

В рамках проведения Фестиваля науки в Тамбовской области

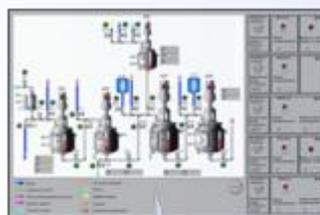
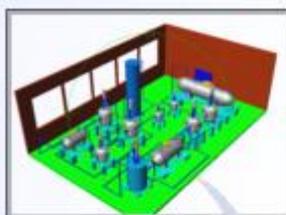
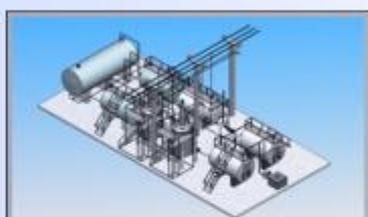


ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН

Выпуск 6, Том II

VIRTUAL SIMULATION, PROTOTYPING AND INDUSTRIAL DESIGN

Issue 6, Volume II



Тамбов

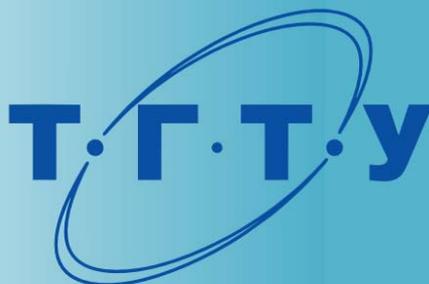
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»

2020

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 VI Международной научно-практической конференции

г. Тамбов, 16 – 18 октября 2019 г.

Выпуск 6, Том II

VIRTUAL SIMULATION, PROTOTYPING AND INDUSTRIAL DESIGN

Issue 6, Volume II

Научное электронное издание



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2020

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. техн. наук, доцент А. Б. Борисенко;
канд. техн. наук С. В. Карпов

В52 **Виртуальное** моделирование, прототипирование и промышленный дизайн [Электронный ресурс] : материалы VI Международной научно-практической конференции : в 2 т. / под общ. ред. М. Н. Краснянского ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. – Вып. 6.
ISBN 978-5-8265-1836-6.

Т. II. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 11,6 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.
ISBN 978-5-8265-2193-9.

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 первоначанного 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 конференции, прошли двойное рецензирование программным комитетом и редакционной коллегией.

УДК 658.512.2
ББК Ж18я43

Материалы статей предоставлены в электронном виде и сохраняют авторскую редакцию.

*Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Незаконное копирование и использование данного продукта запрещено.*

ISBN 978-5-8265-2193-9 (т. II)
ISBN 978-5-8265-1836-6 (общ.)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2020

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 «Тамбовский государственный технический университет», д-р техн. наук, проф.

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

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

Громов Юрий Юрьевич – директор Института автоматизации и информационных технологий ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», 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 Восточнобаварского 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.

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

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Мокрозуб Владимир Григорьевич – председатель, зав. кафедрой «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» (КИСМ) ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.

Немтинов Владимир Алексеевич – зам. председателя, профессор кафедры КИСМ ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, проф.

Соколов Михаил Владимирович – профессор кафедры КИСМ ФГБОУ ВО «ТГТУ», д-р техн. наук, доц.

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

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

СЕКРЕТАРИАТ КОНФЕРЕНЦИИ

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

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

Кшенникова Татьяна Михайловна – ведущий программист кафедры КИСМ ФГБОУ ВО «ТГТУ».

СОДЕРЖАНИЕ

Секция IV. Создание электронных учебных материалов с применением технологий виртуального моделирования и прототипирования	9
<i>Егоров Е. Г., Егоров С. Я.</i> Методы расчета теплообменного оборудования. Состояние вопроса	10
<i>Филимонова И. С., Данькина А. А., Томчинская Т. Н., Соснина О. А.</i> Разработка персонажа для детского обучающего мультипликационного фильма	16
<i>Косинов Е. С., Савельев М. А., Тюрина А. Л., Яценко С. М.</i> Формирование первичных навыков схемотехнического моделирования сложных радиоэлектронных систем	21
<i>Бочарова А. Н., Калистратов М. С., Казаков В. Н., Санников С. А.</i> Инструментальный каталог для изготовления кожухотрубчатых теплообменников	26
Секция V. Промышленный дизайн	30
<i>Толмачев О. А., Серебряков А. С.</i> Анализ себестоимости пластиковых изделий оптимальной топологии	31
<i>Ерусланов К. А., Немтинов К. В.</i> Конструкторская разработка сеялки для зерновых культур	35
<i>Егоров С. Я., Баранова А. Э.</i> Разработка автоматизированного рабочего места технолога производства изделий из пластмасс способом литья под давлением	38
<i>Егоров С. Я., Синицын П. В., Ковалев Д. С.</i> Методика выбора схемного решения обвязки оборудования автоматизированного индивидуального теплового пункта	41
<i>Мокрозуб В. Г., Фарахшина И. В., Калистратов М. С.</i> Пути решения задачи выбора типов аппаратов при проектировании многоассортиментных химических производств	46
<i>Солопов Д. А., Пыкин И. С., Попов А. В.</i> Интеллектуальная система проектирования штампов вырубки и пробивки	51
<i>Попов А. В., Пыкин И. С., Левашов А. В.</i> Автоматизация построения 3D-модели тарелки колонного аппарата	54
<i>Егоров С. Я., Салих Х. С.</i> Применение методов сетевого планирования и управления в автотранспортных предприятиях	57
<i>Немтинов В. А., Матрохин М. А., Крылов А. В., Храмцов В. В.</i> Механизм поднятия барабана в установке покрытия насыпью	61
Секция VI. Современные средства обработки информации	65
<i>Демьшев Ю. В., Калмыков В. Н., Яковлева Е. С.</i> Использование программы OpenSCAD при решении задач начертательной геометрии	66
<i>Горелов А. А., Борисенко А. Б., Немтинова Ю. В., Трюфилькин С. В.</i> Анализ и обработка информации о деятельности архиепископа Луки в Тамбове	71

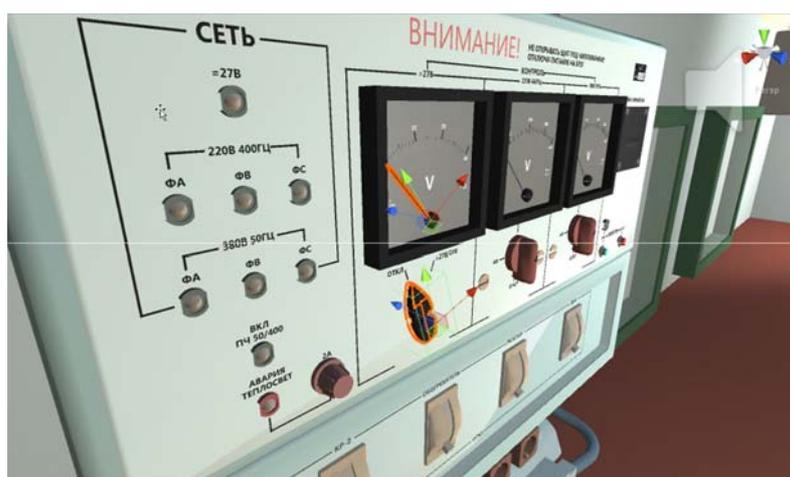
<i>Черешнев В. О., Долгов Е. П., Горбунов А. В.</i> Использование медицинского акселерометра для регистрации двигательной активности человека	77
<i>Комолова Н. В., Яковлева Е. С.</i> Обеспечение безопасности в автоматизированных системах управления	81
<i>Горбунов А. В., Непрокин А. В.</i> Информационные технологии видеомониторинга нистагма	86
<i>Долгов Е. П., Черешнев В. О., Горбунов А. В.</i> Возможности акселерометрии при болезни Паркинсона	91
<i>Шибков Д. А., Савилова У. А., Яковлева Д. А., Машкова О. С.</i> Выявление возможности несанкционированного использования USB-накопителей в информационной системе	96
<i>Шибков Д. А., Савилова У. А., Яковлева Д. А., Машкова О. С.</i> Реализация угрозы подключения USB-накопителей без возможности отслеживания посредством порта Ethernet и нейтрализация данной угрозы	101
<i>Алтунин К. А., Соколов М. В.</i> Разработка информационно-логической модели выбора параметров процесса резания для токарной обработки	106
<i>Ковалев И. Б.</i> Прогнозирование объемов продаж машиностроительного производства методом анализа временных рядов	111
<i>Фролова Т. А., Чикурков П. И.</i> Расчет системы автоматического регулирования процесса производства кристаллита	113
<i>Красильникова В. В., Зубкова Т. М., Тагирова Л. Ф.</i> Моделирование информационных процессов подбора усыновителей в детских домах	121
<i>Ильин И. В., Чеботов Н. А., Дедов Д. Л.</i> Проектирование трехмерной модели химического предприятия для виртуального тренажерного комплекса	127
<i>Воронцов Р. А., Васендина И. С.</i> Описание проблемы обработки высокодетальных снимков территорий Крайнего Севера	132
<i>Симкин М. А., Багрянцева А. П., Обухов А. Д.</i> Применение нейронных сетей для поиска опечаток в словах	136
<i>Чеботов Н. А., Ильин И. В., Сухин А. А., Обухов А. Д.</i> Разработка мобильной системы учета посещаемости для платформы Android	141
<i>Балашов А. А., Кутукова И. С.</i> Исследование метода выделения полезного сигнала с использованием критерия Неймана-Пирсона для полимерных материалов	146
<i>Черешнев В. О., Кулешов И. В., Проскурин С. Г.</i> Спектральный анализ цифровых электрокардиограмм при помощи дискретного преобразования Фурье	152
<i>Черешнев В. О., Кулешов И. В., Проскурин С. Г.</i> Исследование гармонических зависимостей электрокардиограммы при помощи обработки сигнала во временной и спектральной области	157
<i>Тымчук Т. М., Венцеровна Н. В.</i> Адаптивная поддерживающая вентиляция при остром респираторном дистресс-синдроме	162

<i>Фролова Т. А., Чикурков П. И.</i> Разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом производства кристаллита	165
<i>Багрянцева А. П., Симкин М. А., Обухов А. Д.</i> Применение нейронных сетей для классификации текстов по естественным языкам	175
<i>Венцеровва Н. В., Тымчук Т. М.</i> Обработка и устранение сетевых помех при снятии электроэнцефалограммы головного мозга	180
<i>Назарова А. В., Абрамова Л. В.</i> Обоснование разработки оптимизированного алгоритма распределения клиентов среди партнеров франчайзинговой сети 1С:БО	183
<i>Алтунин К. А., Соколов М. В.</i> Определение параметров силовой модели процесса резания с помощью нейронных сетей	188
<i>Ряшенцева А. Н.</i> Полосовая обработка МРТ изображений дискретно-аналоговым способом	192
<i>Зубкова Т. М., Тагирова Л. Ф., Тагиров В. К.</i> Разработка программной системы анализа выбора поставщиков для коммерческой деятельности	195
<i>Николюкин М. С., Васильев С. А., Обухов А. Д.</i> Автоматизированная система учета и управления устройствами домашней автоматизации	203
<i>Обухов А. Д., Николюкин М. С., Симкин М. А., Багрянцева А. П.</i> Автоматизация поддержки принятия решений в информационных системах на основе методов машинного обучения	207
<i>Горелов А. А., Немтинова Ю. В., Терехов С. М., Немтинов К. В.</i> Анализ и обработка информации при создании виртуальной модели усадьбы семьи Вернадских в селе Вернадовка	211
<i>Гущина О. М., Аникина О. В.</i> Визуализация методики оценивания уровня сформированности компетенций обучающихся	217
<i>Колобков А. Ю., Зауголков И. А., Исаева О. В.</i> Требования к обеспечению защиты информации в автоматизированной системе управления на критически важных объектах	223
<i>Коновалова К. Н., Фролова Т. А.</i> Инновации в информационной модели аппарата искусственной вентиляции легких	229
<i>Калистратов М. С., Попов А. В., Пыкин И. С.</i> Автоматизация разработки технологии изготовления кожухотрубчатого теплообменника	233
<i>Пыкин И. С., Попов А. В., Калистратов М. С.</i> Информационная модель для определения типа опор колонных аппаратов	236
<i>Лагутин Д. А., Попов А. В., Пыкин И. С.</i> Онтология выбора типовых элементов системы водоочистки	239
<i>Андреев В. В., Гриднев В. А.</i> Разработка криптографического протокола отслеживания недобросовестных подписчиков без использования обратного канала связи	242

<i>Лядова Н. А.</i> Анализ механизма прогнозирования продаж продукции машиностроительного предприятия	248
<i>Санников С. А., Ковалев Д. С., Калистратов М. С.</i> Онтология выбора конструктивных решений гальванического оборудования на основании применяемой технологической карты обработки деталей	251
Секция VII. Моделирование процессов обучения и управления в образовании	256
<i>Гущина О. М., Очеповский А. В.</i> Интеллектуальный анализ данных в изучении учебного поведения студентов в системе электронного обучения	257
<i>Харченко В. В., Рудый С. В., Вартазарова А. Э., Харченко Д. В., Козловский С. М.</i> Моделирование характеристик антенных систем при изучении технических дисциплин	265
<i>Мокрозуб В. Г., Родина А. А., Архипов А. Е., Бочарова А. Н., Соловьева Т. И., Санников С. А., Казаков В. Н.</i> Виртуальные центры машиностроения в Тамбовском государственном техническом университете	271
<i>Шнякина Я. И., Фролова Т. А.</i> Методы привлечения аудитории в социальных сетях	277
Секция VIII. Математическое моделирование молекулярных систем	280
<i>Майникова Н. Ф., Rogov И. В., Попов О. Н.</i> Математическое моделирование теплопереноса в методе неразрушающего контроля	281
<i>Подвальный С. Л., Васильев Е. М.</i> Анализ влияния многообразия на эволюцию макромолекулярных структур	285
<i>Шевцова О. В.</i> SWOT-анализ производства оксида графена и функциональных материалов на его основе	290
<i>Богатов Н. М., Григорьян Л. Р., Кленевский А. В., Коваленко М. С., Нестеренко И. И.</i> Моделирование областей разупорядочения в кремнии, облученном протонами	295

Секция IV

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОТОТИПИРОВАНИЯ



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)**МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ.
СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА****Egorov E. G., Egorov S. Ya.**Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. +7(906)596-21-87, e-mail: egorov@mail.tambov.ru)**CALCULATION METHODS OF HEAT EXCHANGE EQUIPMENT.
STATUS OF THE QUESTION**

Аннотация. В статье рассмотрены ряд методик, для расчета тепловых процессов в теплообменном оборудовании. Рассмотрена научная и справочная литература, представленная в виде статей, справочников, учебных материалов, электронных баз данных. Описаны примеры гостов и международных стандартов для теплообменного оборудования.

Ключевые слова: теплообменный аппарат, кожухотрубчатый теплообменник, многоходовые теплообменные аппараты, теплоноситель, методика расчета.

Abstract. The article provides an overview of a number of techniques for modeling thermal processes in heat exchange equipment. Scientific and reference literature presented in the form of articles, reference books, training materials, electronic databases is considered. The article describes examples of guests and international standards for heat exchange equipment.

Keywords: heat exchanger, shell-and-tube heat exchanger, multi-pass heat exchangers, heat carrier, calculation procedure.

Цель настоящей работы, рассмотреть методики расчета теплотехнических и геометрических характеристик теплообменных аппаратов, их особенности. Рассмотренные методики описывают теплообменные процессы, проходящие в теплообменном оборудовании разной конструкции. Любая конструкция должна оптимально сочетать экономическую эффективность в работе, компактность, а также быть удобной в эксплуатации.

Проведенный поиск существующих методик показал: существует множество различных методов расчета [1, 3 – 28], они представлены в научной, справочной, учебной литературе. Существуют на бумажных и электронных носителях. Примером бумажного носителя является «Справочник по теплообменникам» в двух томах в переводе с английского под редакцией О. Г. Мартыненко [1], он пережил несколько переизданий, содержит точное изложение классических основ теорий теплообмена и современных методов расчета и проектирования теплообменного оборудования самого различного назначения, подготовлен международным коллективом ученых из разных стран.

Электронные справочные материалы представлены в виде различных библиотек, регламентов и гостов. «Библиотека нормативной документации» [2] является сборни-

ком нормативных документов для нужд инженеров и технических специалистов, и насчитывает более 200 тысяч документов, общим объемом более 1 Тб.

В существующих гостах [29 – 32] заложены технические требования по конструированию теплообменных аппаратов и их элементов для разных промышленностей. Стандарты содержат правила, которые распространяются на технологические процессы, параметры и размеры внутреннего и внешнего оборудования. Отечественные госты в большинстве основаны на международных стандартах, например в нефтехимической промышленности утвержден «ГОСТ Р 53677–2009. Нефтяная и газовая промышленность. Кожухотрубчатые теплообменники. Технические требования» [30]. Стандарт разработан на основе международного стандарта ISO 16812:2007 «Petroleum and natural gas industries – Shell-and-tube heat exchangers» [31]. В 2018 году ГОСТ Р 53677–2009 был отменен.

Утвержденный ГОСТ учитывает запросы экономики РФ и особенности национальных стандартов, содержит нормативы и требования к изготовлению теплообменников.

Встречается множество исследований [8 – 19] на тему совершенствования теплообменного оборудования, за счет изменения геометрии аппарата, видов теплоносителей, материалов из которых изготовлено оборудование.

В рассмотренных методиках расчета можно выделить две [27, 28], за их универсальный подход к расчету теплофизических характеристик.

Методика расчета теплообменного оборудования, на примере одноходового кожухотрубчатого теплообменника [27]. Данная методика предполагает несколько допущений. Первое допущение предполагает, что температуры теплоносителей меняются только по длине зоны теплообмена и остаются постоянными по сечению аппарата, перпендикулярному его продольной оси. Это позволяет выделить элементарную область вдоль оси аппарата, которая представляет собой поперечное сечение аппарата, включающее: трубный пучок, корпус и теплоизоляционное покрытие.

Второе допущение основано на том, что теплофизические характеристики теплоносителей внутри элементарной области постоянны. Эти допущения сделаны для упрощения расчета.

Методика рассматривает возможности расчета при стационарном и нестационарном температурном режиме, предлагает не учитывать продольные тепловые потоки в стенках трубок, корпуса аппарата и слое теплоизоляционного покрытия, хотя этот учет и не представляет принципиальных сложностей. При наличии перегородок или экранов в межтрубном пространстве, вводятся соответствующие поправки.

Методика предполагает расчет температурного поля кожухотрубчатых теплообменников: одноходовых при прямоточном и противоточном движении теплоносителей; многоходовых; с U-образными трубами; при наличии перегородок и экранов в межтрубном пространстве; при наличии фазовых переходов теплоносителей; с учетом тепловых потерь в окружающую среду.

Данная методика не рассматривает возможности вычисления теплофизических характеристик для аппаратов кожухотрубчатого теплообменного аппарата с числом ходов теплоносителя более четырех.

Методика расчета характеристик теплообменных аппаратов типа «Труба в трубе» [28]. В научной литературе описана методика расчета теплообменного аппарата типа «Труба в трубе», которая основана на использовании критериального уравнения для течения в кольцевой трубе, средне логарифмического температурного напора и коэффициента теплопередачи для цилиндрической стенки, итерационного метода определения поправки на неизотермичность.

Теплообменные аппараты типа «Труба в трубе» отличаются простотой и надежностью в эксплуатации, они получили популярность благодаря возможности реализовать противоток и работать при высоких давлениях. Меняя число параллельных соединений секций они komponуют подогреватели для разных показателей давления теплоносителей.

Данная методика совершенствует ранее известные методики расчета теплообменных аппаратов «Труба в трубе». Ранее распространенные методики расчета теплообменных аппаратов предполагают ряд допущений. Например, для расчета плотности теплового потока через стенку трубы используется линейный коэффициент теплопередачи, который определяется по формулам для цилиндрической стенки, для упрощения анализа теплопередачи через цилиндрическую стенку заменяется плоской стенкой.

В статье автор описывает алгоритмы расчета и реализует их программно на Турбо Паскале. Предлагаемая методика позволяет находить более точные значения коэффициента теплообмена, автоматизировать процесс многовариантных расчетов на стадии проектирования.

Данная методика интересна возможностью автоматизации рутинных процессов расчета, отказом от некоторых допущений, упрощений. Недостатком данной методики является специализация только на теплообменном аппарате типа «Труба в трубе».

Выводы.

1. В литературе представлено большое количество методик расчета теплообменного оборудования. Тема расчета теплообменного оборудования представлена широко, методики постоянно совершенствуются и развиваются, предлагая новые идеи.

2. Большинство методик имеют узкую специализацию, они основаны на улучшении характеристик теплообменного оборудования, при определенных условиях. Например, одна из рассмотренных методик расчета теплообменного оборудования системы подготовки искусственной газовой смеси для дизельных энергетических установок [33], предполагает узкую специализацию в работе теплообменного оборудования.

3. Существующие методики не позволяют получить точные данные теплофизических характеристик на выходе из теплообменного аппарата с большим числом ходов, зачастую данные можно получить в результате экспериментов, что является трудозатратным способом.

Поэтому разработка методики математического моделирования тепловых процессов в кожухотрубчатых теплообменных аппаратах с числом ходов два, четыре и более является актуальной, это позволит повысить эффективность работы данного типа аппарата. Отличительная особенность методики это: получение точных значений вычисления, теплоемкости теплоносителя на выходе из кожухотрубчатого теплообменного аппарата с числом ходов два, четыре и более.

Список использованных источников

1. **Мартыненко, О. Г.** Справочник по теплообменникам [Текст]. – В 2-х т. Т. 1 / пер. с англ. под ред. О. Г. Мартыненко, Б. С. Петухова, В. К. Шикова. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 560 с. : ил.
2. **Библиотека** нормативной документации [Электронный ресурс] // База данных с нормативными документами. – Режим доступа : <https://files.stroyinf.ru> (дата обращения: 01.10.2019).
3. **Солдатов, В. В.** Математическое моделирование и оптимизация теплообменников / В. В. Солдатов, А. В. Гончаров // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина». – 2008. – № 4. – С. 53 – 56.
4. **Тепловой** расчет рекуперативного теплообменного аппарата / В. В. Бухмиров, Д. В. Ракутина, Ю. С. Солнышкова, М. В. Пророкова ; ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина». – Иваново, 2013. – 124 с.
5. **Pathak, Sudhanshu.** CFD Analysis of Heat Transfer Enhancement in Shell and Tube Type Heat Exchanger creating Triangular Fin on the Tubes / Sudhanshu Pathak, H. S. Sahu // International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD). – V. 2. – ISSN № 2456 – 6470.
6. **Singh, Amarjit.** Thermohydraulic Analysis of Shell-and-Tube Heat Exchanger with Segmental Baffles / Amarjit Singh, Satbir S. Sehgal // Hindawi Publishing Corporation ISRN Chemical Engineering. – V. 2013. – Article ID 548676. – 5 p. – <http://dx.doi.org/10.1155/2013/548676>
7. **Разработка** математической модели многопоточных теплообменных аппаратов с учетом фазового перехода в теплоносителях / К. А. Касаткин, А. Е. Барочкин, В. П. Жуков, Г. Г. Орлов // Вестник ИГЭУ. – 2018. – № 5. – С. 61 – 66.
8. **Барочкин, А. Е.** Моделирование и расчет многопоточных теплообменных аппаратов / А. Е. Барочкин, В. П. Жуков // Вестник ИГЭУ. – 2017. – № 3. – С. 70 – 75.
9. **Вычислительное** моделирование процессов теплообмена в системах терморегулирования космических аппаратов / Е. Н. Васильев, В. А. Деревянко, Д. А. Нестеров и др. // Вестник ИГЭУ. – 2009. – № 3. – С. 19 – 28.
10. **Туголуков, Е. Н.** Математическое моделирование термонагруженных процессов и аппаратов многоассортиментных химических производств [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук: 05.17.08, 05.13.18 ; защищена 01.07.04 ; утв. 15.08.04 / Е. Н. Туголуков. – М., 2004. – 399 с. – Библиогр. : С. 164 – 246. – 71:05-5/22.
11. **Воронцова, С. Б.** Моделирование и расчет двухтрубного теплообменника с учетом структуры потоков [Текст] : дис. ... канд. ист. наук: 05.17.08 ; защищена 04.07.17 ; утв. 15.08.17 / С. Б. Воронцова. – М., 2017. – 163 с. – Библиогр. : С. 25 – 105. – 04200201565.
12. **Якимычев, П. В.** Совершенствование методов моделирования и расчета процессов тепломассопереноса в контактных теплообменниках [Текст] : дис. ... канд. ист. наук: 05.14.04 ; защищена 14.12.12 ; утв. 15.08.13 / П. В. Якимычев. – М., 2012. – 129 с. – Библиогр. : С. 25 – 105. – ил. РГБ ОД, 61 13-5/82.

13. **Ушаков, В. Е.** Совершенствование методов проектирования и исследования теплообменных аппаратов системы теплоснабжения [Текст] : дис. ... канд. ист. наук: 05.23.03 ; защищена 25.05.12 ; утв. 15.08.13 / В. Е. Ушаков. – М., 2012. – 150 с. – Библиогр. : С. 21 – 89. – ил. РГБ ОД, 61 13-5/82.

14. **Туголуков, Е. Н.** Математическое моделирование термонагруженных процессов и аппаратов многоассортиментных химических производств [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук: 05.17.08, 05.13.18 ; защищена 01.06.04 ; утв. 15.07.04 / Е. Н. Туголуков. – Тамбов, 2004. – 399 с. – Библиогр. : С. 146 – 249. – РГБ ОД, 71:05-5/22.

15. **Воронцова, С. Б.** Моделирование и расчет двухтрубного теплообменника с учетом структуры потоков [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.17.08 ; защищена 04.07.17 ; утв. 15.10.17 / С. Б. Воронцова. – Тамбов, 2017. – 150 с. – Библиогр. : С. 40 – 120.

16. **Левин, А. А.** Разработка эффективных математических моделей динамических процессов в теплоэнергетическом оборудовании [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.14.04 ; защищена 10.06.08 ; утв. 15.02.09 / А. А. Левин. – Иркутск, 2008. – 160 с. – Библиогр. : С. 42 – 110.

17. **Якимычев, П. В.** Совершенствование методов моделирования и расчета процессов теплопереноса в контактных теплообменниках [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 07.00.02 ; защищена 22.01.02 ; утв. 15.07.02 / П. В. Якимычев. – Иваново, 2002. – 170 с. – Библиогр. : С. 50 – 130. – 005057266.

18. **Ушаков, В. Е.** Совершенствование методов проектирования и исследования теплообменных аппаратов системы теплоснабжения [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.23.03 ; защищена 25.05.12 ; утв. 15.12.12 / В. Е. Ушаков. – Тюмень, 2012. – 149 с. – Библиогр. : С. 30 – 60. – 005017262.

19. **Горяйнов, В. В.** Анализ математической модели теплообменных систем с учетом поперечной и продольной теплопроводности [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 ; защищена 16.12.04 ; утв. 15.07.05 / В. В. Горяйнов. – Воронеж, 2004. – 145 с. – Библиогр. : С. 30 – 70.

20. **Бобылев, В. Н.** Подбор и расчет трубчатых теплообменников : учеб.-метод. пособие [Текст] / В. Н. Бобылев ; М-во образования Рос. Федерации. Рос. хим.-технол. ун-т им. Д. И. Менделеева. – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева. Изд. центр, 2003 (Издат. центр Рос. хим.-технол. ун-та им. Д. И. Менделеева). – 79 с. : ил.

21. **Пищулин, В. П.** Расчет кожухотрубчатого теплообменника : учебное пособие [Текст] / В. П. Пищулин. – Северск : СТИ НИЯУ МИФИ, 2010. – 37 с.

22. **Тепловой** расчет рекуперативного теплообменного аппарата [Текст] / В. В. Бухмиров, Д. В. Ракутина, Ю. С. Солнышкова, М. В. Пророкова. – Иваново : ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина», 2013. – 124 с.

23. **Легких, Б. М.** Расчет кожухотрубчатого теплообменника : метод. указания к курсовой работе [Текст] / Б. М. Легких, Р. Ш. Мансуров. – Оренбург : ГОУ–ОГУ, 2004. – 17 с.

24. **Баных, О. П.** Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников : учебное пособие [Текст] / О. П. Баных. – СПбНИУ ИТМО, 2012. – 42 с.

25. **Пищулин, В. П.** Расчет кожухотрубчатого теплообменника : учебное пособие [Текст] / В. П. Пищулин. – Северск : СТИ НИЯУ МИФИ, 2010. – 37 с.
26. **Романков, П. Г.** Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Текст] : учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. – 2-е изд., испр. – СПб. : ХИМИЗДАТ, 2009. – 544 с. – ISBN 978-5-93808-165-9
27. **Туголуков, Е. Н.** Математическое моделирование технологического оборудования многоассортиментных химических производств / Е. Н. Туголуков. – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2003. – 100 с. – ISBN 5-8265-0248-7
28. **Голдаев, С. В.** Методика расчета характеристик теплообменных аппаратов типа «Труба в трубе» / С. В. Голдаев, К. Н. Радюк // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2017. – Т. 328, № 8. – С. 75 – 82.
29. **ГОСТ Р 55601–2013.** Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения. Крепление труб в трубных решетках. Общие технические требования [Текст]. – Введ. 2014–05–01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 49 с. : ил. ; 29 см.
30. **ГОСТ Р 53677–2009.** Нефтяная и газовая промышленность. Кожухотрубчатые теплообменники. Технические требования [Текст]. – Введ. 2011–01–01. – М. : ВНИИ-НЕФТЕМАШ, 2011. – IV, 40 с. : ил. ; 29 см.
31. **ISO 16812:2002.** Petroleum and natural gas industries – Shell-and-tube heat exchangers [Текст]. – Введ. 2002–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – IV, 39 с.
32. **ГОСТ 25449–82.** Теплообменники водо-водяные и пароводяные. Типы, основные параметры и размеры [Текст]. – Введ. 1983–06–30. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – IV, 10 с.
33. **Малыгин, Е. Н.** Методика расчета теплообменного оборудования системы подготовки искусственной газовой смеси для дизельных энергетических установок / Е. Н. Малыгин, Е. Н. Туголуков, С. Ю. Алексеев // Вестник ТГУ. – 2000. – № 5. – С. 607 – 612.

УДК 004.928

Филимонова И. С.¹, Данькина А. А.², Томчинская Т. Н.³, Соснина О. А.⁴

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева,
Россия, Нижний Новгород

¹(Тел. +7(920)0551996, e-mail: filimonovaira96@gmail.com),

²(Тел. +7(961)6341221, e-mail: dankina.anastasi@mail.ru),

³(Тел. +7(915)9433092, e-mail: tomchinskaya@mail.ru),

⁴(Тел. +7(910)3915673, e-mail: o.a.sosnina@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ПЕРСОНАЖА ДЛЯ ДЕТСКОГО ОБУЧАЮЩЕГО МУЛЬТИПЛИКАЦИОННОГО ФИЛЬМА

Filimonova I. S.¹, Dankina A. A.², Tomchinskaya T. N.³, Sosnina O. A.⁴

Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R. E. Alekseev,
Russia, Nizhny Novgorod

¹(Tel. +7(920)0551996, e-mail: filimonovaira96@gmail.com),

²(Tel. +7(961)6341221, e-mail: dankina.anastasi@mail.ru),

³(Tel. +7(915)9433092, e-mail: tomchinskaya@mail.ru),

⁴(Tel. +7(910)3915673, e-mail: o.a.sosnina@mail.ru)

DEVELOPMENT CHARACTER FOR A CHILDREN'S TRAINING MULTIPLICATION FILM

Аннотация. В статье рассматриваются этапы создания персонажей, предназначенных для детской обучающей программы с целью показа в цифровом планетарии. Разбираются особенности и технологии создания эскизов, трехмерных моделей, текстур и системы управления персонажем.

