаксации нанометровых ячеек магнитной памяти, описан однократный переход системы через промежуточное энергетически невыгодное состояние. Другая модель описывает осцилляционный характер магнитной релаксации, основанная на расчете вероятности встреч зародышей намагниченности разных знаков в соседних ферромагнитных слоях спинового вентиля. В простейшем варианте «осцилляционная» модель отвечает динамической системе Лотка–Вольтерра. Закономерности, о которых сообщается в работе, являются универсальными для любых синтетических ферромагнетиков и синтетических антиферромагнетиков, обладающих перпендикулярной магнитной анизотропией.

Благодарности: Авторы выражают благодарность Albert Fert за обсуждение результатов работы, а также T. Fache, H. S. Tarazona, J. Liu, M. J. Applegate, J. C. Rojas-Sanchez, S. Petit-Watelot, C. V. Landauero, J. Quispe-Marcatoma, C. H. W. Barnes и S. Mangin за помощь в проведении экспериментов.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках госзадания (грант № 3.1992.2017/4.6).

Список использованных источников

1. **Nonmonotonic** aftereffect measurements in perpendicular synthetic ferrimagnets / T. Fache, H. S. Tarazona, J. Liu et al. // *Phys. Rev. B.* – 2018. – V. 98. – P. 064410.
2. **Relaxation** dynamics of magnetization transitions in synthetic antiferromagnet with perpendicular anisotropy / A. Talantsev, Y. Lu, T. Fache et al. // *Journal of Physics Condensed Matter.* – 2018. – V. 30 (13). – P. 135804.
3. **Моргунов, Р. Б.** Медленные осцилляции перпендикулярной намагниченности спинового вентиля Pt/Co/Ir/Co/Pt / Р. Б. Моргунов, Г. Л. Львова // *Письма в ЖЭТФ.* – 2018. – Т. 108, № 2. – С. 124 – 129.
- 4 **Ферромагнитный** резонанс в монокристаллических спиновых вентилях CoFeB/Ta/CoFeB и пленках CoFeB с перпендикулярной магнитной анизотропией / А. Д. Таланцев, Г. Л. Львова, О. В. Коплак и др. // *Физика твердого тела.* – 2017. – Т. 59. – Вып. 8. – С. 1530 – 1534.

References

1. **Nonmonotonic** aftereffect measurements in perpendicular synthetic ferrimagnets / T. Fache, H. S. Tarazona, J. Liu et al. // *Phys. Rev. B.* – 2018. – V. 98. – P. 064410.
2. **Relaxation** dynamics of magnetization transitions in synthetic antiferromagnet with perpendicular anisotropy / A. Talantsev, Y. Lu, T. Fache et al. // *Journal of Physics Condensed Matter.* – 2018. – V. 30 (13). – P. 135804.
3. **Morgunov, R. B.** Medlennye ostillyatsii perpendikulyarnoy namagnichennosti spinovogo ventilya Pt/Co/Ir/Co/Pt / R. B. Morgunov, G. L. Lvova // *Pisma v ZHETF.* – 2018. – V. 108, № 2. – S. 124 – 129.
4. **Ferromagnitnyy** rezonans v monokristallicheskih spinovykh ventilyakh Co-FeB/Ta/CoFeB i plenkakh CoFeB s perpendikulyarnoy magnitnoy anizotropiey / A. D. Talantsev, G. L. Lvova, O. V. Koplak et al. // *Fizika tverdogo tela.* – 2017. – V. 59. – Vyp. 8. – S. 1530 – 1534.

УДК 66.023

Голованчиков А. Б.¹, Меренцов Н. А.¹, Топилин М. В.²

¹Волгоградский государственный технический университет, Россия, г. Волгоград
(Тел. 8-917-837-67-38, e-mail: steeple@mail.ru),

²ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг ВолгоградНИПИморнефть» филиал в г. Волгограде
(Тел. 8 (844) 296-77-99, e-mail: topilinmik@gmail.com)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АДСОРБЦИИ
В ПРОТИВОТОЧНОЙ КОЛОННЕ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ
С ДИФФУЗИОННОЙ СТРУКТУРОЙ ПОТОКА ПО ГАЗОВОЙ ФАЗЕ**

Golovanchikov A. B.¹, Merentsov N. A.¹, Topilin M. V.²

¹Volgograd State Technical University, Russian, Volgograd
(Tel. 8-917-837-67-38, e-mail: steeple@mail.ru),

²Branch of LUKOIL-Engineering VolgogradNIPImorneft, Russian, Volgograd
(Tel. 8 (844) 296-77-99, e-mail: topilinmik@gmail.com)

**MODELING OF THE ADSORPTION PROCESS IN CONTINUOUS COUNTER
CURRENT COLUMN WITH DIFFUSED FLOW STRUCTURE IN GASEOUS PHASE**

Аннотация. Рассмотрена физическая и математическая модели адсорбера непрерывного действия с диффузионной структурой потока по газовой фазе и идеальным вытеснением по дисперсной твердой фазе адсорбента. Полученные уравнения рабочей линии и профилей концентраций перераспределяемого компонента в газе и частицах адсорбента по высоте их слоя. Предложен алгоритм расчета и проведено сравнение основных технологических и геометрических параметров рассматриваемого процесса с типовым процессом адсорбции со структурами потоков идеального вытеснения по обеим фазам.

Ключевые слова: адсорбция, число Пекле продольной диффузии, модель идеального вытеснения, диффузионная структура потока, коэффициент продольной диффузии.

Abstract. The authors have studied the physical and mathematical models of the continuous adsorbing apparatus having diffused flow structure in gaseous phase and ideal displacement in dispersed solid phase of the adsorbent. There have been obtained equations of the operating line and profiles of concentrations of redistributed component in gas and adsorbent particles in its layer height. The authors offer a calculation algorithm and have compared the main technological and geometrical parameters of the studied process with typical adsorption having ideal displacement flow structures in both phases.

Keywords: adsorption, diffusion Peclet number, ideal displacement model, flow diffusion structure, countercurrent flow.

Традиционные методики расчетов адсорбционных аппаратов непрерывного действия основаны на противоточном движении сплошной газовой фазы снизу вверх и дисперсной твердой фазы адсорбента сверху вниз и предполагают, что структуры потоков обеих фаз соответствуют режиму идеального вытеснения [1 – 4]. Существуют работы, в которых показано, что структура потоков может значительно отличаться от идеального вытеснения [5, 6]. Прежде всего, это касается газового потока, имеющего из-за малой плотности и вязкости малые силы инерции и трения, что способствует их турбули-

зации, приводящей к продольному и поперечному перемешиванию. Однако, если последнее способствует выравниванию профиля скорости по сечению аппарата, то продольное перемешивание приводит к значительному изменению концентрационного фона в аппаратах и реакторах, по длине или высоте [7, 8]. Наиболее точно по сравнению с другими моделями структуры потоков (ячеечной или комбинированной) продольное перемешивание учитывается диффузионными моделями структуры потоков, хотя они математически наиболее сложные, так как описываются дифференциальными уравнениями второго порядка, обычно не имеющими аналитического решения.

Составим элементарный материальный баланс по газовой сплошной фазе с диффузионной структурой потока и твердой дисперсной фазой со структурой потока идеального вытеснения. Для наглядности выделим элемент высоты твердой дисперсной фазы dz между сечениями I-I и II-II с обозначениями материальных потоков и их концентрациями (рис. 1)

$$\omega SC + v_D S + \rho_n S U X = \omega S \left(C - \frac{dC}{dz} dz \right) + S \left(v_D + \frac{dv_D}{dz} dz \right) + U \rho_n S \left(X + \frac{dX}{dz} dz \right).$$

Здесь в левой части – приход извлекаемого компонента А с газа расходом q_v , обратной диффузией и адсорбентом, а в правой – расход этих же потоков из выделенного элементарного слоя адсорбента толщиной dz .

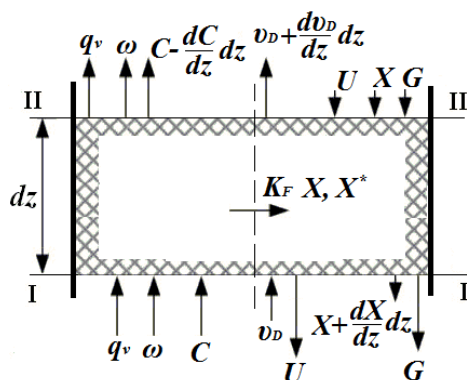


Рис. 1. Схема движения материальных потоков и концентраций в них извлекаемого из газа в адсорбент вещества на элементарной высоте движущегося слоя адсорбента

После алгебраических преобразований с учетом скорости продольной диффузии – аналога первого закона Фика, в котором коэффициент молекулярной диффузии заменяется на коэффициент продольной диффузии

$$v_D = -D_l \frac{dC}{dz} \tag{1}$$

получаем дифференциальное уравнение рабочей линии

$$\frac{U}{\omega} \rho_n \text{Pe} \frac{dX}{dh} = \text{Pe} \frac{dC}{dh} - \frac{d^2 C}{dh^2},$$

где $\text{Pe} = \omega H / D_l$ – число Пекле продольной диффузии для газа, а $h = z / H$ – безразмерная высота слоя адсорбента, которое после интегрирования по параметру с учетом

уравнений неразрывности $q_v = \omega S$ и $G = US\rho_n$; после интегрирования по параметрам получаем интегральное выражение

$$\frac{G}{q_v} \text{Pe} \int_{X_k}^X dX = \text{Pe} \int_{C_n}^C dC - \int_{g_n}^g dg,$$

где C и g – соответственно входные концентрация и безразмерный градиент концентрации в газе, которые после интегрирования и алгебраических преобразований приводят к интегральному уравнению рабочей линии

$$X = X_k + \frac{q_v}{G} (C - C_n) - \frac{q_v}{G} (g_n - g) / \text{Pe}. \quad (2)$$

Известно граничное условие на входе для потока, описываемого диффузионной моделью [5, 6] $h = 0$

$$C_0 = C_n - \frac{1}{\text{Pe}} g_n. \quad (3)$$

Тогда уравнение рабочей линии (2) упрощается до вида

$$X = X_k + \frac{q_v}{G} (C_0 - C) - \frac{q_v}{G} g / \text{Pe}. \quad (4)$$

Используя уравнение материального баланса

$$G(X_k - X_0) = q_v(C_0 - C_k)$$

получаем исходя из формулы (3) условие для безразмерного градиента концентраций извлекаемого компонента в газе

$$h = 1, \quad g_k = 0. \quad (5)$$

Анализ полученного уравнения рабочей линии (3) показывает, что при $\text{Pe} \rightarrow \infty$, т.е. когда и по газовой фазе структура потока соответствует режиму идеального вытеснения, оно переходит в известное линейное уравнение рабочей линии.

Выведем аналитически уравнение для определения зависимости градиента $g = dC/dX$ от концентрации C и высоты слоя адсорбента.

Составим элементарный материальный баланс по концентрации извлекаемого компонента C из газа на высоте слоя адсорбента dz (рис. 1)

$$\omega SC + v_D S = \omega S \left(C - \frac{dC}{dz} dz \right) + S \left(v_D + \frac{dv_D}{dz} dz \right) + K_F S \sigma dz (C - C^*).$$

После алгебраических преобразований с учетом формулы (1) получаем дифференциальное уравнение

$$D_l \frac{d^2 C}{dz^2} = \omega \frac{dC}{dz} - K_V (C - C^*),$$

которое в безразмерном виде преобразуется к виду

$$\frac{d^2C}{dh^2} = \text{Pe}_l \frac{dC}{dh} - K_V \tau_c \text{Pe}(C - C^*) \quad (6)$$

с градиентными условиями на входе (3), на выходе

$$h = 1, C = C_k. \quad (7)$$

Формула (6) относится к дифференциальным уравнениям второго порядка, в общем виде не имеющего аналитического решения.

Однако, если равновесная линия описывается линейным уравнением

$$C^* = \frac{AX}{B}, \quad (8)$$

которое с учетом уравнения рабочей линии (4) преобразуется к виду

$$C^* = \frac{\left[X_k - \left(\frac{q_v}{G} \right) C_n \right]}{B} + \frac{C}{B} + \frac{\left[\left(\frac{q_v}{G} \right) / \text{Pe} \right] \frac{dC}{dh}}{B}.$$

Тогда дифференциальное уравнение (6) с учетом последнего выражения и алгебраических преобразований принимает вид

$$C'' - PC' - qC = R,$$

где $P = \text{Pe}_l + K_c \tau_c (q_v/G)/B$, $q = K_c \tau_c \text{Pe}_l [1 - (q_v/G)/B]$, $R = K_c \tau_c \text{Pe}_l [(q_v/G)C_0 - X_k]/B$.

и относится к линейным дифференциальным уравнениям второго порядка с постоянными коэффициентами и с правой частью, имеющего аналитическое решение, которое впервые рассмотрено при моделировании адсорбционных процессов [10, 11]

$$C = C_1 \exp(r_1 h) + C_2 \exp(r_2 h) + Q, \quad (10)$$

где $r_{1,2} = +P/2 \pm \sqrt{(P/2)^2 + q}$.

Постоянные интегрирования C_1 и C_2 общего решения однородного дифференциального уравнения можно определить из граничных условий (5) и (7)

$$\left. \begin{aligned} C_k &= C_1 \exp(r_1) + C_2 \exp(r_2) + Q \\ C_1 r_1 \exp(r_1) + C_2 r_2 \exp(r_2) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

частное решение Q дифференциального уравнения (9) имеет вид

$$Q = -R/q,$$

а постоянные интегрирования описываются выражениями

$$\begin{aligned} C_1 &= (C_k - Q) \exp(-r_1) / (1 - r_1/r_2); \\ C_2 &= -C_1 (r_1/r_2) \exp(r_1 - r_2). \end{aligned}$$

**1. Исходные и справочные данные
и расчетные параметры адсорбера непрерывного действия [3]**

№	Наименование параметра	Размерность	Обозначения	Величина
1	2	3	4	5
<i>Исходные и справочные данные</i>				
1	Производительность по очищаемому воздуху от паров метанола	м ³ /час	q_v	7340
2	Начальная концентрация паров метанола в воздухе	кгА/м ³	C_0	0,0018
3	Степень очистки	–	η	0,95
4	Рабочая температура	°С	t	20
5	Эквивалентный диаметр гранул адсорбента	м	d_3	0,002
6	Насыпная плотность гранул адсорбента	кг/м ³	ρ_n	550
7	Плотность воздуха при рабочей температуре и атмосферном давлении	кг/м ³	ρ_y	1,2
8	Давление в адсорбере	ат	p	1,033
9	Порозность гранул адсорбента в движущемся слое	м ³ /м ³	ε_0	0,375
10	Вязкость воздуха при рабочей температуре воздуха	Па·с	μ	$1,8 \cdot 10^{-5}$
11	Коэффициент пропорциональности равновесной линии ($X^* = BC$)	м ³ /кг	B	18,33
12	Коэффициент диффузии паров метанола в воздухе при рабочей температуре и давлении	м ² /с	D_y	$1,43 \cdot 10^{-3}$
13	Коэффициент диффузии паров метанола в воздухе при рабочей температуре и давлении	м ² /с	D_x	$3 \cdot 10^{-10}$
<i>Варьируемый параметр</i>				
1	Число Пекле продольной диффузии для воздуха	–	Pe	30
<i>Расчетные параметры</i>				
1	Скорость воздуха расчетная	м/с	ω_p	$2,91 \cdot 10^{-1}$
2	Стандартный диаметр адсорбера	м	D_a	3
3	Фиктивная скорость воздуха	м/с	ω	$2,89 \cdot 10^{-1}$
4	Число Рейнольдса для воздуха	–	Re	38,5
5	Число Прандтля диффузионного	–	Pr	1,05
6	Число Нуссельта диффузионного	–	Nu	9,98
7	Коэффициент внешней массоотдачи от воздуха к поверхности гранул	м/с	β_y	$7,14 \cdot 10^{-2}$

Продолжение табл. 1

№	Наименование параметра	Размерность	Обозначения	Величина
1	2	3	4	5
8	Равновесная концентрация паров метанола соответствующая их начальной концентрации в воздухе	кгА/кг	X_0^*	$3,3 \cdot 10^{-2}$
9	Коэффициент внутренней массоотдачи от поверхности гранул в микропоры	м/с	β_x	$2,42 \cdot 10^{-2}$
10	Коэффициент массопередачи	м/с	K_F	$1,81 \cdot 10^{-2}$
11	Удельная поверхность гранул	$\text{м}^2/\text{м}^3$	S_i	1875
12	Объемный коэффициент массопередачи	1/с	K_V	33,88