Ключевые слова: цифровой планетарий, скульптинг, текстурирование, риггинг, 3D персонаж.

Abstract. The article considers the technology of creating characters for children's educational program which is designed for demonstration in a digital planetarium.

The features and technologies for creating sketches, 3D models, textures and character control systems are considered.

Keywords: digital planetarium, sculpting, texturing, rigging, 3D character.

Введение. В последнее время все большее число планетариев используют цифровые технологии, которые позволяют показывать не только звездное небо, но и различные фото и видео материалы в высоком качестве на полусферическом экране. Важную роль в образовательных программах цифрового планетария играют не только информативность, но визуальная привлекательность. Поэтому все этапы создания анимационного ролика имеют большое влияние на качество конечного продукта, а значит и на количество зрителей, желающих увидеть данную программу.

Целью работы является разработка трехмерных персонажей для образовательного анимационного фильма. Основной целевой аудиторией являются дети младшего и среднего возрастов. Сценарий фильма включает восемь планет солнечной системы, которые будут соревноваться между собой за главный приз – «корону Солнечной системы». В данной работе рассмотрен процесс создания персонажа – планеты Земля.

Этапы разработки. Разработка концепт-арта является первым и важным этапом в создании трехмерного персонажа, который служит фундаментом для дальнейшей работы. Прежде всего, эскиз – это своего рода план, следуя которому можно сэкономить, много времени, а также представить каким будет финальный результат. Однако прежде чем приступить к созданию эскизов, в данной работе необходимо было изучить не только сценарий, в котором описаны поведение, характер, атрибуты и особенности персонажей, но и основные сведения о планетах солнечной системы. Также необходимо было решить множество вопросов такие как: будут ли видны ноги и руки персонажей, как будет выглядеть лицо персонажа, будут ли волосы и какие-либо аксессуары, для того чтобы «одушевить» планеты солнечной системы, а также как подчеркнуть свойства планеты-персонажа в его внешнем виде.

Таким образом было принято решение сделать тело персонажа в виде сферы, руки в форме капелек воды, а прическу сформировать из листьев. По сценарию Земля – спокойная, серьезная, рассудительная отличница, поэтому главным аксессуаром были выбраны очки.

В результате было разработано несколько эскизов и выбран наиболее подходящий вариант (рис. 1).

Скульптинг планет выполнялся в программе для 3D-моделирования Pixologic Zbrush. Отличительной особенностью данного продукта является имитация процесса лепки трехмерной скульптуры, что позволяет быстро и качественно выполнять работу [1]. Также в данную программу можно загрузить заранее подготовленный эскиз, что значительно упрощает работу. На данном этапе была создана детализированная модель персонажа, представленная на рис. 2.



Рис. 1. Эскиз персонажа

Однако полученная модель не предназначена для анимации из-за большого числа полигонов. Поэтому необходимо уменьшить количество полигонов до оптимального состояния таким образом, чтобы модель не потеряла свою изначальную форму и не нагружала сцену в дальнейшем. Данный процесс называется ретопологией.

Уменьшить число полигонов можно двумя способами: автоматически и вручную. В данной работе использовались оба способа. Также очень важно сделать правильную топологическую сетку модели для получения корректной деформации. Ретопология лица выполнялась вручную в инструментальной среде Autodesk Maya. А уменьшение числа полигонов для остальных частей модели такие как: руки волосы и аксессуары выполнялись автоматически в программе Pixologic Zbrush с помощью инструмента ZRemesher. Результат ретопологии модели представлен на рис. 3.



Рис. 2. Высокополигональная модель персонажа **Рис. 3. Результат ретопологии модели**

Для того чтобы текстура корректно легла на модель нужно развернуть все части низкополигональной модели. Это очень кропотливая работа, особенно если персонаж имеет большое количество мелких деталей. При создании развертки следует прятать швы в менее заметных местах. Так, например, при развертке тела персонажа шов было решено расположить с задней стороны. UV развертка модели выполнялась с помощью инструментов Autodesk Maya.

Прежде чем приступить к текстурированию модели необходимо перенести все детали с высокополигональной модели на низкополигональную с помощью запекания текстурных карт, таких как: NormalMap, AmbientOcclusion и другие. Данный процесс происходит полностью автоматически в программе для создания текстур SubstancePainter.

Завершив работу по запеканию текстур можно приступать к текстурированию. SubstancePainter содержит множество инструментов для создания реалистичных текстур, а также позволяет красить прямо на модели. Для текстурирования можно использовать как готовые материалы, так и созданные вручную.

В данной работе процесс создания текстур был очень важным этапом. Необходимо было создать текстуры близкие к оригинальным. Но так как текстуры были на лице персонажа, необходимо было сделать так, чтобы это не выглядело как изъяны на лице и не вызывало неприятных ощущений у зрителя. Таким образом было создано несколько вариантов текстур и выбран наиболее подходящий (рис. 4).



Рис. 4. Результат текстурирования модели

После окончания работ над созданием внешнего вида персонажа текстуры экспортируются из программы SubstancePainter 7 накладываются при помощи материалов на 3D модели объектов в программе Autodesk Maya.

Следующим этапом является риггинг – процесс подготовки персонажа к анимации, включающий создание и размещение внутри трехмерной модели рига (от англ. Rig – оснастка).

Управление движением нижней челюстью и рук осуществлялось при помощи костей. Для этого был создан простейший скелет, без привязки рук к телу персо-

нажа, чтобы можно было передвигать руки на любое расстояние. Затем объекты нижней челюсти и языка привязывались к кости челюсти. Руки привязывались при помощи инструмента BindSkin и выполнялась автоматическая настройка распределения веса влияния сустава на модель, после чего корректировалось при помощи инструмента PaintSkin [2].

Изменение выражения лица персонажа было реализовано при помощи инструмента BlendShapes в программе AutodeskMaya с использованием инструментов скульптинга и полигонального моделирования. Было создано тридцать две копии лица персонажа, каждую из которых изменяли для создания определенной эмоции без изменения ретопологии, из них у восьми видоизменяются брови, у девяти щеки, пять трансформированных копий отвечают за буквы и десять отвечают за расположение губ персонажа.

Чтобы движения персонажа были более динамичные, необходимо создать возможность управления искажением формы волос так, чтобы они могли двигаться из стороны в сторону, а также вверх и вниз. Для этого листья на голове персонажа «Земля» сгруппированы по 3–4 ближайших листа в группе, после чего накладывался и настраивался модификатор Bend [3].

Затем были созданы контролеры и панели управления движениями персонажа при помощи сплайнов (рис. 5). Перед лицом «Земли» располагается панель управления направлением взгляда персонажа и размером зрачков с радужкой глаз [4]. Сплайн вокруг ладони персонажа отвечает за расположение кисти в пространстве, а также за сгибание и разгибание пальцев. Основная панель управления, расположенная слева от персонажа, отвечает за множество движений: движений волос, бровей, век, щек, губ и челюсти. Также был создан главный контролер, отвечающий за перемещение, поворот и масштабирование персонажа со всеми контроллерами без искажений.

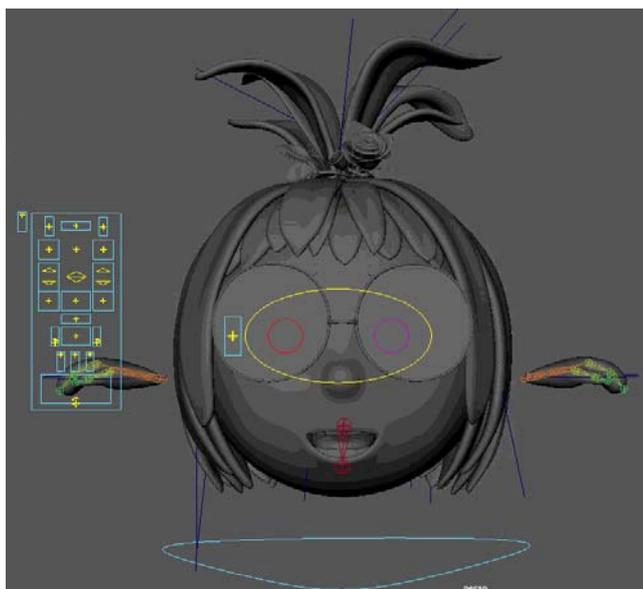


Рис. 5. Риг персонажа «Земля»

На рисунке 6 показаны некоторые возможности созданного рига.



Рис. 6. Эмоциональный ряд персонажа «Земля»

Заключение. В ходе проделанной работы был создан персонаж для образовательной программы цифрового планетария, предназначенной для детей младшего возраста. Особое внимание было уделено внешности персонажа, а также возможностям его мимики и движений. Аналогичными способами были созданы остальные планеты солнечной системы и Солнце, которые будут главными героями мультипликационного образовательного фильма в Нижегородском планетарии им. Г. М. Гречко.

Список использованных источников

1. **Томчинская Т. Н.** Моделирование архитектурных объектов на базе инструментальной среды Maya / Т. Н. Томчинская. – Н. Новгород : НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2017. – 80 с.
2. **Pixologic ZBrush.** – [Электронный ресурс]. – URL : <http://pixologic.com/features/> (дата обращения: 18.09.18).
3. **Филимонова, И. С.** Особенности разработки обучающего урока для цифрового планетария / И. С. Филимонова, Т. Н. Томчинская // КОГРАФ-2018 : сб. материалов 28-й Всерос. науч.-практ. конф. по графическим информационным технологиям и системам. – 2018.
4. **Воронина, И. Е.** Разработка комплексных средств управления анимацией трехмерной модели персонажа для пакета Autodesk Maya / И. Е. Воронина, А. М. Богатырев // Вестник ВГУ. Серия «Системный анализ и информационные технологии». – 2007. – № 1.

УДК 004.588

Косинов Е. С.¹, Савельев М. А.², Тюрина А. Л.³, Ященко С. М.⁴
 Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия
 имени проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», Россия, г. Воронеж
¹(Тел. (8910)3419062, e-mail: Kosinov79@bk.ru),
²(Тел. (8915)8735200, e-mail: Michail.1111@yandex.ru),
³(Тел. (8920)4562706, e-mail: turina-a@mail.ru),
⁴(Тел. (8920)4006084, e-mail: serge3y@mail.ru)

ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРВИЧНЫХ НАВЫКОВ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Kosinov E. S.¹, Savelyev M. A.², Tyurina A. L.³, Yashchenko S. M.⁴
 Air Forces MESC “Air Forces Academy”, Russia, Voronezh
¹(Tel. (8910)3419062, e-mail: Kosinov79@bk.ru),
²(Tel. (8915)8735200, e-mail: Michail.1111@yandex.ru),
³(Tel. (8920)4562706, e-mail: turina-a@mail.ru),
⁴(Tel. (8920)4006084, e-mail: serge3y@mail.ru)

THE FORMATION OF PRIMARY SKILLS IN CIRCUIT MODELING OF COMPLEX ELECTRONIC SYSTEMS

Аннотация. В статье представлено программное обеспечение формирования первичных навыков схмотехнического моделирования сложных радиотехнических систем. Работа с предлагаемой обучающей программой нацелена на формирование конкретных образных представлений об отдельных функциональных элементах моделируемого устройства и формирование первичных навыков анализа цепей переменного и постоянного токов в его схеме.

Ключевые слова: моделирование, обучение, первичный навык, анализ, цепи токов.

Abstract. The article presents the software for the formation of primary skills in circuit modeling of complex radio systems. Work with the proposed training program is aimed at the formation of specific imaginative ideas about the individual functional elements of the simulated device and the formation of primary skills in the analysis of alternating and direct current circuits in its circuit.

Keywords: modeling, training, primary skill, analysis, current circuit.

Темпы развития сложных радиотехнических систем различного назначения с учетом роботизации технических процессов очень высоки. С учетом взаимопроникновения различных областей знаний при их построении даже подготовленным специалистам становится трудно постоянно держаться на «гребне» широкого спектра научных разработок в сфере приложения своего опыта по внедрению и эксплуатации. Поэтому и в процессе подготовки специалистов по данному направлению неизбежно возникают проблемы. Одной из них в процессе обучения является формирование целостного

представления об изучаемой системе, как о сложном механизме с многочисленными алгоритмами взаимодействия составляющих его подсистем. И здесь, без формирования и развития образного мышления у обучаемых не обойтись. Этому процессу в полной мере должны соответствовать разрабатываемые в настоящее время электронные обучающие комплексы и электронные учебники. Хорошая наполненность разрабатываемых электронных обучающих комплексов аудиовизуальными средствами с применением технологий виртуального моделирования и прототипирования, особенно для обеспечения практикума в учебном процессе, позволяет в большей мере создать инфокоммуникационную среду обучения.

В процессе обучения по дисциплинам профессионального цикла радиотехнических специальностей при проведении практических занятий особое внимание уделяется освоению навыка анализа функциональных и принципиальных схем базовых образцов техники радиосвязи и радиотехнического обеспечения полетов авиации, особенностей их построения и анализа цепей протекания токов. В курсах обучения аналоговой, цифровой и силовой электронике для моделирования электрических цепей широко используют программу Multisim, которая входит в пакет NISircuitDesignSuite, и вместе с программой Ultiboard обеспечивает быстрый цикл проектирования (моделирование, анализ, проектирование платы). Однако, приступать к моделированию принципиальных схем различных функциональных радиотехнических устройств без твердых знаний по принципам их построения и требованиям к ним с использованием программы Multisim крайне не продуктивно. Особенно это отмечается в самом начале курсов схмотехнического обучения на первых практических занятиях, когда у обучаемых еще не сформировано целостное представление о функционировании моделируемых радиотехнических устройств. В дополнение к использованию программы Multisim в процессе обучения по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов» была разработана обучающая программа «Моделирование выходных каскадов радиопередающих устройств» [1]. Отличительной особенностью применения разработанной обучающей программы для обеспечения учебного процесса в отличие от программы Multisim является отсутствие необходимости определять параметры элементов моделируемой принципиальной схемы. Такая особенность существенно упрощает и ускоряет процесс обучения на его начальном этапе.

Важность применения данной обучающей программы определяется формированием первичного навыка моделирования и анализа цепей протекания постоянных и переменных токов в различных каскадах передающих устройств в соответствии с квалификационными требованиями по специальности. Формируемый навык в процессе обучения по дисциплине развивается на последующих практических занятиях. Принципиальные схемы выходных каскадов передающих устройств являются в схмотехническом плане наиболее простыми, что хорошо соответствует принципу обучения «от простого – к сложному».

Еще одной отличительной особенностью предлагаемой программы моделирования является наличие трех режимов работы с ней: обучение, тренировка и тестирование.

Работа с программой начинается с выбора режимов работы (рис. 1).

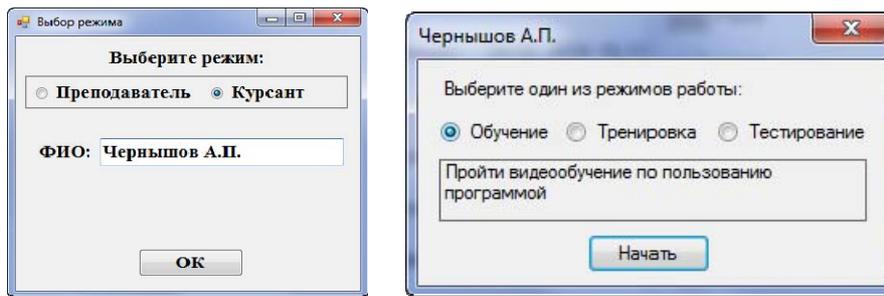


Рис. 1. Окна выбора режима работы

Рассмотрим режим работы «курсант». После ввода фамилии и инициалов для сохранения статистики изучения материалов, прохождения тренировок и итогового тестирования курсанту представляется на выбор три вида работы: обучение, тренировка и тестирование. Режим работы «преподаватель» обеспечивает контроль за действиями обучаемого в процессе работы с обучающей программой.

В режиме обучения курсанту предоставляется возможность просмотра видеоурока, записанного на практическом занятии по изучению выходных каскадов радиопередающих устройств, что позволяет курсанту почувствовать себя присутствующим на занятии. В разделе «теория» в программе реализована возможность чтения электронного учебного пособия, которое благодаря использованию современных информационных технологий позволяет визуализировать процессы, происходящие в выходных каскадах радиопередающих устройств, показать цепи протекания постоянных и переменных токов, что значительно повышает усвоение материала (рис. 2).

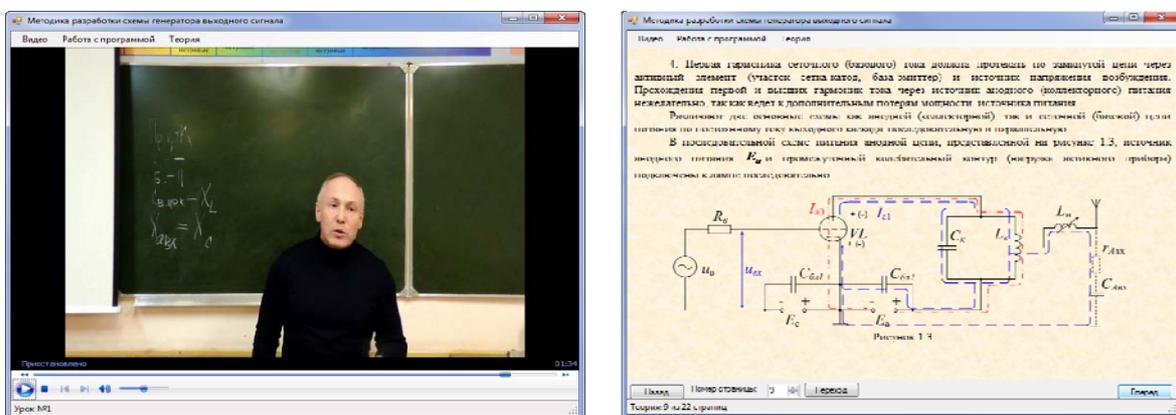


Рис. 2. Окна с видеоуроком и чтением теории

После изучения теоретического материала обучаемый может перейти в режим тренировки. В этом режиме обучаемому предоставляется возможность по заданным параметрам спроектировать (построить) один из вариантов выходного каскада радиопередающих устройств. Задаваемыми параметрами для проектирования являются тип схемы выходного каскада (простая или сложная), характер сопротивления антенны, виды связи с предыдущим каскадом, параллельное или последовательное питание электродов активного элемента по постоянному току, виды межконтурной связи в сложной схеме каскада.

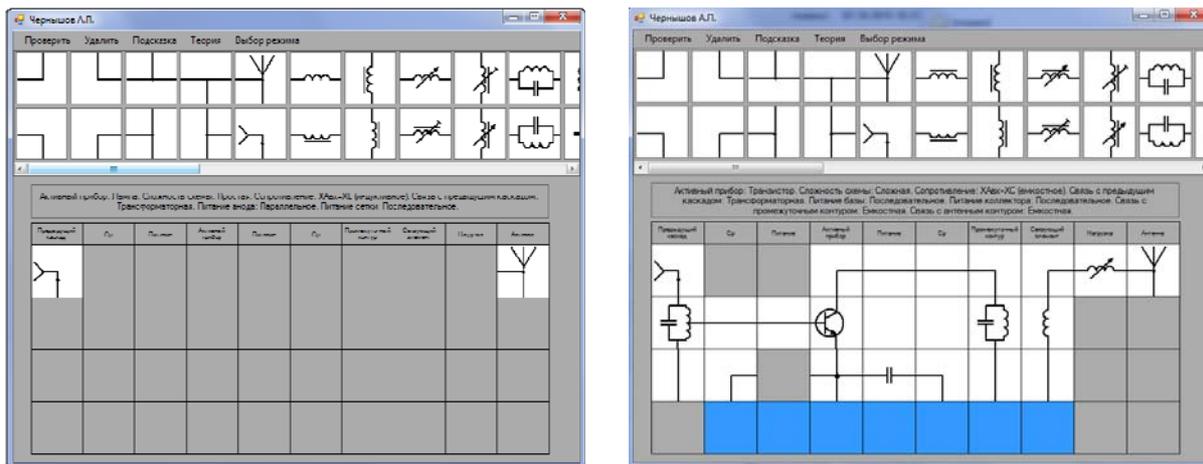


Рис. 3. Окна с режимом тренировки проектирования выходных каскадов

Для проектирования обучаемому случайным образом из базы данных, включающей более 160 схем, выдается задание в текстовом виде и ниже предоставляется поле 10×4, размер которого выбран исходя из оптимального соотношения сложности/простоты схемы и использования базовых элементов. Поле построения разбито на базовые подблоки (колонки), дающие обучаемому подсказку: какие элементы он должен разместить в соответствующих ячейках. В верхней части окна проектирования расположены 64 базовых элемента для проектирования схем выходных каскадов, перемещаемые с помощью функции Drag and Drop на поле проектирования. В режиме тренировки у обучаемого есть возможность не только обратиться к теории, но и, выделив нужные ячейки и нажав пункт меню «подсказка», проверить правильно ли выбраны элементы схемы. По окончании сборки схемы необходимо нажать пункт «проверить» и будет проведена проверка правильности сборки схемы по цепям протекания токов с выводом результатов в отдельном окне (рис. 4).

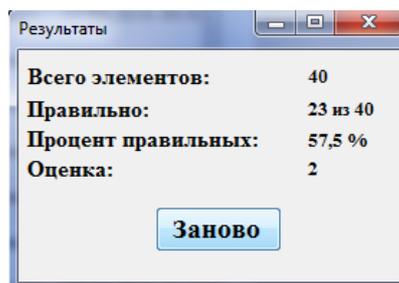


Рис. 4. Окно с результатами тренировки

Режим тестирования отличается от режима тренировки невозможностью обратиться к подсказкам и теории и ограниченным временем проектирования выходных каскадов радиопередающих устройств.

При выборе режима «преподаватель» будет доступен режим создания схем и заданий для тестирования (рис. 5).

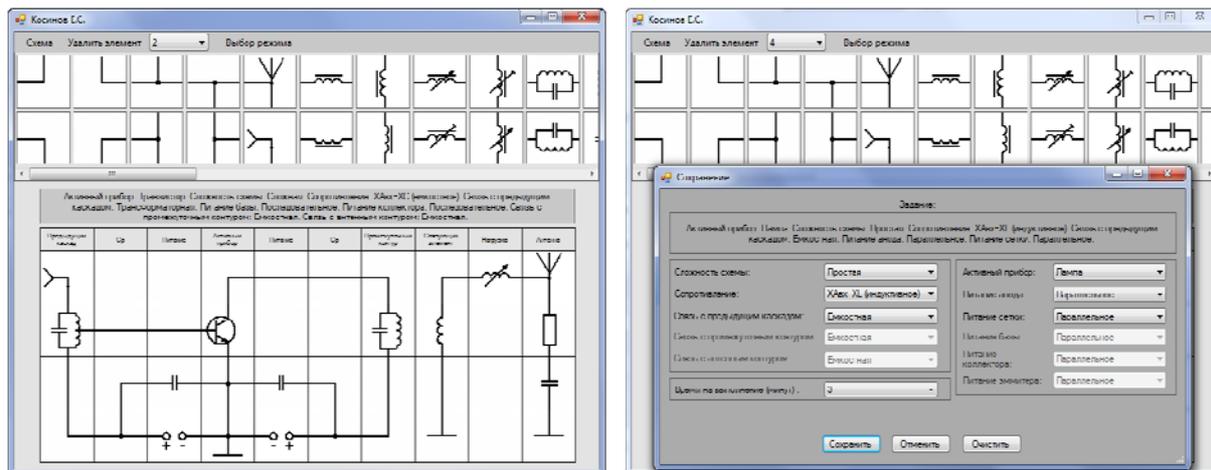


Рис. 5. Окна с режимом создания схем и заданий для тестирования

Применение разработанной обучающей программы «Моделирование выходных каскадов радиопередающих устройств» в учебном процессе позволяет наилучшим образом обеспечить реализацию дистанционного обучения и самоконтроля обучаемыми уровнями усвоения компетенций; визуализировать процессы, протекающие в выходных каскадах радиопередающих устройств; сформировать устойчивый навык анализа цепей протекания постоянных и переменных токов для его дальнейшего распространения на более сложные принципиальные схемы различных каскадов передающих устройств.

Разработанные по аналогичной методике обучающие программы «Моделирование автогенераторов», «Моделирование широкополосных усилителей мощности» и «Моделирование амплитудных модуляторов радиопередающих устройств» в полной мере обеспечивают формирование первичных навыков в схемотехническом моделировании принципиальных схем различных функциональных элементов радиопередающих устройств. Формируемые первичные навыки схемотехнического моделирования позволяют далее полноценно работать с программой Multisim.

Список использованных источников

1. **Свидетельство** о гос. регистрации программы для ЭВМ 2017611290 Российская Федерация. Моделирование выходного каскада радиопередающих устройств / правообладатели : Чернышов А. П., Косинов Е. С., Савельев М. А., Межуев А. М. ; 2016663342 ; заявл. 7.12.16 ; зарег. 1.02.17.

УДК 004.9

Бочарова А. Н., Калистратов М. С., Казаков В. Н., Санников С. А.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 9108590777, e-mail: dewelial676@gmail.com)

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КАТАЛОГ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Bocharova A. N., Kalistratov M. S., Kazakov V. N., Sannikov S. A.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 9108590777, e-mail: dewelial676@gmail.com)

TOOL CATALOG FOR THE MANUFACTURE OF SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGERS

Аннотация. Описан каталог инструментов для изготовления кожухотрубчатых теплообменников, находящийся в виртуальном кабинете «Конструирование технологического оборудования». Каталог предназначен для изучения студентами способов закрепления и удаления труб в трубных решетках.

Ключевые слова: каталог, кожухотрубчатые теплообменники, виртуальный кабинет.

Abstract. The catalog of tools for the manufacture of shell-and-tube heat exchangers is described. The catalog is intended for studying by students of ways of fastening and removal of pipes in pipe lattices.

Keywords: directory, shell and tube heat exchangers, virtual cabinet.

В Тамбовском государственном техническом университете на кафедре «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» разрабатывается виртуальный кабинет «Конструирование технологического оборудования» [1 – 8]. Адрес кабинета в сети Internet <http://www.gaps.tstu.ru/kir/>. Кабинет предназначен для изучения способов конструирования и изготовления технологического оборудования, в том числе и кожухотрубчатых теплообменников. В настоящее время кожухотрубчатые теплообменники (рис. 1) являются самым распространенным теплообменным оборудованием химических предприятий.

Одним из сложных для изготовления элементов кожухотрубчатых теплообменников является закрепление труб в трубных решетках (рис. 2).

При обработке труб используются следующие инструменты:

- раскатники шариковые;
- канавочники;
- торцеватели;
- инструмент для удаления;
- машины для высверливания труб из трубных решеток;
- пневматические машины для обработки труб.

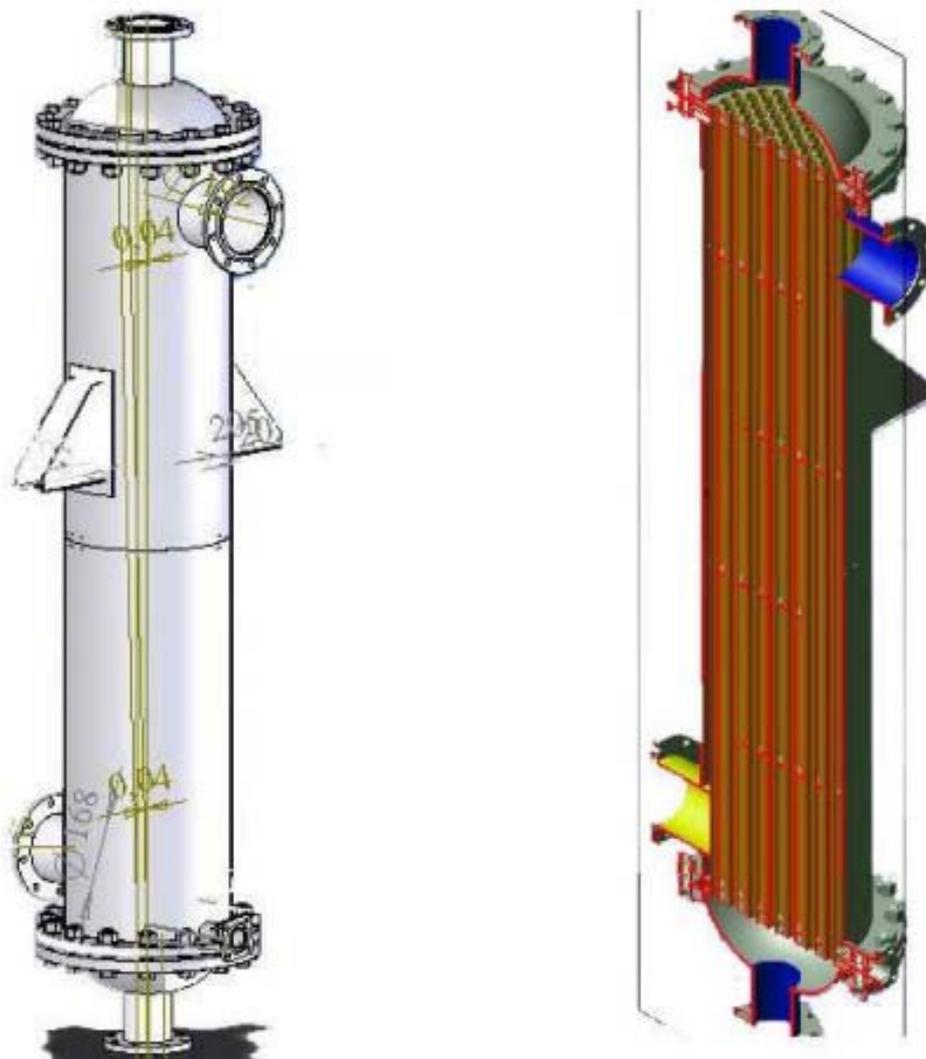


Рис. 1. Кожухотрубчатый теплообменник

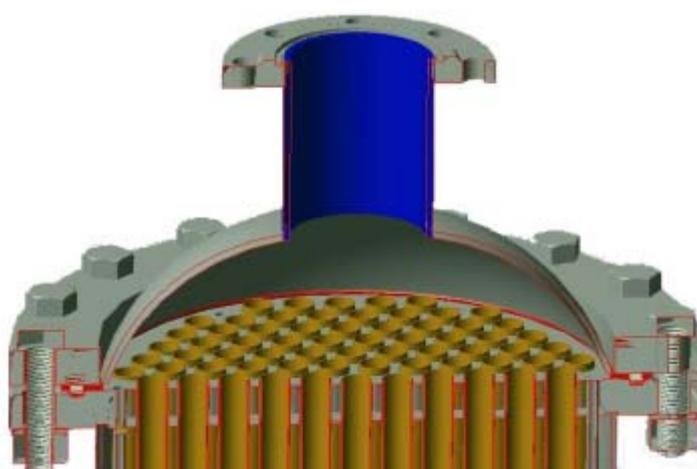


Рис. 2. Закрепление труб в трубных решетках

Все эти элементы представлены в виртуальном кабинете «Конструирование технологического оборудования». Выбор элементов осуществляется из меню (рис. 3).

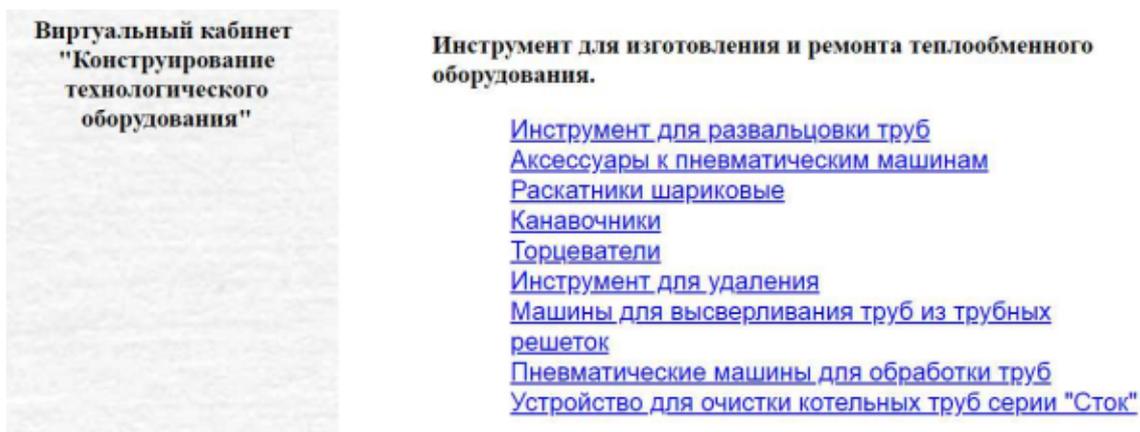


Рис. 3. Меню выбора инструментов для изготовления теплообменного оборудования

Примеры элементов каталога представлены на рис. 4.



Рис. 4. Примеры элементов каталога инструментов для изготовления теплообменного оборудования

Авторы готовы предоставить виртуальный кабинет «Конструирование технологического оборудования» всем заинтересованным организациям по принципу «как есть» при условии получения акта внедрения или использования.

Работа выполнена под руководством проф. каф. КИСМ ТГТУ В. Г. Мокрозуба.

Список использованных источников

1. **Информационная** модель объекта сложной технической системы / В. А. Немтинов, В. Г. Мокрозуб, Ю. В. Немтинова, Е. С. Егоров // Радиотехника. – 2010. – № 12. – С. 41 – 43.
2. **Мокрозуб, В. Г.** Системный анализ процессов принятия решений при разработке технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, Е. Н. Малыгин, С. В. Карпушкин //

Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 364 – 373.

3. **Мокрозуб, В. Г.** Функциональная и процедурная модели проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб // Программные системы и вычислительные методы. – 2014. – № 4. – С. 418 – 430.

4. **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.

5. **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.

6. **Мокрозуб, В. Г.** Методологические основы построения автоматизированной информационной системы проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, М. П. Мариковская, В. Е. Красильников // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – Т. 27, № 1-2. – С. 259 – 262.

7. **Автоматизированная** информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов. Часть 1. Аналитические и процедурные модели / С. Я. Егоров, В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов, И. В. Милованов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 4. – С. 3 – 11.

8. **Автоматизированная** информационная система подготовки производства машиностроительного предприятия // В. Г. Мокрозуб, А. Н. Поляков, А. И. Сердюк и др. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18, № 3. – С. 598 – 603.

Секция V ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН



УДК 678

Толмачев О. А., Серебряков А. С.Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630706, e-mail: olegsan1995@mail.ru)**АНАЛИЗ СЕБЕСТОИМОСТИ ПЛАСТИКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ
ОПТИМАЛЬНОЙ ТОПОЛОГИИ****Tolmachev O. A., Serebryakov A. S.**Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630706, e-mail: olegsan1995@mail.ru)**COST PRICE ANALYSIS OF PLASTIC PRODUCTS
OF OPTIMAL TOPOLOGY**

Аннотация. На примере топологически оптимизированной пластиковой балки проанализированы две технологии ее изготовления с точки зрения себестоимости: литье под давлением и послойное наплавление пластиковой нити.

Ключевые слова: МВВ-балка, топологическая оптимизация, себестоимость, термопластавтомат, аддитивные технологии.

Abstract. Two manufacturing technologies are analyzed from the point of view of cost: injection molding and fused deposition modeling of plastic filament on the example of a topologically optimized plastic beam.

Keywords: MBV-beam, topology optimization, cost price, molding machine, additive technologies.

Стремительное научное развитие и распространение методов топологической оптимизации (ТО) в инженерной среде меняют подходы к проектированию ответственных изделий. Когда на приоритетный уровень выходят материалоемкость и функциональность (например, жесткость в задачах механики) изделий, методы ТО демонстрируют крайне высокую эффективность с точки зрения точности решений и затрат времени на их получение. Однако неизбежным «побочным эффектом» применения методов ТО является низкая технологичность изделий. В большинстве случаев результаты ТО могут рассматриваться как некий концепт, подлежащий в дальнейшем инженерной интерпретации. Прямое использование результатов ТО на этапе изготовления изделия возможно лишь с применением аддитивных технологий. При этом очевидно, что стоимость и сроки изготовления крупной партии изделий сильно возрастают. В этой связи актуальна задача выбора оптимальной технологии изготовления изделий, обеспечивающей минимальную себестоимость продукции.

В качестве примера в данной работе рассматриваются результаты решения известной тестовой задачи о трехточечном изгибе балки, так называемой МВВ-балки (Messerschmitt-Bolkow-Blohm), см. рис. 1 [1]. Длина балки L составляет 240 мм, высота $H = 40$ мм, толщина $t = 10$ мм. ТО балки проведена в системе конечно-элементного анализа ANSYS с помощью метода SIMP. Результаты ТО приведены на рис. 2.

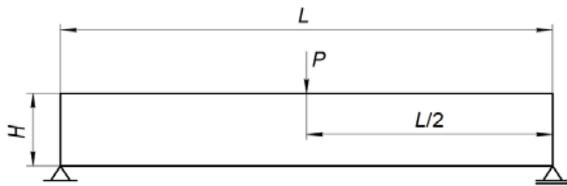


Рис. 1. Задача МВВ об изгибе балки

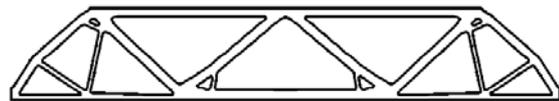


Рис. 2. МВВ-балка оптимальной топологии

Рассмотрим задачу выбора оптимальной технологии изготовления представленного на рис. 2 изделия из пластика. Традиционным и самым распространенным методом изготовления пластмассовых деталей является литье под давлением в пресс-форму.

Анализ себестоимости изделия, изготавливаемого с помощью литья под давлением, выполним поэлементным методом [2]:

$$C = M + Z_o + Z_v + S_{in} + S_{os} + S_{en} + S_{pr},$$

где M – затраты на основные материалы, руб.; Z_o – заработная плата основных производственных рабочих, руб.; Z_v – заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков), руб.; S_{in} – затраты на инструмент, руб.; S_{os} – затраты на оснастку, руб.; S_{en} – затраты на электроэнергию, руб.; S_{pr} – общепроизводственные затраты, руб.

В случае единичного производства себестоимость пластикового изделия будет в основном определяться затратами на изготовление оснастки – пресс-формы. В качестве заготовки для пресс-формы используем две стальные плиты размерами $250 \times 100 \times 15$ мм общей массой 5,9 кг. Следовательно, ориентировочная стоимость материала для изготовления оснастки составит 300 руб. (при цене 50 руб./кг).

Зарботную плату основных рабочих определим по формуле

$$Z_o = T_o \cdot t_{teh} (1 + \alpha) \cdot (1 + \beta),$$

где T_o – средняя тарифная ставка основных производственных рабочих в данном технологическом процессе, руб./ч; t_{teh} – трудоемкость технологического процесса, ч; α – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату; β – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды ($\alpha = 40\%$; $\beta = 34,2\%$).

Допустим, что трудоемкость технологического процесса изготовления пресс-формы составляет 40 ч (включая разработку конструкторской и технологической документации). Тогда при средней тарифной ставке $T_o = 200$ руб./ч заработная плата основных рабочих составит 15 030 руб.

Зарботная плата вспомогательных рабочих рассчитывается аналогичным образом. Принимая ориентировочно трудоемкость технологического процесса, выполняемого вспомогательными рабочими, 6 ч, при средней тарифной ставке 450 руб./ч получим 5070 руб.

Примерные затраты на твердосплавный инструмент (фреза черновая, фреза чистовая) составят 4000 руб.

Общепроизводственные затраты рассчитываются по формуле

$$S_{pr} = Z_o k_{pr},$$

где k_{pr} – коэффициент, учитывающий прочие общепроизводственные затраты, отнесенные к заработной плате основных производственных рабочих, либо к сумме основной заработной платы основных производственных рабочих и затрат, связанных с работой оборудования соответственно.

Принимая $k_{pr} = 0,23$, общепроизводственные затраты составят 3500 руб.

Таким образом, ориентировочная себестоимость пресс-формы составит 27 600 руб. В случае серийного производства необходимо учитывать затраты на пластик, заработную плату оператору термопластавтомата, затраты на технологическую электроэнергию, а также амортизационные отчисления.

Согласно справочным данным, при цикле работы 5 мин. затраты на электроэнергию составят 3,17 руб. за одно изделие.

Масса одной детали составляет 0,35 кг. Следовательно, при средней стоимости полимерного материала 98,5 руб./кг затраты на основной материал составят 34,5 руб. за одно изделие.

Заработная плата оператору станка за одну деталь составит 25 руб.

Следовательно, себестоимость одной МВВ-балки, изготавливаемой методом литья под давлением, в серийном производстве при отсутствии амортизационных отчислений выражается гиперболой

$$C(x) = 27\,600/x + 3,17 + 34,5 + 25,9,$$

где x – размер партии.

При использовании аддитивной технологии FDM (Fused Deposition Modeling), предусматривающей послойное наплавление пластиковой нити, себестоимость изделия будет складываться из следующих составляющих:

$$C_{add} = M + Z_o + S_{en}.$$

При толщине слоя по оси Z 0,2 мм и средних настройках качества трехмерной печати время изготовления одной детали на 3D-принтере Picaso Designer составит 5 ч 11 мин. Стоимость пластика – 76 руб. Заработная плата оператора 3D-печати при средней тарифной ставке 100 руб./ч составит 520 руб.

Максимальная электрическая мощность 3D-принтера Picaso Designer достигает 400 Вт, поэтому примерные затраты на электроэнергию составят 8 руб. за одно изделие.

Следовательно, себестоимость МВВ-балки, изготовленной методом послойного наплавления пластиковой нити, не зависит от размера партии и при отсутствии амортизационных отчислений составляет 604 руб.

На рисунке 3 представлены графики себестоимости пластиковой МВВ-балки в зависимости от размера партии и применяемой технологии изготовления. Как видно из представленных результатов, при размере партии свыше 50 шт. использование аддитивной технологии нецелесообразно.

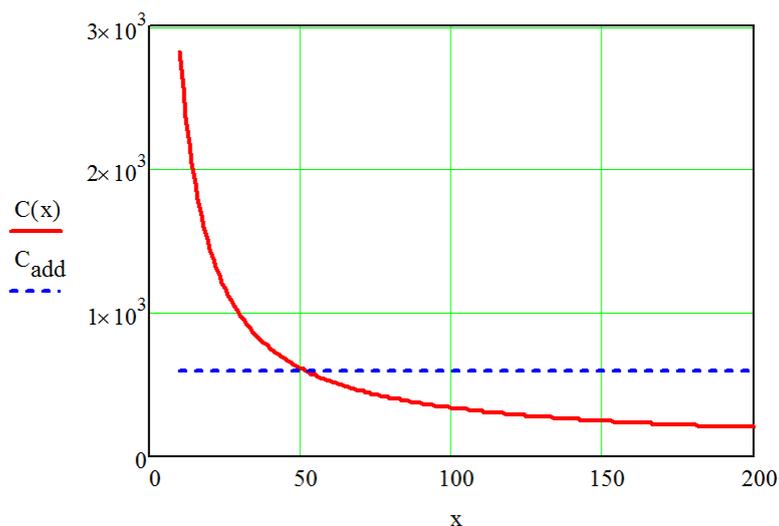


Рис. 3. Себестоимость пластиковой МВВ-балки

Отметим, что полученные результаты носят ориентировочный характер и не учитывают, например, амортизационных отчислений. Кроме того, выводы справедливы для изделия объемом 45 см^3 . Очевидно, что с увеличением объема точка пересечения графиков на рис. 3 будет перемещаться в сторону начала координат.

Список использованных источников

1. **Bulman, S.** Comparisons between algorithms for structural topology optimization using a series of benchmark studies / S. Bulman, J. Sienz, E. Hinton // *Comput. Struct.* – 2001. – V. 79, № 12. – P. 1203 – 1218.
2. **Дмитриев, В. А.** Экономическое обоснование выбора технологического процесса механической обработки : метод. указ. к практ. занятиям, курсовому и дипломному проектированию / В. А. Дмитриев, О. А. Бабордина, В. А. Ахматов. – 2012.

УДК 004

Ерусланов К. А.¹, Немтинов К. В.²

¹ООО «Еруслан», Россия, Ростовская область, Шолоховский район, х. Громковский,

²Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

(Тел. (4752)630706, e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)

КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА СЕЯЛКИ ДЛЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Eruslanov K. A.¹, Nemtinov K. V.²

¹LLC Eruslan, Russia, Rostov Region, Sholokhovsky District, Kh. Gromkovsky,

²Tambov State Technical University, Russia, Tambov

(Tel. (4752)630706, e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)

DESIGN DEVELOPMENT OF SEEDERS FOR GRAIN CROPS

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы конструкторской разработки и дизайн-оформления сеялки для зерновых культур. Для решения этой задачи использована технология автоматизированного проектирования перспективных посевных комплексов, которая одновременно учитывает: представление комплекса задач проектирования технологических агрокомплексов (автоматизированного выбора структурной схемы сеялки, типовых узлов и механизмов, а также конструкторской разработки оригинальных узлов и компоновка всех узлов сеялки) в виде единой системы с использованием теории сложных систем и наличие единой информационной базы; комплексное оценивание (с экономических и технологических позиций) конструкторских решений.

Ключевые слова: конструкторская разработка, сеялка для зерновых культур.

Abstract. The article deals with the issues of design development and design of seeders for grain crops. To solve this problem we use CAD technology promising crop systems, which simultaneously takes into account: the performance of complex tasks the design of technological agro-complexes (automated choice of the structural scheme of the planter, the model components and mechanisms, and development of original units and layout of all nodes seeder) in a single system using the theory of complex systems and a common information base; integrated assessment (economic and technological standpoint) design decision.

Keywords: design development, seeder for grain crops.

Стадия конструкторских работ играет важную роль в формировании технического уровня будущей сельскохозяйственной техники, так как на этом этапе закладываются основные технические параметры и конструкторские решения создания новых сельскохозяйственных машин, недостатки которых трудно, а зачастую невозможно исправить на последующих стадиях. В настоящее время широко применяются интегрированные системы компьютерного проектирования технологических агрокомплексов. Применение их значительно повышает эффективность труда конструктора, автоматизируя рутинные операции проектирования и оформления документации для конкретно принятого варианта проектного решения. Однако при этом остается нерешенной задача получения оптимального варианта (или нескольких близких к оптимальному варианту) для реальных условий эксплуатации сельскохозяйственной техники.

Решение данной задачи возможно на основе использования автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений для проектирования сельскохозяйственной техники, основной функцией которой является исследование основных параметров технологических процессов при ее использовании в сельском хозяйстве, включая системный, информационный, экономический и технологический анализ.

Для решения этой проблемы авторами предложена технология автоматизированного проектирования перспективных посевных комплексов, которая [1 – 3]:

1) одновременно учитывает:

- представление комплекса задач проектирования технологических агрокомплексов (автоматизированного выбора структурной схемы посевного комплекса, типовых узлов и механизмов, а также конструкторской разработки оригинальных узлов и компоновка всех узлов комплекса) в виде единой системы с использованием теории сложных систем и наличие единой информационной базы,

- комплексное оценивание (с экономических и технологических позиций) конструкторских решений;

2) обеспечивает:

- повышение интеллектуализации обработки информации в области проводимых исследований;

- значительное снижение сроков и затрат на проектирование посевных комплексов;

- резкое уменьшение количества ошибок проектировщиков и их устранение на ранних этапах проектирования, обеспечение технологичности – удобства и легкости реализации процесса функционирования отдельных узлов и всего комплекса в целом.

Настоящая работа посвящена вопросам реализации стадии конструкторской разработки перспективного образца сеялки для зерновых культур.

При разработке конструкции авторами были использованы 2D- и 3D-чертежные системы (AutoCAD и КОМПАС). Механические расчеты для данных узлов комплекса были выполнены в соответствии с ГОСТ 26711–89 [4]. При этом авторы использовали систему MathCad, позволяющую автоматизировать процедуру их реализации.

В соответствии с разработанной конструкторской документацией сеялки в ООО «ЕРУСЛАН» изготовлен опытный образец, фото которой представлено на рис. 1.



Рис. 1. Изображение опытного образца сеялки для зерновых культур

Опытные испытания сеялки, проведенные на полях Ростовской области, в Шолоховском районе на землях ЗАО «Борец» показали высокую эффективность предложенной конструкции посевного комплекса.

Список использованных источников

1. **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. – С. 75 – 83.
2. **Немтинов, К. В.** Автоматизация процесса выбора узла сельскохозяйственной техники комплексов / К. В. Немтинов, А. К. Ерусланов, А. Н. Зазуля // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2014. – № 10. – С. 9 – 15.
3. **Немтинов, К. В.** Применение теории сложных систем при проектировании технологических комплексов / К. В. Немтинов // Управление большими системами : материалы X Всерос. школы-конф., 5 – 7 июля 2013 года, г. Уфа. Том 1 / Уфим. гос. авиац. ун-т. – Уфа : УГАТУ, 2013. – С. 267 – 270.
4. **ГОСТ 26711–89.** Сеялки тракторные. Общие технические требования. – URL : https://standartgost.ru/b/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_26711-89 (дата обращения: 15.10.2014).
5. **Автоматизированная** информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов. Ч. 2: Структура и функционирование системы (ч. 1 см. в ИТПП № 4, 2009 г.) / С. Я. Егоров, В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов и др. // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2010. – № 1. – С. 33 – 39.
6. **Немтинов, К. В.** Конструирование и расчет посевного комплекса для мелких зерновых культур / К. В. Немтинов, А. К. Ерусланов, А. Н. Зазуля // Вестник АПК Ставрополья. – 2015. – № 1. – С. 50 – 55.
7. **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.
8. **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.
9. **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.
10. **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.
11. **О подходе** комплексного использования информационных технологий для исследования химико-технологических объектов / В. А. Немтинов, Ю. В. Немтинова, А. А. Пчелинцева, А. М. Манаенков // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2013. – № 5(107). – С. 28 – 33.

УДК 65.012.2

Егоров С. Я., Баранова А. Э.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630706, e-mail: egorovsy@yandex.ru)

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ТЕХНОЛОГА
ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС
СПОСОБОМ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

Egorov S. Ya., Baranova A. E.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630706, e-mail: egorovsy@yandex.ru)

**DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED WORK PLACE OF A TECHNOLOGY
OF PRODUCTION OF PLASTIC PRODUCTS
BY METHOD OF CASTING UNDER PRESSURE**

Аннотация. Рассматриваются задачи, являющиеся базовыми при разработке автоматизированного рабочего места технолога производства выпуска продукции изделий из пластмасс.

Ключевые слова: выпуск продукции, планирование, автоматизация, термопластавтоматы, литье под давлением.

Abstract. The tasks that are basic in the development of an automated workplace of a production technologist manufacturing plastic products are considered.

Keywords: production, planning, automation, injection molding machines, injection molding.

Литье пластмасс под давлением – это технологический процесс изготовления изделий, при котором жидкий пластик впрыскивается под давлением в металлическую пресс форму, равномерно распределяется по ней и застывает. Это самый распространенный метод крупносерийного изготовления пластиковых изделий. Процесс литья под давлением требует сложного оборудования и серьезной технической подготовки. Однако под контролем опытных специалистов затраты оправдывают себя, и на выходе получается изделие отличного качества.

Методом литья под давлением производится более трети от общего объема изделий из полимерных материалов. В связи с высокой производительностью и относительно высокой стоимостью оснастки в основном применяется при крупносерийном и массовом производстве изделий из пластмасс. Сырье для литья представляет собой гранулы термопластов, термоэластопластов и термореактивные порошки, обладающих широким диапазоном механических и физических свойств. Термопластичные материалы сохраняют способность к повторной переработке после формования, а термореактивные при переработке претерпевают необратимые химические изменения, приводящие к образованию неплавкого и нерастворимого материала.

В процессе литья специально подготовленный материал поступает в зону шнека машины, где плавится и гомогенизируется, а затем под высоким давлением впрыскивается в пресс-форму через литниковые каналы, заполняя с высокой скоростью ее полость, а затем, остывая, образует отливку. Отверждение материала происходит сначала у холодных стенок полости формы, а затем распространяется вглубь тела отливки. Литье пластмасс под давлением осуществляется на специальных инжекционно-литьевых машинах – термопластавтоматах (ТПА).

Целью работы является разработка автоматизированного рабочего места оператора (технолога) промышленного участка по производству изделий из литья.

На рисунке 1 представлены наиболее часто используемые ТПА на участке для литья пластмасс под давлением, а в табл. 1 их характеристики.



Рис. 1. Примеры расположения термопластавтоматов на участке цеха

1. Технические характеристики ТПА

Усилие запирания, т	Максимальная скорость впрыска, см ³	Вес впрыска, г
1000	5036	4583
850	4006	3645
650	3009	2738
550	2412	2152
350	1347	1226
250	653	583
180	432	400

Рассмотрим наиболее часто решаемые задачи при планировании производства изделий из пластмасс [1].

Задача 1. Определение минимального времени выполнения производственного задания на имеющемся оборудовании.

Задача 2. Определение оптимальной загрузки оборудования по критерию максимальной стоимости произведенной продукции за указанное время.

Задача 3. Планирование и оптимизация производства по критерию минимизации *дисперсии ресурсных изменений* или критерию – *суммы квадратов потребностей в ресурсах*. Выбор критерия определяется типом решаемой задачи и наличием производственных ресурсов.

Так критерий *дисперсии ресурсных изменений* [2] используется в производствах с параболическим распределением потребляемых ресурсов, а критерий *суммы квадратов потребностей в ресурсах* – при фиксированном потреблении ресурсов.

Задача 4. Наглядное представление полученных результатов в виде схем, диаграмм и графиков.

Решение перечисленных выше задач позволит: сократить время выполнения производственного задания; оптимизировать использование производственных ресурсов и повысить эффективность работы используемого оборудования.

Конечным продуктом действия системы является выявление и мобилизация резервов времени и материальных ресурсов, скрытых в нерациональной организации производственных процессов.

Использование разработанной системы даст возможность спланировать производство, найти оптимальные сроки выполнения производственной программы, при ограниченных производственных ресурсах, а также осуществлять оперативный контроль в процессе производства.

Список использованных источников

1. **Кудрявцев, Е. М.** Методы сетевого планирования и управления проектом [Электронный ресурс] / Е. М. Кудрявцев. – М. : ДМК Пресс, 2008. – 238 с. – Режим доступа : http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid = 25&pl1_id = 1211
2. **Управление** качеством продукции машиностроения [Электронный ресурс] / М. М. Кане, А. Г. Суслов О. А. Горниленко, Б. В. Иванов. – Лань. 2010. – 416 с. – Режим доступа : http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid = 25&pl1_id = 764

УДК 65.012.2

Егоров С. Я., Сеницын П. В., Ковалев Д. С.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630706, e-mail: egorovsy@yandex.ru)

МЕТОДИКА ВЫБОРА СХЕМНОГО РЕШЕНИЯ ОБВЯЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА

Egorov S. Ya., Sinitsyn P. V., Kovalev D. S.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630706, e-mail: egorovsy@yandex.ru)

THE METHOD OF SELECTING A SCHEME SOLUTION OF THE BINDING OF THE EQUIPMENT OF THE AUTOMATED INDIVIDUAL THERMAL ITEM

Аннотация. Описана методика, предназначенная для выбора схемного решения обвязки оборудования автоматизированного индивидуального теплового пункта, его типоразмера с выбором оборудования, позволяющая создавать интеллектуальные системы их автоматизированного проектирования.

Ключевые слова: автоматизация, индивидуальный тепловой пункт, схема обвязки, оборудование.

Abstract. The methodology for choosing a circuit solution for strapping equipment of an automated individual heat station, its size with equipment selection, which allows creating intelligent systems for their automated design is described in the work.

Keywords: automation, individual heat point, strapping scheme, equipment.

Первоочередной задачей при проектировании тепловых сетей, а также их эксплуатации остается оптимизация надежности, экономичности и эффективности.

В соответствии с этой задачей был разработан оптимальный график регулирования температуры теплоносителя в отопительный сезон, как наиболее экономически выгодный:

- в обратных трубопроводах для отопительных систем – 70 °С;
- в подающих трубопроводах, идущих от крупных котельных и ТЭЦ – до 150 °С.

Для реализации на практике данного графика, была разработана и принята как основная, так называемая зависимая схема подключения. Система отопления подключалась к тепловым сетям, температура теплоносителя регулировалась с помощью элеваторного смешения. Безусловными плюсами данной схемы являлись простота и минимальные затраты при монтаже и обслуживании. К минусам схемы относятся большой расход топливных ресурсов, а также невозможность автоматизации поддержания температуры теплоносителя в зависимости от внешних факторов, таких как температура окружающей среды, теплотери у конечных потребителей.

В связи со стремлением к экономии дорожающих топливных ресурсов было законодательно принято решение в середине 90-х годов на постепенный переход на местное

качественно-количественное регулирование отопительной нагрузки. Экономия достигалась в том числе благодаря автоматизации поддержания температуры теплоносителя с помощью автоматических регуляторов и насосов смешения. Работа на более современном и автоматизированном оборудовании требовало меньших трудозатрат, а соответственно экономия достигалась за счет сокращения числа обслуживающего персонала. Конечному потребителю с приходом новой схемы отопления стало более комфортно, так как пропала необходимость самостоятельно регулировать температуру в помещении в зависимости от температуры окружающей среды.

Подключение системы горячего водоснабжения происходило по двум принципиально разным схемам:

- открытая – простая схема с минимальными затратами при монтаже и эксплуатации;
- закрытая – схема более сложная, дорогостоящая, но обеспечивающая более комфортабельную подачу, большую гидравлическую стабильность.

Ниже приведен анализ процесса проектирования тепловых пунктов. Для выбора технологической схемы конкретного теплового пункта необходимо анализировать множество факторов, таких как:

- тепловая нагрузка на отопление и горячее водоснабжение подключаемых систем теплоснабжения;
- схема подключения и распределения теплоносителя по тепловым сетям к конечным потребителям;
- гидравлические сопротивления, повороты, разветвления, сужения трубопровода на участках теплоснабжающих систем;
- гидравлический режим тепловой сети в точке присоединения теплового пункта;
- способ прокладки труб от тепловой сети до теплового пункта, от теплового пункта до конечного потребителя;
- тепловые потери при транспортировке теплоносителя, теплоизоляция труб.

В результате анализа вышеперечисленных факторов, а также в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документации на разработку тепловых сетей и тепловых пунктов, был составлен алгоритм выбора схемы конкретного теплового пункта (рис. 1), где:

- P_1, P_2 – давление подаваемого теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе теплосети;
- $P_{ст}^{TC}$ – статическое давление теплосети;
- $h_{зд}$ – высота присоединяемого здания теплоснабжения;
- $Q_{ГВС}, Q_{от}$ – расчетная нагрузка на отопление и горячее водоснабжение подключаемого потребителя.

Из приведенной ниже блок-схемы видно, что в зависимости от типа подключения горячего водоснабжения, а также от заданных и расчетных значений $P_1, P_2, P_{ст}^{TC}, h_{зд}, Q_{ГВС}, Q_{от}$ можно определить принципиальную схему и определить какое конкретно оборудование необходимо включить в состав автоматизированного теплового пункта.

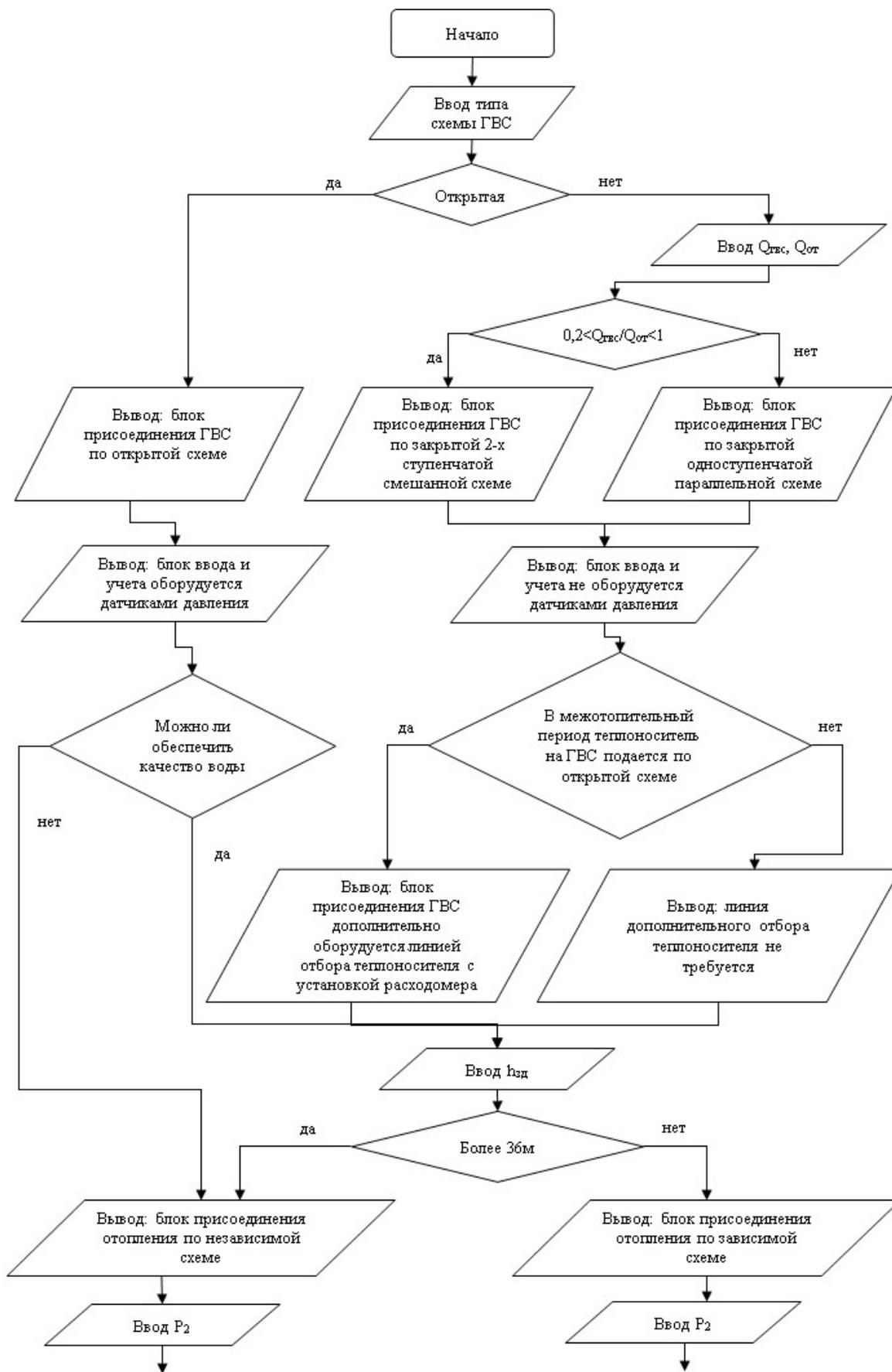


Рис. 1. Блок-схема алгоритма выбора схемы автоматизированного теплового пункта (начало)

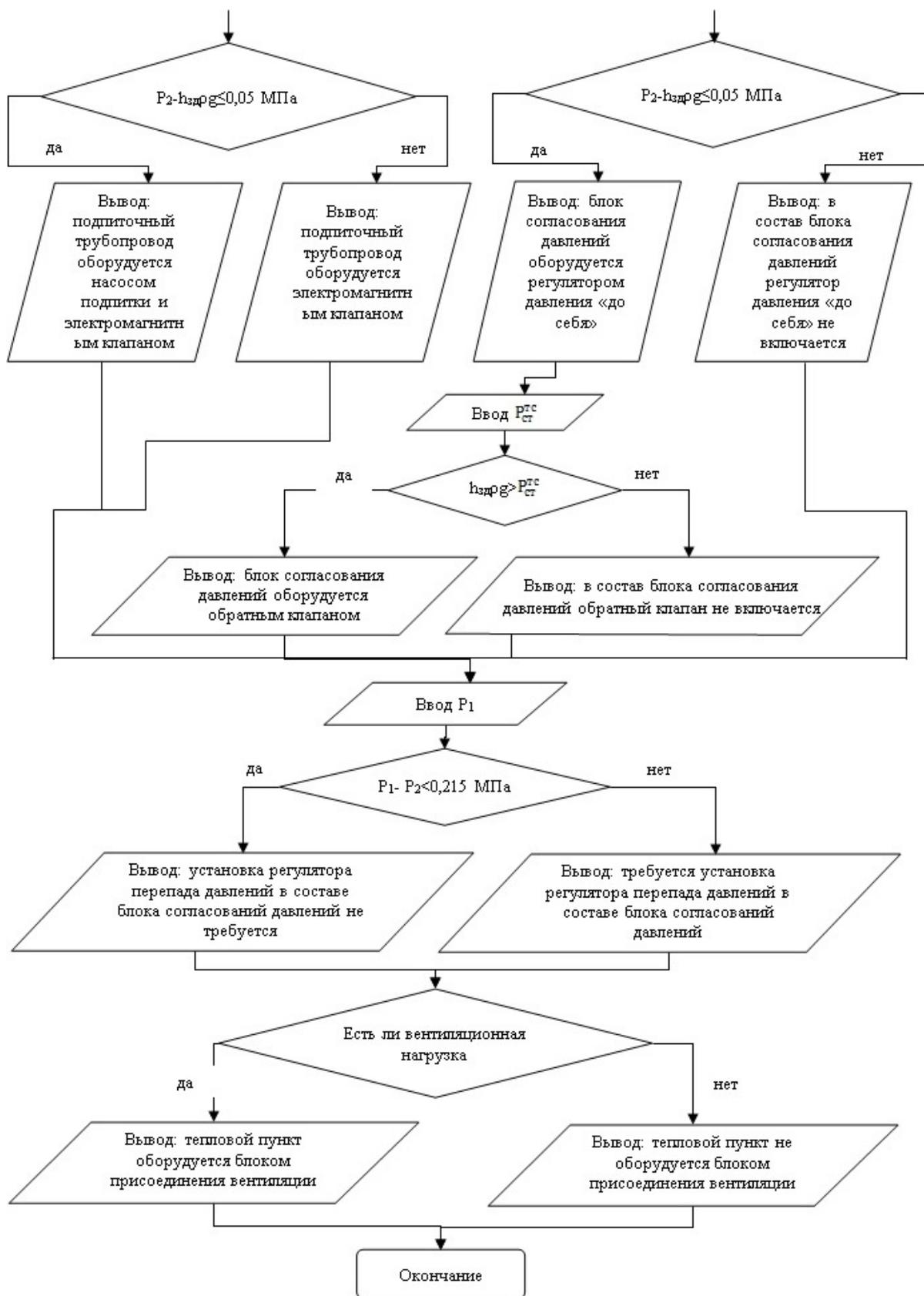


Рис. 1. Блок-схема алгоритма выбора схемы автоматизированного теплового пункта (окончание)

Заключение. Предложенная методика выбора схемного решения обвязки оборудования автоматизированного индивидуального теплового пункта является первым этапом создания автоматизированного рабочего места проектировщика тепловых пунктов. Работа в этом направлении ведется на кафедре «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении». Создание системы позволит сократить время разработки проектов тепловых пунктов, снизить стоимость проектирования и повысить качество.