*Типовой расчет адсорбера непрерывного действия
со структурой потоков идеального вытеснения по обеим фазам*

1	Конечная концентрация паров метанола в воздухе на выходе из адсорбера	кгА/м ³	C_k	$9 \cdot 10^{-5}$
2	Конечная концентрация метанола в грануле адсорбента на выходе из адсорбера	кгА/кг	X_k	$3 \cdot 10^{-2}$
3	Начальная концентрация метанола в грануле адсорбента на входе в адсорбер (после регенерации адсорбента)	кгА/кг	X_0	$8,25 \cdot 10^{-4}$
4	Расход адсорбента массовый	кг/час	G	430
5	Объемный расход адсорбента	м ³ /час	q_x	0,781
6	Число единиц переноса по воздуху	–	S_m	18,68
7	Высота слоя адсорбента	м	H_e	0,159
8	Скорость гранул адсорбента	м/с	U	$3,07 \cdot 10^{-5}$
9	Время пребывания очищаемого воздуха от паров метанола в слое адсорбента	с	t_c	0,551
10	Время пребывания гранул адсорбента в колонне	с	t_x	5176,7

*Расчет адсорбера непрерывного действия с учетом снижения
движущей силы массопередачи за счет продольного перемешивания*

1	Коэффициент учитывающий продольное перемешивание	м/с	β_l	$5,84 \cdot 10^{-2}$
2	Коэффициент массопередачи с учетом продольного перемешивания	м/с	K_{Fl}	$1,38 \cdot 10^{-2}$
3	Объемный коэффициент массопередачи с учетом продольного перемешивания	1/с	K_{vl}	25,88
4	Высота слоя адсорбента	м	H_l	0,208
5	Время пребывания очищаемого воздуха от паров метанола в слое адсорбента	с	t_{cl}	0,721
6	Время пребывания гранул адсорбента в колонне	с	t_{xl}	6677,3

Продолжение табл. 1

№	Наименование параметра	Размерность	Обозначения	Величина
1	2	3	4	5
<i>Расчет адсорбера с диффузионной структурой потока по газовой фазе</i>				
1	Среднее время пребывания очищаемого воздуха в слое адсорбента	с	t_d	1,31
2	Концентрация паров метанола на входе в слой адсорбента	кгА/м ³	C_n	$1,706 \cdot 10^{-3}$
3	Конечная концентрация метанола в слое адсорбента на выходе из колонны	кгА/м ³	X_k	$3 \cdot 10^{-2}$
4	Равновесная концентрация метанола в слое адсорбента, соответствующая его входной концентрации C_n в слой адсорбента	кгА/м ³	X_n^*	$3,127 \cdot 10^{-2}$
5	Коэффициенты для расчета параметров уравнения (11)	–	r_1	72,59
		–	r_2	–1,261
		кгА/м ³	C_1	$3,32 \cdot 10^{-37}$
		–	C_2	$2,27 \cdot 10^{-3}$
		–	P	71,33
		кгА/м ³	Q	91,54
		кгА/м ³	R	$5,167 \cdot 10^{-2}$
кгА/м ³	Q	$-5,64 \cdot 10^{-2}$		
6	Высота слоя адсорбента	м	H_d	0,378
7	Время пребывания гранул адсорбента	с	t_{dx}	12 298,8

В таблице 1 приведены исходные и справочные данные и результаты расчетов основных параметров адсорбера со структурами потоков идеального вытеснения по обеим фазам и адсорбера идеального вытеснения по дисперсной фазе адсорбента и диффузионной структурой потока по сплошной газовой фазе. В качестве примера взяты исходные данные по адсорбционной очистке воздуха от паров метанола [3], а расчетные формулы для адсорбера непрерывного действия с противоточным движением твердой и газовой фаз взяты из учебных пособий [2, 4].

Как видно из табл. 1 при числе Пекле $Pe = 30$ необходимая высота движущегося слоя адсорбента с учетом продольной диффузии должна быть увеличена с $H_e = 0,159$ м (типовой расчет адсорбера непрерывного действия с идеальным вытеснением по обеим фазам) до $H_d = 0,378$ м, т.е. в 2,38 раза. В справочнике [3] учет продольного перемешивания ведется с помощью коэффициента продольного перемешивания, который приводит к уменьшению объемного коэффициента массопередачи $K_v = 33,88 \text{ с}^{-1}$ до $25,88 \text{ с}^{-1}$ и соответствующему увеличению высоты слоя с $H_e = 0,159$ м до $H_d = 0,208$ м, т.е. на 30,8%.

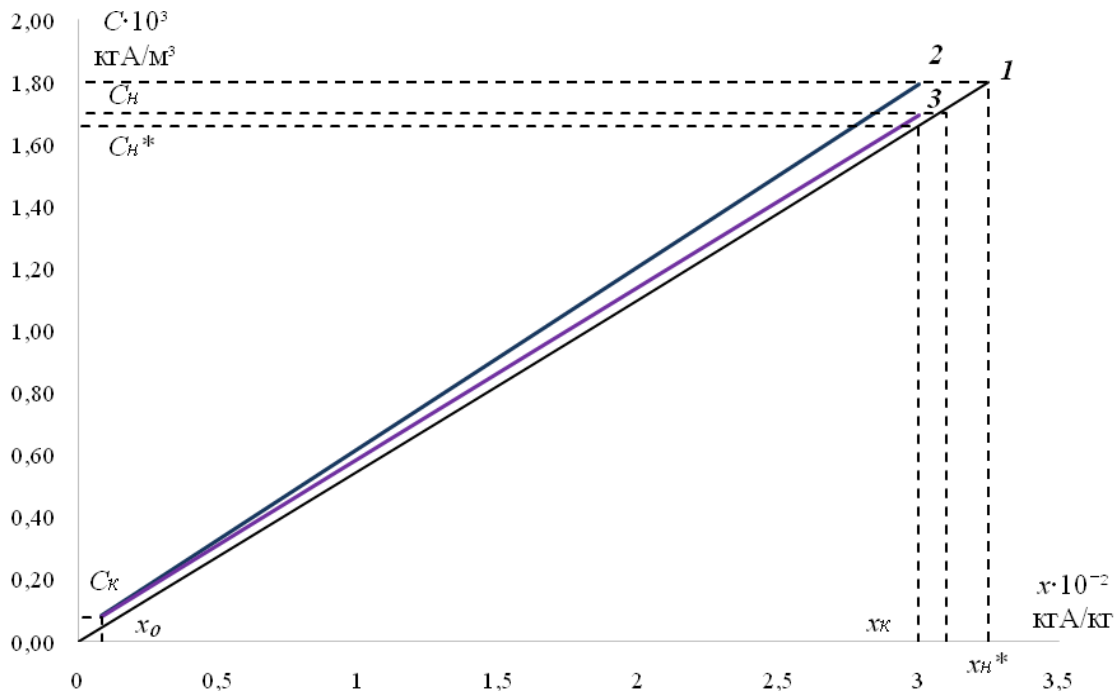


Рис. 2. Равновесная линия (1) – уравнение (8), рабочая линия (2) типового адсорбера со структурами потоков идеального вытеснения по обеим фазам; рабочая линия (3) со структурой потока идеального вытеснения по гранулам адсорбента и диффузионной структурой потока по очищаемому воздуху – уравнение (4) ($Pe = 30$, $G = 430$ кг/час)

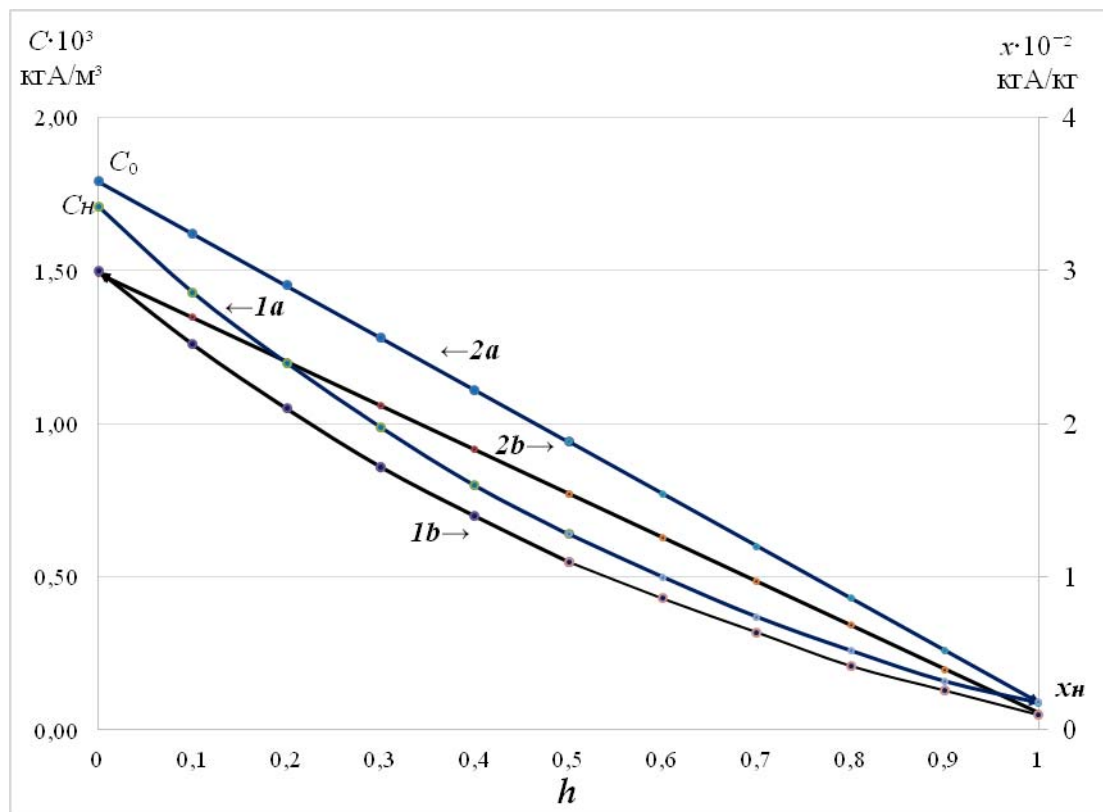


Рис. 3. Профили концентраций метанола по относительной высоте слоя адсорбента:
 1 – диффузионная структура потока ($Pe = 30$) по воздуху;
 2 – идеальное вытеснение ($Pe \rightarrow \infty$); а – в воздухе; б – в адсорбенте

В нашем примере расчета адсорбера с учетом числа Пекле диффузионного $Pe_l = 30$ высота слоя должна составить не $H_d = 0,208$ м, а $H_d = 0,378$ м, т.е. она зависит не от фиксированного значения коэффициента β_l , учитывающего продольное перемешивание, а от числа Pe_l . На рисунке приведены равновесная и рабочие линии: 2 – для адсорбера с идеальным вытеснением по обеим фазам и 3 – с идеальным вытеснением по адсорбенту и диффузионной структурой потока по воздуху. Как видно из приведенных графиков диффузионная модель по адсорбенту приводит во-первых к скачку концентраций метанола и ее уменьшению с C_0 до C_n , а во вторых, рабочая линия 3 становится вогнутой а не прямой 2, как это обычно имеет место в массообменных процессах. Это и приводит к необходимости увеличения высоты слоя адсорбента, так как рабочая линия 3 сближается с равновесной линией 1, что уменьшает локальные и среднюю движущую силу. Еще более наглядно влияние продольной диффузии и числа Pe видно на графиках профиля концентраций метанола по относительной высоте адсорбента (рис. 3).

Зависимость высоты слоя адсорбента и начальной концентрации паров метанола в воздухе от числа Pe_l приведены на рис. 4. Из этого рисунка, а также из рис. 2 видно, что при $Pe \rightarrow 20$, когда $C_n^* = 1,64 \cdot 10^{-3}$ кгА/м³ рабочая линия 3 пересекает равновесную при расходе адсорбента $G = 430$ кг/час высота слоя адсорбента $H_d \rightarrow \infty$. В этом случае необходимо увеличивать расход адсорбента и соответственно уменьшать его конечную концентрацию, чтобы поднять рабочую линию относительно равновесной (рис. 2).

Таким образом, учет обратного перемешивания газа в адсорберах непрерывного действия приводит к скачку концентраций паров извлекаемого компонента в газе на входе в колонну и превращает рабочую прямую линию в вогнутую кривую, что уменьшает движущую силу массопередачи и требует увеличения высоты слоя адсорбента.

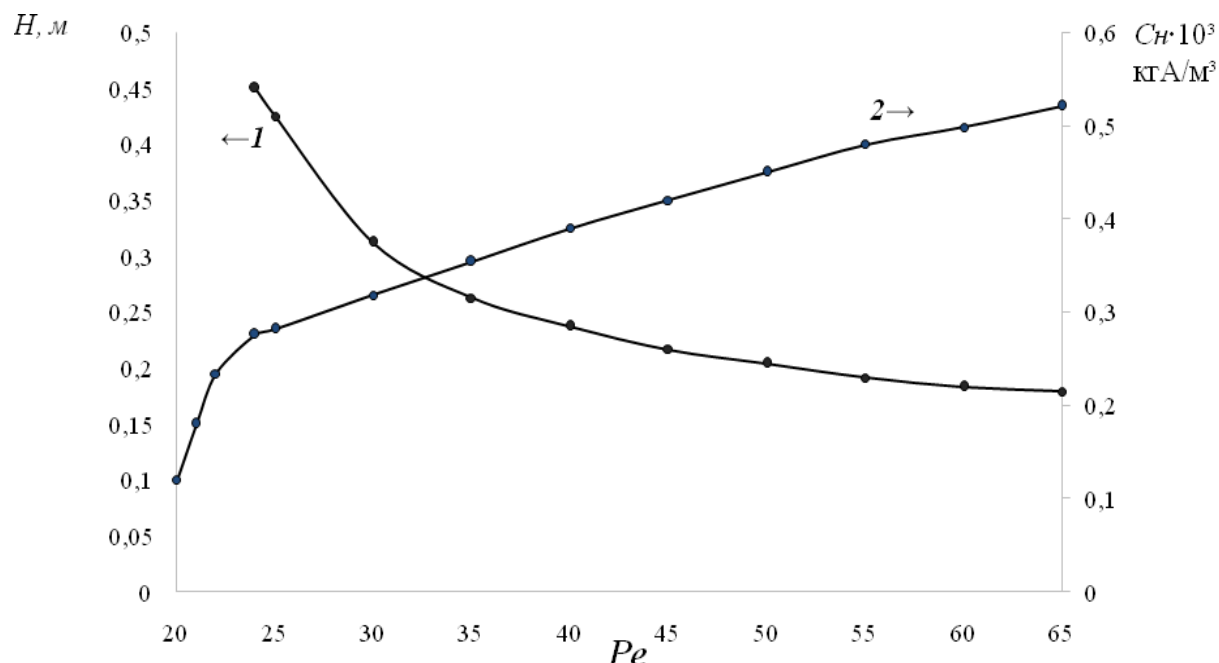


Рис. 4. Зависимость высоты слоя адсорбента и начальной концентрации паров метанола от числа Пекле диффузионного

Кроме того, для каждого расхода адсорбента существует критическое значение числа Пекле диффузионного Pe^* , при котором рабочая линия пересекает равновесную и для нивелирования этого эффекта возникает необходимость (как и при расчетах типового адсорбера непрерывного действия с идеальным вытеснением по обоим фазам) увеличивать расход адсорбента и уменьшать конечную концентрацию в нем извлекаемого компонента.

Список использованных источников

1. **Касаткин, А. Г.** Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. для вузов / А. Г. Касаткин. – М. : Альянс, 2008. – 750 с.
2. **Павлов, К. Ф.** Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К. Ф. Павлов. – М. : Альянс, 2013. – 576 с.
3. **Тимонин, А. С.** Инженерно-экологический справочник / А. С. Тимонин. – Калуга, 2013. – Т. 1. – 917 с.
4. **Дытнерский, Ю. И.** Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию / Ю. И. Дытнерский. – М. : Альянс, 2008. – 494 с.
5. **Левеншпиль, О.** Инженерное оформление химических процессов / О. Левеншпиль. – М. : Химия, 1969. – 621 с.
6. **Кафаров, В. В.** Методы кибернетики в химии и химической технологии / В. В. Кафаров. – М. : Химия, 1985. – 448 с.
7. **Тябин, Н. В.** Методы кибернетики в реологии и химической технологии : учебное пособие / Н. В. Тябин, А. Б. Голованчиков. – В. : Волгоградская правда, 1983. – 103 с.
8. **Голованчиков, А. Б.** Моделирование структуры потоков в химических реакторах : монография / А. Б. Голованчиков, Н. А. Дулькина. – В. : ВолгГТУ, 2009. – 240 с.
9. **Выгодский, М. Я.** Справочник по высшей математике / М. Я. Выгодский. – М. : Наука, 1966. – 424 с.
10. **Рамм, В. М.** Абсорбция газов / В. М. Рамм. – М. : Химия, 1976. – 656 с.
11. **Miyauchi, T.** Ind. End. Chem. Fundament / T. Miyauchi, T. Vermeulen. – 1963. – V. 2, № 2. – P. 113 – 126.

References

1. **Kasatkin, A. G.** Osnovnye processy i apparaty himicheskoy tekhnologii : ucheb. dlya vuzov / A. G. Kasatkin. – M. : Al'yans, 2008. – 750 s.
2. **Pavlov, K. F.** Primery i zadachi po kursu processov i apparatov himicheskoy tekhnologii / K. F. Pavlov. – M. : Al'yans, 2013. – 576 s.
3. **Timonin, A. S.** Inzhenerno-ehkologicheskij spravochnik / A. S. Timonin. – Kaluga, 2013. – T. 1. – 917 s.
4. **Dytnerskij, Yu. I.** Osnovnye processy i apparaty himicheskoy tekhnologii : posobie po proektirovaniyu / Yu. I. Dytnerskij. – M. : Al'yans, 2008. – 494 s.
5. **Levenshpil', O.** Inzhenernoe oformlenie himicheskikh processov / O. Levenshpil'. – M. : Himiya, 1969. – 621 s.
6. **Kafarov, V. V.** Metody kibernetiki v himii i himicheskoy tekhnologii / V. V. Kafarov. – M. : Himiya, 1985. – 448 s.
7. **Tyabin, N. V.** Metody kibernetiki v reologii i himicheskoy tekhnologii : uchebnoe posobie / N. V. Tyabin, A. B. Golovanchikov. – V. : Volgogradskaya pravda, 1983. – 103 s.
8. **Golovanchikov, A. B.** Modelirovanie struktury potokov v himicheskikh reaktorah : Monografiya / A. B. Golovanchikov, N. A. Dul'kina. – V. : VolgGTU, 2009. – 240 s.
9. **Vygodskij, M. Ya.** Spravochnik po vysshej matematike / M. Ya. Vygodskij. – M. : Nauka, 1966. – 424 s.
10. **Ramm, V. M.** Absorbciya gazov / V. M. Ramm. – M. : Himiya, 1976. – 656 s.
11. **Miyauchi, T.** Ind. End. Chem. Fundament / T. Miyauchi, T. Vermeulen. – 1963. – V. 2, № 2. – P. 113 – 126.

УДК 66.081.6

Абоносимов О. А.¹, Лазарев С. И.², Левин А. А.³, Селиванов И. В.⁴

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

¹(Тел. (4752)630370, e-mail: abontam@inbox.ru),

²(Тел. (4752)630370, e-mail: sergey.lazarev.1962@mail.ru),

³(Тел. (4752)630370, e-mail: levin.alexander.94@mail.ru),

⁴(Тел. (4752)630370, e-mail: selivanov@transstal.ru)

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ТЕЧЕНИЯ РАСТВОРА
В МЕЖМЕМБРАННОМ КАНАЛЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО
МЕМБРАННОГО АППАРАТА РУЛОННОГО ТИПА**

Abonosimov O. A.¹, Lazarev S. I.², Levin A. A.³, Selivanov I. V.⁴

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

¹(Tel. (4752)630370, e-mail: abontam@inbox.ru),

²(Tel. (4752)630370, e-mail: sergey.lazarev.1962@mail.ru),

³(Tel. (4752)630370, e-mail: levin.alexander.94@mail.ru),

⁴(Tel. (4752)630370, e-mail: selivanov@transstal.ru)

**A MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE HYDRODYNAMICS
OF SOLUTION FLOW IN THE INTERMEMBRANE CHANNEL
OF THE ELECTROCHEMICAL MEMBRANE ROLL-TYPE APPARATUS**

Аннотация. В работе исследована гидродинамика течения раствора в межмембранном канале промышленного электрохимического мембранного аппарата рулонного типа на примере серийно выпускаемых мембранных элементов ЭРО-Э-6.5/900А и ЭРО-К-92-475 при трансмембранных величинах давлений от 1,0 до 4,0 МПа. Получены экспериментальные зависимости по кривым отклика и коэффициенту продольного перемешивания от скорости течения раствора и давления в мембранном модуле, что позволило получить критериальное уравнение для расчета коэффициента продольного перемешивания в электрохимическом мембранном канале рулонного типа. Приведены численные значения эмпирических коэффициентов, которые позволяют теоретически рассчитать коэффициенты продольного перемешивания, а также прогнозировать их значения для аналогичных конструкций электрохимических мембранных аппаратов.

Ключевые слова: аппарат рулонного типа, гидродинамика потока, кривые отклика, полупроницаемая мембрана, критериальное уравнение, эмпирические коэффициенты.

Abstract. The paper studies the hydrodynamics of solution flow in the intermembrane channel of an industrial roll type electrochemical membrane apparatus on the example of commercially available membrane elements ERO-E-6.5/900A and ERO-K-92-475 at transmembrane pressures from 1.0 to 4.0 MPa. Experimental dependencies were obtained from response curves and longitudinal mixing coefficient on solution flow rate and pressure in a membrane module, which made it possible to obtain a criterial equation for calculating the longitudinal mixing coefficient in a roll-type electrochemical membrane channel. The numerical values of empirical coefficients, which allow theoretically to calculate the coefficients of longitudinal mixing, as well as to predict their values for similar designs of electrochemical membrane devices are given.

Keywords: roll-type apparatus, flow hydrodynamics, response curves, semipermeable membrane, criterial equation, empirical coefficients.

Введение. Научные вопросы, затрагивающие исследования гидродинамики потока остаются до настоящего времени весьма актуальной проблемой в области мембранной техники и технологии. Известно, что в аппаратах мембранной технологии в результате действия диффузионных, кинетических и гидродинамических факторов, а также факторов тепло- и массообмена имеет место неравномерность распределения элементов потока во времени как по сечению потока, так и вдоль длины мембранного канала [1, 2]. Степень неравномерности распределения элементов потока во времени можно оценить по распределению вещества в потоке. Поэтому задача оценки структуры потока практически сводится к отысканию отклика на выходе аппарата, в виде изменения концентрации во времени, после нанесения возмущения на вход аппарата. Целью данной работы является исследование гидродинамики потока в электрохимическом мембранном аппарате рулонного типа для получения кривых отклика, критериального уравнения и численных значений коэффициентов от скорости течения раствора, величины трансмембранного давления и вида мембранных элементов.

Основная часть. Для определения параметров продольного перемешивания широкое распространение получили методы внесения возмущения в определенном сечении потока и фиксирования вызванных им последствий в другом сечении [2, 3]. Отклики на сигнал, записанные в безразмерных переменных (концентрация и время), при указанных условиях являются функциями распределения времени пребывания потока в объеме, ограниченном сечениями ввода трассера и замера отклика (реакции) системы. Функцию, описывающую изменение концентрации в потоке при импульсном вводе трассера, называют С-кривой, или внешней функцией распределения [1].

Безразмерным начальным моментом i -го порядка, характеризующим С-кривую, является интеграл:

$$M_i = \int_0^{\infty} t^i C(t) dt, \quad (1)$$

где t и $C(t)$ – безразмерные время и концентрация.

Безразмерный центральный момент i -го порядка:

$$\eta_i = \int_0^{\infty} (t - M_1)^i \eta_2(t) dt, \quad (2)$$

где M_1 – среднее значение, или математическое ожидание, равное первому начальному моменту.

Для функции распределения времени пребывания, получаемой при импульсном вводе трассера в поток на входе в аппарат, первый начальный момент M_1 представляет собой среднее время пребывания [1].

Из выражения (2) следует, что первый центральный момент всегда равен нулю, т.е.:

$$\eta_1 = 0. \quad (3)$$

Второй центральный момент, называемый дисперсией, является мерой рассеяния времени пребывания и определяется по формуле

$$\eta_2 = \sigma^2 = \int_0^{\infty} (t - M_1)^2 C(t) dt = M_2 - M_1^2. \quad (4)$$

Третий центральный момент h_2 называется асимметрией, характеризует степень асимметричности кривой распределения ($C(t)$ – кривой). Он определяется из уравнения

$$\eta_3 = \int_0^{\infty} (t - M_1)^3 C(t) dt. \quad (5)$$

Четвертый центральный момент, называемый эксцессом распределения, характеризует островершинность распределения и равен

$$\eta_4 = \int_0^{\infty} (t - M_1)^4 C(t) dt. \quad (6)$$

Обычно при расчете моментов по экспериментальным кривым используется ступенчатая аппроксимация, т.е. расчет моментов выполняется по формулам.

Начальные моменты:

$$M_0 = \sum_{i=1}^n \Delta \cdot c_i; \quad M_1 = \sum_{i=1}^n \Delta t \cdot t_i \cdot c_i; \quad M_2 = \sum_{i=1}^n \Delta t \cdot t_i^2 \cdot c_i, \quad (7)$$

где M_0 – площадь, ограниченная кривой $C(t)$ и осью t .

Масштабированные моменты:

$$M_0^M = \frac{M_0}{M_0} = M_1; \quad M_1^M = \frac{M_1}{M_0}; \quad M_2^M = \frac{M_2}{M_0}. \quad (8)$$

Безразмерные моменты:

$$M_i^T = \frac{M_i^M}{M_1^i}; \quad M_2^T = \frac{M_2^M}{M_1^2}. \quad (9)$$

Между безразмерными моментами и параметрами моделей существуют следующие соотношения:

$$M_{2\text{ОДМ}}^T = 1 + \frac{2}{\text{Pe}}; \quad M_{2\text{ЯМ}}^T = 1 + 1/n, \quad (10)$$

где Pe – критерий Пекле; n – число ячеек ячеечной модели.

Таким образом, алгоритм идентификации математической модели структуры потока заключается в вычислении всех моментов и в определении с их помощью параметров выбранной модели.

В качестве объектов исследования использовались электрохимические мембранные рулонные элементы, выпускаемые ЗАО НТЦ «Владипор» (г. Владимир). Экспериментальная установка для исследования структуры потока раствора в электрохимических мембранных модулях и методика проведения эксперимента подробно представлена в работе [3].

По полученным кривым отклика (C – кривым) рассчитывали в Mathcad начальные моменты:

$$M_0 = \sum_{i=0}^n (t_2 \cdot c1_i), \quad (11)$$

$$M_1 = \sum_{i=0}^n [t_2(t1)_i \cdot c1_i], \quad (12)$$

$$M_2 = \sum_{i=0}^n [t_2[(t1)_i]^2 \cdot (c1)_i]. \quad (13)$$

Относительные моменты:

$$M_{1M} := \frac{M_1}{M_0}, \quad (14)$$

$$M_{2M} := \frac{M_2}{M_0}, \quad (15)$$

$$M_{2T} := \frac{M_{2M}}{(M_{1M})^2}. \quad (16)$$

Значения критерия Пекле

$$Pe := \frac{2}{(M_{1T} - 1)}. \quad (17)$$

По найденному значению критерия Пекле (Pe) определяли величину коэффициента продольного перемешивания D_n по формуле

$$D_n = \frac{LU}{Pe}, \quad (18)$$

где L – длина модуля, м; U – скорость раствора в канале модуля, м/с.

Результаты экспериментальных исследований по определению зависимости коэффициента продольного перемешивания от скорости и давления раствора в модуле представлены графически на рис. 1, а, б.

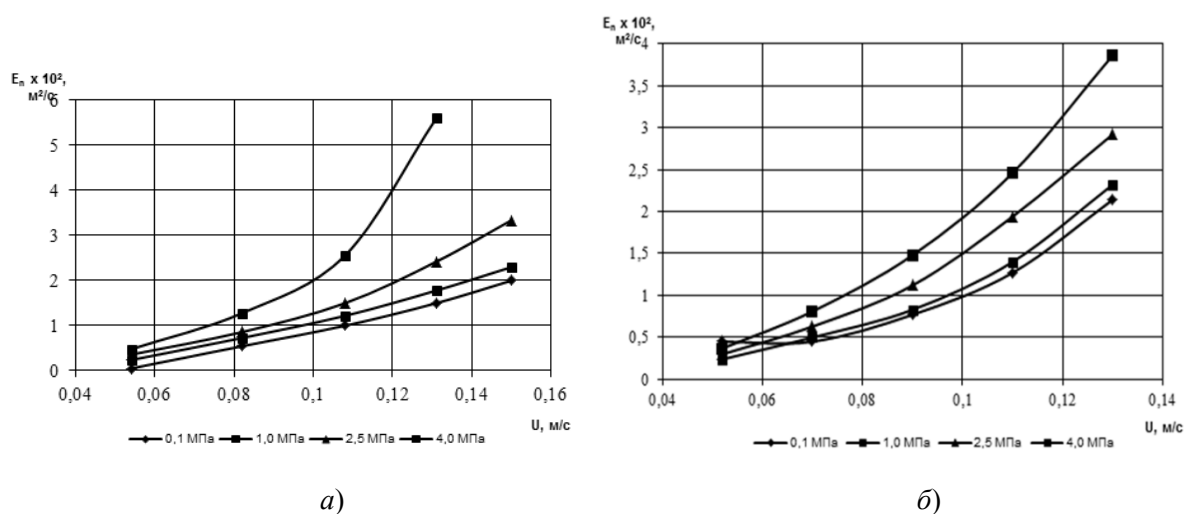


Рис. 1. Зависимость коэффициента продольного перемешивания от скорости и градиента давления раствора в модуле с мембранным элементом:
 а – ЭРО-Э-6,5/900А; б – ЭРО-К-92-475

Сравнение значений коэффициентов продольного перемешивания, полученных для модуля с элементами типа ЭРО-К-475 и элементами типа ЭРО-Э-6,5/900А показало, что элементы первого типа имеют несколько большие значения. Увеличение коэффициента продольного перемешивания с ростом скорости жидкости объясняется увеличением турбулентного перемешивания в межмембранном канале элемента, что подтверждается техническими характеристиками по величине высоты межмембранного канала для элементов. Основным фактором интенсивности продольного перемешивания является наличие в мембранном модуле между элементами переходных зон смешения, которые определяются особенностями конструкции соединения между собой мембранных элементов. В этих переходных зонах смешения могут возникать застойные явления, которые способствуют повышению продольного перемешивания. При использовании в модуле элементов ЭРО-Э-6,5/900А таких зон три, а элементов ЭРО-К-92-475 – пять, что экспериментально подтверждается повышением значений коэффициентов продольного перемешивания по кривым, приведенным на рис. 1, а, б.

При рассмотрении графиков зависимости коэффициента продольного перемешивания при различных давлениях в модуле можно также отметить увеличение значений коэффициента с ростом давления в модуле. При создании давления в модуле возникает дополнительный фактор, влияющий на коэффициент продольного перемешивания. С ростом давления в модуле появляется поток пермеата, который по длине модуля постепенно обедняет основной поток. Поток пермеата направлен из ядра потока в межмембранном канале через мембрану, т.е. перпендикулярно основному потоку. Поэтому за счет потока пермеата происходит дополнительное перемешивание потока жидкости в мембранном модуле. При более высоком трансмембранном давлении поток пермеата увеличивается, что приводит к росту коэффициента продольного перемешивания. По экспериментальным данным была получена зависимость коэффициента продольного перемешивания от трансмембранного давления, скорости течения раствора и вида мембраны в электрохимическом мембранном модуле рулонного типа:

$$D_n = b \operatorname{Re}^n \left(\frac{P}{P_0} \right)^m, \quad (19)$$

где b , n – эмпирические коэффициенты критерия Рейнольдса; m – эмпирический коэффициент гидростатического давления; P , P_0 – рабочее давление и давление, принятое равным 0,1 МПа, соответственно.

Значения эмпирических коэффициентов по критерию Рейнольдса и гидростатического давления (b , n , m) приведены в табл. 1.

1. Значения эмпирических коэффициентов b , n , m

Мембранный элемент	$b \cdot 10^6$	n	m
ЭРО-Э-6,5/900А	5,672	2,10	0,16
ЭРО-К-92-475	1,593	2,55	0,16

Заключение. Проведенные экспериментальные и теоретические исследования по гидродинамике потока в промышленных электрохимических мембранных элементах рулонного типа с мембранами МГА-95 позволили отметить необходимость исследования структуры потока в аппаратах рулонного типа, как параметра характеризующего гидродинамику течения раствора, существенно влияющего на эффективность процесса электрохимического мембранного разделения промышленных растворов. Это позволило получить экспериментальные данные по кривым отклика и коэффициенту продольного перемешивания в зависимости от скорости течения раствора, давления и вида мембранного модуля. Обработка данных по кривым отклика через функции распределения времени пребывания и модифицированного критерия Пекле позволили получить критериальное уравнение и численные значения эмпирических коэффициентов для теоретического расчета коэффициента продольного перемешивания в зависимости от скорости течения раствора в межмембранном канале, давления и вида мембран.