Список использованных источников

1. **Бурцев, В. В.** Энергосбережение как необходимый элемент энергоэффективного теплообеспечения / В. В. Бурцев, А. С. Басин, Н. М. Байтингер // Энергетика: экология, надежность, безопасность : материалы докл. девятой всерос. науч.-техн. конф. – Томск : Изд-во ТУ, 2013.
2. **Фаликов, В. С.** Энергосбережение в системах теплоснабжения зданий / В. С. Фаликов. – ГУП «ВИМИ», 2011. – 164 с.
3. **Ливчак, В. И.** За оптимальное сочетание автоматизации регулирования и учета / В. И. Ливчак. – АВОК, 2014.
4. **Бурцев, В. В.** Современные автоматизированные системы отопления / В. В. Бурцев // Отопление. Водоснабжение. Вентиляция. – 2013.
5. **Чистович, С. А.** Автоматическое регулирование расхода тепла в системах теплоснабжения и отопления / С. А. Чистович. – Л. : Стройиздат, 2015. – 160 с.
6. **Глухов, С. В.** Исследование эффективности использования тепловой энергии промышленными и бытовыми потребителями с внедрением ИТП / С. В. Глухов. – М., 2010.

УДК 004.9

Мокрозуб В. Г., Фарахшина И. В., Калистратов М. С.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

**ПУТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЫБОРА ТИПОВ АППАРАТОВ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МНОГОАССОРТИМЕНТНЫХ
ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Mokrozub V. G., Farahshina I. V., Kalistratov M. S.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

**WAYS TO SOLVE THE PROBLEM OF SELECTING THE TYPES OF DEVICES
IN THE DESIGN OF MULTI-ASSORTMENT CHEMICAL PRODUCTION**

Аннотация. Предложена постановка задачи выбора типов аппаратов химико-технологических систем многоассортиментных химических производств. Рассмотрена онтология выбора технологических аппаратов в зависимости от свойств обрабатываемых веществ.

Ключевые слова: химические производства, выбор оборудования, онтология.

Abstract. The problem statement of the choice of types of devices of chemical-technological systems of multiassortment chemical productions is offered. The ontology of the choice of technological devices depending on properties of the processed substances is considered.

Keywords: chemical production, equipment selection, ontology.

Многоассортиментные химические производства (МХП), такие как производство лаков, красителей, химических реактивов, достаточно широко распространены в настоящее время. Они прямо или косвенно влияют на качество продукции автомобильной, текстильной, строительной и других отраслей промышленности. Для МХП характерны многостадийность и периодичность производства, использование различных видов типового оборудования, например, емкостных аппаратов с перемешивающим устройством, сушилок, фильтров, выпарных аппаратов и др.

Процесс проектирования химико-технологических систем (ХТС) МХП включает в себя множество стадий среди которых: выбор типов аппаратов ХТС, определение размеров аппаратов на каждой стадии, размещение аппаратов и трассировка трубопроводов в производственном помещении. Несмотря на обилие публикаций, посвященных проектированию МХП [1, 2, 7], отсутствуют публикации по автоматизации выбора типов аппаратов для каждой стадии ХТС. Как правило, считается, что типы аппаратов ХТС определяются на предпроектных этапах и к моменту разработки проекта известны. Такой подход снижает возможность получения оптимального проектного решения МХП.

Ниже представлена постановка задачи выбора типа аппаратов МХП и намечены пути ее решения.

Обозначим:

DA – множество существующих типов аппаратов химической промышленности (домен аппаратов);

$TAS_i \subset DA, i = \overline{1, I}$ – множество типов аппаратов, позволяющих реализовать технологический процесс i -й стадии (допустимые типы аппаратов), I – число стадий ХТС;

$TAS_i = \{tas_{ij}\}, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J_i}$, tas_{ij} – возможный тип аппарата на стадии i ; j – номер возможного типа аппарата; J_i – число возможных типов аппаратов на стадии i ;

$TA = \{TAS_i\}, i = \overline{1, I}, TA \subset DA$ – множество допустимых типов аппаратов на всех стадиях ХТС;

$S_i = \{s_{ik}\}, i = \overline{1, I}, k = \overline{1, K_i}$ – множество свойств, характеризующих i -ю стадию, например, тип процесса (диазотирование, нитрование, сушка, выпарка и др.), свойства обрабатываемых веществ (плотность, вязкость, склонность к образованию осадка и др.), параметры процесса (температура, давление и др.);

$SV = \{S_i\}, i = \overline{1, I}$ – множество свойств всех стадий ХТС.

Оптимизационная задача выбора типов аппаратов ХТС МХП ставится следующим образом. Для заданного множества свойств стадий ХТС SV надо найти такое множество типов аппаратов на каждой стадии $TA^* = \{ta_i^*\}, i = \overline{1, I}$, которое доставляет экстремум выбранному критерию KR :

$$KR(TA^*) = \text{extr}(KR(TA)),$$

при ограничениях $TA^* \in TA, ta_i^* \in TAS_i$.

В качестве критерия оптимизации в подобных задачах применяют приведенные затраты как сумму капитальных и эксплуатационных затрат. Но на стадии определения типов аппаратов рассчитать приведенные затраты невозможно, так как неизвестны размеры аппаратов и нет данных для расчета эксплуатационных расходов. В этом случае оценить решение можно косвенно по экспертным или иным оценкам.

Введем показатели эффективности для каждого допустимого аппарата на стадии $ETA = \{eta_{ij}\}, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J_i}$. Задача выбора типов аппаратов разбивается на две подзадачи:

– определение допустимых типов аппаратов для каждой стадии $TAS_i = \{tas_{ij}\}, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J_i}$;

– выбор из множества допустимых аппаратов каждой стадии одного наиболее эффективного аппарата в соответствии с введенными показателями эффективности.

Одним из способов автоматизации поддержки принятия решений при определении типа аппарата химических производств в зависимости от свойств обрабатываемых веществ является использование онтологии предметной области [1, 2].

Формально онтология определяется как $O = \langle X, R, F \rangle$, где X – конечное множество понятий предметной области; R – конечное множество отношений между понятиями; F – конечное множество функций интерпретации.

Данное описание является слишком общим и не может быть использовано для создания программного обеспечения онтологии.

Ниже рассматривается структура онтологии, предназначенной для определения типа аппарата химических производств в зависимости от свойств обрабатываемых веществ, которую можно использовать для создания программного и информационного обеспечения онтологии.

Формально онтология, предназначенная для определения типа аппарата химических производств в зависимости от свойств обрабатываемых веществ, определяется как $OP = \langle P, T, G \rangle$, где P – таксономия (дерево) аппаратов (выпарной, сушилка); T – таксономия (дерево) свойств обрабатываемых веществ (вязкость, плотность); G – правила, связывающие вершины дерева аппаратов с вершинами дерева свойств обрабатываемых веществ (Если выпаривание сильно агрессивных и высококипящих продуктов (например, растворов серной, соляной, фосфорной кислот, растворов мирабилита, хлористого магния и др.), то аппарат – барботажный выпарной аппарат).

Таксономия аппаратов, $P = (PV, PR)$, $PV = \{pv_i, i = 0..I\}$ – множество типов и подтипов аппаратов, $PR = \{pr_{km}, k \in 1..I, m \in 1..I, k \neq m\}$ – связи типа класс–подкласс, например «выпарной аппарат – барботажный выпарной аппарат», пример таксономии аппаратов в виде графа представлен на рис. 1.

Таксономия свойств сырья $T = (TV, TR)$, $TV = \{tv_j, j = 0..J\}$ – множество свойств обрабатываемых веществ, $TR = \{tr_{km}, k \in 1..J, m \in 1..J, k \neq m\}$ – связи типа класс–подкласс, например «кипящий–высококипящий – 150...170 °С», пример таксономии свойств в виде графа представлен на рис. 2.

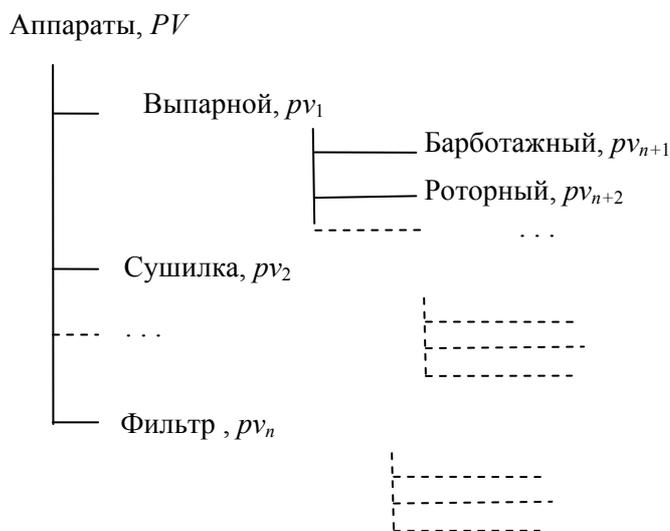


Рис. 1. Таксономия аппаратов

Свойства обрабатываемых веществ, TV

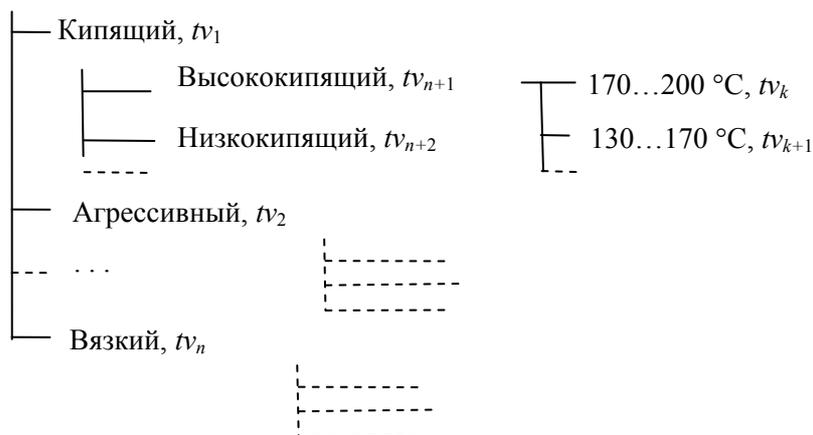


Рис. 2. Пример свойств обрабатываемых веществ

Гиперграф $G = (GPT, GR)$ связей вершин $PV = \{pv_i, i = 0..I\}$ дерева аппаратов с вершинами $TV = \{tv_j, j = 0..J\}$ дерева свойств обрабатываемых продуктов, $GPT \subset RV \cup RT$ – множество вершин гиперграфа, $GR = \{gr_k, k = 1..K\}$ – множество ребер гиперграфа, $gr_k(Y_k)$ – k -е ребро гиперграфа, Y_k – множество вершин инцидентных k -му ребру гиперграфа, $Y_k \subset GRT, Y_k = \{pv_l, TV1\}, pv_l \in PV$ – вершина дерева аппаратов, $TV1 \subset TV$ – множество вершин из дерева свойств обрабатываемых продуктов, $TV1 = \{tv_c, c \subset J\}$.

Аппараты, PV

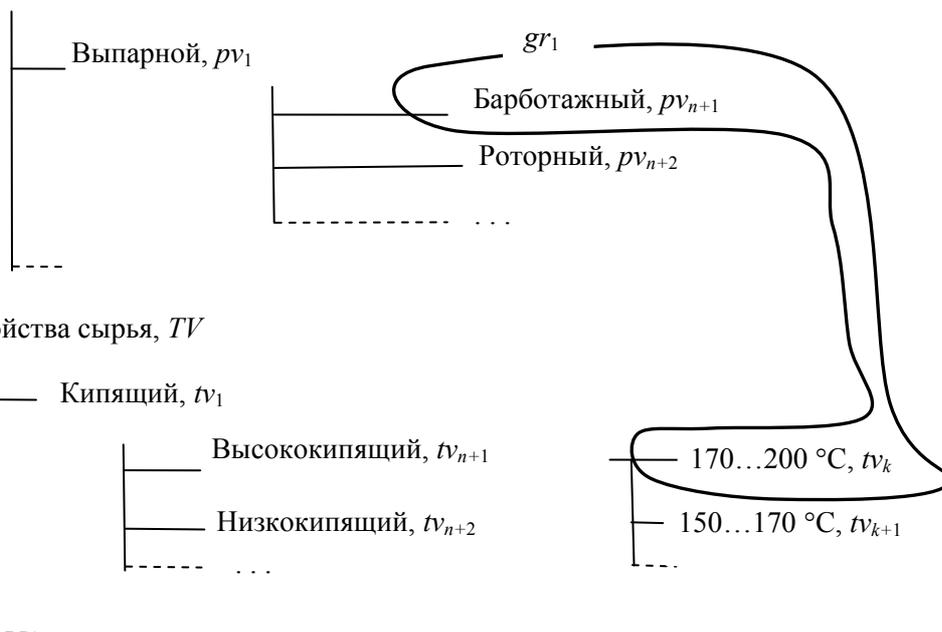


Рис. 3. Графическая интерпретация правила вида «Если ... то ...»

Ребро гиперграфа представляет собой правило (продукцию), вида «Если ..., то», которая формально запишется как $\exists \bigcap_{c \in J1 \subset J} tv_c \Rightarrow ov_l$ [3 – 5]. Графическая интерпретация правила (гиперребра) «Если выпаривание высококипящих продуктов, то аппарат – барботажный выпарной аппарат» представлена на рис. 3.

Представленное формальное описание является основой для разработки программного обеспечения создаваемой с участием авторов интеллектуальной автоматизированной системы проектирования химических производств [6, 7].

Список использованных источников

1. **Мокрозуб, В. Г.** Интеллектуализация механических расчетов в виртуальном кабинете «Конструирование технологического оборудования» / В. Г. Мокрозуб // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2014. – № 2. – С. 34 – 40.
2. **Мокрозуб, В. Г.** Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования : учебное пособие / В. Г. Мокрозуб. – Тамбов : Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.
3. **Применение** гиперграфов и реляционной базы данных для описания структуры радиотехнических систем / В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов, С. Я. Егоров, С. В. Морозов // Успехи современной радиоэлектроники. – 2009. – № 11. – С 37 – 41.
4. **Применение** n-ориентированных гиперграфов и реляционных баз данных для структурного и параметрического синтеза технических систем / В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов, А. С. Мордвин, А. А. Илясов // Прикладная информатика. – 2010. – № 4(28). – С. 115 – 122.
5. **Мокрозуб, В. Г.** Графовые структуры и реляционные базы данных в автоматизированных интеллектуальных информационных системах / В. Г. Мокрозуб. – М. : Издательский дом Спектр, 2011. – 108 с.
6. **Мокрозуб, В. Г.** Функциональная и процедурная модели проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб // Программные системы и вычислительные методы. – 2014. – № 4. – С. 418 – 430.
7. **Мокрозуб, В. Г.** Методологические основы построения автоматизированной информационной системы проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, М. П. Мариковская, В. Е. Красильников // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – Т. 27, № 1.2. – С. 259 – 262.

УДК 004.9

Солопов Д. А., Пыкин И. С., Попов А. В.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТАМПОВ ВЫРУБКИ И ПРОБИВКИ

Solopov D. A., Pykin I. S., Popov A. V.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

INTELLIGENT DIE CUTTING AND PUNCHING DESIGN SYSTEM

Аннотация. Описывается дерево для определения элементов штампа и правила, позволяющие выбирать элементы дерева в зависимости от выпуска изделий за смену.

Ключевые слова: штамп вырубки и пробивки, автоматизированное проектирование, искусственный интеллект.

Abstract. Describes the tree to define the elements of the stamp and the rules that allow you to select the elements of the tree, depending on the release of products per shift.

Keywords: stamp cutting and punching, computer-aided design, artificial intelligence.

Интеллектуальная система проектирования штампа вырубки и пробивки для холодной листовой штамповки базируется на дереве (рис. 1), которое описывает все возможные виды штампов и их элементов. Поиск соответствующих элементов осуществляется с помощью правил, позволяющих выбирать нужный элемент, определять его применимость по качеству стали, степени закалки, габаритным размерам.

Различаются следующие типы производства:

- крупносерийное;
- серийное;
- мелкосерийное;
- единичное.

Примеры правил определения типа производства и типа штампа:

- если ориентировочный выпуск изделий за смену больше 50 001 штук, то производство массовое;
- если ориентировочный выпуск изделий за смену от 5001 до 50 000 штук, то производство крупносерийное;
- если ориентировочный выпуск изделий за смену от 501 до 5000 штук, то производство среднесерийное;
- если ориентировочный выпуск изделий за смену от 101 до 500 штук, то производство мелкосерийное;
- если ориентировочный выпуск изделий за смену от 0 до 100 штук, то производство единичное;

- если производство массовое, то штамп комбинированный многооперационный;
- если производство крупносерийное, то штамп автомат;
- если производство среднесерийное, то штамп полуавтомат;
- если производство мелкосерийное, то штамп упрощенный;
- если производство единичное, то штамп простой;
- если производство серийное, и штамп комбинированный многооперационный, то автоматическая подача заготовок;
- если производство крупносерийное, и штамп автомат, то механическая подача заготовок;
- если производство среднесерийное, и штамп полуавтомат, то полуавтоматическая подача заготовок;
- если производство мелкосерийное и штамп упрощенный, то штамп с ручной подачей заготовок;
- если производство единичное, и штамп простой, то штучная подача заготовок.

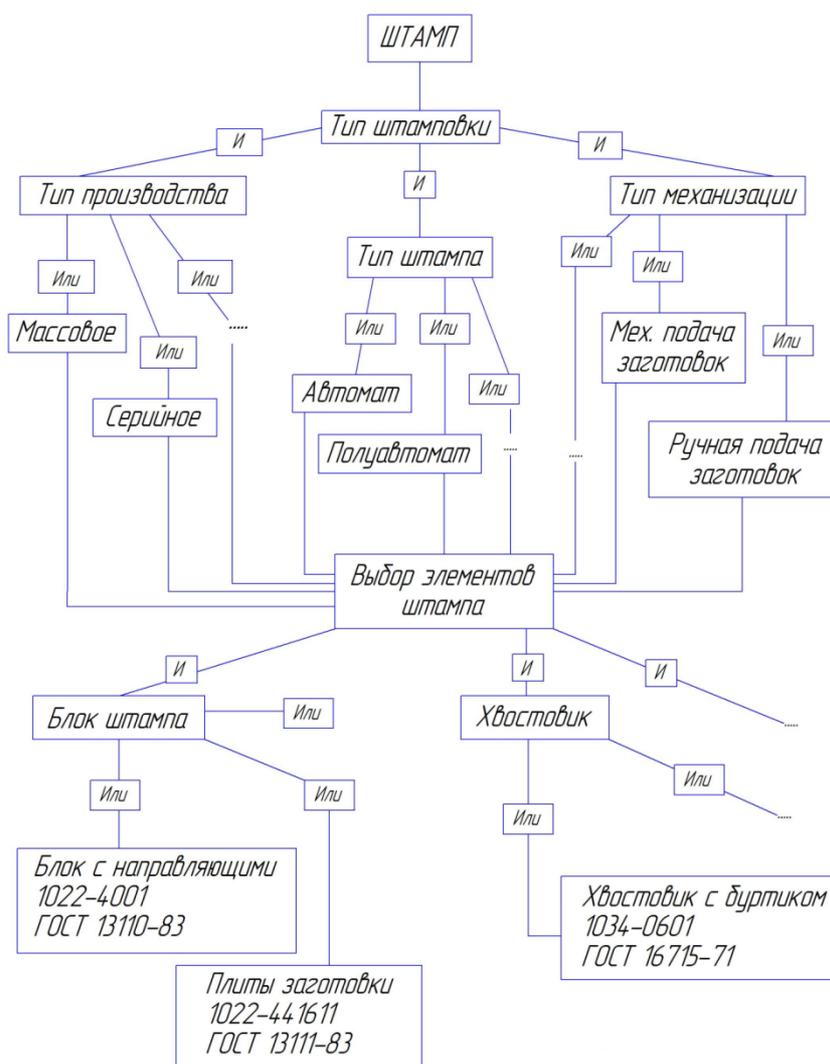


Рис. 1. Фрагмент дерева штампа

Описанное представление элементов штампа холодной штамповки используется при разработке системы автоматизированного проектирования технологического оборудования [1 – 5].

Работа выполнена под руководством проф. каф. КИСМ ТГТУ В. Г. Мокрозуба.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-013-00567/2019).

Список использованных источников

1. **Информационная** модель объекта сложной технической системы / В. А. Немтинов, В. Г. Мокрозуб, Ю. В. Немтинова, Е. С. Егоров // Радиотехника. – 2010. – № 12. – С. 41 – 43.
2. **Мокрозуб, В. Г.** Системный анализ процессов принятия решений при разработке технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, Е. Н. Малыгин, С. В. Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 364 – 373.
3. **Мокрозуб, В. Г.** Структура реляционной базы данных для хранения групповых спецификаций изделий с взаимозаменяемыми элементами / В. Г. Мокрозуб // Автоматизация. Современные технологии. – 2015. – № 3. – С. 30 – 35.
4. **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.
5. **Мокрозуб, В. Г.** Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования : учебное пособие / В. Г. Мокрозуб. – Тамбов : Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.

УДК 004.9

Попов А. В., Пыкин И. С., Левашов А. В.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ 3D-МОДЕЛИ
ТАРЕЛКИ КОЛОННОГО АППАРАТА**

Popov A. V., Pykin I. S., Levashov A. V.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

**AUTOMATION OF BUILDING A 3D-MODEL
OF THE COLUMN APPARATUS DISH**

Аннотация. Описывается модель позиционирования элементов колпачковой тарелки колонного аппарата.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, модель позиционирования, колонный аппарат.

Abstract. The model of positioning of elements of a cap plate of the column device is described.

Keywords: computer-aided design, positioning model, column apparatus.

Модель позиционирования элементов технологического оборудования предназначена для автоматического построения его 3D-модели. Для сопряжения колпачка, парового патрубка и шайбы, изображенных на рис. 1, необходимо выполнить следующие условия:

$$\begin{aligned} e2.p3 &= e4.p2, \\ e2.Os \odot e4.Os, \\ e2.gr \in e4.gr1, \\ e3.p3 &= e4.p1, \\ e3.Gr \in e4.Gr, \\ e2.p4 &= e4.p5, \\ e3.Os \odot e4.Os, \end{aligned}$$

где $e2.$ – элемент; $.D$ – параметр элемента; $.Gr$ – грань; $.Kr$ – кромка; $.Pv$ – поверхность; $.Os$ – ось; $=$ – равенство значений; \odot – соосность элементов; \in – касание граней, кромок или поверхностей.

Для сопряжения тарелки со сливным патрубком, изображенных на рис. 2 необходимо соблюдение следующих условий:

$e1.Sv.Os1 \odot Sv.Os1,$
 $e1.Sv.Os2 \odot Sv.Os2,$
 $e1.p12.e4 = e12.p4,$
 $e1.e12.p1 = e12.p1,$
 $e1.e12.Gr \in e12.Gr.$

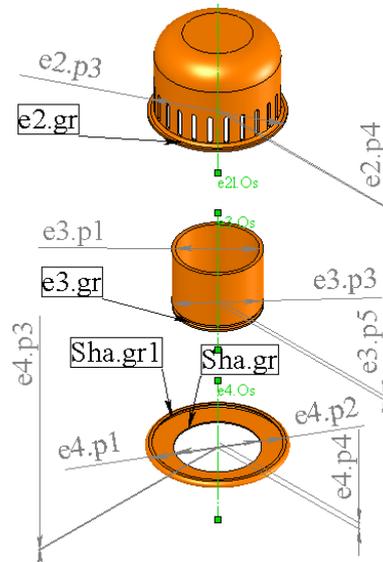


Рис. 1. Сопряжение колпачка, парового патрубка и шайбы

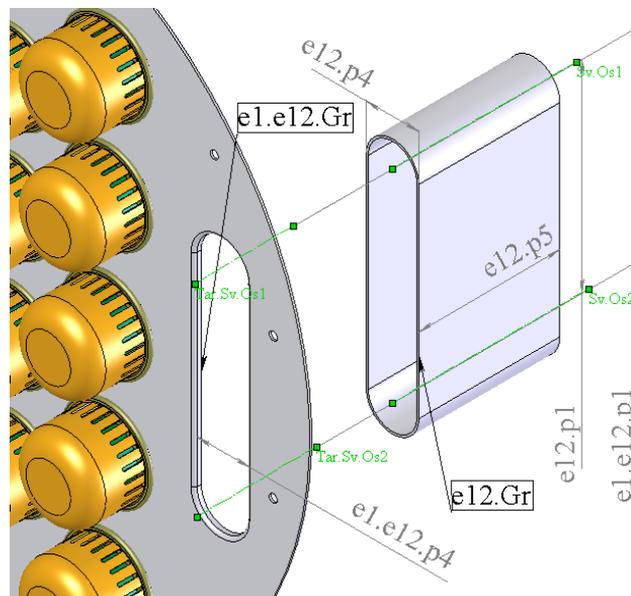


Рис. 2. Сопряжения тарелки со сливным патрубком

Представленная модель используется при разработке виртуального кабинета «Конструирование технологического оборудования» [1 – 8].

Работа выполнена под руководством проф. каф. КИСМ ТГТУ В. Г. Мокрозуба.

Список использованных источников

1. **Информационная** модель объекта сложной технической системы / В. А. Немтинов, В. Г. Мокрозуб, Ю. В. Немтинова, Е. С. Егоров // Радиотехника. – 2010. – № 12. – С. 41 – 43.
2. **Мокрозуб, В. Г.** Системный анализ процессов принятия решений при разработке технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, Е. Н. Малыгин, С. В. Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2017. – Т. 23, № 3. – С. 364 – 373.
3. **Мокрозуб, В. Г.** Функциональная и процедурная модели проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб // Программные системы и вычислительные методы. – 2014. – № 4. – С. 418 – 430.
4. **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.
5. **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.
6. **Мокрозуб, В. Г.** Методологические основы построения автоматизированной информационной системы проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, М. П. Мариковская, В. Е. Красильников // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – Т. 27, № 1-2. – С. 259 – 262.
7. **Автоматизированная** информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов. Часть 1. Аналитические и процедурные модели / С. Я. Егоров, В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов, И. В. Милованов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 4. – С. 3 – 11.
8. **Автоматизированная** информационная система подготовки производства машиностроительного предприятия / В. Г. Мокрозуб, А. Н. Поляков, А. И. Сердюк и др. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2012. – Т. 18, № 3. – С. 598 – 603.

УДК 004.9:681.3

Егоров С. Я., Салих Х. С.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630706, e-mail: egorovsy@yandex.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Egorov S. Ya., Salih H. S.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630706, e-mail: egorovsy@yandex.ru)

APPLICATION OF NETWORK PLANNING AND MANAGEMENT METHODS IN MOTOR TRANSPORT COMPANIES

Аннотация. Рассмотрены математические методы, наиболее часто используемые при планировании загрузки парка машин автотранспортного предприятия.

Ключевые слова: методы, планирование, управление.

Abstract. The mathematical methods that are most often used when planning the loading of a fleet of vehicles of a motor transport enterprise are considered.

Keywords: methods, planning, management.

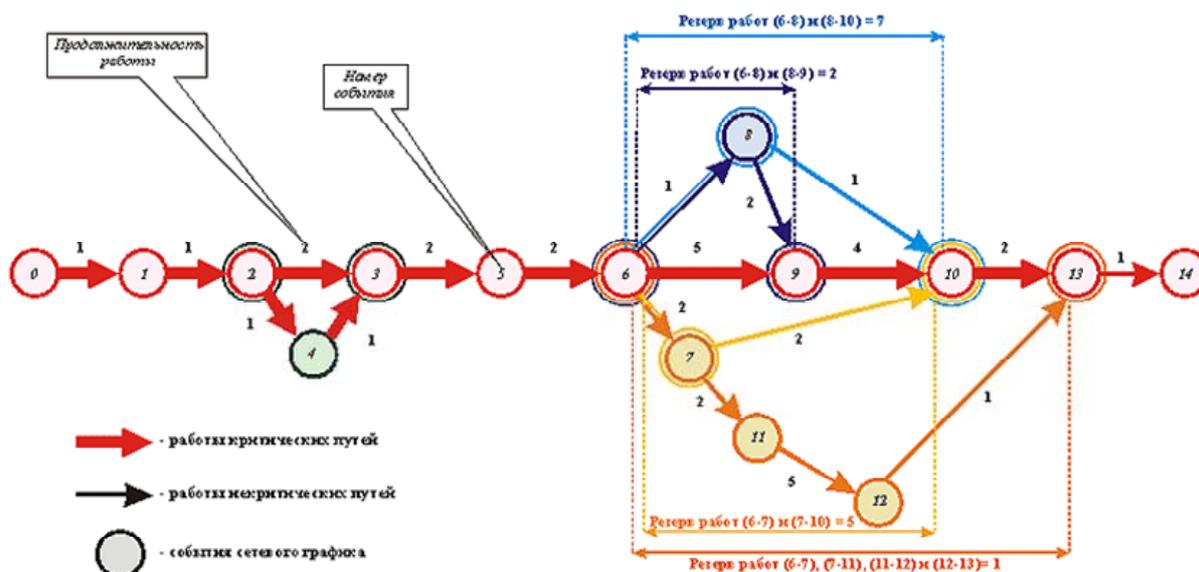
При разработке планов строительных (в том числе и дорожно-строительных) работ проводятся достаточно объемные расчеты, направленные на отыскание лучших вариантов загрузки участвующих в строительстве организаций при наиболее эффективном использовании производственной мощности и выделенных ресурсов. Для решения этих задач используются математические методы линейного, нелинейного и динамического программирования [1].