Список использованных источников

1. **Гельперин, Н. И.** Структура потоков и эффективность колонных аппаратов химической промышленности / Н. И. Гельперин, В. Л. Пибалк, А. Е. Костянян. – М. : Химия, 1977. – 264 с.
2. **Абоносимов, О. А.** Влияние структуры потока раствора на массоперенос при баромембранном разделении промышленных растворов и стоков / О. А. Абоносимов, С. И. Лазарев, Д. О. Абоносимов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2016. – № 3. – С. 16 – 18.
3. **Abonosimov, O. A.** Hydrodynamic Study of Flow Structure in Spiral Reverse Osmosis Devices / O. A. Abonosimov, S. I. Lazarev, D. O. Abonosimov // Petroleum Chemistry. – 2016. – V. 56, № 4. – P. 354 – 359.
4. **Абоносимов, О. А.** К вопросу о методике расчета электробаромембранных аппаратов / О. А. Абоносимов, М. А. Рябинский, А. С. Лазарев, Г. С. Кормильцин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2009. – Т. 14, № 2. – С. 468 – 469.

References

1. **Gel'perin, N. I.** Struktura potokov i ehffektivnost' kolonnyh apparatov himicheskoy promyshlennosti / N. I. Gel'perin, V. L. Pebalk, A. E. Kostanyan. – M. : Himiya, 1977. – 264 s.
2. **Abonosimov, O. A.** Vliyanie struktury potoka rastvora na massoperenos pri baromembrannom razdelenii promyshlennyh rastvorov i stokov / O. A. Abonosimov, S. I. Lazarev, D. O. Abonosimov // Himicheskoe i neftegazovoe mashinostroenie. – 2016. – № 3. – S. 16 – 18.
3. **Abonosimov, O. A.** Hydrodynamic Study of Flow Structure in Spiral Reverse Osmosis Devices / O. A. Abonosimov, S. I. Lazarev, D. O. Abonosimov // Petroleum Chemistry. – 2016. – V. 56, № 4. – P. 354 – 359.
4. **Abonosimov, O. A.** K voprosu o metodike raschyota ehlektrobaromembrannyh apparatov / O. A. Abonosimov, M. A. Ryabinskij, A. S. Lazarev, G. S. Kormil'cin // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2009. – T. 14, № 2. – S. 468 – 469.

УДК 517.544.8

Доненко А. В.¹, Лукьяненко В. А.², Доненко И. Л.³

Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Россия, г. Симферополь

¹(Тел. +79787988412, e-mail: idonenko2013@gmail.com),

²(Тел. +79787291655, e-mail: art-inf@yandex.ru),

³(Тел. +79787339631, e-mail: idonenko2012@gmail.com)

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ЭВОЛЮЦИИ
ФРАКТАЛЬНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ СВЕТОВЫХ ПОЛЕЙ**

Donenko A. V.¹, Lukyanenko V. A.², Donenko I. L.³

Crimea Federal University, Russia, Simferopol

¹(Tel. +79787988412, e-mail: idonenko2013@gmail.com),

²(Tel. +79787291655, e-mail: art-inf@yandex.ru),

³(Tel. +79787339631, e-mail: idonenko2012@gmail.com)

**MATHEMATICAL MODELING FOR SOLVING THE LOCAL PROBLEM
OF THE EVOLUTION OF FRACTAL DISPLAYS OF LIGHT FIELDS**

Аннотация. В последние годы решение краевых задач с граничными условиями заданными нелинейными параболическими уравнениями, разрушающихся за конечное или бесконечное время – так называемые режимы с обострением, поставили перед современными математическими методами теоретической физики (ММТФ), новые задачи. Рассматривая краевую задачу с режимами обострения в ММТФ решается нелинейность фрактальной эволюции отображений световых полей. Фрактальная эволюция световых отображений является задачей с несколькими нелинейными параметрами, решение которой приведено в данной работе.

Ключевые слова: нелинейные уравнения, уравнения нелинейной оптики, фрактал, дифракция, моделирование, краевая задача, анизотропия, математическое моделирование.

Abstract. In recent years, the solution of boundary-value problems with boundary conditions given by nonlinear parabolic equations that collapse in finite or infinite time – the so-called exacerbated regimes, have presented new problems to modern mathematical methods of theoretical physics (MMTF). Considering the boundary problem with exacerbation modes in the MTFP, the nonlinearity of the fractal evolution of light field mappings is solved. The fractal evolution of light mappings is a problem with several non-linear parameters, the solution of which is given in this paper.

Keywords: nonlinear equations, equations of nonlinear optics, fractal, diffraction, modeling, boundary value problem, anisotropy, mathematical modeling.

Введение. В последние годы решение таких нелинейных параболических уравнений, разрушающихся за конечное или бесконечное время, т.е. режимы с обострением, стали активно изучаться – что и не могло оставить нас в стороне, мы решили рассмотреть с математической точки зрения эволюцию фрактальной дифракционной картины.

Однако большинство публикаций в этой области посвящено решениям, растущим до бесконечности в равномерной норме, а не рассматриваются динамические системы, приводящие к хаосу и саморазрушению системы.

Для решения краевой задачи с саморазрушением системы (дифракционной картины) [1] смоделированы и посчитаны все нелинейности, возникающие на границе двух сред – фрактальной зонной пластинки и воздушной прослойки.

Основная часть. Для решения нелинейного параболического уравнения с несколькими пространственными переменными (фрактальной размерностью и анизотропией) в прямоугольнике – являющимся нашей фазовой пластинкой (транспарантом) на которой нанесены фракталы:

$$(x, t) \in Q_T = [0, 1] \times [0, T].$$

Рассмотрим краевую задачу:

$$u_t = a(x, u, u_x) u_{xx} + b(x, u, u_x), \quad \text{при } a \geq a_0 > 0, \quad (1)$$

$$u(0, t) = u(1, t) = 0, \quad u(x, 0) = u_0(x). \quad (2)$$

Тут все функции a , b и u_0 считаются довольно гладкими (для определенности будем считать их из пространства C^3 по всем аргументам) и, кроме того, начальные данные удовлетворяют условиями достаточного высокого порядка [2].

Теоремы существования фрактальной размерности доказаны еще в середине XX века. Эти теоремы содержат два типа условий на фрактальную и геометрическую структуру нелинейности уравнения, т.е. на функции a , b .

Условия первого типа позволяют доказать, что само решение остается ограниченным в равномерной норме:

$$\sup_{x,t} |u(x, t)| < M. \quad (3)$$

Условия второго типа позволяют установить оценку первой производной

$$\sup_{x,t} |u_x(x, t)| < M_1 \quad (4)$$

в предположении, что оценка (3) уже известна.

При известных оценках теоремы существования классических решений краевых задач для вышеупомянутых квазилинейных уравнений вида (1) могут быть доказаны без дополнительных ограничений на нелинейные слагаемые.

Условия второго типа, позволяющие установить оценку (4), формулируются в терминах ограничений на порядок роста отношения $\frac{b}{a}(x, u, u_x)$ по переменной u_x .

Они имеют следующий вид:

$$\left| \frac{b(x, u, u_x)}{a(x, u, u_x)} \right| \leq K\varphi(|u_x|), \quad \text{где } \int_0^\infty \frac{\tau d\tau}{\varphi(\tau)} = \infty, \quad \text{для } x \in [0, 1], \quad u \in [-M, M], \quad (5)$$

т.е. функция $\varphi(s)$ должна иметь не более чем квадратичный рост, т.е. $\varphi(s) \leq 1 + s^2$, на бесконечности $s \rightarrow \infty$.

Допускается также рост порядков $\varphi(s) \sim s^2 \ln s$, $\varphi(s) \sim s^2 \ln s \ln(\ln s)$ и т.д.

Эти ограничения задаются в зависимости от интенсивности излучения и порядка генерации фракталов.

Рост вида (5) в частности позволяет продолжить всякое ограниченное решение задач Коши

$$y'' = \frac{b(x, y, y')}{a(x, y, y')}, \quad y(x_0) = y_0, \quad y'(x_0) = y_1 \quad (6)$$

на полный интервал измерений переменной x для произвольных данных x_0, y_0 и y_1 .

Такая разрешимость в целом, т.е. продолжимость решений задачи Коши (6), оказалась достаточным условием существования семейств функционалов Ляпунова на решениях параболической задачи (1), (2).

В частности, семейства функционалов Ляпунова позволяют доказать априорные оценки решений вида (4).

В случае когда $\frac{b}{a}(x, u, u_x)$ имеет порядок роста по переменной u_x по крайней мере $2 + \varepsilon$.

Данная эволюция фрактальной дифракционной картины, сводится к решению «режимов с обострением производных (РОП)», что приводит нас к совершенно новым физическим явлениям, которые долгое время оставались не исследованными в должной мере.

Качественно разные примеры режимов с обострением (РОП) собраны в [2]. Для дальнейшего решения уравнений приведем 2 из них.

Как показано в [3] для уравнений вида: $u_t = u_{xx} + f(u_x)$, при некоторых предположениях о поведении функции $f(s)$ на бесконечности (например, для спиралевидного транспаранта $f(s) = e^s$) возрастание длины интервала изменения x может вызвать возникновение вышеуказанных РОП-решений при краевых условиях Дирихле, т.е. на интервале «малой» длины существует глобальное по времени решение, а при «сверхкритической длине» решение, оставаясь ограниченным в норме C , разрушается за конечное время. В работе [3] показано, что эффект также зависит от граничных условий.

А именно, для уравнения $u_t = u_{xx} - xu_x^3$, следуют данные значения:

- для случая граничных условий $u(0, t) = 0, u(1, t) = \alpha$, при $\alpha > \frac{\pi}{2}$ решение, остающееся ограниченным, не может обладать ограниченной производной;
- для случая граничных условий $u(0, t) = 0, u_x(1, t) - u(1, t) = 0$ классическое решение существует для всех $t > 0$ при соответствующей гладкости начальных данных $u_0(x)$. Более того, это решение остается равномерно ограниченным вместе со своими производными и стремится к нулю при $t \rightarrow \infty$.

Интересно, что с РОП-решением динамических задач также начались исследования «негладких решений» регулярных вариационных задач, к которым мы приходим в соответствии с изменением фрактальной размерности спекл-картин:

$$\int_0^1 E(x, u, u_x) dx \rightarrow \min, \quad u(0) = A, \quad u(1) = B, \quad \frac{\partial^2 E}{\partial u_x^2} \geq \delta > 0 \quad (7)$$

которые в ряде случаев определяют стационарные решения параболических уравнений.

Зависимость фрактальной размерности от интенсивности лазерного излучения отображена на рис. 1, где отображен режим обострения и на пике графика, фрактальная картина разрушается.

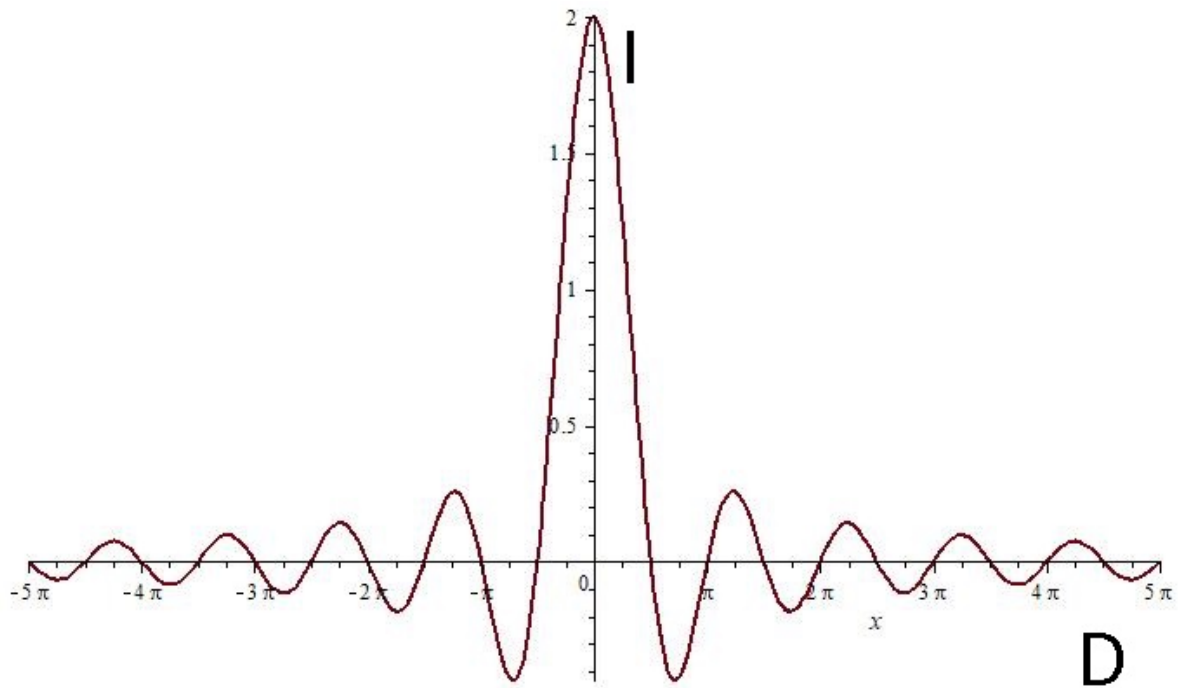


Рис. 1. Зависимость интенсивности лазерного излучения от фрактальной размерности

Как видно из рис. 1 – с увеличением I – интенсивности лазерного излучения, D – фрактальная размерность в максимум разрушается, а во втором фокусе воспроизводится.

Решение такой задачи сводится к вариационной задаче с регулярной составляющей.

В пионерской работе Бола [1] был предложен первый пример регулярной вариационной задачи вида (7) с положительным и строго выпуклым по градиентной переменной интеграндом E (т.е. с интеграндом «суперлинейного роста»), обладающей абсолютно непрерывным решением с неограниченной производной.

В работе [2] этот интегранд $E(x, u, u_x)$ имеет вид:

$$E(x, u, u_x) = ru_x^2 + (u^3 - x^2)^2 u_x^{14}. \quad (8)$$

Как было доказано, при выборе краевых условий (7) $A=0, B=k$ и множителя $r = \left(\frac{2}{3}k\right)^{12} (1-k^3)(13k^3-7)$ (положительная постоянная для каждого $k^3 \in \left(\frac{7}{13}, 1\right)$)

для k , достаточно близких к 1, наиболее точным решением является функция $u = kx^{\frac{2}{3}}$.

В этом примере решение $u = kx^{\frac{2}{3}}$ является гладким внутри рассматриваемого интервала $x \in (0, 1)$ и удовлетворяет граничным условиям, т.е. может рассматриваться как гладкое решение вариационной задачи. Однако в дальнейшем было показано, что производная решения регулярной вариационной задачи может обращаться в бесконечность во внутренней точке (и даже на произвольном множестве нулевой меры).

Так решением задачи:

$$\int_0^1 (r(k)u_x^2 + (u^5 - x^3)u_x^{32}) dx \rightarrow \min, \quad u(\alpha) = k\alpha^{\frac{3}{5}}, \quad u(\beta) = k\beta^{\frac{3}{5}}, \quad (\alpha < 0 < \beta).$$

Для $r(k) = \left(\frac{3k}{5}\right)^{30} (1 - k^5)^3 (31k^5 - 16)$ $\left(r > 0 \text{ при } k^5 \in \left(\frac{16}{31}, 1\right)\right)$ и k достаточно близ-

ких к 1, является функция $u = kx^{\frac{3}{5}}$. Она не удовлетворяет уравнению Эйлера–Лагранжа даже в обобщенном смысле классического интегрального тождества.

Выпишем уравнение Эйлера–Лагранжа для уравнения (7), (8) и будем рассматривать его как правую часть параболического уравнения.

Нетрудно проверить, что это уравнение Эйлера–Лагранжа удовлетворяет ограничению (5) для любой фиксированной пары точек x и u . Однако константа k не может быть выбрана равномерной, она стремится к бесконечности при приближении пары

(x, u) к точкам кривой $u = kx^{\frac{2}{3}}$ вместе с тем на самой этой кривой интегранд вырождается вместе с соответствующими производными и ограничение (5) выполнено.

Таким образом, классические теоремы о разрешимости параболических задач [2] в таких случаях неприменимы.

Отметим, что известные примеры регулярных задач с негладкими решениями из вариационного исчисления обладают следующим свойством. Записав уравнение Эйлера–Лагранжа для них в виде:

$$a(x, u, u_x)u_{xx} + b(x, u, u_x) = 0, \tag{9}$$

можно увидеть, что функция b удовлетворяет тождеству

$$b(x, u, 0) \equiv 0. \tag{10}$$

С точки зрения параболических задач, тождество (9), в частности, означает выполнение строгого принципа максимума для решения задачи Дирихле $\left(\sup_{x,t} |u(x, t)| \leq \sup_x |u_0(x)|\right)$ – модуль решения не превосходит максимума модуля начальных данных).

В том случае, когда уравнение (1) удовлетворяет условию (9), множество начальных данных, порождающих корректную задачу (классическое решение существует для всех $t > 0$, РОП) не появляются.

Основная идея состоит в том, чтобы использовать семейства функционалов Ляпунова для определения решений параболических уравнений. Семейства таких функционалов предложены и построены [1] для изучения поведения решений при большом времени. Фактически были построены вариационные множители $\rho(x, u, u_x)$ для решений параболических уравнений. Это отличные от нуля функции $\rho \geq \delta > 0$ такие, что после умножения на них правая часть уравнения (1) превращается в уравнение Эйлера–Лагранжа для соответствующего интегранда $\Phi(x, u, u_x)$. Другими словами, уравнение (1) может быть записано в вариационной форме:

$$\rho(x, u, u_x)u_t = \frac{d}{dx} \frac{\partial \Phi(x, u, u_x)}{\partial u_x} - \frac{\partial \Phi}{\partial u}, \quad \frac{\partial^2 \Phi}{\partial u_x^2} x \geq \delta > 0. \quad (11)$$

Прямые вычисления показывают, что каждый из этих множителей ρ порождает функционал Ляпунова на решении динамической задачи (1), (2):

$$\frac{d}{dt} \int_0^1 \Phi(x, u, u_x) dx = - \int_0^1 \rho(x, u, u_x) u_t^2 dx. \quad (12)$$

Идея представляемых результатов состоит в обратном шаге. Предположим, нам известно, что функция $u(x, t)$ удовлетворяет равенствам (10) для всех интегралов Φ (с соответствующим множителем ρ для каждого), которые порождают одно и то же уравнение Эйлера–Лагранжа (8). Как мы докажем, в ряде случаев это означает, что $u(x, t)$ является решением параболического уравнения (1).

Выводы. Предложенное решение нелинейных параболических уравнение позволяет исследовать не только эволюцию фрактальных дифракционных картин, но и также эволюцию фрактально-кластерной структуры воды, спирта и т.п. фрактально-кластерных структур.

Принцип решения уравнения построен на рассмотрении одной пространственной переменной – фрактальной размерности структуры. В дальнейшем продолжение работы подразумевает – численное решение эволюции и попытку воссоздания конкретных фазовых переходов эксперимента с помощью заранее известного численного решения эволюции.

Проведено математическое моделирование эксперимента на основе которого возможно воссоздание каждого фазового перехода.

Список использованных источников

1. **Ball, J. M.** Singular minimizers in the calculus of variations / J. M. Ball // Bull. Amer. Math. Soc. (N. S.). – 1984. – V. 11. – P. 143 – 146.
2. **Доненко, И. Л.** Виртуальное моделирование и исследование фрактальных оптических отображений / И. Л. Доненко, В. И. Шостка // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн. – 2017. – № 4. – С. 553 – 556.
3. **Доненко, А. В.** Нелинейные параболические уравнения и их приложения / А. В. Доненко, В. А. Лукьяненко // Дни науки КФУ им. В. И. Вернадского – 2017. – Т. 6, № 3. – С. 327 – 329.

References

1. **Ball, J. M.** Singular minimizers in the calculus of variations / J. M. Ball // Bull. Amer. Math. Soc. (N. S.). – 1984. – V. 11. – P. 143 – 146.
2. **Donenko, I. L.** Virtual'noe modelirovanie i issledovanie fraktal'nyh opticheskikh otobrazhenij / I. L. Donenko, V. I. SHostka // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn – 2017. – № 4. – S. 553 – 556.
3. **Donenko, A. V.** Nelinejnyye parabolicheskie uravneniya i ih prilozheniya / A. V. Donenko, V. A. Luk'yanenko // Dni nauki KFU im. V. I. Vernadskogo. – 2017. – Т. 6, № 3. – S. 327 – 329.

УДК 577.359

Горбунов А. В.¹, Громов Ю. Ю.², Егоров В. С.³

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

¹(E-mail: alexey.gorbunov@mail.ru),

²(E-mail: gromovtambov@yandex.ru),

³(E-mail: v.egorov@mail.nnn.tstu.ru)

РАСЧЕТ ИМПЕДАНСА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ ПО МОДЕЛИ ЯМАМОТО В ПРОЦЕССЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Gorbunov A. V.¹, Gromov Yu. Yu.², Egorov V. S.³

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

¹(E-mail: alexey.gorbunov@mail.ru),

²(E-mail: gromovtambov@yandex.ru),

³(E-mail: v.egorov@mail.nnn.tstu.ru)

THE CALCULATION OF THE IMPEDANCE OF BIOLOGICAL TISSUE ON THE MODEL OF YAMAMOTO IN THE PROCESS OF GALVANIC EFFECTS

Аннотация. Цель данной работы – повышение точности исследований, связанных с работами в области моделирования и измерения гальванических процессов в биологических тканях при воздействии на них электрического тока. Для этого предлагается уточненная эквивалентная электрическая модель биоткани и алгоритм численного нахождения ее компонентов.

Ключевые слова: импеданс, биологическая ткань, гальваническое воздействие, функция Хевисайда.

Abstract. The purpose of this study is to improve the accuracy of research related to the work in the field of modeling and measurement of galvanic processes in biological tissues under the influence of electric current. For this purpose, we propose a refined equivalent electrical model of biotissue and an algorithm for numerical determination of its components.

Keywords: impedance of biological tissue, galvanic effects, the Heaviside function.

1. Актуальность. Исследования биологических материалов с помощью воздействия на них электрического тока ведутся, по крайней мере, с 1791 года, когда Гальвани опубликовал «Трактат о силах электричества при мышечном движении», в котором описывал наличие электрического тока в мышцах животных. Но только в настоящее время эти исследования получили большое применение в практике биологических и медицинских исследований, что, в первую очередь, связано техническим прогрессом в этой области науки. К таким исследованиям относятся, например, электродермальная активность (EDA), реологические исследования в медицине, гальванизация, электрофорез и другие. Особенно такие исследования важны в трансплантологии органов, где с их помощью определяется пригодность донорских тканей для пересадки в процессе их хранения. С развитием информационных технологий возникла необходимость в адекватных эквивалентных электрических моделях для повышения точности исследований.

2. Гальванические свойства биологических тканей. Ткани организма по электрическим свойствам представляют собой весьма разнородную среду. Органические

вещества (белки, жиры, углеводы и др.), из которых состоят плотные части тканей, являются по существу диэлектриками. Однако все ткани и клетки в организме содержат жидкости или омываются ими (кровь, лимфа, различные тканевые жидкости) [1]. В состав этих жидкостей, кроме органических коллоидов, входят растворы электролитов, поэтому они являются относительно хорошими проводниками. Таким образом, биологические жидкости являются электролитами, т.е. будучи электрически нейтральными системами, состоят из положительных и отрицательных ионов и, следовательно, проводят электрический ток, имеют активное электрическое сопротивление.

Активное электрическое сопротивление электролитов зависит от концентрации свободных ионов, их заряда, подвижности, а также температуры. В противоположность металлам электропроводность растворов электролитов возрастает при увеличении температуры, так как при этом увеличивается подвижность ионов.

Кроме того, ткани организма состоят из структурных элементов – клеток, которые омываются хорошо проводящей электрический ток тканевой жидкостью. Цитоплазма, находящаяся внутри клетки, также является хорошим проводником. Они разделены между собой плохо проводящим слоем клеточной мембраны. Таким образом, биологическую мембрану можно рассматривать как электрический конденсатор, проводниковые пластины которого образуют электролиты наружного и внутреннего растворов (внеклеточного и цитоплазмы). В биологических тканях встречаются и макроскопические образования, состоящие из различных соединительных оболочек и перегородок, являющиеся плохими проводниками, по обе стороны которых находятся ткани, обильно снабженные тканевой жидкостью. Такая система обладает электрической емкостью и, следовательно, реактивным сопротивлением [2].

При наложении внешнего электрического поля в клетках происходит направленное перемещение и накопление по обе стороны мембраны ионов противоположного знака. Это внутреннее поле называется поляризационным, а явление образования поляризационного поля – поляризацией клетки. Явление поляризации наблюдается не только в клетках, но и в макроскопических тканевых образованиях из-за наличия в них соединительнотканых оболочек и перегородок, плохо проводящих электрический ток. Под действием внешнего электрического поля происходит перераспределение обычной концентрации ионов, обусловленное различной подвижностью, задержкой и накоплением их у полупроницаемых перегородок. Таким образом, в основе первичного действия постоянного тока на ткани организма лежат преимущественно поляризационные явления, связанные с движением ионов, их разделением и изменением концентрации в разных элементах тканей [3].

3. Методы и проблемы. Для биологических объектов, с учетом явления поляризации, закон Ома имеет вид:

$$I = (U - \varepsilon(t)) / R ,$$

где U – напряжение, подаваемое на биологический объект; $\varepsilon(t)$ – ЭДС поляризации; R – сопротивление биоткани.

Учитывая сказанное, биоткани имеют импеданс, величина которого является важным показателем их свойств.

Импеданс биотканей можно моделировать с помощью эквивалентных электрических схем [4].

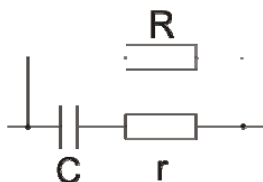


Рис. 1. Эквивалентная электрическая модель биоткани:

R – активное сопротивление биоткани;
 r – сопротивление электролитов;
 C – электрическая емкость биоткани

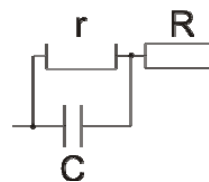


Рис. 2. Эквивалентная электрическая модель биоткани:

R – активное сопротивление биоткани;
 r – сопротивление электролитов;
 C – электрическая емкость биоткани

До недавнего времени широко применялась модель, показанная на рис. 1. В настоящее время более адекватной считается модель, показанная на рис. 2. Согласно этой схеме ее импеданс Z будет равен:

$$Z = \frac{r + R\sqrt{1 + r^2\omega^2C^2}}{\sqrt{1 + r^2\omega^2C^2}}, \tag{1}$$

где ω – циклическая частота приложенного к биоткани внешнего электрического поля.

Однако, как было сказано ранее, при наложении внешнего электрического поля на биоткани происходит поляризация электролитов и, следовательно, r является функцией времени, что не отражено ни в модели рис. 2, ни в (1).

4. Предлагаемое решение.

4.1. Эквивалентная модель. Мы предлагаем методику расчета импеданса по численным значениям компонентов, найденных при подаче ступенчатого воздействия (функции Хевисайда) на биоткань по эквивалентной модели Ямамото [2, 5], показанной на рис. 3.

4.2. Алгоритм. При подаче ступенчатого воздействия на биоткань [6] происходит процесс, показанный на рис. 4.

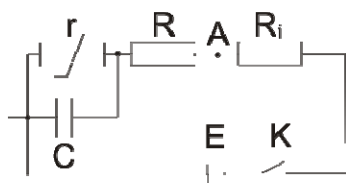


Рис. 3. Эквивалентная электрическая модель биоткани:

R – активное сопротивление биоткани; r – сопротивление электролитов; C – электрическая емкость биоткани;
 R_i – резистор с известным номиналом; E – источник стабилизированного постоянного напряжения;
 K – устройство для создания ступенчатого воздействия;
 A – точка измерения напряжения относительно «←» E

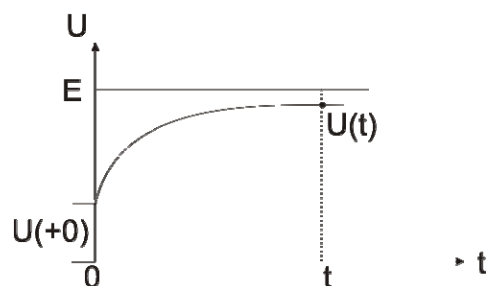


Рис. 4. Напряжения при подаче ступенчатого воздействия относительно «←» E :

E – стабилизированное постоянное напряжение источника питания;
 $U(+0)$ – напряжение в точке A (рис. 3) в начальный момент подачи ступенчатого воздействия;
 $U(t)$ – напряжение в точке A в момент времени t

В начальный момент времени при подаче ступенчатого воздействия емкость C разряжена, поэтому напряжение $U(+0)$ в точке A равно

$$U(+0) = E - U_{R_i},$$

где E – известное стабилизированное напряжение источника питания, а U_{R_i} – известное сопротивление. Таким образом, ток в начальный момент времени будет равен

$$i(+0) = \frac{E - U(+0)}{R_i}$$

и, следовательно, можно вычислить значение R

$$R = \frac{U(+0)}{i(+0)}.$$

В момент времени t в процессе заряда емкости C напряжение в точке A будет равно $U(t)$, а ток через резистор R_i будет равен

$$i(t) = \frac{E - U(t)}{R_i}.$$

Таким образом, сопротивление электролитов в момент времени t с учетом поляризации будет равно

$$r = \frac{U(t)}{i(t)} - R = \frac{U(t) \cdot R_i}{E - U(t)} - R,$$

при этом

$$r \cdot C = \frac{t}{\ln \frac{U(+0)}{U(t)}}$$

и, следовательно,

$$C = \frac{t}{r \cdot \ln \frac{U(+0)}{U(t)}}.$$

5. Практические результаты. Особенностью данного метода является то, что для его практической реализации требуется быстродействующее устройство формирования единичного воздействия K с низким выходным сопротивлением и необходимость в синхронизированном быстродействующем устройстве измерения и регистрации напряжения, но это в настоящее время не является технически невозможным, а его применение позволяет оценить не только численные значения искомых величин, но и их динамические характеристики. При проведении сравнительных экспериментов наибольшее расхождение полученных результатов составило не более 11,6%.

Список использованных источников

1. **Thews, G.** Human anatomy, physiology, and pathophysiology / G. Thews, E. Mutschler, P. Vaupel. – Amsterdam : Elsevier, 1985.
2. **Boucsein, W.** Electrodermal Activity / W. Boucsein // Springer Science+Business Media, LLC. – 2012.
3. **Lykken, D. T.** GSR and polarization capacity of skin / D. T. Lykken, R. D. Miller, R. F. Strahan // Psychonomic Science. – 1966. – № 4. – P. 355–356.
4. **Computer** model of nonstationary heat exchange / E. Tugolukov, V. Nemtinov, S. Alekseev et al. // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM 2017. – Albena ; Bulgaria, 2017. – V. 17, Issue 21. – P. 223 – 230.
5. **Yamamoto, Y.** Technical note: Dispersion and correlation of the parameters for skin impedance / Y. Yamamoto, T. Yamamoto // Medical & Biological Engineering & Computing. – 1978. – № 16. – P. 592 – 594.
6. **Method** and Device for Determining the Thermophysical Properties of Heterogeneous Materials in the Solid Phase / P. V. Balabanov, A. S. Egorov, S. V. Mishchenko et al. // Measurement Techniques. – 2017. – № 60(7). – P. 717 – 723.

УДК 54-169

Мордасов М. Д.¹, Лазутин А. В.²¹Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630469, e-mail: makaveli.mordasov@yandex.ru),²Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова,
Россия, г. Белгород
(Тел. (4722)549-41, e-mail: drill.lav@gmail.com)**МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ СМЕСЕЙ****Mordasov M. D.¹, Lazytin A. V.²**¹Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630469, e-mail: makaveli.mordasov@yandex.ru),²V. G. Shukhov Belgorod State Technological University,
Russia, Belgorod
(Tel. (4722)549-41, e-mail: drill.lav@gmail.com)**MODELING OF THE STRUCTURE OF CEMENT-SAND MIXTURES**

Аннотация. В работе проведены исследования цементно-песчаных смесей с различными концентрационными параметрами. Подготовка смесей осуществлялась в гравитационном смесителе. Исследование микроструктуры образцов проводилось с помощью оптического электронного микроскопа. Полученные микрофотографии в соответствии с разработанной методикой определения фрактальной размерности обрабатывались в программе Gwyddion 2.48. В результате анализа полученных данных установлено оптимальное значение массовых концентраций компонентов цементно-песчаных смесей. Показано, что скачкообразное уменьшение фрактальной размерности структуры связано с образованием большего количества межзеренных границ. Результаты исследований могут быть использованы при разработке новых композиционных материалов и выборе их оптимального состава.