Используя методы линейного и динамического программирования [2], можно найти варианты плановых решений, которые отвечают общим признакам оптимальности. Однако, при наличии большого количества взаимосвязанных факторов решить эту задачу в требуемые сроки можно в большинстве случаев только с использованием программно-инструментальных средств построения сетевых графиков, использование которых открывает возможность не только получать в кратчайший срок оптимальные плановые решения, но и систематически корректировать их в процессе строительства с учетом конкретной обстановки на объектах.

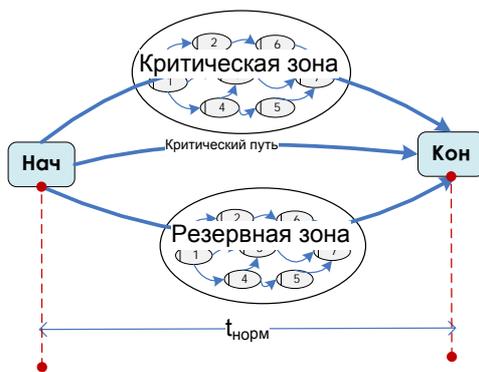
Наибольшее практическое применение в строительстве находит теория графов [3, 4], методы которой заключаются в решении задач поиска путей и потоков, которые необходимы для построения рациональных сетевых планов производственной деятельности.

При этом формально каждая дуга (a, b) графа G параметризуется некоторым числом $d(a, b)$, которое называется длиной дуги, хотя может интерпретироваться в виде

расходов, веса и др. В случае отсутствия дуги (a, b) , полагается, что $d(a, b) = 0$. При этом для любых вершин графа a и b могут иметь место различные пути из a в b . Задача состоит среди всех возможных путей найти кратчайший путь, для которого сумма всех весов была минимальна. Для поиска таких путей наиболее известными являются алгоритмы Дейкстры, Флойда, Данцига и другие [5], которые используются в практических приложениях сетевого планирования и имеют программную поддержку в математических пакетах [6, 7].



а)



б)

Рис. 1. Модели сетевого планирования:

а – сетевой график работ; *б* – условно-отрицательные резервы

Стандартные методы сетевого планирования обычно предполагают расчет ранний и поздний срок совершения события, а также его резерв. Ранний срок свершения события определяется величиной наиболее длительного отрезка пути от исходного до рассматриваемого события, причем $t_p(1) = 0$, а $t_p(N) = t_{кр}(L)$; $t_p(j) = \max \{t_p(j) + (i, j)\}; j = 2, \dots, N$.

Поздний срок свершения события характеризует самый поздний допустимый срок, к которому должно совершиться событие, не вызывая при этом срыва срока свершения конечного события: $t_n(i) = \min\{t_n(i) - t(i, j)\}; j = 2, \dots, N - 1$. Этот показатель определяется «обратным ходом», начиная с завершающего события, с учетом соотношения $t_n(N) = tp(N)$.

В итоге, пользуясь сетевым графиком, можно в каждом конкретном случае установить критический путь, т.е. перечень процессов, от которых по созданным на строительном объекте условиям зависит продолжительность реализации работ. Сокращение сроков выполнения процессов, лежащих на критическом пути, является главной задачей руководства проекта. Процессы, не попавшие на критический путь, имеют определенный резерв времени, и сокращение сроков их выполнения не сказывается на общих сроках возведения объекта до тех пор, пока длительность пути, на который они попали, не сравняется с критическим. Это обстоятельство может быть использовано для оптимизации графика, т.е. сокращения общего срока реализации строительных работ за счет передачи процессам, попавшим на критический путь, части материально-технических ресурсов, ранее предназначенных для процессов, которые не попали на этот путь. Эти параметры и показатели являются основными при организации транспортных работ и соответствующего распределения транспортных машин по объектам.

В необходимых случаях для сокращения продолжительности критического пути требуется добавление тех или иных материально-технических ресурсов извне. Имеется также ряд других показателей [8 – 12], которые используются в практических приложениях.

Список использованных источников

1. **Таха, Хемди А.** Введение в исследование операций / Хемди А. Таха. – 7-е изд. ; пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с. : ил.
2. **Немтинов, В. А.** Оперативное управление выпуском продукции с использованием системы моделирования динамических процессов / В. А. Немтинов, Ю. В. Немтинова, Д. С. Русских // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2007. – № 2. – С. 372 – 378.
3. **Зыков, А. А.** Основы теории графов / А. А. Зыков. – М. : Наука, 1987. – 384 с.
4. **Харари, Ф.** Теория графов / Ф. Харари ; пер. с англ. и предисл. В. П. Козырева ; под ред. Г. П. Гаврилова. – 2-е изд. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 296 с.
5. **Майника, Э.** Алгоритмы оптимизации на сетях и графах / Э. Майника ; пер. с англ. – М. : Мир, 1981. – 323 с.
6. **Управление** качеством продукции машиностроения [Электронный ресурс] / М. М. Кане, А. Г. Суслов, О. А. Горниленко, Б. В. Иванов. – Лань. 2010. – 416 с. – Режим доступа : http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid = 25&pl1_id = 764
7. **Кудрявцев, Е. М.** Методы сетевого планирования и управления проектом [Электронный ресурс] / Е. М. Кудрявцев. – М. : ДМК Пресс, 2008 – 238 с. – Режим доступа : http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid = 25&pl1_id = 1211

8. **Имитационное** моделирование динамических процессов при управлении городским пассажирским транспортом / В. А. Немтинов, Н. В. Пеньшин, Ю. А. Донских и др. // Информационные технологии. – 2012. – № 4. – С. 75.

9. **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.

10. **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.

11. **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. – С. 487 – 492.

12. **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.

УДК 004.021

Немтинов В. А., Матрохин М. А., Крылов А. В., Храмцов В. В.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630706, e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)

МЕХАНИЗМ ПОДНЯТИЯ БАРАБАНА В УСТАНОВКЕ ПОКРЫТИЯ НАСЫПЬЮ

Nemtinov V. A., Matrokhin M. A., Krylov A. V., Khramtsov V. V.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630706, e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)

MECHANISM OF RAISING THE DRUM IN THE INSTALLATION OF BULK COATING

Аннотация. Рассмотрены преимущества электромеханических способов управления подъемом барабана установки покрытия насыпью. Предложена дополнительная мера предосторожности и дублирования контроля останова вращения привода.

Ключевые слова: установка покрытия насыпью, установка, датчики, гальванический барабан, привод, механизм, подъем.

Abstract. The advantages of Electromechanical methods for controlling the rise of the drum of the bulk coating installation are considered. An additional precautionary measure is proposed and the control of the drive rotation stop is duplicated.

Keywords: bulk coating installation, installation, sensor, galvanic drum, drive, mechanism, rise.

Установка покрытия насыпью совмещает в себе гальваническую ванну со встроенным вращающимся барабаном, вентиляцией, выдвижным лотком, блоком электрических нагревателей, датчиками температуры и уровня, электромонтажным коробом и механизмом поднятия барабана для выгрузки [1 – 4].

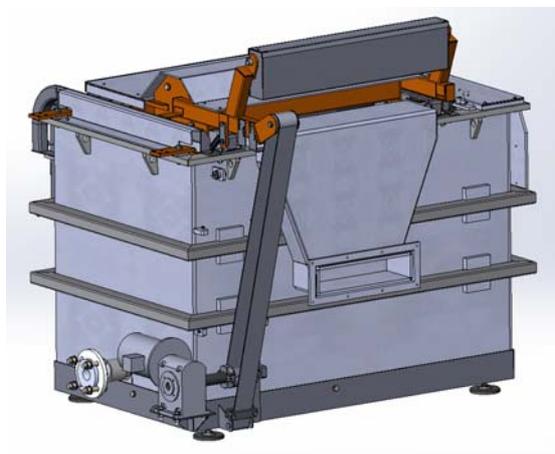


Рис. 1. Установка покрытия насыпью УПН

В век «механизации» и «автоматики» ручные механизмы уступают автоматическим, в том числе электрическим, пневматическим, гидравлическим [5 – 9].

Предложение изменения ручного подъема барабан, обуславливается в первую очередь быстротой и автоматизацией процесса, а также исключением физического труда при подъеме, довольно-таки не легкой конструкции, гальванического барабана с деталями. Что в свою очередь позволяет управлять установкой оператору не обладающим выдающимися физическими данными, например, женщине.

При использовании пневматической или гидравлической установок подъема необходимо учитывать дороговизну устройств, а также наличие компрессорных установок для пневматики, и масло-станций для гидравлики.

Принцип подъема барабана электроприводом заключается в процессе намотки ремня передачи на бобину по команде оператора, нажатием кнопки «подъем» на пульте стационарного блока, установленного на корпусе установки или отдельном шкафу управления.

При завершении процесса цинкования оператор нажав кнопку на пульте дает команду приводу поднять барабан, при этом не давая команды останавливать само вращение барабаны внутри установки, что дает деталям внутри барабана перемешиваясь стряхивать с себя капли раствора. По прошествии некоторого времени, приблизительно пары минут, оператор останавливает барабан в нависшем состоянии, для того чтобы подогнать лоток для выгрузки деталей.

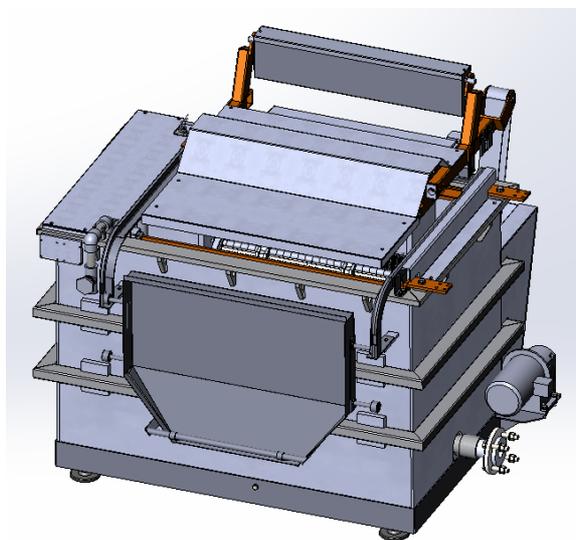


Рис. 2. Установка покрытия насыпью УПН. Вид спереди

На борту корпуса установки находится жесткозакрепленная металлическая рама барабана. Также для обеспечения равновесия барабана на раме установлен противовес. Это способствует меньшему натяжению ремня при удержании рамы и барабана в горизонтальном положении. Рама поднимает и опускает барабан при помощи натяжения и ослабления ремня, поэтому чтобы стенка ванны не деформировалась во внутрь установки, при превышении максимального натяжения ремня на бабину, нужно остановить

привод подъема. Помимо ручной остановки (нажатие кнопки на пульте управления), страховкой на этот случай служат два датчика «занятости позиций». Которые настроены на контакт с металлическими «флажками» на верхнюю и нижнюю «контрольные» точки. При прохождении сигнала, на замыкание пластины с датчиком, отдается команда на остановку вращения привода подъема.

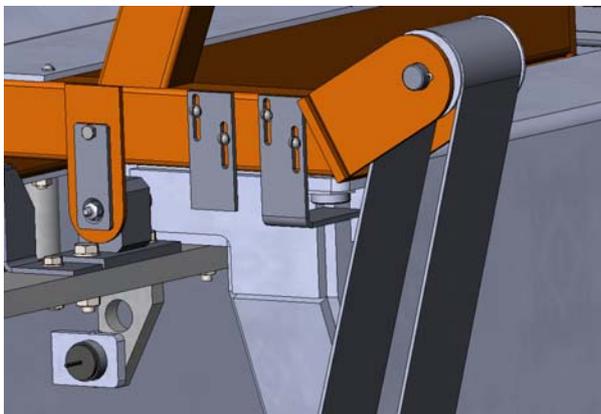


Рис. 3. Датчики и флажки остановки

Получив сигнал при пересечении металлического флажка и датчика привод останавливает натяжение и прекращается подъем барабана. В обратном порядке происходит опускание барабана. При достижении горизонтального положения рамы уловив сигнал от датчика привод подъема барабана прекращает вращение бабины и «размотки» ремня, в противном случае бабина начнет наматывать ремень в противоположную сторону, что приведет к дальнейшему подъему барабана.

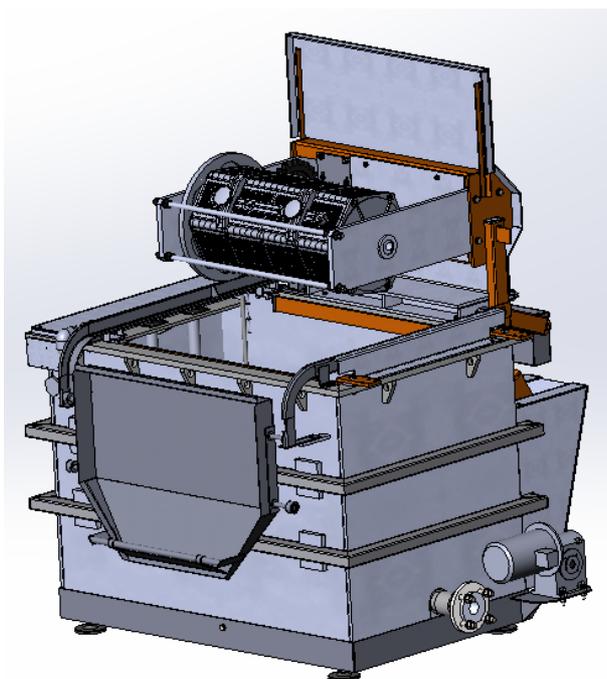


Рис. 4. Поднятый гальванический барабан установки покрытия насыпью

Заключение. В данной работе авторами был выполнен анализ проектного решения установки покрытия насыпью УПН. Классификации и приоритеты разных видов автоматизации. Предложен электромеханический способ, с помощью привода, подъема гальванического барабана. Рассмотрен вариант контроля и дублирования механизма остановки вращения привода подъема гальванического барабана при помощи датчиков.

Список использованных источников

1. **Лашинский, А. А.** Основы конструирования и расчета химической аппаратуры : справочник / А. А. Лашинский, А. Р. Толчинский. – Л. : Изд-во «Машиностроение», 1970. – 433 с.
2. **Ильин, В. А.** Цинкование, кадмирование, оловянирование и свинцевание / В. А. Ильин. – 5-е изд., перераб. и доп. – Л. : Изд-во «Машиностроение», 1983. – 87 с.
3. **Окулов, В. В.** Цинкование. Техника и технология / В. В. Окулов. – М. : Глобус, 2008. – 252 с.
4. **ГОСТ 12.3.002–2014 ССБТ.** Процессы производственные. Общие требования безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://allgosts.ru/13/100/gost_12.3.002-2014 (дата обращения: 03.11.2019).
5. **Гавриленко, В. А.** Зубчатые передачи в машиностроении / В. А. Гавриленко. – М. : Машгиз, 1962. – 96 с.
6. **Борисенко, А. Б.** Иерархия задач аппаратурного оформления технологических систем многоассортиментных химических производств / А. Б. Борисенко, С. В. Карпушкин // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2014. – № 3. – С. 113 – 123.
7. **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.
8. **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.
9. **Мокрозуб, В. Г.** Системный анализ процессов принятия решений при разработке технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, Е. Н. Малыгин, С. В. Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 364 – 373.
10. **Виртуальное** моделирование химико-технологических систем. Состояние проблемы : монография / В. А. Немтинов, С. В. Карпушкин, В. Г. Мокрозуб и др. – Тамбов : Издательский дом ТГУ им. Г. Р. Державина, 2010. – 236 с.
11. **Методы** и алгоритмы создания виртуальных моделей химико-технологических схем : монография / В. А. Немтинов, С. В. Карпушкин, В. Г. Мокрозуб и др. – Тамбов : Издательский дом ТГУ им. Г. Р. Державина, 2011. – 282 с.

Секция VI
СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ



УДК 514.182.7

Демышев Ю. В.,¹ Калмыков В. Н.,¹ Яковлева Е. С.²

¹ВМПИ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», Россия, Санкт-Петербург,

²Санкт-Петербургский государственный университет, Россия, Санкт-Петербург

(E-mail: 2305lena@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ OPENSCAD ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Demishev Yu. V.,¹ Kalmikov V. N.,¹ Yakovleva E. S.²

¹VMPI VUNC VMF “Navy-marine academy”, Russia, Saint-Petersburg,

²Saint-Petersburg State University, Russia, Saint-Petersburg

(E-mail: 2305lena@mail.ru)

USING THE FREEWARE TOOL OPENSCAD AT THE SOLVING DESCRIPTIVE GEOMETRY TASKS

Аннотация. В статье приведены сведения об имеющейся программе OpenSCAD на базе Unix-подобной операционной системы endless, которая может быть использована для изучения основ начертательной геометрии и способов работы с 3D-графикой. Приведен способ решения задачи начертательной геометрии по нахождению истинной величины сечения прямого кругового конуса плоскостью.

Ключевые слова: начертательная геометрия, 3D-моделирование, программные средства, операционная система, Unix, OpenSCAD.

Abstract. In the article the knowledges of existing software tool like OpenSCAD based on the Unix-similar operating system endless, which can be used for learning backgrounds of the descriptive geometry and ways for working with a 3D-graphics are considered. The way of the solving the task from descriptive geometry rely to finding true value of the intersection of the right round cone and some plane.

Keywords: descriptive geometry, 3D-modeling, program tools, operating system, Unix, OpenSCAD.

В черчении деталь любой формы можно представить как совокупность отдельных геометрических тел. Для выполнения комплексных чертежей необходимо усвоить методы проецирования отдельных геометрических тел, в частности тел вращения ограниченных кривыми поверхностями, а также точек и линий, расположенных на поверхности этих тел.

Каждая поверхность может быть задана и графически. Поверхность можно представить как совокупность всех последовательных положений некоторой перемещающейся в пространстве линии. Такое представление об образовании поверхностей позволяет назвать их кинематическими. Линию, производящую поверхность при своем движении, называют образующей. Образующая может быть кривой или прямой линией. Линия, по которой движется образующая, называется направляющей.

Коническая поверхность – поверхность, получаемая при перемещении прямой образующей AB по некоторой кривой MN , и проходящей во всех своих положениях через точку S , называемой вершиной конической поверхности. Конические поверхности могут быть, замкнутыми и разомкнутыми. Часть конической поверхности, заключенная между вершиной и плоскостью, пересекающей все ее образующие, называется конусом (рис. 1) [1].

Некоторые линейчатые поверхности можно развернуть до совмещения с плоскостью, например, цилиндрические и конические поверхности.

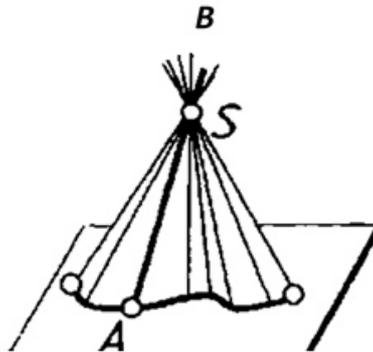


Рис. 1. Коническая поверхность

При пересечении кривой поверхности плоскостью способ нахождения линии пересечения в общем случае зависит от характера кривой поверхности. Кривую линейчатую поверхность можно рассматривать как множество образующих – прямых линий. Для построения линии пересечения кривой линейчатой поверхности плоскостью находят точки пересечения образующих поверхности с секущей плоскостью, т.е. задача сводится к нахождению точек пересечения прямой и плоскости. Искомая кривая проходит через эти точки. Построение упрощается, если секущая плоскость является проецирующей.

Построение линии пересечения линейчатой поверхности проецирующей плоскостью сводится в общем случае к построению ряда точек пересечения плоскости с образующими поверхности. Одна из проекций линии пересечения совпадает со следом плоскости (свойство линии, принадлежащей проецирующей плоскости). Точки пересечения проекций образующих со следом проецируют проекции. Плавная кривая, соединяющая проекции этих точек есть проекция кривой пересечения поверхности с плоскостью.

Если секущая плоскость не параллельна ни одной из плоскостей проекций, фигура сечения проецируется на плоскости проекций с искажением. Для определения истинной величины и формы сечения следует применять один из способов преобразования чертежа.

Построение сечения значительно упрощается, если секущая плоскость является плоскостью частного положения, т.к. в этом случае можно воспользоваться «собирательными свойствами» соответствующих следов такой плоскости. Рассмотрим пример пересечения прямого кругового конуса проецирующей плоскостью, в результате чего будет образован эллипс (рис. 2) [2].

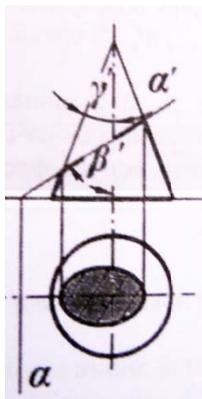


Рис. 2. Коническая поверхность

Найдем фигуру пересечения прямого кругового конуса $S [O[R]]$ с фронтально-проецирующей плоскостью P . Секущая плоскость наклонена к оси конуса и пересекает все его образующие.

В программе OpenSCAD, являющейся бесплатной и предустановленной на ряде Unix- и Linux- подобных операционных системах смоделируем прямой круговой конус с использованием команды `cylinder`, а для изображения плоскости воспользуемся командой `cube` с минимальной высотой. Зададим угол наклона плоскости к горизонтальной плоскости проекций 30 градусов (рис. 3, 4).

Используем следующие команды:

```
color([1,1,1,1]) cylinder(h=5,r1=3,r2=0,center=true,$fn=100);
color([1,1,1,1]) rotate([30,0,0]) cube(size=[7,7,0.01],center=true);
```

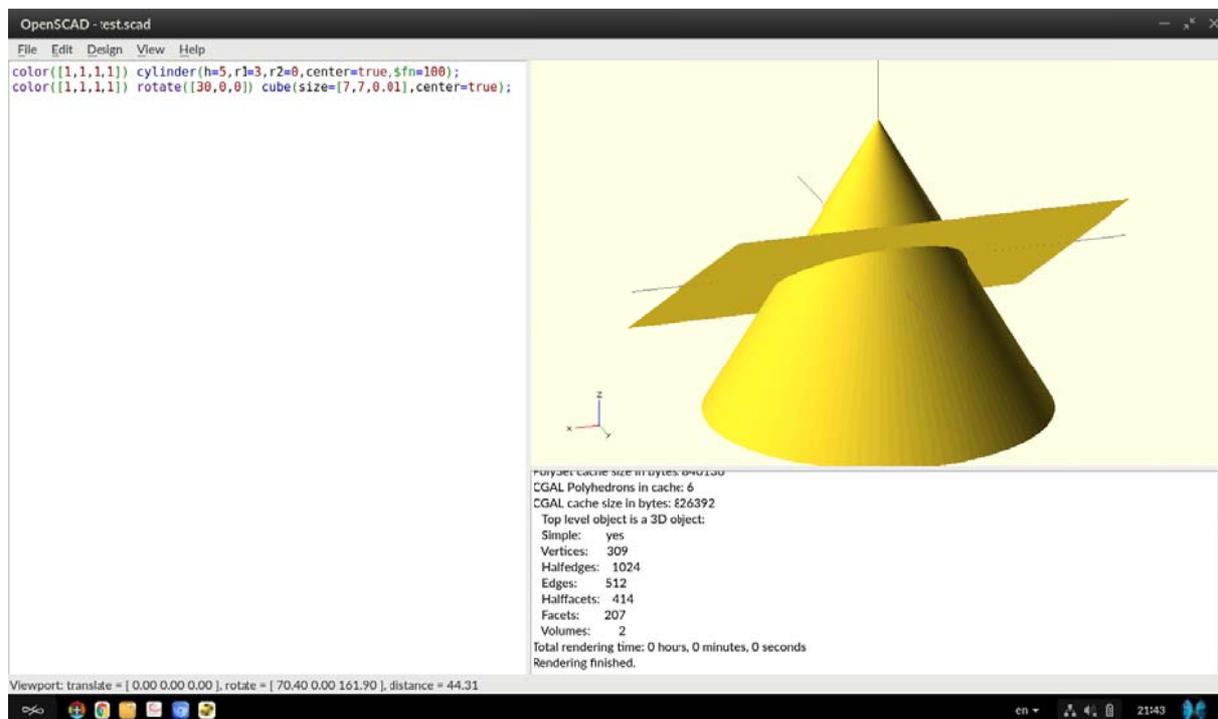


Рис. 3. Реализация модели в OpenSCAD

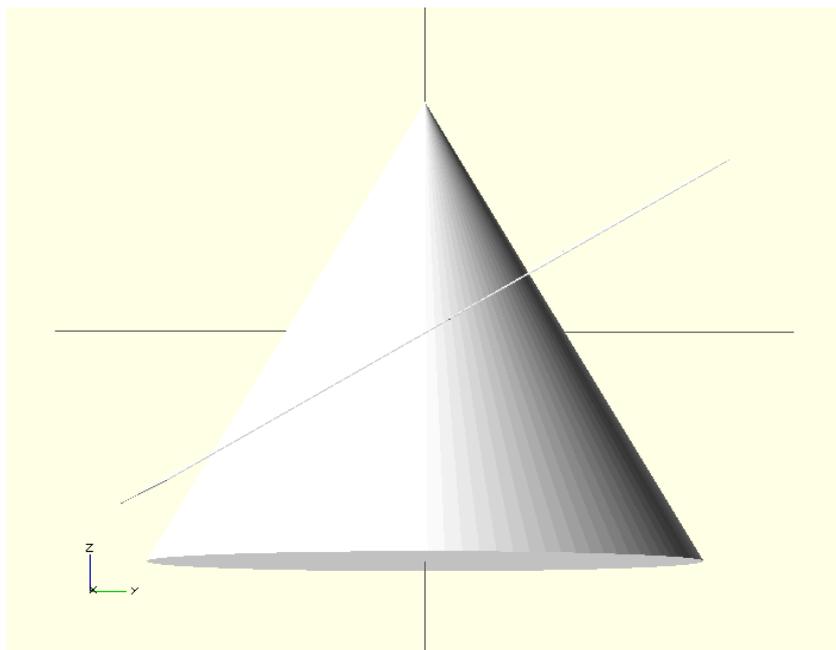


Рис. 4. Пересечение конуса плоскостью, вид спереди

Теперь найдем фигуру сечения. В новом файле используем следующие команды
`intersection([0,0.5,1,1] cylinder(h=5,r1=3,r2=0,center=true,$fn=100);`
`color([0,0.5,1,1]) rotate([30,0,0]) cube(size=[7,7,0.01],center=true);}`

Здесь используется команда пересечения `intersection`. Результат выполнения программы показан на рис. 5.

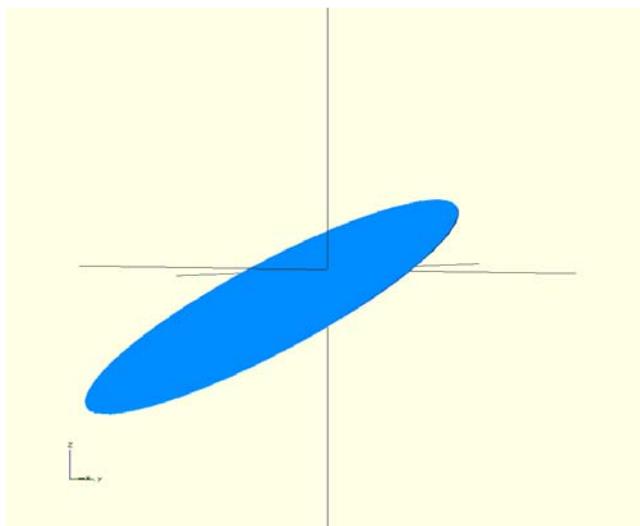


Рис. 5. Фигура сечения конуса плоскостью

Для определения истинной формы и величины сечения следует преобразовать чертеж так, чтобы проецирующая плоскость P , в которой лежит сечение, заняла положение параллельное горизонтальной плоскости проекций.

Для этого повернем фигуру сечения на 30 градусов до положения параллельного горизонтальной плоскости и перпендикулярного фронтальной плоскости проекций с использованием команды `rotate([-30,0,0])`.

В результате фигура сечения будет представлять собой эллипс, его вид сверху показан на рис. 6.

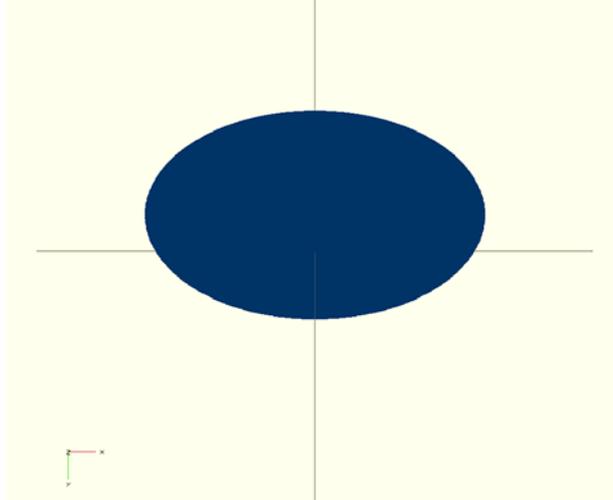


Рис. 6. Истинная форма и величина сечения

OpenSCAD позволяет иллюстративно решать задачи начертательной геометрии по моделированию кривой поверхности, плоскости, нахождению истинной величины и формы сечения фигуры плоскостью.

Список использованных источников

1. **Инженерная** и компьютерная графика [Электронное издание] : учебное пособие / В. Н. Калмыков и др. – СПб. : ВМПИ, 2016. – С. 6 – 31.
2. **Андреев, В. И.** Проекционное черчение с элементами начертательной геометрии : учебное пособие / В. И. Андреев, К. Х. Лазариди. – СПб. : СПГУТД, 2011. – 9,6 п.л.
3. **Раков, В. Л.** Приложение трехмерных моделей к задачам начертательной геометрии : учебное пособие. – СПб. : Лань, 2014. – 128 с.

УДК 004.021

Горелов А. А., Борисенко А. Б., Немтинова Ю. В., Трюфилькин С. В.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630706, e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)

АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АРХИЕПИСКОПА ЛУКИ В ТАМБОВЕ

Gorelov A. A., Borisenko A. B., Nemtinova Yu. V., Trufilrin S. V.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630706, e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)

ANALYSIS AND PROCESSING OF INFORMATION ON THE ACTIVITIES OF ARCHBISHOP LUKE IN TAMBOV

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы информационного анализа данных о пребывании и деятельности архиепископа Луки (В. Ф. Войно-Ясенецкого) в городе Тамбове с 1944 по 1946 годы.

Ключевые слова: информационный анализ, архиепископ Лука (В. Ф. Войно-Ясенецкий).

Abstract. The article deals with the issues of information analysis of data on the stay and activities of Archbishop Luke (V. F. Voino-Yasenetsky) in Tambov from 1944 to 1946.