Ключевые слова: композит, фрактальный анализ, структура, цемент, песок, моделирование, полимер-минеральный.

Abstract. The research into cement-sand mixtures with different concentration parameters was carried out. Preparation of mixtures was done in a gravity mixer. The microstructure of the samples was studied by means of an optical electron microscope. The obtained microphotographs in accordance with the developed method to determine the fractal dimension were processed in the program Gwyddion 2.48. As a result of the analysis of the obtained data, the optimal value of mass concentrations of components of cement-sand mixtures was found. It is shown that the abrupt decrease in the fractal dimensionality of the structure is associated with the formation of a larger number of grain boundaries. The results of the research can be used in the development of new composite materials and the choice of their optimal composition.

Keywords: composite, fractal analysis, structure, cement, sand, modeling, polymer-mineral.

Строительные растворы и смеси на основе цемента являются основным материалом строительной отрасли, мировой объем производства которых составляет порядка десяти миллиардов кубометров в год. Стратегические исследования показывают,

что объемы применения этих материалов в будущем будут возрастать, а области использования – расширяться.

Существующий спрос на ремонтные, герметизирующие и другие составы функциональных покрытий для различного вида оснований требует создания материалов, способных эксплуатироваться в широком диапазоне изменения условий окружающей среды, характерном для многих регионов России, обладающих повышенными эксплуатационными свойствами и адгезией к широкому классу конструкционных материалов.

Несмотря на многочисленные попытки оптимизации рецептур строительно-отделочных композиций и технологий их нанесения, проблема повышения межфазного взаимодействия таких материалов с различного вида основаниями не теряет своей актуальности.

Характеристики строительных композитов и их долговечность в первую очередь определяются их структурой. На различных стадиях подготовки таких материалов образуются структуры различного пространственного масштаба, которые определяют их конечные физико-химические и механические свойства. Большинство реальных дисперсных систем представляют собой неупорядоченные структуры, теоретическое описание которых может быть осуществлено с использованием теории фракталов [1, 2].

В настоящей работе изучены особенности изменения фрактальной размерности цементно-песчаных смесей с различными концентрациями компонентов.

Приготовление смесей осуществлялось в гравитационном смесителе с использованием предварительно подготовленных компонентов с известным гранулометрическим составом. Из полученных составов были сформированы пробы для их исследования при помощи оптического микроскопа. Микроструктуры смесей различных концентраций компонентов фотографировались при помощи окулярной камеры. Фрактальный анализ полученных микроструктур осуществлялся в программе Gwyddion 2.48 (рис. 1). Для определения фрактальной размерности в программе реализовано четыре алгоритма: метод подсчета кубов, метод триангуляции, вариационный метод (декомпозиция) и метод спектра мощности.

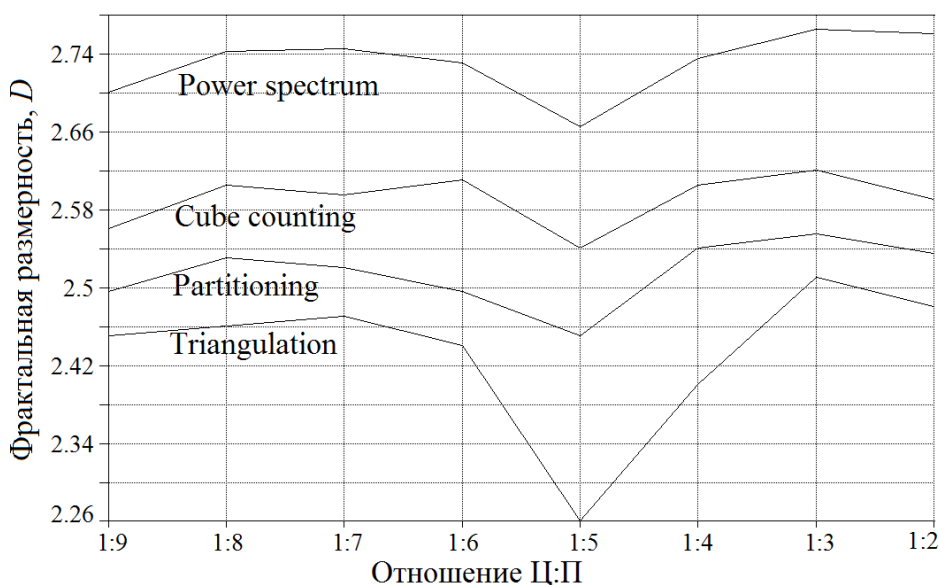


Рис. 1. Результаты фрактального анализа цементно-песчаных смесей

Анализ результатов определения фрактальной размерности цементно-песчаных смесей с различными концентрационными параметрами показал, что независимо от алгоритма определения фрактальной размерности, в диапазоне массовых соотношений Ц:П (цемент – песок) от 1:1 до 1:10 существует оптимальное значение 1:5. Резкое уменьшение фрактальной размерности структуры при этой концентрации свидетельствует об образовании большего количества межзеренных границ «цемент – песок», что косвенно указывает на однородность взаимного распределения компонентов и высокое качество их смешения. Границы частиц приготовленных таким образом составов наилучшим образом доступны для последующего взаимодействия с водой, либо с компонентами полимерных матриц при приготовлении полимер-минеральных растворов.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при разработке композиционных порошковых материалов с заранее заданными свойствами, выборе оптимального количества вводимых модифицирующих добавок и наполнителей, а также могут быть положены в основу новых методов контроля физико-механических свойств и структурных характеристик пористых материалов.

Список использованных источников

1. **Корендясев, С. П.** Моделирование и фрактальный анализ молекулярных плечных структур / С. П. Корендясев, А. В. Фирсова, Д. М. Мордасов, М. М. Мордасов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 527 – 534.

2. **Мордасов, М. Д.** Влияние истинной плотности частиц порошковых систем на их фрактальную размерность / М. Д. Мордасов, А. В. Фирсова, Д. М. Мордасов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23, № 2. – С. 348 – 355.

3. **Мордасов, Д. М.** Моделирование слоя углеродных сыпучих материалов на основе теории фракталов / Д. М. Мордасов, А. В. Медведева // Шестьдесят девятая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием. 20 апреля 2016 г., Ярославль : сб. материалов конф. [Электронный ресурс]. – Ярославль : Издат. дом ЯГТУ, 2016. – С. 792 – 795.

4. **Мордасов, Д. М.** Влияние физико-механических свойств и структурных характеристик сыпучих материалов на их фрактальную размерность / Д. М. Мордасов, М. Д. Мордасов, И. Г. Проценко // Современные технологии композиционных материалов : материалы II науч.-практ. молодежной конф. с международным участием: 18 – 21 октября 2016. – Уфа : Изд-во Башкирский государственный университет, 2016 – С. 98 – 102.

5. **Мордасов, Д. М.** Фрактальная размерность углеродных материалов / Д. М. Мордасов, И. Г. Проценко, М. Д. Мордасов // Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент : материалы VIII Междунар. науч.-инновационной молодежной конф.: 27–28 октября 2016. – Тамбов : Изд-во ИП Чеснокова А. В., 2016. – С. 341 – 344.

6. **Мордасов, Д. М.** Определение фрактальной размерности порошковых материалов / Д. М. Мордасов, А. В. Медведева // Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент : материалы VIII Междунар. науч.-

инновационной молодежной конф.: 27–28 октября 2016. – Тамбов : Изд-во ИП Чеснокова А. В., 2016. – С. 371 – 374.

7. **Мордасов, Д. М.** Исследование структурных характеристик и физико-механических свойств реальных фрактальных кластеров / Д. М. Мордасов, А. В. Медведева, М. Д. Мордасов // Инновационное направление учебно-методической и научной деятельности кафедр материаловедения и технологий конструкционных материалов : материалы Всерос. совещ. с междунар. участием зав. кафедрами материаловедения и технологий конструкц. материалов. Саранск, 26 – 29 октября 2016 г. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2016. – С. 80 – 83.

References

1. **Korendyasev, S. P.** Modelirovanie i fraktal'nyj analiz molekulyarnyh plenochnyh struktur / S. P. Korendyasev, A. V. Firsova, D. M. Mordasov, M. M. Mordasov // Vestnik TGTU. – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 527 – 534.

2. **Mordasov, M. D.** Vliyanie istinnoj plotnosti chastic poroshkovykh sistem na ih fraktal'nuyu razmernost' / M. D. Mordasov, A. V. Firsova, D. M. Mordasov // Vestnik TGTU. – 2017. – Т. 23, № 2. – С. 348 – 355.

3. **Mordasov, D. M.** Modelirovanie sloya uglerodnyh sypuchih materialov na osnove teorii fraktalov / D. M. Mordasov, A. V. Medvedeva // SHest'desyat devyataya vserossijskaya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya studentov, magistrantov i aspirantov vysshih uchebnyh zavedenij s mezhdunarodnym uchastiem. 20 aprelya 2016 g., YAroslav' : sb. materialov konf. [EHlektronnyj resurs]. – YAroslav' : Izdat. dom YAGTU, 2016. – С. 792 – 795.

4. **Mordasov, D. M.** Vliyanie fiziko-mekhanicheskikh svojstv i strukturnykh harakteristik sypuchih materialov na ih fraktal'nuyu razmernost' / D. M. Mordasov, M. D. Mordasov, I. G. Procenko // Sovremennye tekhnologii kompozicionnykh materialov : Materialy II nauchno-prakticheskoy molodezhnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem: 18 – 21 oktyabrya 2016. – Ufa : Izd-vo Bashkirskij gosudarstvennyj universitet, 2016 – С. 98 – 102.

5. **Mordasov, D. M.** Fraktal'naya razmernost' uglerodnykh materialov / D. M. Mordasov, I. G. Procenko, M. D. Mordasov // Sovremennye tverdogaznye tekhnologii: teoriya, praktika i innovacionnyj menedzhment : materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-innovacionnoj molodezhnoj konferencii: 27–28 oktyabrya 2016. – Тамбов : Изд-во ИП Чеснокова А. В., 2016. – С. 341 – 344.

6. **Mordasov, D. M.** Opredelenie fraktal'noj razmernosti poroshkovykh materialov / D. M. Mordasov, A. V. Medvedeva // Sovremennye tverdogaznye tekhnologii: teoriya, praktika i innovacionnyj menedzhment : materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-innovacionnoj molodezhnoj konferencii: 27–28 oktyabrya 2016. – Тамбов : Изд-во ИП Чеснокова А. В., 2016. – С. 371 – 374.

7. **Mordasov, D. M.** Issledovanie strukturnykh harakteristik i fiziko-mekhanicheskikh svojstv real'nykh fraktal'nykh klasterov / D. M. Mordasov, A. V. Medvedeva, M. D. Mordasov // Innovacionnoe napravlenie uchebno-metodicheskoy i nauchnoj deyatel'nosti kafedr materialovedeniya i tekhnologij konstrukcionnykh materialov : materialy Vseros. soveshch. s mezhdunar. uchastiem zav. kafedrami materialovedeniya i tekhnologij konstrukc. materialov. Saransk, 26 – 29 oktyabrya 2016 g. – Saransk : Izd-vo Mordov. un-ta, 2016. – С. 80 – 83.

УДК 351.745.7

Доненко И. Л.¹, Шостка В. И.², Воляр А. В.³
 Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского,
 Россия, г. Симферополь
¹(Тел. +79787339631, e-mail: idonenko2012@gmail.com),
²(Тел. +79787590993, e-mail: vshostka@yandex.ru),
³Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского,
 Россия, г. Симферополь

КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ФОТОРОБОТА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ДАКТИЛОСКОПИИ

Donenko I. L.¹, Shostka V. I.², Volyar A. V.³
 Crimea Federal University, Russia, Simferopol
¹(Tel. +79787339631, e-mail: idonenko2012@gmail.com),
²(Tel. +79787590993, e-mail: vshostka@yandex.ru),
³Crimea Federal University, Russia, Simferopol

COMPUTER PROTOTYPING OF HUMAN PHOTOFIT BASED ON FINGERPRINTING

Аннотация. Опознание и идентификация людей в современном мире – очень важная задача. С развитием электроники и повсеместным внедрением электронных отпечатков пальцев возникла задача улучшения их и защиты от взлома. Предложенное программное обеспечение позволяет на основе дактилоскопических данных человека воссоздать фоторобот человека, что в свою очередь позволит помочь многим специальным службам России при решении специальных задач, а также улучшить многие оптоэлектронные датчики.

Ключевые слова: прототипирование, программное обеспечение, дактилоскопия, фоторобот, фрактал, оптоэлектроника, моделирование.

Abstract. Identification of people in the modern world is a very important task. With the development of electronics and the widespread introduction of electronic fingerprints, the task has been to improve them and protect them from hacking. The proposed software makes it possible to recreate a person's photofit on the basis of fingerprint data of a person, which in turn will help many special services of Russia in solving special tasks, and also improve many optoelectronic sensors.

Keywords: prototyping, software, fingerprinting, photofit, fractal, optoelectronics, modeling.

Введение. Для упрощения современных способов идентификации личности нами было разработано программное обеспечение (ПО), которое позволяет построить фоторобот человека на основе его дактилоскопических данных и с применением теории фракталов и хаоса [1], с применением разбиения папиллярных узоров по фрактальной структуре.

Основная часть. Ранее нами [2] была разработана система по идентификации и моделированию уравнения для расчетов и на основе этих наработок было создано ПО для прототипирования (рис. 1).

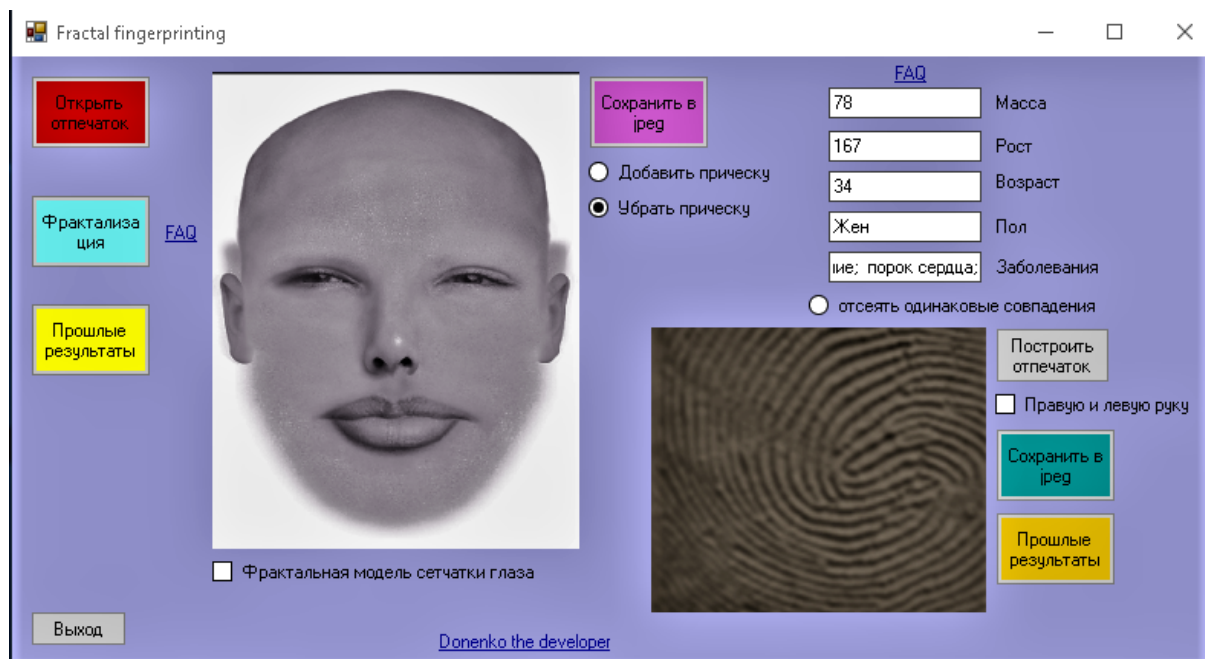


Рис. 1. Программное обеспечение для прототипирования фоторобота и дактилоскопии человека

На рисунке 1 представлена схема передачи винт-гайка.

Разработана программа на языке программирования C#, пример кода программы приведен ниже:

```
{
    _fractal = new Bitmap(_width, _height);

    PointF topPoint = new PointF(_width / 2f, 0);
    PointF leftPoint = new PointF(0, _height);
    PointF rightPoint = new PointF(_width, _height);
    //вызываем функцию отрисовки
    DrawTriangle(Level, topPoint, leftPoint, rightPoint);
    //отображаем получившийся фрактал
    FractalPictureBox.BackgroundImage = _fractal;
}
```

Возможности программы заключаются в создании модели дактилоскопии человека на основе его данных, а также в создании фоторобота человека на основании внесенных данных.

Выводы. Данное программное обеспечение предлагается как новый этап в распознавании человека и его уникальной характеристики – дактилоскопии.

В данной beta-версии программного обеспечения уже есть совершенно новый способ прототипирования человека – фоторобот. Планируется исследование и моделирование сетчатки глаза человека на основе теории фракталов – данная функция уже есть в ПО, но ее работа находится только на стадии разработки.

Также планируется моделирование и воссоздание сетчатки глаза человека.

Список использованных источников

1. **Доненко, И. Л.** Виртуальное моделирование и исследование фрактальных оптических отображений / И. Л. Доненко, В. И. Шостка // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн. – 2017. – № 4. – С. 553 – 556.
2. **Доненко, И. Л.** Fractal simulation of human dactiloscropy by optoinformmatic methods / И. Л. Доненко, В. И. Шостка // Дни науки КФУ им. В. И. Вернадского – 2017. – Т. 4, № 3. – С. 213 – 216.

References

1. **Donenko, I. L.** Virtual'noe modelirovanie i issledovanie fraktal'nyh opticheskikh otobrazhenij / I. L. Donenko, V. I. SHostka // Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyj dizajn. – 2017. – № 4. – S. 553 – 556.
2. **Donenko, I. L.** Fractal simulation of human dactiloscropy by optoinformmatic methods / I. L. Donenko, V. I. SHostka // Dni nauki KFU im. V. I. Vernadskogo – 2017. – Т. 4, № 3. – S. 213 – 216.

УДК 621.317.329

**Богатов Н. М.¹, Григорьян Л. Р.²,
Коваленко А. И.³, Нестеренко И. И.⁴, Половодов Ю. А.⁵**
Кубанский государственный университет, Россия, г. Краснодар
¹(Тел. (+7903)4513106, e-mail: bogatov@phys.kubsu.ru),
²(Тел. (+7918)1681719, e-mail: leonmezon@mail.ru),
³(Тел. (+7961)5883867, e-mail: koval.86@mail.ru),
⁴(Тел. (+7929)8516796, e-mail: ii.nesterenko78@gmail.com),
⁵(Тел. (+7918)4322605, e-mail: moonlight_kuban@mail.ru)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСИММЕТРИЧНОГО *N-P*-ПЕРЕХОДА,
ОБОГАЩЕННОГО НОСИТЕЛЯМИ ЗАРЯДА В РАВНОВЕСНОМ СОСТОЯНИИ**

**Bogatov N. M.¹, Grigoryan L. R.²,
Kovalenko A. I.³, Nesterenko I. I.⁴, Polovodov Yu. A.⁵**
Kuban State University, Russia, Krasnodar
¹(Tel. (+7903)4513106, e-mail: bogatov@phys.kubsu.ru),
²(Tel. (+7918)1681719, e-mail: leonmezon@mail.ru),
³(Tel. (+7961)5883867, e-mail: koval.86@mail.ru),
⁴(Tel. (+7929)8516796, e-mail: ii.nesterenko78@gmail.com),
⁵(Tel. (+7918)4322605, e-mail: moonlight_kuban@mail.ru)

**SIMULATION OF ASYMMETRIC *N-P* JUNCTION ENRICHED
WITH CHARGE CARRIERS IN EQUILIBRIUM STATE**

Аннотация. Моделирование *n-p*-перехода является актуальной задачей, так как теоретические модели не описывают всех свойств полупроводниковых структур с различной концентрацией примесей. В статье проанализировано влияние примесей на свойства асимметричного *n-p*-перехода. Уравнение Пуассона в области пространственного заряда (ОПЗ) равновесного *n-p*-перехода решалось численно. Плотность заряженных частиц в ОПЗ рассчитана. Показано, что структура ОПЗ сильно асимметричного *n-p*-перехода содержит область, обогащенную носителями заряда, чем существенно отличается от классической модели ОПЗ, обедненной носителями заряда.

Ключевые слова: моделирование, полупроводник, *n-p*-переход, электрический потенциал, плотность заряда.

Abstract. The simulation of the *n-p* junction is an actual problem, since the theoretical models do not describe all the properties of semiconductor structures with different impurity concentrations. The influence of impurities on the properties of an asymmetric *n-p* junction is analyzed in this paper. The Poisson equation in the space charge region (SCR) of the equilibrium *n-p* transition was solved numerically. The density of charged particles in the SCR is calculated. It is shown that the structure of a strongly asymmetric *n-p* junction contains a region enriched with charge carriers, which differs significantly from the classical model of an SCP depleted by charge carriers.

Keywords: modeling, semiconductor, electrical potential, charges carriers.

Введение. Правильное описание *n-p*-перехода необходимо для решения прикладных задач и определения параметров полупроводниковых приборов. Несимметричность потенциального барьера фронтального близкозалегающего *n-p*-перехода обу-

словливает невозпроизводимость параметров области объемного заряда реальных полупроводниковых структур. Экспериментальные данные [1] свидетельствуют о влиянии поверхностного заряда на величину потенциального барьера и параметры ОПЗ структур с фронтальным близко залегающим несимметричным диффузионным n - p -переходом.

Теория полупроводниковых приборов с n - p -переходом, сформулированная Шокли [2], непрерывно совершенствуется. Популярность получили модели, описывающие два предельных случая: резкий p - n -переход, плавный p - n -переход с линейным распределением примесей. Для p - n -переходов с реальным профилем примесей разработаны численные модели.

Ключевым положением теории n - p -перехода является существование области, обедненной носителями заряда, в которой концентрация электронов и дырок много меньше концентрации легирующих примесей [2]. Учет концентрации носителей заряда позволяет более точно рассчитать размер области пространственного заряда (ОПЗ) [3]. В случае сильно несимметричного, а также фронтального близкозалегающего n - p -перехода используются численные модели.

Актуальность моделирования n - p -перехода не потеряла своего значения в настоящее время [3]. В работе [4] численным методом показано, что распределение концентрации электронов и дырок в равновесном резком n - p -переходе соответствует модели ОПЗ, обедненной носителями заряда. Однако численные расчеты распределения плотности равновесных носителей заряда в резком несимметричном n - p -переходе, выполненные в [5], показывают, что в ОПЗ присутствует область, обогащенная носителями заряда.

Цель работы – анализ образования области, обогащенной носителями заряда, в ОПЗ как диффузионного, так и резкого несимметричного n - p -перехода.

1. Распределения носителей заряда в диффузионном n - p -переходе. Модель основана на численном решении полной фундаментальной системы уравнений (ФСУ), сформулированной для полупроводников с гомопереходами в [2] и обобщенной для полупроводников с гетеропереходами.

Численное решение ФСУ с краевыми условиями на лицевой и тыльной поверхностях для фронтального диффузионного n - p -перехода в кремнии при солнечном освещении продемонстрировано на рис. 1.

Рассчитанное распределение концентрации электронов и дырок при различных значениях напряжения U на контактах показывает, что металлургическая граница, расположенная при $x = 0,2 \mu\text{m}$, окружена областью, обогащенной электронами. В освещенном фронтальном близкозалегающем несимметричном диффузионном n - p -переходе присутствуют 3 области: 1 – эмиттер, содержащий плотность положительного заряда меньшую, чем концентрация ионизированных доноров, так что $n \approx N$; 2 – область, обогащенная электронами, в которой концентрация электронов превышает концентрацию ионизированных примесей, $n > |N|$; 3 – область, обедненная электронами и дырками, содержащая плотность отрицательного заряда, созданного ионизированными акцепторами.

Размер области, обогащенной электронами, увеличивается с увеличением напряжения U . Распределение дырок при $U = 0$ имеет локальный максимум вблизи фронтальной поверхности, обусловленный влиянием поверхностной рекомбинации.

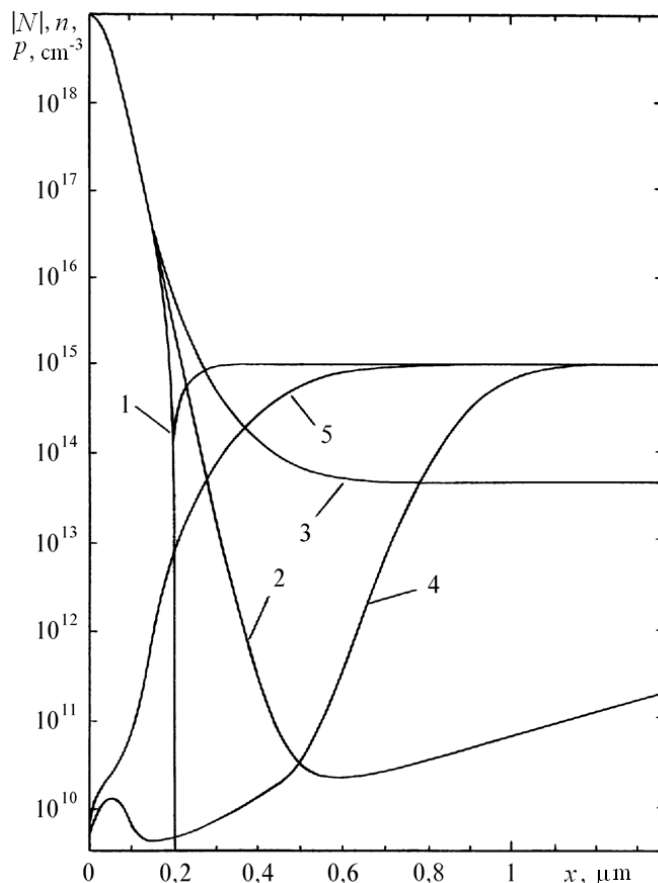


Рис. 1. Концентрации ионизованных примесей N , электронов n и дырок p в диффузионном n - p -переходе при различных значениях напряжения U :

$1 - |N(x)|$; $2 - n(x)$ при $U = 0$; $3 - n(x)$ при $U = 0,5 \text{ V}$; $4 - p(x)$ при $U = 0$; $5 - p(x)$ при $U = 0,5 \text{ V}$

Для окончательного вывода о наличии области, обогащенной носителями заряда, в ОПЗ n - p -перехода исключим возможное влияние формы диффузионного распределения примесей и освещения. Для этого рассчитаем численно распределение электронов и дырок в резком n - p -переходе в равновесном состоянии.

2. Расчет плотности заряда в резком n - p -переходе. Рассмотрим резкий n - p -переход. ОПЗ расположена при $-d_n \leq x \leq d_p$. Концентрации ионизованных доноров $N_D(x)$ и акцепторов $N_A(x)$ задаются в виде ступенчатых функций:

$$N_A(x) = \begin{cases} 0, & -w_n \leq x < 0, \\ N_A, & 0 \leq x \leq w_p, \end{cases} \quad N_D(x) = \begin{cases} N_D, & -w_n \leq x \leq 0, \\ 0, & 0 < x \leq w_p. \end{cases} \quad (1)$$

Концентрации равновесных электронов $n(x)$, дырок $p(x)$ определяются по формулам [3]:

$$n(x) = N_c e^{\frac{F - E_g + q\phi(x)}{kT}}, \quad p(x) = N_v e^{\frac{-F - q\phi(x)}{kT}}, \quad (2)$$

где N_c – эффективная плотность электронных состояний в окрестности дна зоны проводимости; F – электрохимический потенциал (уровень Ферми), отсчитанный от вершины валентной зоны в точке $x = w_p$; q – элементарный заряд; $\phi(x)$ – потенциал внутреннего электрического поля; k – постоянная Больцмана; T – абсолютная температура;

N_v – эффективная плотность электронных состояний в окрестности вершины валентной зоны; E_g – ширина запрещенной зоны.

Потенциал внутреннего электрического поля является решением уравнения Пуассона [3]:

$$\frac{d^2}{dx^2} \varphi(x) = -\frac{q}{\varepsilon\varepsilon_0} (p(x) - n(x) + N_D(x) - N_A(x)), \quad (3)$$

где ε – диэлектрическая проницаемость; ε_0 – диэлектрическая постоянная.

Дополнительным условием для уравнения (3) является условие общей электронейтральности [3]:

$$\int_{-w_n}^{w_p} (p(x) - n(x) + N_D(x) - N_A(x)) dx = 0. \quad (4)$$

В общем случае заряд распределен по всей длине полупроводника при $-w_n < x < w_p$, так что параметры d_n , d_p не входят в уравнения явно. В рассматриваемой структуре плотность заряда на внешних поверхностях отсутствует, поэтому

$$p(-w_n) - n(-w_n) + N_D = 0, \quad p(w_p) - n(w_p) - N_A = 0. \quad (5)$$

Для идеальной плоскопараллельной структуры из (4, 5) следует

$$\left. \frac{d}{dx} \varphi(x) \right|_{x=-w_n} = \left. \frac{d}{dx} \varphi(x) \right|_{x=w_p} = 0. \quad (6)$$

При заданных N_c , N_v , E_g , q , k , T , ε , ε_0 , N_D , N_A , w_n , w_p , находим потенциал внутреннего электрического поля $\varphi(x)$ при $-w_n \leq x \leq w_p$ как численное решение уравнения (3) с граничными условиями $\varphi(-w_n)$ и $\varphi(w_p) = 0$, $\varphi(-w_n)$ и F являются корнями уравнений (5).

Рассчитанная зависимость $\varphi(x)$ и формулы (1, 2) использовались для определения плотности заряда $\rho(x) = p(x) - n(x) + N_D(x) - N_A(x)$.

В результате рассчитана плотность заряда в кремниевом n - p -переходе при $T = 300$ К. Параметры N_c , N_v , E_g , ε приведены в [3]. Распределение плотности заряда в резком, симметричном n - p -переходе показано на рис. 2, а в резком, несимметричном n - p -переходе – на рис. 3.

Плотность заряда $\rho(x)$ нормирована на значение N_D в n -области и на значение $-N_A$ в p -области для сопоставления структур с различным уровнем легирования на одном графике. В области, обедненной носителями заряда, $n, p \ll N_D$, $n, p \ll N_A$, поэтому

$$\rho(x)/N_D \approx 1, \quad |\rho(x)|/N_A \approx 1. \quad (7)$$

В квазинейтральной области (вне ОПЗ) $\rho(x) \approx 0$.

В случае симметричного n - p -перехода границу ОПЗ можно считать резкой при $N_D = N_A = 10^{19} \text{ см}^{-3}$, $N_D = N_A = 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Распределение электронов и дырок существенно влияет на вид границы ОПЗ (рис. 2) при $N_D = N_A = 10^{17} \text{ см}^{-3}$, $N_D = N_A = 10^{16} \text{ см}^{-3}$. Размер области, в которой выполняются равенства (7), оказывается существенно меньше размера ОПЗ.