Keywords: information analysis, Archbishop Luke (V. F. Voino-Yasenetsky).

Войно-Ясенецкий Валентин Феликсович родился в Керчи 27 апреля 1877 года в семье фармацевта – потомка старинного дворянского рода.

В феврале 1944 года, когда В. Ф. Войно-Ясенецкий приехал в Тамбов, в городе действовала всего одна церковь – Покровский собор. Еще одна действующая церковь находилась в городе Мичуринске. Всего в области было две действующих церкви. Возрождение Православия на Тамбовской земле стало основной задачей перед архиепископом Лукой. С этой целью он и был определен Патриархом Сергием в Тамбовскую епархию в новом сане – архиепископа Тамбовского. Конечно, и здесь он в первое время встретился, если не с открытым противостоянием, то уж точно с недовольством со стороны местных представителей власти. С их стороны в деятельности нового архиерея не было оказано никакой помощи, только одни проволочки и административные препятствия приходилось преодолевать ему в течение первого полугодия жизни в Тамбове. Достаточно сказать, что обязательное утверждение регистрации его у уполномоченного по делам церкви по Тамбовской области Войно-Ясенецкий получил только в ноябре 1944 года. Формально он лишь с этого времени мог начать заниматься делами по возрождению Тамбовской епархии. Однако уже через неделю после приезда в Тамбов архиерей произнес свою первую проповедь в Покровском соборе города Тамбова [1].

О проповедях, которые архиепископ Лука многократно произносил во время своих служб, обращая их к мирянам, до сих пор в Тамбове вспоминают с любовью. Действи-

тельно некоторые из верующих специально записывали их, потом передавали их тем людям, которым они доверяли, и часть этих записей удалось сохранить до наших дней. В то же время тексты многих проповедей, произнесенных архиепископом в Покровском соборе за годы служения в Тамбове, стали предметом тщательного изучения в ведомстве уполномоченного по делам церкви в Тамбовской области. Часть содержания их под грифом «нездоровые высказывания» передавалась в областное управление КГБ [2]. Многие верующие, присутствовавшие на его проповедях, вспоминали, что архипастырь всегда с большим душевным подъемом читал свои проповеди. В эти минуты эмоции переполняли его настолько, что голос его изменялся, а из глаз текли слезы. Это явно свидетельствовало о самобытности и силе чувств человека, который внешне всегда казался воплощением твердости и непоколебимости. Такое сочетание стойкости и душевной доброты делало архиепископа Луку непревзойденным проповедником. Сам же он часто в своих проповедях вспоминал преподобного Серафима Саровского, чье духовное служение также было связано с Тамбовом и Тамбовской епархией [3].

О первых своих днях пребывания в Тамбове В. Ф. Войно-Ясенецкий писал своему сыну Михаилу следующее: «... Город недурной, почти полностью сохранивший вид старинного губернского города. Встретили меня здесь очень хорошо...». Действительно среди духовных сподвижников нового архиепископа и простых мирян оказались люди, которые помогли ему обустроиться на новом месте и снабдили его всем самым необходимым для начала духовного служения. В качестве жилья В.Ф. Войно-Ясенецкий получил две маленькие комнатки в частном доме семьи Зайцевых по адресу: ул. Комсомольская, 9. Этот дом находился буквально в 300-х метрах от Покровского собора в Тамбове. В соседнем доме проживали прямые наследники одного из бывших тамбовских священников – А. А. Романовского. Со своими коллегами по церковному служению и с городскими мирянами у архиепископа с первых дней сложились доверительные отношения. В то же время, следует отметить, что никакой информации о приезде в Тамбов нового архиерея ни по радио, ни в печати не было. Однако, несмотря на такое неуважение к священнослужителю со стороны местных властей, молва о его появлении в городе быстро распространилась среди горожан. Уже на первой службе, проведенной им, все помещение первого этажа в Покровском храме было заполнено прихожанами. И с каждой службой, которую новый архиепископ проводил, желающих помолиться с ним только прибывало. С февраля 1944 года, когда в Покровской церкви стал служить архиепископ Лука, она получила статус кафедрального собора Тамбовской епархии.

Что касается второго направления в деятельности В. Ф. Войно-Ясенецкого, то здесь его востребованность безоговорочно подтверждалась и коллегами по здравоохранению и представителями местной власти. В то время тамбовская госпитальная база испытывала огромную потребность в профессионалах такого высокого уровня. В. Ф. Войно-Ясенецкий с первых дней пребывания в Тамбове стал исполнять функции главного хирурга и консультанта во всех военных госпиталях, находившихся на территории области. Таких было в общей сложности до 150-ти. Однако чаще других хирург Войно-Ясенецкий проводил консультации врачей, осматривал раненых и оперировал их в госпиталях, располагавшихся на территории города Тамбова.

Только в течение первого полугодия работы в Тамбове В. Ф. Войно-Ясенецкий проконсультировал свыше 1000 раненых и провел 90 операций. «В медицинском направлении дела сразу пошли хорошо» – так В. Ф. Войно-Ясенецкий пишет о начале своей работы в Тамбове. «Работа в госпитале идет отлично, зреет монография о лечении хронических огнестрельных эмпием плевры. Читаю лекции врачам о гнойных артритях. Свободных дней почти нет. По субботам два часа принимаю в поликлинике. Дома не принимаю, ибо это уже совсем непосильно для меня. Но больные, особенно деревенские, приезжающие издалека, этого не понимают и называют меня безжалостным архиереем. Это очень тяжело для меня придется в исключительных случаях и на дому принимать» [4].

К осени 1944 года во всех госпиталях города заметно увеличилась хирургическая активность в лечебном процессе. Эвакуационный госпиталь № 5356 в силу ряда причин, вызванных передислокацией госпиталей в виду перемещения линии фронта на запад, был переведен в здания школ № 6 и 7 на улицу Советская в городе Тамбове. В этом госпитале В. Ф. Войно-Ясенецкий в основном и проводил операции, для чего здесь была полностью воссоздана та операционная обстановка, в которой профессор-хирург привык проводить свои операции. Здесь он в полной мере мог применять ту хирургическую тактику, которая была изложена в его работе «Поздние резекции при инфицированных огнестрельных ранениях суставов». Окончательно работа над этой монографией была завершена В. Ф. Войно-Ясенецким в Тамбове летом 1944 года. Работая здесь в должности профессора хирургии, и проводя многочисленные консультации других хирургов военных госпиталей, В. Ф. Войно-Ясенецкий подготовил и провел в 1945 году 10 лекций для врачей-хирургов с демонстрацией самого операционного процесса. Кроме этого он выезжал 3 раза в Москву для участия в заседаниях госпитального совета НКЗ РСФСР. Там он, общаясь со своими коллегами, знакомился с новыми методами в своем научном направлении и привозил в Тамбов много новой медицинской литературы. Эти поездки он совмещал с участием в синодальных соборах Русской Православной церкви.

Уже после окончания войны, когда ситуация в городе с военными госпиталями значительно изменилась (их стало меньше) В. Ф. Войно-Ясенецкий в основном работал в госпитале № 5356, который находился в здании школы № 6. Здесь для лечения больных он широко применяет такие методы, как лечебная физкультура, физиотерапия, трудотерапия. К началу 1946 года в Тамбове оставалось 4 госпиталя вместо 21, которые были в начале 1943 года. Количество раненых, находившихся на лечении в городе Тамбове, сократилось с 13 тысяч до 1500 человек, однако это были все тяжело раненные, лечение которых было сложным и длительным. Начиная со второй половины 1945 года и до отъезда из Тамбова в мае 1946 года В. Ф. Войно-Ясенецкий операционно-хирургическую деятельность сочетал с научной работой. Последняя в основном заключалась в том, что составляя отчет для облздравотдела о проведенной им врачебно-практической деятельности, Валентин Феликсович одновременно приводил в систему

тот огромный опыт новых хирургических приемов, который ему удалось собрать во время работы в тамбовских госпиталях. Весь этот научный материал был изложен им во втором издании монографии «Очерки гнойной хирургии» и стал достоянием последующих поколений отечественных и зарубежных хирургов. Всего за два с лишним года пребывания в Тамбове профессор В. Ф. Войно-Ясенецкий провел свыше 1000 хирургических операций, в которых не было ни одного летального исхода. Даже операций, проведенных им с ампутацией раненых конечностей, было не более 5% от общего числа. Летом 1945 года, на состоявшемся в Москве 4-ом пленуме Госпитального совета Наркомздрава СССР и РСФСР, на котором подводились итоги работы системы здравоохранения за военный период, о трудах и научных достижениях профессора Войно-Ясенецкого не было сказано ни слова. Однако предварительно Валентин Феликсович получил предложение на его участие в этом научно-медицинском форуме. В ответ он предупредил, что как архиерей он может работать и выступать на пленуме только в облачении священнослужителя. После долгих выяснений руководство Наркомата поступило так, как было предписано в указании из органов НКВД, где говорилось, что участие профессора Войно-Ясенецкого нежелательно. Но даже это не послужило причиной для отказа в награждении В. Ф. Войно-Ясенецкого Сталинской премией. Он был удостоен высочайшего признания в виде Сталинской премии I степени в 1946 году за научные труды, посвященные актуальным проблемам гнойной и военно-полевой хирургии, которые были окончательно завершены им во время пребывания в Тамбове. Апрель 1946 года стал наивысшей точкой популярности Войно-Ясенецкого хирурга и архиепископа. В этот период о нем писали и говорили средства массовой информации, сообщала о нем и церковная печать. 130 тысяч из 200 тысяч рублей высочайшей государственной премии Валентин Феликсович сразу же передал в фонд государства «для оказания помощи сиротам, жертвам фашистских извергов».

Тамбовский период жизни В. Ф. Войно-Ясенецкий провел один без родных и близких ему людей, которых пришлось оставить в Сибири. Конечно, ему постоянно помогали домработницы из числа верующих женщин, активно заботились о нем люди, чьим родным профессор оказал медицинскую помощь, а нередко и вернул их к жизни. Били у него единомышленники и среди коллег-врачей. Как правило, это были выходцы из семей церковнослужителей. Среди них были опытные тамбовские хирурги П. А. Шевелевский и Т. М. Гроздов. Иначе воспринимали молодые врачи – коллеги В. Ф. Войно-Ясенецкого по медицинской деятельности его непоколебимую веру в Бога, его деятельность в возрождении Тамбовской епархии. Они были воспитаны в период воинствующего атеизма и не могли признать другую сторону в жизни того человека. Тем не менее, они признавали его непререкаемый авторитет врача, ученого, руководителя в области здравоохранения. Несмотря на огромный круг общения, Валентин Феликсович без родных людей все-таки оставался одиноким в Тамбове. Свое утешение в этом он находил в любви со стороны многочисленной паствы. Только это придавало ему запас жизненных сил.

К началу служения архиепископа Луки в Тамбовской епархии было всего два действовавших храма. В апреле 1946 года действующих церквей в епархии было уже 26. Возрождение епархии в православной Тамбовской области, несмотря на постоянные и многочисленные препятствия со стороны советских и партийных властей, явно признавалось всеми. Отмечал это и сам архиепископ Лука. Но, согласно церковной заповеди «жизненные пути всего сущего неисповедимы». В мае 1946 года архиепископ Лука покинул Тамбов – город, в котором он по его же словам «впервые почувствовал себя настоящим архиереем». Далее его служение Богу продолжилось в Крымской епархии.

Продолжением данной работы является реализация технологии виртуального моделирования [5 – 13] при создании виртуального музея памятных мест города Тамбова, связанных с пребыванием В.Ф. Войно-Ясенецкого.

Публикация подготовлена в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-49-680004 p_a).

Список использованных источников

1. ГАТО. Ф. 5220. Оп. 1. Д. 53.
2. Из письма Войно-Ясенецкого к сыну Михаилу от 26 марта 1944 года.
3. Лисичкин, В. А. Тамбовский путь святителя Лука / В. А. Лисичкин. – М. : Изд-во «Город». 2010. – С. 56.
4. Архиепископ Лука. Автобиография. – М., 1995. – с. 171.
5. **Visualization** of a virtual space and time model of an urban development territory / V. A. Nemtinov, A.A. Gorelov, Y. V. Nemtinova, and A. B. Borisenko // Scientific Visualization. – 2016. – Vol. 8, No. 1. – pp. 120 – 132.
6. **Implementation** of technology for creating virtual spatial-temporal models of urban development history / V. A. Nemtinov, A. A. Gorelov, Y. V. Nemtinova, and A. B. Borisenko // Scientific Visualization. – 2018. – Vol. 10, No. 3. – pp. 99 – 107.
7. **Информационные технологии** при создании пространственно-временных моделей объектов культурно-исторического наследия: монография / В. А. Немтинов, А. А. Горелов, П. А. Острожков, Ю. В. Немтинова и др. ; М-во обр. и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский дом ТГУ им. Г. Р. Державина, 2013. – 216 с.
8. **Технология** создания пространственных моделей территориально распределенных объектов с использованием геоинформационных систем / В. А. Немтинов, А. М. Манаенков, В. В. Морозов, К. В. Немтинов // Информационные технологии. – 2008. – № 8. – С. 23 – 25.
9. **Немтинов, В. А.** Методологические основы ретроспективного анализа объектов исторического и культурного наследия с использованием информационных технологий / В. А. Немтинов, А. А. Горелов // Клио. – 2008. – № 1. – С. 3 – 8.
10. **Немтинов, В. А.** Моделирование объектов культурно-исторического наследия – основа клиометрических исследований / В. А. Немтинов, А. А. Горелов // Клио. – 2010. – № 4. – С. 3 – 7.

11. **Информационный анализ** объектов культурного наследия с использованием ГИС-технологий / В. А. Немтинов, А. А. Горелов, К. В. Немтинов и др. / Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2005. – Т. 11, № 4. – С. 1001 – 1012.

12. **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.

13. **Ретроспективный анализ** городского участка исторической застройки с целью построения его пространственно-временной модели на примере соборной площади г. Тамбова / В. А. Немтинов, А. А. Горелов, Ю. В. Немтинова, П. А. Острожков / Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2011. – № 4. – С. 41 – 46.

УДК 616-71

Черешнев В. О., Долгов Е. П., Горбунов А. В.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. +79108529179, e-mail: alexey.gorbunov@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕДИЦИНСКОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Chereshnev V. O., Dolgov E. P., Gorbunov A. V.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. +79108529179, e-mail: alexey.gorbunov@mail.ru)

USE OF A MEDICAL ACCELEROMETER FOR REGISTRATION OF HUMAN MOTOR ACTIVITY

Аннотация. В настоящей работе представлены результаты исследования, в ходе которого портативным автоматическим медицинским акселерометром была произведена регистрация двигательной активности контрольной группы практически здоровых людей обоих полов в возрасте от 18 до 22 лет. Материал по постнатальному периоду развития человека систематизировался и группировался на основании общепринятых рекомендаций. Полученные в ходе исследования данные подвергнуты обработке в специализированном программном обеспечении. Результаты показали, что исследуемые параметры двигательной активности здоровых людей достаточно отличаются друг от друга, что можно объяснить различными индивидуальными физиологическими особенностями, действием определенных внешних факторов.

Ключевые слова: акселерометрия, актиграфия, болезнь Паркинсона, дрожательные гиперкинезы, неврологические расстройства, тремор.

Abstract. This work presents the results of a study in which a portable automatic medical accelerometer recorded the motor activity of a control group of healthy people of both sexes aged 18 to 22 years. The material on the postnatal period of human development was systematized and grouped on the basis of generally accepted recommendations. The data obtained during the study were processed in specialized software. The results showed that the studied parameters of the motor activity of healthy people are quite different from each other, which can be explained by various individual physiological characteristics, the action of certain external factors.

Keywords: accelerometry, actigraphy, Parkinson's disease, tremor hyperkineses, neurological disorders, tremor.

Одна из наиболее сложных проблем современной неврологии – анализ физиологического и патологического состояния. Решение данной проблемы кроется в области функциональной диагностики и ведет к необходимости создания устройства для регистрации двигательной активности, имеющего небольшие габариты и вес, не создающего неудобства, имеющего простую и недорогую конструкцию.

Современный этап развития информационных технологий характеризуется массовым применением систем, использующих различные алгоритмы обработки, анализа и интерпретации сигналов, в частности, двигательной активности [1].

Среди кинематических методов регистрации двигательной активности наиболее часто используется акселерометрия. Метод акселерометрии эффективен для оценки основных характеристик тремора (в т.ч. при экстрапирамидных расстройствах) и отличен высокой воспроизводимостью, неинвазивностью и простотой применения. Обладая, возможно, несколько отличной или иной информативностью, этот метод отличается своей простотой и более удобен для длительного мониторинга [2].

Разработанная система представлена в виде информационно-вычислительного комплекса с интегральными акселерометрическими первичными измерительными преобразователями, полученными от них сигналами и их интерпретацией специальным программным обеспечением.

Система способна измерять и регистрировать двигательную активность человека в любое время, но особенно перспективно измерение двигательной активности больных во время сна.

Для формирования нормативной базы акселерометрии было проведено исследование, в ходе которого в качестве контрольной группы принимали участие практически здоровые люди обоих полов в возрасте от 18 до 22 лет. Материал по постнатальному периоду развития человека систематизировался и группировался на основании общепринятых рекомендаций.

Следует отметить, что субъектами исследования выступали заведомо здоровые люди, т.к. на данном этапе отсутствует нормативная база, вследствие этого исследователи могут столкнуться с трудностями интерпретации данных двигательной активности больных людей.

Ниже приведены данные двигательной активности некоторых участников исследования.

Девушка, 18 лет со следующими данными о двигательной активности в течение ночи (рис. 1).

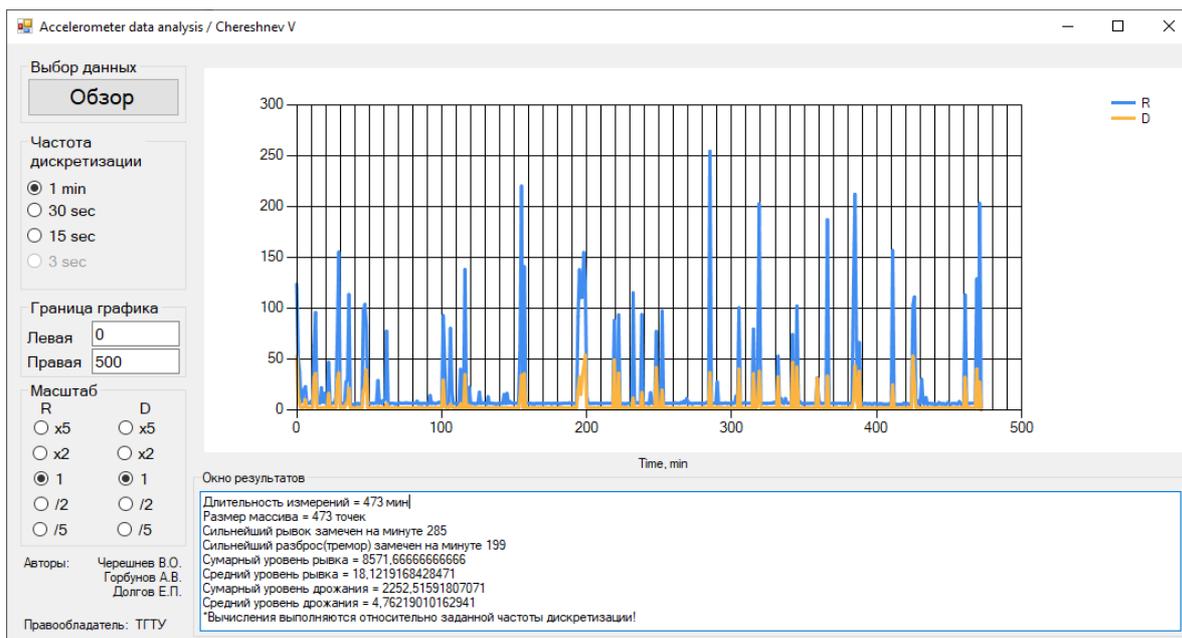


Рис. 1. Результат обработки двигательной активности первого исследуемого

Женщина, 22 года, со следующими данными о двигательной активности в течение ночи (рис. 2).

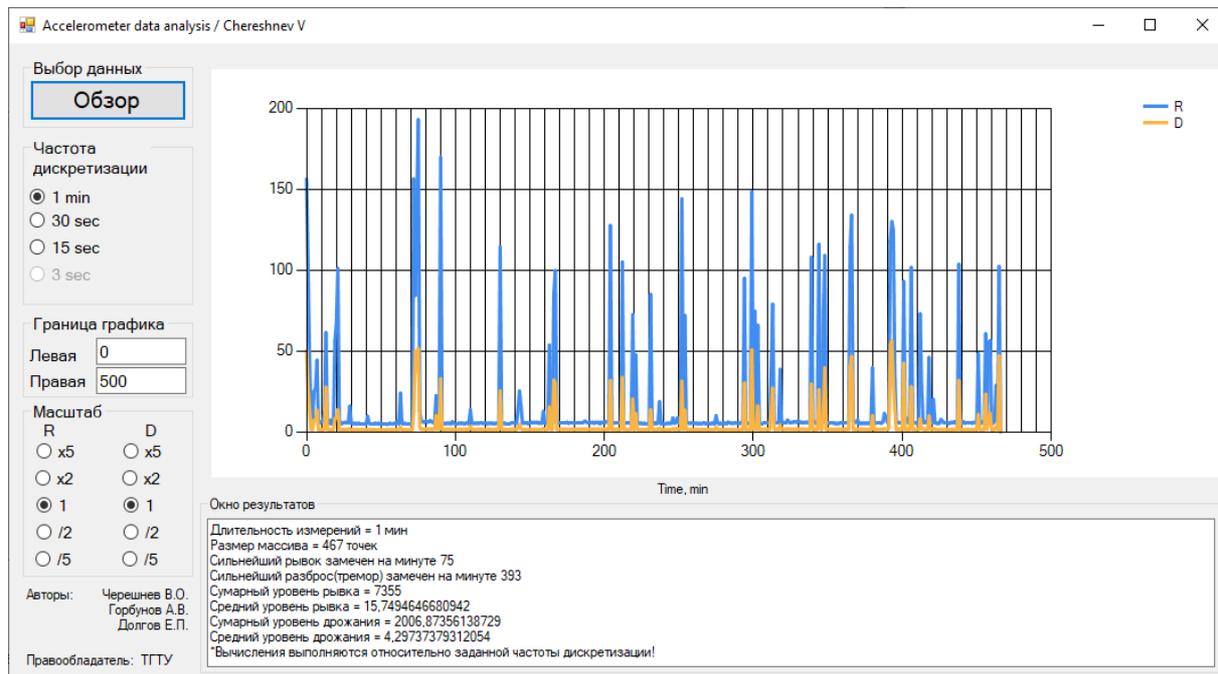


Рис. 2. Результат обработки двигательной активности второго исследуемого

Юноша, 18 лет, со следующими данными о двигательной активности в течение ночи (рис. 3).

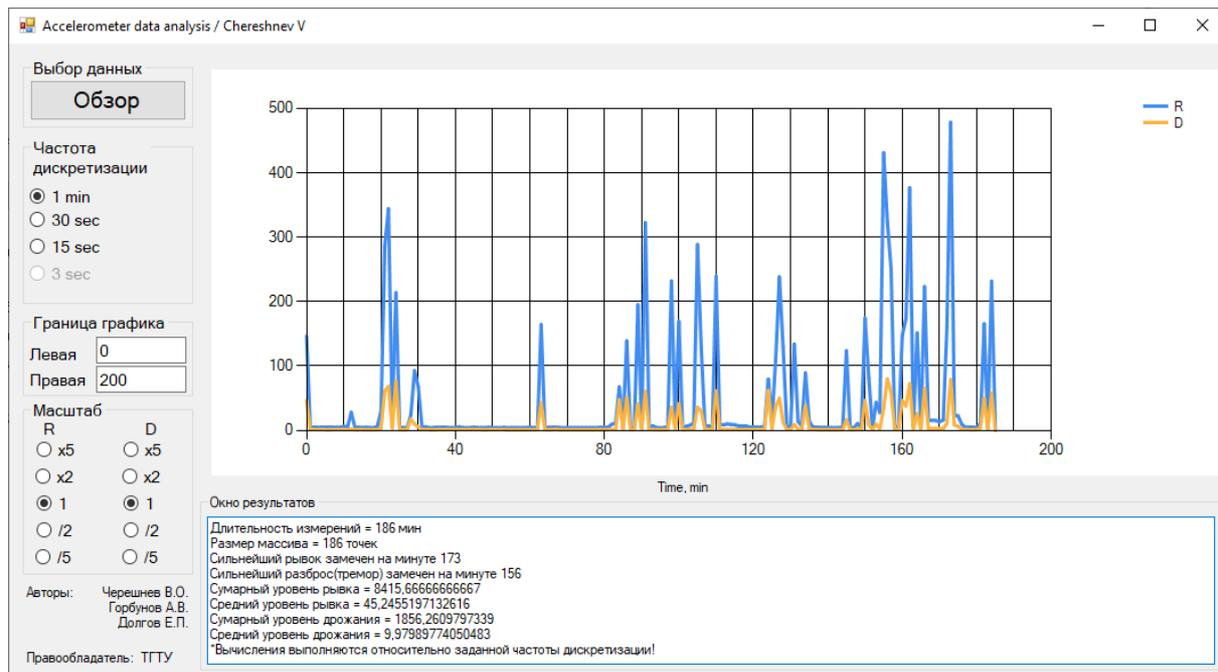


Рис. 3. Результат обработки двигательной активности третьего исследуемого

На приведенных примерах видно, что исследуемые параметры двигательной активности здоровых людей достаточно отличаются друг от друга. Такой разброс можно объяснить различными индивидуальными физиологическими особенностями, действием определенных внешних факторов.

Необходимо отметить, что степень влияния на двигательную активность во сне некоторых критериев до конца не выявлена. Существует острая необходимость в проведении дополнительных исследований, направленных на систематизацию данных о двигательной активности человека. На их основе необходимо разработать нормативную базу двигательной активности человека. Ее создание будет отправной точкой для всей акселерометрии. С помощью нее появится само определение нормы для двигательной активности человека. Тогда появится возможность выделять отличную от нормальной двигательной активности и, как следствие, оптимизировать диагностику и, вероятно, лечение болезней и расстройств нервной системы в частности и организма в целом.

Список использованных источников

1. **Проскурин, С. Г.** Исследование частотных характеристик электрокардиограммы при помощи дискретного преобразования Фурье / С. Г. Проскурин, В. О. Черешнев // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 8 – С. 89 – 93;
2. **Иллариошкин, С. Н.** Дрожательные гиперкинезы / С. Н. Иллариошкин, И. Иванова-Смоленская // Руководство для врача – Атмосфера 2011. – С. 246 – 256.
3. **Пат. 168584** Российская Федерация [Устройство для регистрации двигательной активности человека] / Горбунов А. В., Егоров С. А., Егоров А. С ; Патент – Заявка на полезную модель № RU 20161102/11 от 11.02.2016 ; опубл. 09.02.2017.
4. **Пат. 2640138** Российская Федерация [Способ диагностики эпилепсии и устройство для его реализации] / Горбунов А. В., Егоров С. А., Егоров А. С. ; Патент – Заявка на полезную модель № RU 2016123668 от 2016.06.14 ; опубл. 26.12.2017.

УДК 004.05

Комолова Н. В.,¹ Яковлева Е. С.²

¹ВМПИ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», Россия, г. Санкт-Петербург
(Тел.(812) 427-18-52, e-mail: ninapetergof@mail.ru),

²Санкт-Петербургский государственный университет, Россия, г. Санкт-Петербург
(E-mail: 2305lena@mail.ru)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Komolova N. V.,¹ Yakovleva E. S.²

¹VMPIVUNCVVMF “Navy-marineacademy”, Russia, Saint-Petersburg
(Tel. (812) 427-18-52, e-mail: ninapetergof@mail.ru),

²Saint-Petersburg State University, Russia, Saint-Petersburg
(E-mail: 2305lena@mail.ru)

PROVIDING OF THE SAFETY IN THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM

Аннотация. В статье проанализированы проблемы безопасности автоматизированных систем управления (АСУ) различного назначения, базируемые на операционных системах семейства Linux. Они более безопасны, чем АСУ, базируемые на операционных системах семейства Windows. ОС Linux изначально разрабатывалась как многопользовательская система, в ней был разработан довольно простой, но очень мощный механизм прав доступа. Безопасность в автоматизированных системах обеспечивается реализацией трех основных моделей управления доступом: дискреционной, ролевой, мандатной.

Ключевые слова: система управления, операционная система, доступ, Linux, атрибут.

Abstract. In the article the problem of the safety of the automated control system different categories, based on the operating system similar OS Linux are analyzed. They are more safe compare with automated control system based on the Windows platform. Initially OS Linux was developed as a multi-user system, which has quite simple but very strong mechanism of the access rights. The safety in the control system is providing by the three main models of the access control: discretionary, role-based, mandatory.

Keywords: control system, operating system, access, Linux, attribute.

Автоматизированные системы управления различного назначения базируются на разных операционных системах, среди которых можно выделить два направления: операционные системы семейства Windows и операционные системы семейства Linux.

ОС Windows удобна в работе, операционная система Linux – безопасна в работе. Приобретая в одном, теряем в другом. Удобство и безопасность во многом противоречат, поэтому производителю приходится чем-то жертвовать.

ОС Linux – это свободная операционная система, исходные коды которой открыты для всеобщего просмотра и даже для внесения изменений. ОС Linux изначально разра-

батывалась как многопользовательская система. Это означает, что с системой могут одновременно работать несколько пользователей: создавать файлы, удалять каталоги, просматривать текстовые файлы и выполнять другие, самые разнообразные действия. Для того, чтобы пользователи не мешали друг другу, был разработан механизм прав доступа. Несмотря на то, что данный инструмент довольно простой, он очень мощный.

Категориями пользователей являются *Владелец*, *Группа* и *Прочие* пользователи. Виды пользователей – привилегированные, обыкновенные, системные [1]. Привилегированным пользователем является root.

К атрибутам, определяющим доступ, являются атрибуты *чтения*, *записи*, *выполнения*.

Права доступа – чрезвычайно важный элемент системы защиты; по сути, он определяет работоспособность ОС Linux. Зная принципы действия прав доступа, можно научиться устанавливать их в соответствии с собственными потребностями.

Права доступа – это функция, которая переводит тройку (субъект, объект и тип действия) в одно единственное решение – да или нет. В операционной системе AstraLinux объектами являются файлы. Ведь в Linux нет ничего кроме файлов (сокеты, директории, каналы, символьные и блочные устройства ввода и др. – это файлы) [2], субъектами являются пользователи (включая суперпользователя).

Существуют три основные модели управления доступом: дискреционная, ролевая, мандатная. В дискреционной модели посмотреть права доступа на объекты можно командой `ls` с ключом `-l` («л») (рис. 1). Также можно добавить ключ `-a`, для того, чтобы были отображены скрытые объекты.

```

victor@astra9:/$ ls -l
итого 88
drwxr-xr-x  2 root root  4
096 ноя 14 22:25 bin
drwxr-xr-x  3 root root  4
096 ноя 14 19:26 boot
drwxr-xr-x 21 root root  4
440 апр  3 15:55 dev
drwxr-xr-x 120 root root 12
288 мар 28 09:30 etc
drwxr-xr-x  4 root root  4
096 ноя 14 22:23 home
  
```

Рис. 1. Диалоговое окно Терминал Fly. Результат выполнения команды `ls-l`

Даже в самых первых версиях Linux не было единого «центра» управления доступом. В Linux единого модуля, управляющего доступом не существует, поскольку код, который принимает решение в этой области, рассредоточен по всей системе. Тем не

менее, существуют общие правила, которые оказывают влияние на проектирование операционных систем:

- Объекты (например, файлы и процессы) имеют владельцев. Владельцы обладают обширным (но необязательно неограниченным) контролем над своими объектами.
- Вы являетесь владельцами новых объектов, создаваемых вами.
- Пользователь root с особыми правами, известный как суперпользователь, может действовать как владелец любого объекта в системе.
- Только суперпользователь может выполнять административные операции особого значения.

Дискреционная модель (ДМ), в отличие от остальных – дает достаточно много самим пользователям. Если у вас есть право что-то делать с каким-то объектом, то в ДМ, то вы этим правом можете с кем-нибудь поделиться. Дискреционная – в переводе означает по своему усмотрению. Владелец может поделиться правами. Когда организация становится большой и появляется вертикаль власти, свобода такого типа «начинает не нравиться» и появляется желание, чтобы права давал администратор или какая-то другая власть.

Каждый файл в системе имеет права доступа для пользователя, для группы и всех остальных. Привилегии (или полномочия) определяют специальные права доступа, разрешающие пользователю читать файл (англ.read), записывать его (англ.write), и исполнять (англ.execute).

В мандатной модели, пользователи с правами, что хотят, то и делать не могут. У объектов есть уровни доступа или уровни секретности. У субъектов, которые хотят что то делать с объектами, есть метки: *этот* – может читать секретный документ, *этот* – может писать секретный документ, *этот* не может ничего.

В основе механизма мандатного управления доступом лежит мандатная модель безопасности Белла-ЛаПадулы (названная по именам создателей), основанная на правилах секретного документооборота, принятых в государственных и правительственных учреждениях многих стран.

Ролевая модель – более сложная модель по сравнению с мандатной и дискреционной, в ней, что могут или не могут не сами субъекты, а роли. У каждого субъекта может быть несколько ролей и эти роли могут меняться.

Основным положением политики Белла-ЛаПадулы является назначение всем участникам процесса обработки защищаемой информации, и документам, в которых она содержится, специальной метки, например, «не секретно», «секретно» и т.д., получившей название уровня безопасности. Все уровни безопасности упорядочиваются с помощью установленного отношения доминирования, например, уровень «секретно» считается более высоким чем уровень «не секретно», или доминирует над ним.

Различают санкционированный и несанкционированный доступ к информации. ОС Linux изначально была ориентирована на безопасность. Хотя операционная система Linux имеет удобный графический интерфейс, администратор системы и продвинутые пользователи, конечно же, работают в командной строке.

За много лет в программном обеспечении (включая сторонние программы, как коммерческие, так и бесплатные), было выявлено несметное количество ошибок, связанных с безопасностью. Используя незаметные программистские просчеты или контекстные зависимости, хакерам удавалось манипулировать системой по своему усмотрению.

Основной программной ошибкой, одной из самых опасных по своим последствиям, является переполнение буфера. Для хранения информации разработчики часто выделяют заранее определенный объем временной памяти, который называется *буфером*. Если программа не следит за размерами данных и контейнера, в которой они должны храниться, то память, смежная с выделенной областью, рискует оказаться перезаписанной. Умелые хакеры могут ввести тщательно скомпилированные данные так, чтобы они привели к краху программы или, в худшем случае, выполнили некий заданный код.

Огромное количество случаев переполнения буфера, которое наблюдалось в последние годы, научило программистов бороться с этим. Несмотря на то, что переполнение буфера остается сложной проблемой, она быстро распознается и исправляется, особенно в приложениях с открытым кодом. Новейшие программные системы, такие как Java и .Net, содержат механизмы, автоматически проверяющие размеры данных и предотвращающие переполнение буфера (правда, не всегда).

Переполнение буфера является частным случаем более широкого класса проблем, связанных с безопасностью программного обеспечения, который называется уязвимостью проверки вводимых значений (*inputvalidationvulnerability*). Почти все программы принимают от пользователей вводимые данные (например, аргументы командной строки или формы HTML). Если программа обрабатывает эти данные без строгой проверки соответствующего формата и содержания, то могут возникнуть неприятности.

Еще один инструмент, связанный с безопасностью: SSH (SecureShell) – инструмент администрирования серверов через сетевое соединение. Система SSH использует криптографическую аутентификацию для подтверждения личности пользователя и шифрует любые соединения между двумя компьютерами. Протокол, используемый системой SSH, разрабатывался для противодействия ряду возможных атак. Он подробно описан в документах RFC4250-4256 и предложен организацией IETF в качестве стандарта.

В настоящее время вспомнили и модернизировали старый сетевой протокол криптографической аутентификации Kerberos. Он призван решать проблемы аутентификации, а не управления доступом. Свое название протокол получил в честь трехголового пса, который защищал вход в царство Аида, – Цербера, или Кербера.

Существуют системные файлы для хранения служебной информации, которые часто являются объектами совместного использования [3]: */etc/passwd* – база данных с информацией о пользовательских учетных записях; */etc/shadow* – файл паролей, соответствующих учетным записям пользователей; */etc/hosts* – соответствия между именами компьютера и их IP-адресами; */etc/mail/aliases* – псевдонимы электронной почты и т.д.

Выводы. Обеспечение безопасности в автоматизированных системах и управление доступом к ресурсам относится к сфере, которая активно исследуется в наши дни и долгое время была одной из проблемных в теории операционных систем. Система

управления доступом, основанная надискреционной модели управления доступомвыдержала проверку временем, благодаря своей простоте, предсказуемости и способности удовлетворять большинство требований, предъявляемых к управлению доступом.

Список использованных источников

1. **Операционные системы** / Э. С. Спиридонов, М. С. Клыков, М. Д. Рукин и т.д. ; издание стереотипное. – 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. : ил. – парал. тит. англ. ISBN 978-5-8459-1956-4 (рус).

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. – 34-1312 с. : ил. – парал. тит. англ. ISBN 978-5-8459-2006-5 (рус).

УДК 616-71

Горбунов А. В.,¹ Непрокин А. В.²

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

¹(E-mail: alexey.gorbunov@mail.ru),

²(E-mail: alexhome16@mail.ru)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИДЕОМОНИТОРИНГА НИСТАГМА

Gorbunov A. V.,¹ Neprokin A. V.²

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

¹(E-mail: alexey.gorbunov@mail.ru),

²(E-mail: alexhome16@mail.ru)

INFORMATION TECHNOLOGY FOR NYSTAGMUS MONITORING

Аннотация. Проведен анализ существующих систем видеонистагмографии. Разработано и запатентовано устройство для видеонистагмографии на основе доступных аппаратных средств, с возможностью автономной работы, регистрации нистагма с одного и с обоих глаз и возможностью записи данных на карту памяти. Повышение надежности и удобства в эксплуатации достигается за счет применения готовой аппаратной платформы.

Ключевые слова: ВНГ, система визуализации нистагма, видеонистагмография, шлем виртуальной реальности, вестибулярные нарушения.

Abstract: In this paper we consider modern videonystagmography systems. As a result of the analysis, the advantages and disadvantages of existing systems are highlighted. Developed and patented device for videonystagmography based on available hardware.

Keywords: VNG, nystagmus visualization systems, videonystagmography, virtual reality headset, vestibular disorders.

Видеонистагмография (ВНГ) – сравнительно новый метод диагностики заболеваний вестибулярного аппарата. Благодаря технологическому прогрессу, системы видеонистагмографии продолжают развиваться, повышая точность получаемых данных. Методика постепенно покидает лаборатории, позволяя отслеживать движения глаз в естественной для пациента среде в ходе ежедневных двигательных задач, требующих глазодвижительного контроля [1].

Системы видеонистагмографии являются, на сегодняшний день, наиболее объективным методом количественной оценки движений глаз при различных неврологических заболеваниях, имеющий ряд преимуществ по сравнению с методиками, которые использовались ранее.

Исторически предшественником ВНГ-исследования является электроокулография (ЭОГ). Однако этот метод имеет ряд недостатков, например, потенциал сетчатки варьируется от теста к тесту, может значительно снижаться при некоторых патологических состояниях и варьируется в зависимости от различных факторов [2].

Видеонистагмография ориентируется на прямые данные о положении зрачков и скорости их перемещений и для большинства ВНГ тестов получаемые результаты достаточно стабильны во времени и от сессии к сессии [1].

Подобные системы комплектуются специальными очками-маской со встроенными инфракрасными видеокамерами [3]. Использование видеоочков Френзеля в сочетании с информационной системой анализа движений глаз при диагностике и лечении гарантирует правильность постановки диагноза и грамотное лечение пациентов с проблемами головокружения.

Однако, следует отметить недостатки систем видеонистагмографии ввиду их чрезвычайной дороговизны, необходимости в дополнительном энергообеспечении и отсутствия возможности работать автономно. Например, стоимость системы VO425 компании Interacoustics составляет более 3 миллионов рублей [4]. Медицинские учреждения зачастую просто не в состоянии оснастить ими диагностические кабинеты.

В связи с этим актуален вопрос технического решения систем диагностики вестибулярного аппарата, необходимость в современном и недорогом оборудовании.

Предлагаемым решением проблемы является разработанное авторами устройство для видеонистагмографии на основе доступных аппаратных средств [5].

Полезная модель относится к области медицины, а именно к медицинской технике и может использоваться для видеонистагмографии автономно, а также при выполнении вестибулометрических тестов, позиционных маневров, удаленной диагностики и при регистрации нистагмной реакции с одного и с обоих глаз.

Прототипом данной модели является устройство SmartCam фирмы Synapsys (Франция). Устройство содержит очки-маску, съемный блок для очулярной оправы, инфракрасной видеокамеры встроенной в блок, автономный источник питания, модуль беспроводной передачи данных, отличающееся тем, что содержит встраиваемый в очулярную оправу блок, внутри которого размещается инфракрасная видеокамера, работающая от автономного источника питания, причем местоположение блока с видеокамерой возможно менять в зависимости от исследуемого глаза, передающая данные по беспроводному каналу связи (Wi-Fi), регулируемый эластичный ремень для фиксации устройства на голове пациента, обтюратор, закрывающий прорезь для глаза. На рисунке 1 представлен внешний вид системы.



Рис. 1. Устройство Smartcam

Недостатком данного устройства для видеонистагмографии является необходимость использования беспроводного канала связи для передачи данных (Wi-Fi) и как следствие этого повышенное энергопотребление и необходимость дополнительного устройства для приема данных по Wi-Fi, зависимость качества передаваемых данных от окружающей обстановки, а также то, что устройство предназначено для регистрации нистагмной реакции одновременно только с одного глаза.

Аналогом данной модели является шлем-маска для видеонистагмографии (патент на полезную модель № 136312) представленная на рис. 2.

Шлем-маска содержащая окулярную оправу, предназначенную для установки в нее регистрирующей камеры, и затылочный фиксатор, соединенный с окулярной оправой, отличающаяся тем, что в окулярную оправу установлены две дистанционные радиоволновые камеры, и шлем-маска дополнительно снабжена теменно-височным фиксатором, состоящим из оголовья и прикрепленных к нему с внутренней стороны двух защитных ушных подкладок, на оголовье, соединенное с окулярной оправой с помощью крепежного элемента, установлен беспроводной источник питания позволяющий использовать его дистанционно, а также при выполнении позиционных маневров и при регистрации нистагмной реакции с обоих глаз.

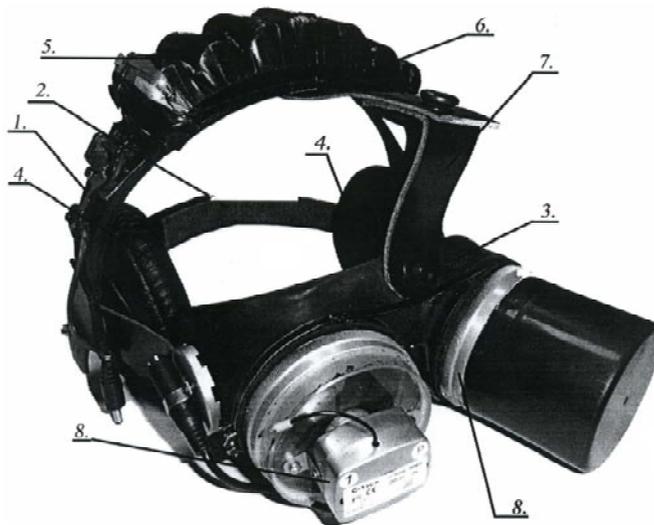


Рис. 2. Шлем-маска для видеонистагмографии:

- 1 – теменно-височный фиксатор; 2 – затылочный фиксатор; 3 – окулярная оправа;
- 4 – защитные ушные подкладки; 5 – беспроводной источник питания; 6 – оголовье;
- 7 – крепежный элемент; 8 – дистанционные радиоволновые камеры

Недостатком данного устройства для видеонистагмографии является необходимость использования беспроводного канала связи для передачи данных и как следствие этого повышенное энергопотребление и необходимость дополнительного устройства для приема данных, из-за чего устройство не является полностью автономным.

Другим недостатком аналога является зависимость качества передаваемых данных от окружающей обстановки, а также чрезвычайно сложная конструкция и ограничение подвижности пациента за счет того, что шлем-маска дополнительно снабжена теменно-

височным фиксатором, состоящим из оголовья с беспроводным источником питания и прикрепленных к нему с внутренней стороны двух защитных ушных подкладок.

Техническим результатом полезной модели является разработка устройства для видеонистагмографии на основе доступных аппаратных средств, с возможностью автономной работы при выполнении вестибулометрических тестов, позиционных маневров, при регистрации нистагмной реакции с одного и с обоих глаз, повышение надежности и удобства в эксплуатации.

Для решения поставленной задачи предлагается устройство для видеонистагмографии. На рисунке 3 представлен внешний вид устройства.

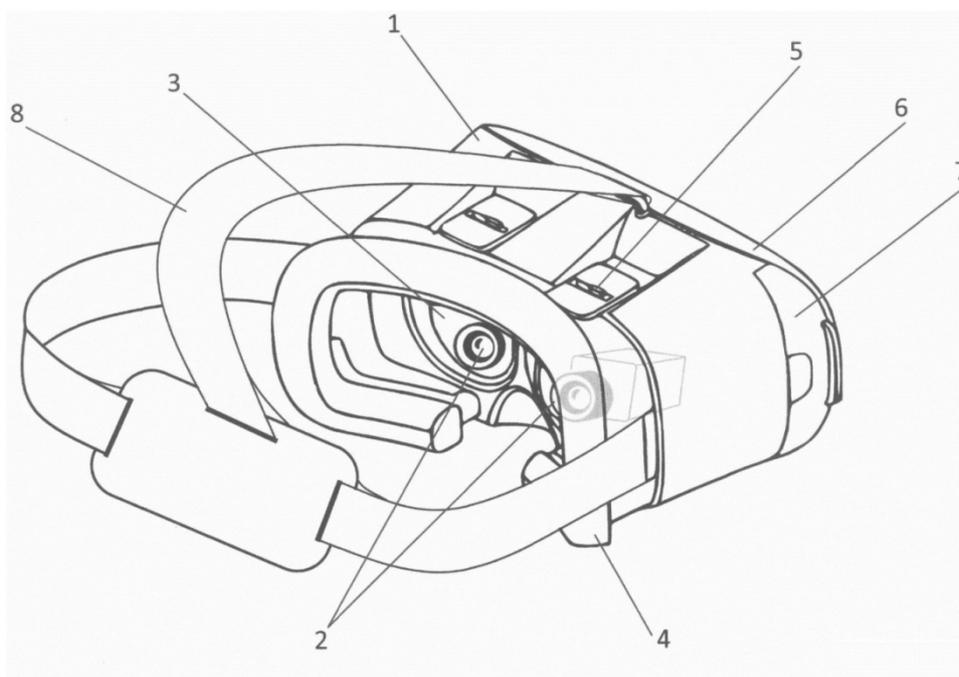


Рис. 3. Устройство для видеонистагмографии

Устройство состоит из корпуса 1, представляющего собой очки виртуальной реальности для смартфонов, в котором размещены: две видеокамеры с автофокусом, инфракрасной подсветкой, источником питания и возможностью записи данных на карту памяти 2, асферические линзы 3, регуляторы межзрачкового расстояния 5, выдвигающееся крепление для смартфона 7, передняя непрозрачная крышка 6, obtюратор 4, обеспечивающий плотное прилегание устройства к голове исследуемого, регулируемые эластичные ремни 8 для фиксации устройства на голове пациента.

Устройство для видеонистагмографии работает следующим образом: корпус 1, представляющий собой очки виртуальной реальности для смартфонов, закрепляют на голове человека и фиксируют с помощью эластичных ремней 8 таким образом, чтобы окулярная оправа 4 плотно прилегала к лицу обследуемого.

С помощью регуляторов 5 устанавливают необходимое межзрачковое расстояние. В видеокамеры 2, размещенные внутри корпуса 1, вставляются карты памяти и видеокамеры подключаются к источникам питания, после чего изображение обоих глаз записывается на карты памяти. При необходимости предъявления пациенту визуальных

стимулов в специальное крепление 7, размещенное внутри корпуса, устанавливается смартфон, экран которого может использоваться вместо монитора или проектора, при этом необходимо убрать одну из камер, сняв переднюю крышку 6. Записанные на карты памяти данные могут быть интерпретированы необходимым способом.

Возможна установка в корпусе устройства одной камеры или двух, причем межзрачковое расстояние легко адаптируется к конкретному пациенту с помощью регуляторов. Применяемые при изготовлении очков асферические линзы позволяют избежать искажения записанных на видео данных, при этом эффект увеличения изображения линзы позволяет повысить точность измеряемых параметров глазного яблока.

Наличие специального крепления позволяет использовать экран смартфона для предъявления визуальных стимулов вместо монитора или проектора, при выполнении ряда вестибулометрических тестов.

Таким образом, разработано устройство для видеонистагмографии, состоящее из корпуса с размещенными внутри видеокамерами, регулируемые эластичными ремнями для фиксации устройства на голове пациента, отличающееся тем, что корпус представляет собой очки виртуальной реальности для смартфонов с асферическими линзами, регуляторами межзрачкового расстояния, выдвигающимся креплением для возможности использования экрана смартфона для предъявления визуальных стимулов, при этом видеокамеры выполнены с автофокусом и представляют собой автономные устройства с инфракрасной подсветкой, источником питания и возможностью записи данных на карту памяти.

Для работы устройству не требуется подключение к компьютеру или ноутбуку, в отличие от существующих систем ВНГ. Подвижность пациента не ограничивается, благодаря отсутствию соединительных проводов. Записанные на карты памяти данные могут быть использованы для дистанционной медицинской диагностики.

Список использованных источников

1. **Видеонистагмография** в диагностике глазодвигательных нарушений / А. И. Белякова-Бодина, Е. В. Бриль, О. С. Зимнякова, М. А. Аникина, А. Г. Брутян // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. – 2017. – № 4. – С. 52 – 64.
2. **Замерград, М. В.** Вестибулярное головокружение / М. В. Замерград // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. – 2009. – № 1. – С. 14 – 18.
3. **Современные** системы дифференциальной диагностики вестибулярных нарушений / А. В. Горбунов, А. В. Непрокин, Е. Н. Туголуков, В. С. Егоров // *Вестник Тамбовского государственного технического университета*. – 2019. – Т. 25, № 2. – С. 241 – 249.
4. **Система** видеонистагмографии VO425 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://euosmed.ru/products/sistema-videonistagmografii-vo425> (30.09.2019)
5. **Пат. № 183466** на полезную модель, РФ МПК А61В 3/113 (2006.01) Устройство для видеонистагмографии / А. В. Непрокин ; заявл. 07.03.2018 ; опубл. 24.09.2018, Бюл. № 27.

УДК 616-71

Долгов Е. П., Черешнев В. О., Горбунов А. В.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. +79108529179, e-mail: alexey.gorbunov@mail.ru)

ВОЗМОЖНОСТИ АКСЕЛЕРОМЕТРИИ ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

Dolgov E. P., Cherehnev V. O., Gorbunov A. V.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. +79108529179, e-mail: alexey.gorbunov@mail.ru)

THE CAPABILITIES OF THE ACCELEROMETER IN PARKINSON'S DISEASE

Аннотация. Рассмотрена возможность применения метода акселерометрии при болезни Паркинсона. Проведено исследование с применением акселерометра Горбунова-Егорова. Делается вывод о возможности использования акселерометрии в целом, как метода диагностики и оценки эффективности лечения.

Ключевые слова: акселерометрия, актиграфия, болезнь Паркинсона, дрожательные гиперкинезы, неврологические расстройства, тремор.

Abstract. The possibility of using the accelerometry method in Parkinson's disease is considered. A study using the Gorbunov-Egorov accelerometer was conducted. The conclusion about the possibility of using the accelerometer as a whole, as a method of diagnosis and evaluation of the effectiveness of treatment.

Keywords: accelerometry, actigraphy, Parkinson's disease, tremor hyperkineses, neurological disorders, tremor.

Актуальность. По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) в мире наблюдается высокая заболеваемость болезнями нервной системы [1]. Мировой прогноз для болезни Паркинсона также неблагоприятный – увеличилась ее заболеваемость среди населения и, в том числе, в России с 2010 по 2017 год на 5,9% [2, 3].

У пациентов с болезнью Паркинсона констатируют повышенную инвалидность. Успешность лечения болезни Паркинсона зависит, прежде всего, от качества диагностики и мониторинга заболевания: требуются четкие представления о развитии и протекании заболевания.

Длительный мониторинг болезни Паркинсона, его оценка – все это находится на слабом уровне развития. Несмотря на то, что существует большое количество исследований сна с использованием акселерометрии, серьезных исследований двигательной активности при болезни Паркинсона с помощью актиграфии не проводилось. Основная проблема таких исследований заключается в том, что инструментальная диагностика нестационарного процесса может быть достигнута только при наличии как можно большего ансамбля реализаций процесса в течение небольшого промежутка времени.

Цель.

Все вышеизложенное и обусловило цели данного исследования:

- Рассмотрение использования метода акселерометрии при болезни Паркинсона.
- Использование акселерометра Горбунова-Егорова при болезни Паркинсона.
- Проведение верифицированного инструментального контроля состояния пациента с болезнью Паркинсона.

Материалы и методы. Было обследовано 12 пациентов с установленным диагнозом БП (5 мужчин и 7 женщин) в возрасте от 59 до 89 лет. Все пациенты получают препарат Леводопа более 3-х раз в сутки.

Всем пациентам проводилась оценка:

- Степени двигательного дефицита (III раздел шкалы UPDRS)
- Моторных флуктуаций (IV раздел шкалы UPDRS)
- Функциональной активности (I раздел шкалы UPDRS)
- Немоторных симптомов (II раздел шкалы UPDRS)
- Общего клинического впечатления врача и пациента

У данных пациентов исследовалась их двигательная активность во время сна. С учетом анализа полученных результатов двигательной активности пациентов делались выводы об эффективности медикаментозного лечения.

Среди кинематических методов регистрации двигательной активности наиболее часто используется *акселерометрия*. Метод акселерометрии эффективен для оценки основных характеристик тремора (в т.ч. при экстрапирамидных расстройствах) и отличен высокой воспроизводимостью, неинвазивностью и простотой применения. Обладая, возможно, несколько отличной или иной информативностью, этот метод отличается своей простотой и более удобен для длительного мониторинга [4].

Современный этап развития информационных технологий характеризуется массовым применением систем, использующих различные алгоритмы обработки анализа и интерпретации сигналов, в частности, двигательной активности [5].

Оценка двигательной активности проводилась с помощью разработанной и запатентованной системы длительного мониторинга неврологических нарушений на основе метода акселерометрии [6].

Разработанная система представлена в виде информационно-вычислительного комплекса с интегральными акселерометрическими первичными измерительными преобразователями, полученными от них сигналами и их интерпретацией специальным программным обеспечением [7].

Система способна измерять и регистрировать двигательную активность человека в любое время, но особенно перспективно измерение двигательной активности больных во время сна.

Результаты. Благодаря полученным данным при проведении исследования пациентов, страдающих болезнью Паркинсона, продемонстрирована возможность не только диагностики, но и коррекции лечения. Ниже продемонстрированы примеры оценки эффективности лечения болезни Паркинсона.

Женщина, 79 лет. Болея БП 7 лет. Болезнь Паркинсона, дрожательная форма, 3 стадия (по Хен – Яру), с выраженной постуральной неустойчивостью, умеренно выраженный феномен «истощения» разовой дозы леводопы, умеренные нарушения мочеиспускания, медленный темп прогрессирования. Принимала Наком ¼ табл 4 раза в сутки Мирапекс ПД 3 мг 1 раз в сутки (рис. 1, 2).

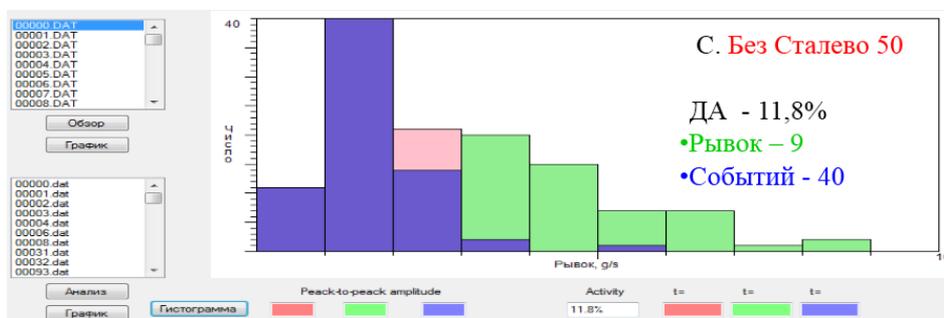


Рис. 1. Параметры двигательной активности пациента без приема Сталево

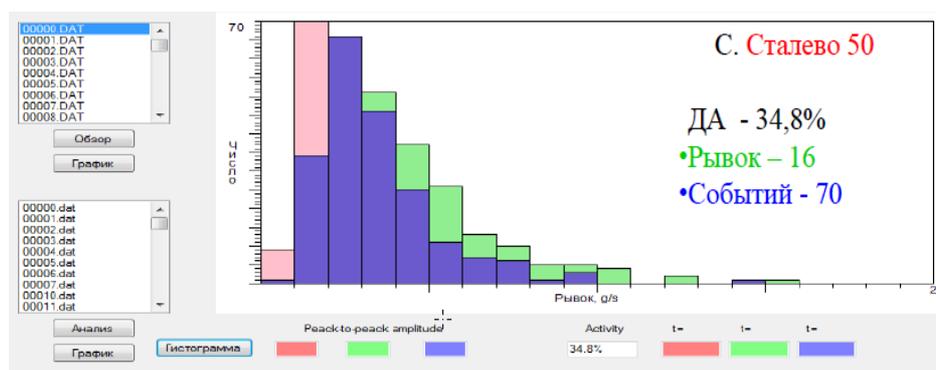


Рис. 2. Параметры двигательной активности пациента с болезнью Паркинсона при приеме Сталево 50

В результате оценки эффективности лечения были получены следующие результаты: изменения двигательной активности до и после применения препарата – События 30; Рывок – 7; ДА – 23%.

Результат оценки эффективности лечения нагляднее всего продемонстрирован на примере описанного ниже случая:

Мужчина 74 года. Болен БП 6 лет. Болезнь Паркинсона, смешанная форма, 3 стадия (по Хен и Яру) с выраженной постуральной неустойчивостью, умеренно выраженный феномен истощения разовой дозы леводопы, хореоформный гиперкинез пика дозы, синдром хронической усталости, умеренное нарушение мочеиспускания, умеренный темп прогрессирования. Данный больной прекратил использование назначенного ему препарата, в связи с этим у пациента наблюдаются отрицательные изменения (рис. 5), что позволило своевременно принять правильные лечебные меры. С помощью того же ПАК были получены данные об увеличении его мелкой двигательной активности (возрастание числа событий при слабом рывке, рис. 3, 4).

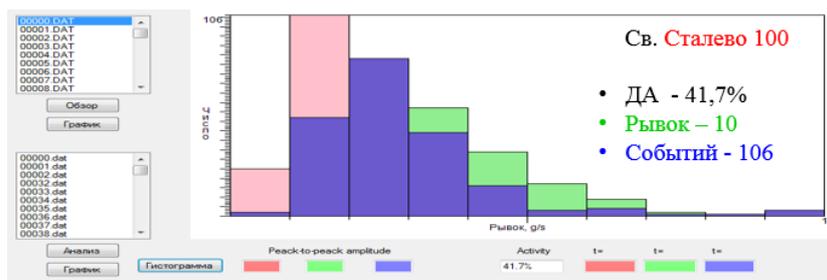


Рис. 3. Параметры двигательной активности пациента при приеме Сталево 100

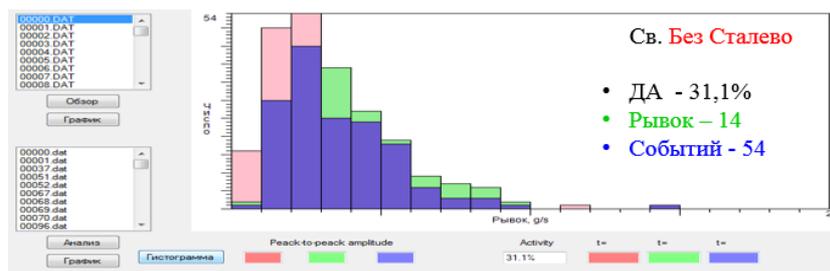


Рис. 4. Параметры двигательной активности пациента без приема Сталево

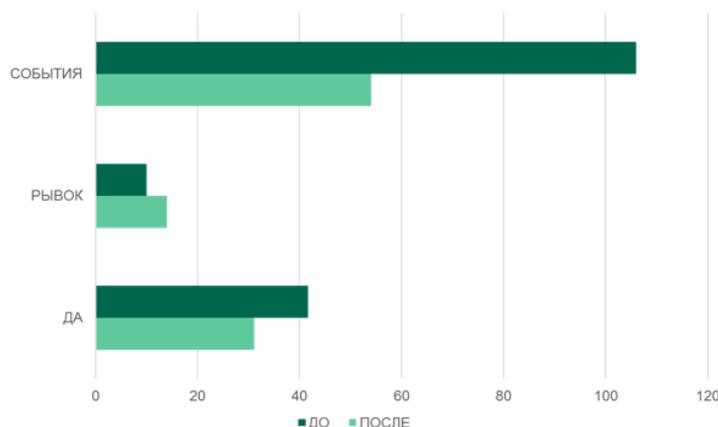


Рис. 5. Динамика параметров двигательной активности при лечении пациента
 У данного пациента наблюдаются отрицательные изменения: число событий – 52;
 Рывок – 4; Двигательная активность – 10,6%

Заключение. Данная методика, предполагает упрощение и большую доступность клинического анализа и интерпретации полученных от пациента данных при оказании диагностической и/или лечебной медицинской помощи или медицинской услуги в различных условиях.

Результаты исследования имеют прежде всего прикладной характер с научной новизной и оригинальностью в виде применения инновационной методики регистрации двигательной активности с последующим анализом.

Предполагается дальнейшее проведение научных изысканий с использованием данной инновационной системы в следующих направлениях:

- Поиск дальнейших модернизаций системы для улучшения диагностики и лечения.
- Минимизация технических и технологических средств, а также количества затрачиваемого времени.
- Повышение точности информации, как следствие повышение качества будущих исследований.