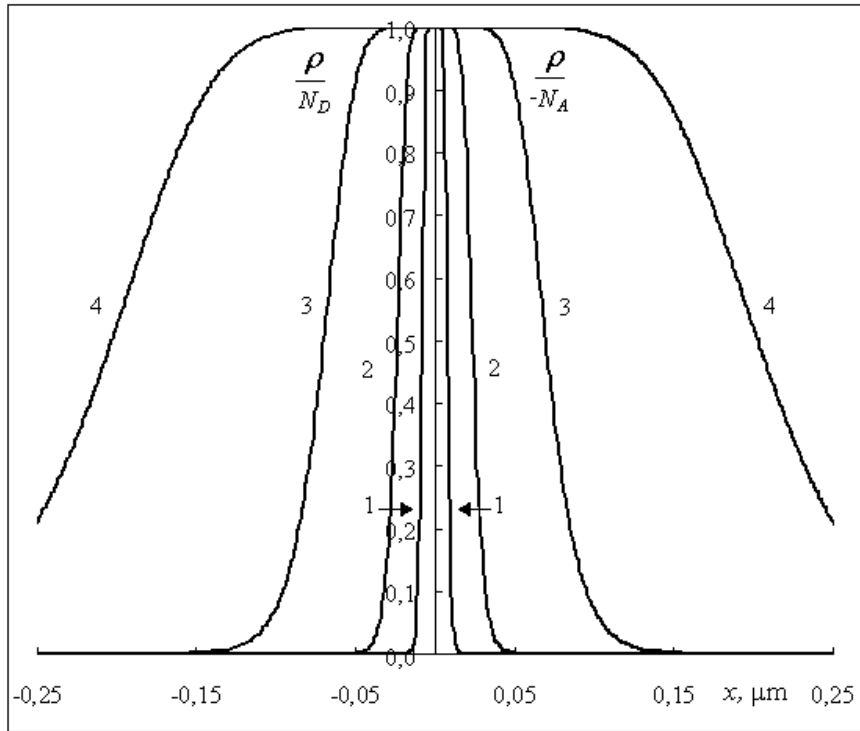


Рис. 2. Изменение приведенной плотности заряда в ОПЗ резкого, симметричного *n-p*-перехода:

$1 - N_D = N_A = 10^{19} \text{ см}^{-3}$; $2 - N_D = N_A = 10^{18} \text{ см}^{-3}$; $3 - N_D = N_A = 10^{17} \text{ см}^{-3}$; $4 - N_D = N_A = 10^{16} \text{ см}^{-3}$

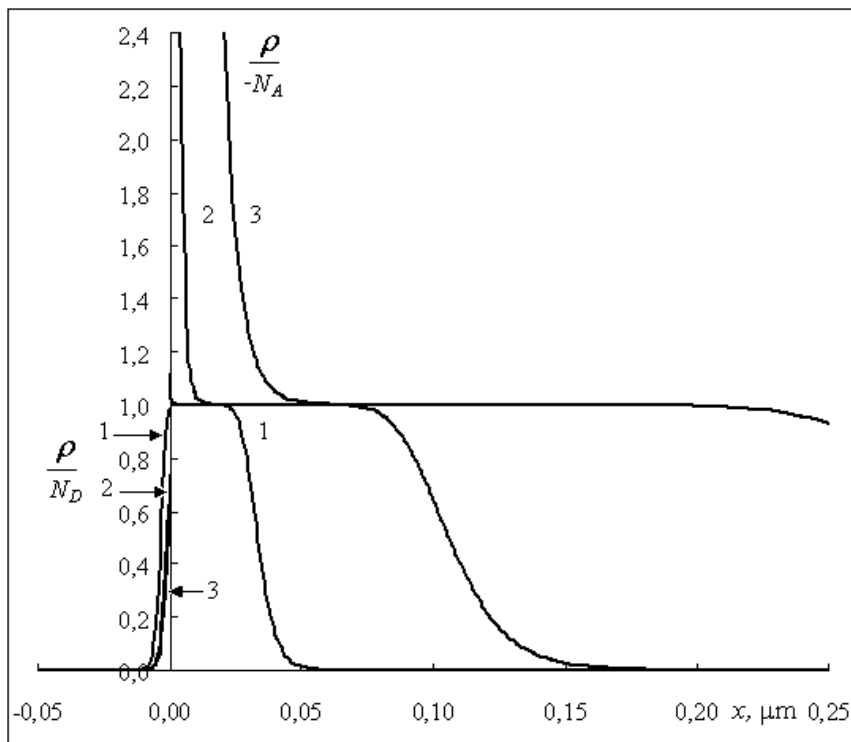


Рис. 3. Изменение приведенной плотности заряда в ОПЗ резкого, несимметричного *n-p*-перехода:

$1 - N_D = 10^{19} \text{ см}^{-3}, N_A = 10^{18} \text{ см}^{-3}$; $2 - N_D = 10^{19} \text{ см}^{-3}, N_A = 10^{17} \text{ см}^{-3}$; $3 - N_D = 10^{19} \text{ см}^{-3}, N_A = 10^{16} \text{ см}^{-3}$

В случае резкого несимметричного n - p -перехода возникают новые закономерности в распределении плотности заряда (рис. 3). В ОПЗ появляется область, обогащенная носителями заряда (в рассмотренном случае электронами), в которой $n \geq N_A$, $\frac{|\rho(x)|}{N_A} \geq 2$.

На границе $x = +0$ получены следующие значения отношения $\frac{\rho(+0)}{-N_A}$: 1,12 при $N_A = 10^{18} \text{ см}^{-3}$; 26,9 при $N_A = 10^{17} \text{ см}^{-3}$; 357 при $N_A = 10^{16} \text{ см}^{-3}$; для каждого из этих значений N_A размер обогащенной области d_r , соответственно, равен 0; 5 нм; 23 нм.

При $d_r < x < d_p$ расположена область, обедненная носителями заряда. Концентрация дырок возрастает при $x \rightarrow d_p$ (область плавного изменения плотности заряда), за которой следует квазинейтральная область при $d_p \leq x$.

В обедненной области при $x < 0$ концентрация электронов $n < N_D$, но не является пренебрежимо малой, что влияет на размер ОПЗ.

Часть ОПЗ с низкой проводимостью, в которой $n, p \ll N_A$, существует только в слое с меньшей концентрацией примеси $N_A \ll N_D$.

Заключение. Численное моделирование распределения плотности заряда в n - p -переходе показывает, что область, обогащенная носителями заряда, образуется в ОПЗ равновесного сильно несимметричного n - p -перехода, как для диффузионного, так и резкого распределения ионизованных примесей. Таким образом, ОПЗ сильно несимметричного n - p -перехода содержит следующие части: 1 – высоколегированную область, в которой основные носители заряда частично компенсируют заряд ионизованных примесей; 2 – низколегированную область, содержащую ионизованные примеси противоположного знака по отношению к первой, обогащенную носителями заряда, увеличивающими заряд ионизованных примесей; 3 – низколегированную область, обедненную электронами и дырками, содержащую плотность заряда, созданную ионизованными примесями; 4 – низколегированную область, в которой основные носители заряда частично компенсируют заряд ионизованных примесей.

Список использованных источников

1. **Богатов, Н. М.** Определение времени захвата неравновесного поверхностного заряда в полупроводниковых структурах по спаду тока короткого замыкания / Н. М. Богатов, М. П. Матвейкин, Н. В. Першин, Р. Р. Родоманов // Известия высших учебных заведений. Северо-кавказский регион. Естественные науки. – 2008. – № 6. – С. 39 – 41.
2. **Shockley, W.** The theory of p-n junctions in semiconductors and p-n junction transistors / W. Shockley // Bell Syst. Tech. J. – 1949. – V. 28, № 7. – P. 435 – 439.
3. **Pulfrey, D. L.** Understanding Modern Transistors and Diodes / D. L. Pulfrey. – Cambridge University Press, 2010. – 335 p.
4. **Khorasani Sina** Abrupt PN junctions: Analytical solutions under equilibrium and non-equilibrium / Khorasani Sina // Solid-State Electronics. – 2016. – V. 122, № 8. – P. 37 – 44.
5. **Богатов, Н. М.** Распределение заряда в резком несимметричном равновесном n - p -переходе / Н. М. Богатов // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2016. – № 3. – С. 12 – 17.

References

1. **Bogatov, N. M.** Opredelenie vremeni zahvata neravnovesnogo poverhnostnogo zaryada v poluprovodnikovyh strukturah po spadu toka korotkogo замыкания / N. M. Bogatov, M. P. Matveyakin, N. V. Pershin, R. R. Rodomanov // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-kavkazskij region. Estestvennye nauki. – 2008. – № 6. – S. 39 – 41.
2. **Shockley, W.** The theory of p-n junctions in semiconductors and p-n junction transistors / W. Shockley // Bell Syst. Tech. J. – 1949. – V. 28, № 7. – P. 435 – 439.
3. **Pulfrey, D. L.** Understanding Modern Transistors and Diodes / D. L. Pulfrey. – Cambridge University Press, 2010. – 335 p.
4. **Khorasani Sina** Abrupt PN junctions: Analytical solutions under equilibrium and non-equilibrium / Khorasani Sina // Solid-State Electronics. – 2016. – V. 122, № 8. – P. 37 – 44.
5. **Bogatov, N. M.** Raspredelenie zaryada v rezkom nesimmetrichnom ravnesnom n-p-perekhode / N. M. Bogatov // EHkologicheskij vestnik nauchnyh centrov CHernomorskogo ehkonomicheskogo sotrudnichestva. – 2016. – № 3. – S. 12 – 17.

УДК 621.317.329

Петренко В. И.¹, Земцова Я. С.²

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

¹(Тел. 89537206454, e-mail: vadimasias2014@yandex.ru),²(Тел. 89156752816, e-mail: zemczova.yana@bk.ru)**РАСЧЕТ ВОДОРОДНЫХ СВЯЗЕЙ НЕКОТОРЫХ МОЛЕКУЛ НИТРОЭТЕНА****Petrenko V. I.¹, Zemtsova Ya. S.²**

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

¹(Tel. 89537206454, e-mail: vadimasias2014@yandex.ru),²(Tel. 89156752816, e-mail: zemczova.yana@bk.ru)**CALCULATION OF HYDROGEN BONDS
OF SOME NITROMETHANE MOLECULES**

Аннотация. Был выполнен расчет значения водородных связей между молекулами нитроэтена и нитроэтена с добавлением молекулы воды с оптимизацией геометрии по всем параметрам методом молекулярной механики. Получено оптимизированное геометрическое и электронное строение их соединений, а также было посчитано изменение длины связей, зарядов молекул и энергии.

Ключевые слова: расчет водородных связей, метод молекулярной механики, моделирование, молекулы нитроэтена, длина связей, заряды молекул.

Abstract. The hydrogen bonds between the molecules of nitromethane and nitroethane were calculated with the addition of a water molecule with the optimization of geometry in all parameters by molecular mechanics. The optimized geometric and electronic structure of their compounds was obtained, as well as the change in the length of bonds, molecular charges and energy was calculated.

Keywords: calculation of hydrogen bonds, method of molecular mechanics, modeling, molecules of nitroethane, length of ties, charges of molecules.

Важной задачей современного молекулярного моделирования является прогнозирование свойств биохимических систем. Особое значение для реализации данного направления – развитие и применение комбинированного метода квантовой механики/молекулярной механики, согласно которому наиболее важный фрагмент – макромолекулы.

Целью данной работы является расчет значения водородных связей методом молекулярной механики, а так же моделирование органического вещества нитроэтен для получения всех расчетов с помощью известной программы HyperChem.

Нитроэтен – органическое вещество. Внешний вид – бесцветный, жидкость. Брутто-формула $C_2H_5NO_2$. Молекулярная масса (ва.е.м.) 75,07. Температура плавления, °С – 89,52. Температура кипения, °С – 114,1. Метод получения: 20 г альфа-бромпропионовой кислоты нейтрализуют карбонатом калия, добавляют 20 г нитрита натрия и доводят водой объем до 100 мл [1]. Смесь разгоняют. Выход нитроэтена 50% от теоретического. Нитроэтен используется как растворитель сложных эфиров целлюлозы и в качестве сырья для синтеза фармацевтических препаратов, инсектисидов, и поверхностно-активных веществ. Является компонентом моторных топлив [2].

Для расчетов было построена модель нитроэтена (ММО1) с добавлением молекулы воды рядом с N-оксидным кислородом (рис. 2).

В таблице можно увидеть, что ММО заряды атомов и длина связей изменяются незначительно, самое большое изменение заряда наблюдается в O(6), а самой большой разницей в длины связей в случае O(6)-N(9)-0,043144 е, (в ММО-1 $\Delta = 0,043144$ нм). Заряды атомов водородной связи так же показаны в табл. 1.

1. Заряды атомов, длины связей и энергия связей молекул

Заряды атомов, е	ММО	ММО1	Δ
O(6)	-0,582	-0,606	-0,024
O(10)	-0,583	-0,567	0,016
N(9)	1,224	1,231	0,007
H(5)	0,099	0,104	0,005
H(4)	0,104	0,107	0,003
C(8)	-0,330	-0,327	0,003
H(1)	0,054	0,058	0,004
H(2)	0,063	0,060	-0,003
C(7)	0,105	0,107	0,002
H(3)	0,057	0,60	0,003
Водородная связь			
Заряды атомов			
H(1)		0,210	
H(3)		0,179	
O(2)		-0,403	
Энергия связи, ккал/моль	-855,9029506	-1074,99921	
Полная энергия связей молекул, ккал/моль	-24473,2034536	-31 967,76848	
Длина связей, нм			
C(7)-C(8)	1,514784	1,515347	0,000563
C(8)-N(9)	1,530219	1,530219	0
O(6)-N(9)	1,16752	1,210674	0,043144
N(9)-O(10)	1,213557	1,219685	0,006128
H(1)-C(7)	1,098455	1,098679	0,000224
H(2)-C(7)	1,098929	1,098929	0
H(3)-C(7)	1,098142	1,098191	0,000049
H(4)-C(8)	1,111915	1,111767	-0,000148
H(5)-C(8)	1,110322	1,111121	0,000799

Результаты расчетов. Была смоделирована модель нитроэтена (рис. 1).

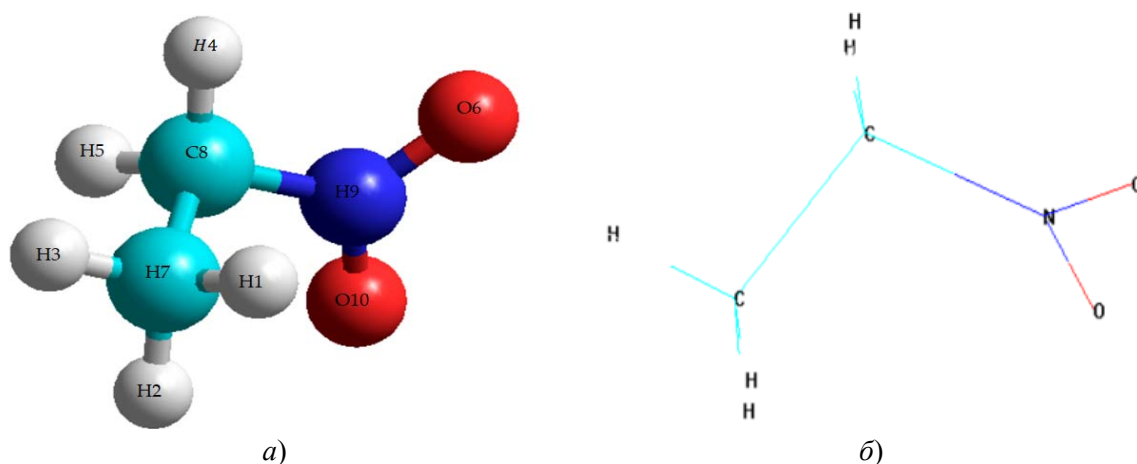


Рис. 1. Модель нитроэтена:

a – геометрическое и электронное строение молекулы нитроэтена (ММО);
б – строение молекулы нитроэтена (ММО)

Для расчетов была построена модель нитроэтена (ММО1) с добавлением молекулы воды рядом с N-оксидным кислородом (рис. 2).

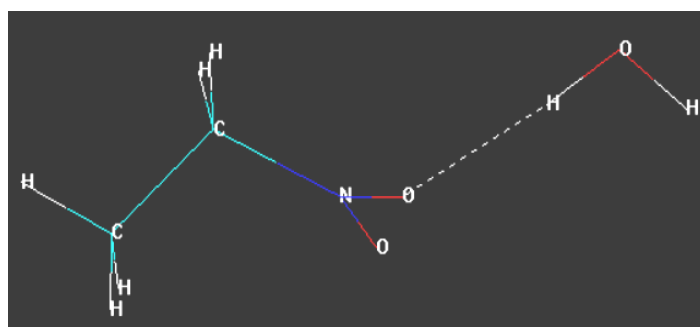


Рис. 2. Строение молекулы нитроэтена (ММО1)

Таким образом, был выполнен расчет значения водородных связей между молекулами нитроэтена и нитроэтена с добавлением молекулы воды с оптимизацией геометрии по всем параметрам методом молекулярной механики, в результате которого было выявлено, что после добавления молекулы воды рядом с N-оксидным кислородом заряды атомов в основном уменьшались, а длина связей увеличивалась.

Список использованных источников

1. **Справочник** химика. – Л.-М. : Химия, 1965. – Т. 3. – С. 390–391.
2. **Химический** энциклопедический словарь / под ред. И. Л. Кнунянц. – М. : Советская энциклопедия, 1983. – С. 389.

References

1. **Spravochnik** ximika. – L.-M. : Ximiya, 1965. – T. 3. – S. 390–391.
2. **Ximicheskije`nciklopedicheskij slovar`** / pod red. I. L. Knunyancz. – M. : Sovetskaya e`nciklopediya, 1983. – S. 389.

Научное электронное издание

**ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,
ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН**

**Материалы V Международной
научно-практической конференции**

Выпуск 5, Том III

Редактор Е. С. Мордасова

Компьютерное макетирование М. Н. Рыжковой

ISBN 978-5-8265-1998-1



Подписано к использованию 17.12.2018.

Тираж 100 шт. Заказ № 339

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14.

Телефон (4752) 63-81-08, 63-81-33.

E-mail: izdatelstvo@admin.tstu.ru