Список использованных источников

1. **Неврологические** нарушения : [электронный ресурс]. – URL : <https://www.who.int/features/qa/55/ru/>, дата обращения 30.09.2019.
2. **Болезнь Паркинсона**: [электронный ресурс]. – URL : <https://www.who.int/topics/Parkinson's disease/ru/>, дата обращения 30.09.2019.
3. **Здравоохранение** в России. 2017: Стат.сб. / Росстат. – М., 3-46, 2017. – 29 – 30 с.
4. **Иллариошкин, С. Н.** Дрожательные гиперкинезы / С. Н. Иллариошкин, И. Иванова-Смоленская // Руководство для врача – Атмосфера 2011. – С. 246 – 256.
5. **Проскурин, С. Г.** Исследование частотных характеристик электрокардиограммы при помощи дискретного преобразования Фурье / С. Г. Проскурин, В. О. Черешнев // Современные наукоемкие технологии. – 2019 – № 8. – С. 89 – 93.
6. **Пат. 168584** Российская Федерация [Устройство для регистрации двигательной активности человека] / Горбунов А. В., Егоров С. А., Егоров А. С.; Патент – Заявка на полезную модель № RU 20161102/11 от 11.02.2016 ; опубл. 09.02.2017.
7. **Пат. 2640138** Российская Федерация [Способ диагностики эпилепсии и устройство для его реализации] / Горбунов А. В., Егоров С. А., Егоров А. С.; Патент – Заявка на полезную модель № RU 2016123668 от 2016.06.14; опубл. 26.12.2017

References

1. **Neurological disorders** : [electronic resource]. – URL : <https://www.who.int/features/qa/55/ru/> date of access 30.09.2019.
2. **Parkinson's disease** : [electronic resource]. – URL : <https://www.who.int/topics/Parkinson's disease/ru/> date of access 30.09.2019.
3. **Healthcare** in Russia. 2017 Stat. SB. / Rosstat. – M., 3-46, 2017. – 29 – 30 c.
4. **Illarioshkin S. N.** Quivering hyperkinesia / S. N. Illarioshkin, I. Ivanova-Smolenskaya // Atmospera 2011. – S. 246 – 256.
5. **Proskurin S. G.** Research of frequency characteristics of the electrocardiogram using the discrete Fourier transform / Proskurin S. G. Cheresnev V. O. // Modern high technology. – 2019. – No. 8 – S. 89 – 93.
6. **Patent 168584** Russian Federation. [Device for recording human motor activity] / Gorbunov A. V., Egorov S. A., Egorov A. S.
7. **Patent 2640138** Russian Federation. [A method for the diagnosis of epilepsy and a device for its implementation] / Gorbunov A. V., Egorov S. A., Egorov A. S.

УДК 519.687.7

Шибков Д. А., Савилова У. А., Яковлева Д. А., Машкова О. С.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630054, e-mail:shibkov.d.a@yandex.ru)

ВЫЯВЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ USB-НАКОПИТЕЛЕЙ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Shibkov D. A., Savilova U. A., Yakovleva D. A., Mashkova O. S.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630054, e-mail:shibkov.d.a@yandex.ru)

IDENTIFICATION OF THE POSSIBILITY OF UNAUTHORIZED USE OF USB FLASH DRIVES IN AN INFORMATION SYSTEM

Аннотация. В данной работе представлена угроза несанкционированного использования USB-накопителей, а также предложен способ ее нейтрализации.

Ключевые слова: несанкционированное использование, информационная система, USB-накопитель, VID, PID, Win32 API.

Abstract. This article presents the threat of unauthorized use of USB-drives, as well as a method for its neutralization.

Keywords: unauthorized use, information system, USB Flash Drive, VID, PID, Win32 API.

Введение. В настоящее время наиболее удобное хранение, обработку и передачу информации обеспечивает использование ЭВМ и электронных носителей. Однако такой способ работы с информацией предполагает опасность нарушения ее конфиденциальности, целостности и доступности.

Угроза удаления следов подключения к компьютеру. Одним из способов передачи информации является перенос ее из памяти ЭВМ на USB-накопитель и наоборот. Для организации подобного обмена в ОС Windows существует механизм обработки изменения состояния портов компьютера, регистрации новых устройств и сохранения данных о них в реестре для дальнейшего использования. Каждое подключенное USB-устройство идентифицирует себя комбинацией VID/PID. В этой паре VID – 16-битный идентификатор производителя (Vendor ID), а PID – 16-битный идентификатор продукта (Product ID). Персональный компьютер использует эту комбинацию, чтобы найти драйверы для устройства. Для корректной работы всей экосистемы у каждого USB-устройства должна быть уникальная пара VID/PID [1]. Реестр обеспечивает надежное хранение информации о подключенных ранее внешних носителях, что позволяет отслеживать как санкционированный, так и несанкционированный доступ к системе и данным, хранящимся в ней. Тем не менее, существуют программы, позволяющие обойти данный механизм путем удаления следов неучтенного USB-накопителя из реестра и системных журналов.

Одной из таких программ является USBOblivion. Для ее работы необходим доступ к системе с правами администратора. Данная программа находит и удаляет следы всех ранее подключенных к системе носителей, что является достаточно надежным, но чрезвычайно заметным методом очистки следов [2]. Из-за значительных изменений в системе действия злоумышленника могут повлечь за собой достаточно оперативную реакцию службы информационной безопасности предприятия, тогда либо украденная информация потеряет свою актуальность, либо правонарушитель будет задержан.

Более деликатной программой для очистки следов является USBDeview. Данная программа также требует прав администратора для работы, но позволяет удалить следы конкретного носителя из системы. Это наиболее благоприятный для злоумышленника сценарий, однако полнота очистки следов данной программой недостаточна [3]. При определенных навыках специалисты службы информационной безопасности предприятия могут выявить факт компрометации системы и провести ряд мероприятий, направленных на обесценивание украденной информации.

Нейтрализация угрозы удаления следов подключения к компьютеру. Однако злоумышленник может иметь достаточные навыки для обхода стандартных средств защиты ОС Windows и удаления данных о USB-накопителе из реестра и системных журналов.

Для защиты от подобного сценария, в рамках данной статьи была разработана программа HWDetect, позволяющая зафиксировать события подключения внешних носителей к системе, их извлечения, а также занести их в журнал с указанием VID/PID устройства. Программа использует стандартные системные сообщения ОС Windows WM_DEVICECHANGE и функцию RegisterDeviceNotification.

ОС Windows рассылает широковещательные оповещения (broadcasts basic notifications message) любому приложению, создавшему окно верхнего уровня, для этого приложение должно обработать сообщение WM_DEVICECHANGE. Под окном верхнего уровня приложения (top-levelwindow) подразумевается окно, которое может быть обработано стандартным менеджером окон Windows. К примеру, окно может независимо от других окон перемещаться пользователем по рабочему столу, а также у окна пользователь может менять размеры.

Сообщение WM_DEVICECHANGE оповещает приложение о событии изменения конфигурации аппаратуры среди устройств, подключенных и установленных на компьютере. Если приложение не имеет окна верхнего уровня или требует оповещения о других изменениях среди устройств, то приложение может использовать функцию Win32 ApplicationProgrammingInterface (API, интерфейс программирования системы) RegisterDeviceNotification, которая регистрирует приложение в системе для приема событий оповещения, связанных с устройствами (device notification events). Для этой функции будет предоставлен handle, который указывает на структуру DEV_BROADCAST_DEVICEINTERFACE (содержит всю информацию о классе устройства) и флаг, который может быть DEVICE_NOTIFY_WINDOW_HANDLE (если это оконное приложение) или DEVICE_NOTIFY_SERVICE_HANDLE (если это сервис системы). Функция Win32 API UnregisterDeviceNotification закрывает указанный handle, возвращенный функцией RegisterDeviceNotification [4].

Фрагмент структурной схемы алгоритма работы программы представлен на рис. 1.

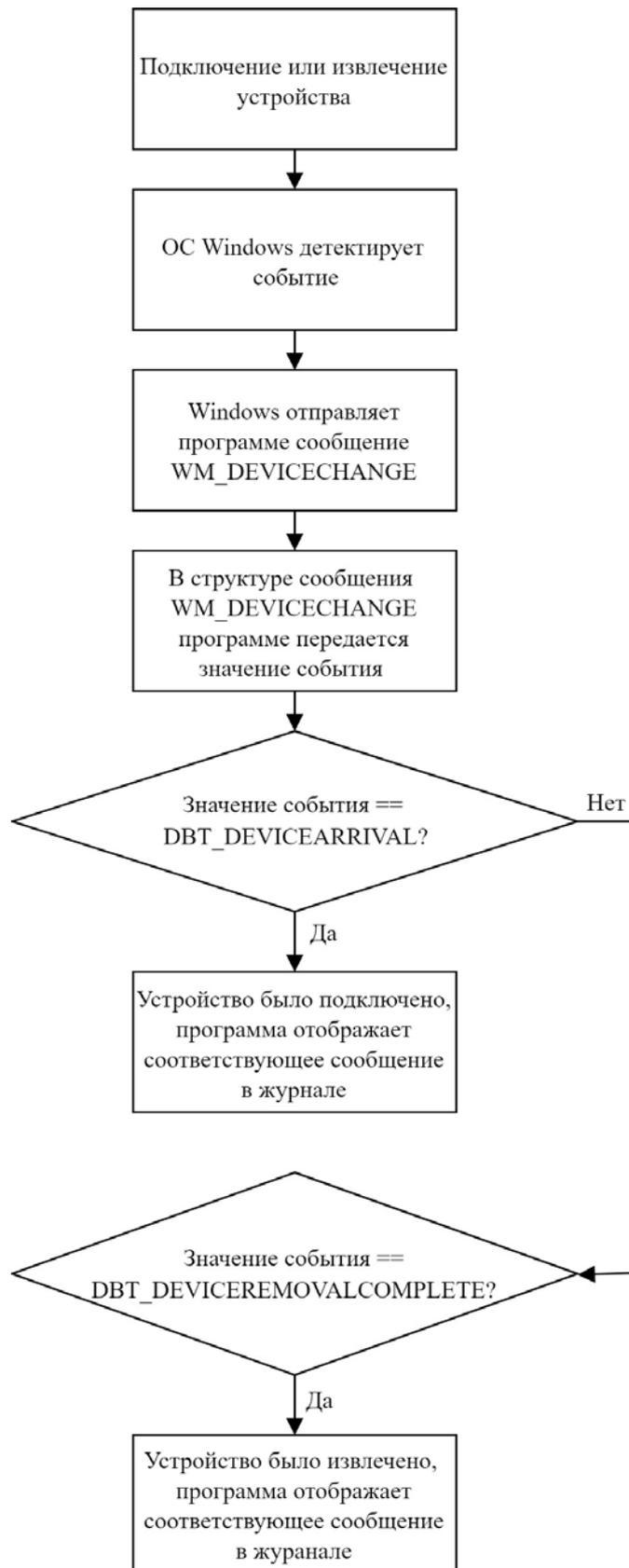


Рис. 1. Фрагмент структурной схемы алгоритма работы программы HWDetect

Организация защиты от угрозы утечки информации по USB основана на том, что HwDetect работает незаметно для пользователя, не отображается в панели инструментов и области уведомлений ОС. Данная программа сохраняет информацию о событиях подключения и извлечения USB-накопителей в журнал в отдельном файле.

Результаты тестирования программы представлены на рис. 2, 3.

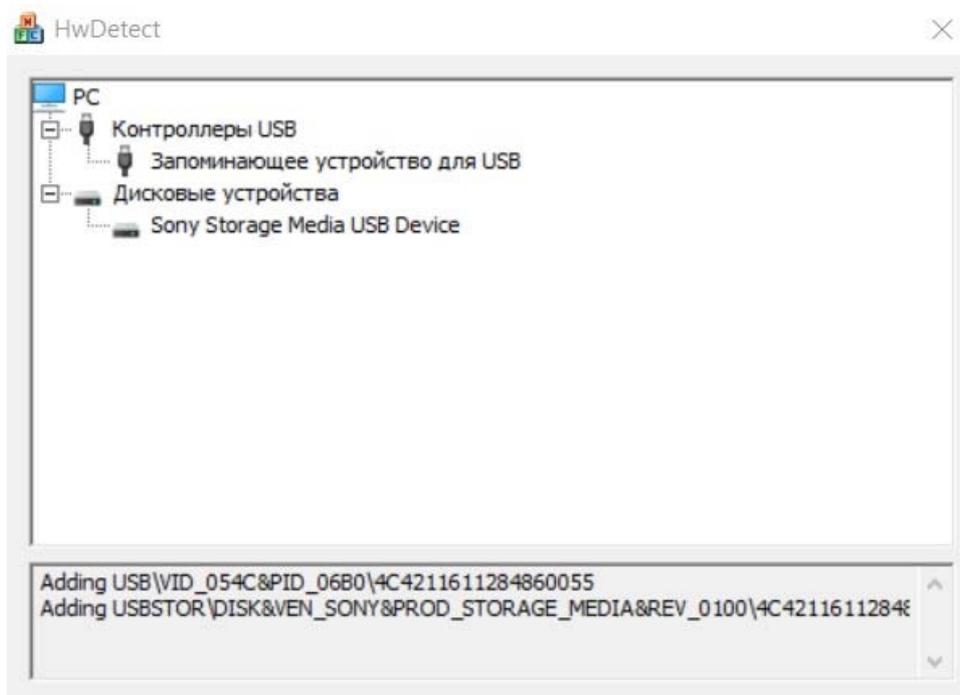


Рис. 2. Реакция программы на подключение USB-накопителя



Рис. 3. Реакция программы на извлечение подключенного ранее USB-накопителя

Результаты тестирования свидетельствуют о работоспособности программы HWDetect, обеспечивающей выявление несанкционированного использования USB-накопителей в информационной системе.

Заключение. Таким образом, попытки злоумышленника обойти механизм учета путем удаления следов USB-накопителя из реестра и системных журналов могут быть с легкостью нейтрализованы разработанной программой HWDetect.

Список использованных источников

1. **Реестр** кодов USBPID для проектов opensource [Электронный ресурс]. – URL : <https://хакер.ru/2015/04/06/usb-pid/> (дата обращения: 23.09.2019).
2. **USB Obliviondownload** [Электронный ресурс]. – URL : <https://sourceforge.net/projects/usboblivion/> (дата обращения: 23.09.2019).
3. **View** any installed/connected USB device on your system [Электронный ресурс]. – URL : https://www.nirsoft.net/utils/usb_devices_view.html (дата обращения: 23.09.2019).
4. **Windows** documentation [Электронный ресурс]. – URL : <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/> (дата обращения: 23.09.2019).

УДК004.056

Шибков Д. А., Савилова У. А., Яковлева Д. А., Машкова О. С.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630054, e-mail: shibkov.d.a@yandex.ru)

**РЕАЛИЗАЦИЯ УГРОЗЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ USB-НАКОПИТЕЛЕЙ
БЕЗ ВОЗМОЖНОСТИ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ПОРТА ETHERNET
И НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ДАННОЙ УГРОЗЫ**

Shibkov D. A., Savilova U. A., Yakovleva D. A., Mashkova O. S.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630054, e-mail:shibkov.d.a@yandex.ru)

**IMPLEMENTATION OF THREAT TO CONNECT USB FLASH DRIVES
WITHOUT OPPORTUNITY OF TRACKING BY MEANS
OF PORT ETHERNET AND NEUTRALIZING THIS THREAT**

Аннотация. В данной работе представлен программно-аппаратный комплекс Orange Pi One, предназначенный для реализации угрозы подключения USB-накопителей без возможности отслеживания, а также выработаны варианты нейтрализации этой угрозы.

Ключевые слова: несанкционированное использование, информационная система, USB-накопитель, Orange Pi One, FTP-сервер.

Abstract. This work presents the hardware and software complex Orange Pi One, designed to implement the threat of connecting USB-drives without the ability to track, as well as developed options to neutralize this threat.

Keywords: unauthorized use, information system, USB Flash Drive, Orange Pi One, FTP-server.

В настоящее время можно смело утверждать, что каждый пользователь ПК имеет хотя бы один USB-накопитель. За несколько лет эти компактные запоминающие устройства смогли вытеснить большинство других носителей информации за счет своей универсальности и экономичности. Однако невозможно всегда быть уверенным, что подключаемый к системе USB-накопитель не принадлежит злоумышленнику. Несмотря на то, что факт подключения внешнего носителя через USB-порт регистрируется в системе, существуют способы подключения без отслеживания.

Для реализации угрозы подключения USB-накопителей без возможности отслеживания был собран и настроен программно-аппаратный комплекс на базе одноплатного компьютера Orange Pi One. Данный компьютер имеет малый размер (5×7 см), что положительно сказывается на портативности и скрытности устройства [1].

Подключение комплекса к атакуемому ПК происходит по протоколу Ethernet, который охватывает два первых уровня сетевой модели OSI: физический и канальный. В данной технологии можно выделить классический и коммутируемый Ethernet. Классический Ethernet считается устаревшим, но в некоторых случаях все еще находит при-

менение. Его принцип основан на отправке в сеть сообщения с указанным адресом назначения. Сообщение может распространиться до всех ПКв сети, но обрабатывается только тем ПК, адрес которого, совпал с адресом назначения. Остальные ПК игнорируют этот трафик. Коммутируемый Ethernet является более усовершенствованным и современным решением. Принцип его работы заключается в применении сетевого устройства – коммутатора, который на основе таблицы коммутации отправляет полученные сообщения только тому устройству, которому эти сообщения были адресованы [2].

Для соединения ЭВМ между собой используются кабели типа «коаксиальный», «витая пара» и «волоконно-оптический». В настоящее время наиболее распространен разъем RJ-45, поэтому дальнейшая работа будет производиться с витой парой.

При создании стандарта Ethernet предполагалось, что каждая сетевая карта, как и встроенный сетевой интерфейс, имеет уникальный номер – MAC-адрес, присвоенный при изготовлении. Данный идентификатор состоит из шести байти используется для обозначения отправителя и получателя пакетов данных.

MAC-адрес абсолютно уникален, а это значит, что двух сетевых устройств с одинаковым MAC-адресом не существует. Его уникальность достигается за счет того, что координирующий комитет IEEE Registration Authority выделяет каждому производителю сетевого оборудования свой диапазон адресов. В случае если диапазон из шестнадцати миллионов выданных адресов закончится, то производитель может запросить новый. Таким образом, три старших байта MAC-адреса позволяют определить производителя [3].

Orange Pi One, представленный на рис. 1, работает на базе ОС Debian. Для организации обмена данными на одноплатный компьютер был установлен и настроен FTP-сервер vsftpd.

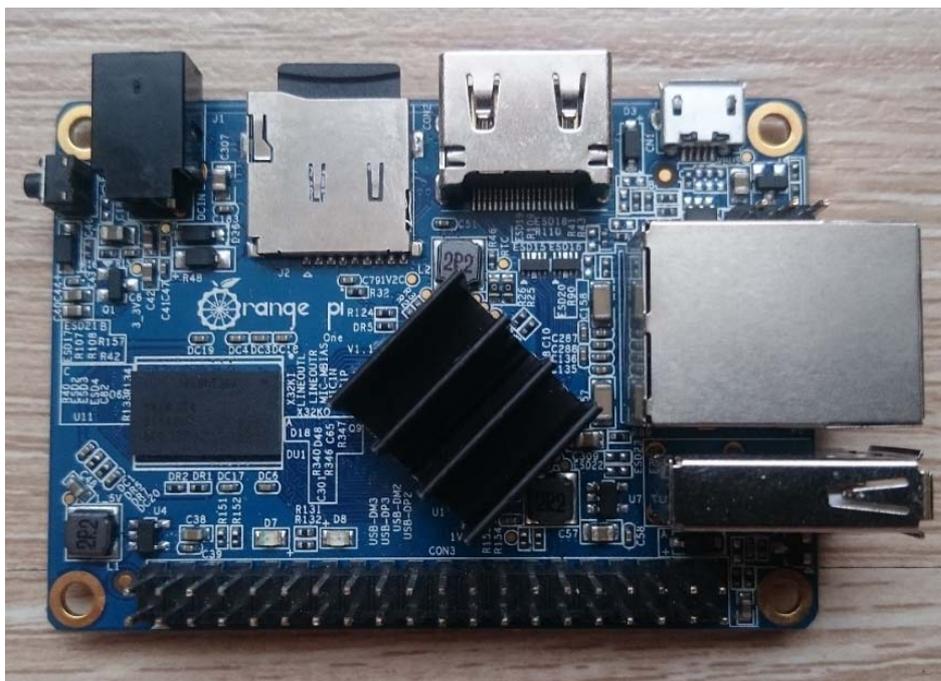


Рис. 1. Внешний вид одноплатного компьютера Orange Pi One

Для настройки устройства необходимы следующие компоненты:

- монитор;
- клавиатура;
- компьютерная мышь;
- кабель VGA;
- USB-концентратор для подключения компьютерной мыши и клавиатуры;
- патч-корд с разъемами RJ-45;
- переходник HDMI to VGA;
- адаптер питания с выходными параметрами тока 5В, 3А.

На рисунке 2 изображен Orange Pi One с периферией, необходимой для его настройки.



Рис. 2. Orange Pi One с периферией для настройки:

1 – адаптер питания; 2 – переходник HDMI to VGA; 3 – USB-концентратор для подключения компьютерной мыши и клавиатуры; 4 – патч-корд с разъемами RJ-45

Для обмена данными потребуется только адаптер питания для работы Orange Pi One и патч-корд для подключения устройства к компьютеру.

В данном примере работа производится с внутренней памятью Orange Pi One, однако возможно подключение внешних носителей, что практически снимает ограничения на объем передаваемых данных. Для работы такой схемы потребуется создание на внешнем носителе директории и предоставление пользователю доступа к ней.

На рисунке 3 представлен фрагмент структурной схемы работы устройства при проведении атаки.

Таким образом, собранное устройство позволяет обмениваться данными между компьютером жертвы и сервером злоумышленника, что позволяет не только украсть конфиденциальную информацию, но и загрузить на компьютер вредоносное программное обеспечение. При этом в системе жертвы не остается никаких следов подключения внешних носителей. Устройство работает как с компьютерами под ОС Windows, так и под управлением других ОС.

Реализованная выше угроза доказывает актуальность проблемы и необходимость выработки рекомендаций по ее нейтрализации. Ниже представлены меры, направленные на физическую защиту порта Ethernet от несанкционированного доступа.

Демонтаж порта Ethernet – наиболее простой способ нейтрализации представленной угрозы, однако это предполагает полную изоляцию. Систему будет невозможно подключить к глобальной или локальной сети, что может негативно сказаться на удобстве ее использования и замедлить темпы работы организации.

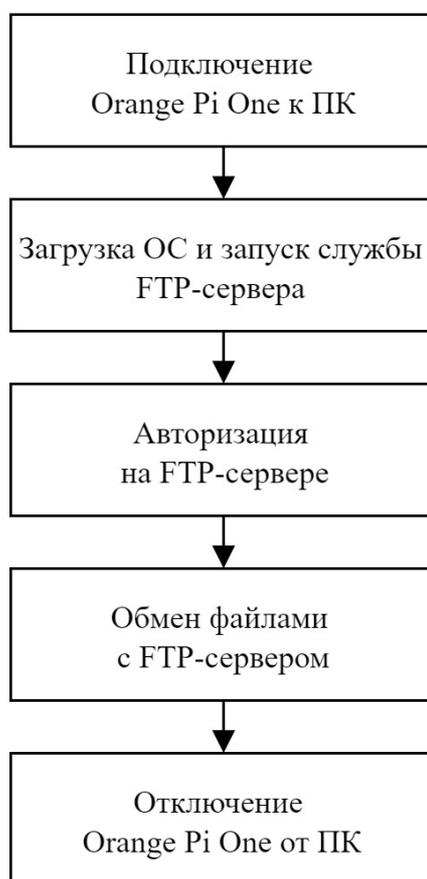


Рис. 3. Фрагмент структурной схемы работы устройства

Заглушка для разъема Ethernet, представленная на рис. 4, позволяет контролировать физический доступ к порту, опечатывать его и организовывать доступ только санкционированным пользователям. Такой способ сравнительно легко реализовать с экономической точки зрения. Главным его преимуществом является полный контроль подключения системы к сети и отсутствие необходимости демонтажа порта.

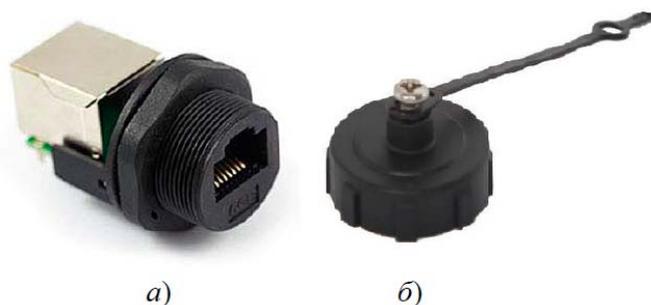


Рис. 4. Пример использования заглушки:
а – проходной разъем Ethernet; *б* – заглушка для разъема Ethernet

Другим более целесообразным способом нейтрализации данной угрозы является построение топологии локальной сети и постоянный контроль наличия системы в данной сети.

Таким образом, при соблюдении предложенных выше мер в полном объеме обеспечивается защита физического доступа к порту Ethernet, а, следовательно, реализация угрозы подключения USB-накопителей без возможности отслеживания сводится к минимуму.

Список использованных источников

1. **Orange pi one** [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.orangepi.org/orangepi/> (дата обращения: 25.09.2019).
2. **Ethernet** [Электронный ресурс]. – URL : <https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Ethernet> (дата обращения: 25.09.2019).
3. **Олифер, В. Г.** Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – СПб. : Питер, 2010. – 944 с.

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)

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ДЛЯ 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)

DEVELOPMENT OF INFORMATION-LOGICAL MODEL FOR THE CHOICE OF PARAMETERS DURING THE CUTTING PROCESS FOR TURNING

Аннотация. Описывается разработка информационно-логической модели выбора параметров процесса резания для токарной обработки. Построена концептуальная модель процесса резания. Рассмотрено создание аналитической модели выбора параметров процесса резания

Ключевые слова: концептуальная модель, информационно-логическая модель, производственные правила.

Abstract. This paper describes the development of an information-logical model for selecting parameters of the cutting process. We construct a conceptual model for selecting parameters of the cutting process. We consider the creation of an analytical model for selecting parameters of the cutting process.

Keywords: conceptual model, information and logical model, production rules.

Обработка резанием относится к объектам многоконтурного регулирования, поскольку имеет большое число регулируемых параметров, изменение каждого из которых вызывает изменение других. Процесс резания представляет собой сложную совокупность физико-химических явлений, в которую, прежде всего, входят кинематика процесса, напряженное состояние, пластические деформации и разрушение в зоне резания, трение, динамика системы станок-приспособление-инструмент-деталь (СПИД), тепловые, химические и электрические явления на контактных поверхностях и другие факторы. Они составляют структурную схему основных элементов, определяющих процесс механической обработки. Структурная схема для любого метода резания, в том числе механической обработки, определяет в первую очередь взаимосвязь между входными – первичными параметрами, определяющими элементы системы СПИД, и выходными – вторичными параметрами, определяющими результаты обработки.

Первичные параметры задаются: конструктором – чертеж детали, материал обрабатываемой детали, ее размеры; технологом – заготовка, способ ее получения, припуск, допуск на операцию, метод обработки с назначением станка – его типа, мощности, точности, жесткости и приспособления, схемы настройки операции, конструкции инструмента, режимы обработки, вид и способы подачи технологических сред.

Любой физико-химический метод обработки резанием представляет собой комплекс физических (механических, тепловых, электрических) и химических процессов, связанных между собой системой прямых и обратных связей. Структурная схема определяет как аналитическую, так и вероятностную взаимосвязь первичных и вторичных параметров. Такой подход позволяет установить роль отдельных физических и химических явлений и на основе этого получить основу для оптимизации процесса, т. е. достижения заданного качества поверхности и точности обработки при максимальной производительности. Таким образом, можно представить концептуальную модель процесса резания (рис. 1).

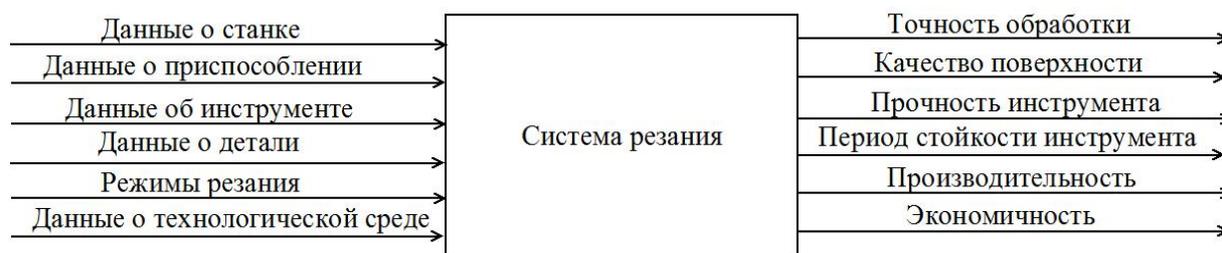


Рис. 1. Концептуальная модель процесса резания

Она показывает входные и выходные параметры процесса.

Аналитическую модель процесса принятия решения по выбору параметров процесса резания можно представить следующим кортежем

$$M = \langle M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, M_7, M_8, M_9, M_{10} \rangle.$$

где M_1 – модель выбора вида обработки; M_2 – модель выбора способа закрепления заготовки; M_3 – модель определения состояния поверхности заготовки; M_4 – модель определения материала режущей части резца; M_5 – модель выбора резца по характеру обработки; M_6 – модель выбора резца по способу крепления пластины; M_7 – модель выбора углов режущей части резца; M_8 – модель выбора главного угла в плане резца; M_9 – модель выбора вспомогательного угла в плане резца; M_{10} – модель определения габаритных размеров резца.

Модель выбора вида обработки $M_1 = \{V(v_1, v_2, v_3), P_1(p_{11}, p_{12}), U_1\}$ содержит параметры:

Вид обработки $V(v_1, v_2, v_3)$, где v_1 – черновая обработка; v_2 – получистовая обработка; v_3 – чистовая обработка;

Условия выбора $P_1(p_{11}, p_{12})$, где p_{11} – шероховатость поверхности Ra, мкм; p_{12} – качество точности;

Правила выбора U_1 построены по конструкции: «если ... (условия выполняются), то ... (реализация следствия)»

Модель выбора способа закрепления заготовки $M_2=\{Z(z_1, z_2, z_3), P_2(p_{21}, p_{22}), U_2\}$ содержит параметры:

Способ закрепления заготовки $Z(z_1, z_2, z_3)$, где z_1 – установка заготовки в патроне; z_2 – заготовка закреплена в патроне и поддерживается центром; z_3 – установка заготовки в центрах;

Условия выбора $P_2(p_{21}, p_{22})$, где p_{21} – Отношение длины к диаметру; p_{22} – вид обработки;

правила выбора U_2 построены по конструкции: «если ... (условия выполняются), то ... (реализация следствия)»

Модель определения состояния поверхности заготовки $M_3=\{S(s_1, s_2), V(v_1, v_2, v_3), U_3\}$ содержит параметры:

Состояние поверхности заготовки $S(s_1, s_2)$, где s_1 – с коркой; s_2 – без корки;

Условия выбора $V(v_1, v_2, v_3)$

правила выбора U_3 построены по конструкции: «если ... (условия выполняются), то ... (реализация следствия)»

Модель определения материала режущей части резца $M_4=\{Mr(Mar, Mat), P_4(p_{41}, p_{42}, p_{43}, p_{44}), U_4\}$ содержит параметры:

Материал режущей части резца $Mr(Mar, Mat)$, где марка материала режущей части резца $Mar(mar_1, mar_2, mar_3, mar_4, mar_5, mar_6, mar_7, mar_8, mar_9)$, mar_1 – Т5К10; mar_2 – ВК8; mar_3 – Р6М5; mar_4 – Т15К6; mar_5 – Т14К8; mar_6 – Т30К4; mar_7 – ВК6; mar_8 – ВК3; mar_9 – ВК4. Вид материала режущей части резца $Mat(mat_1, mat_2)$, mat_1 – твердый сплав, mat_2 – быстрорежущая сталь.

Условия выбора $P_4(p_{41}, p_{42}, p_{43}, p_{44})$, где p_{41} – вид обрабатываемого материала; p_{42} – вид обработки; p_{43} – условия резания; p_{44} – жесткость системы СПИД

правила выбора U_4 построены по конструкции: «если ... (условия выполняются), то ... (реализация следствия)»

Модель выбора резца по характеру обработки $M_5=\{K_1(k_{11}, k_{12}), V(v_1, v_2, v_3), U_5\}$ содержит параметры:

Классификация резца по характеру обработки $K_1(k_{11}, k_{12})$, где k_{11} – черновой резец, k_{12} – чистовой резец.

правила выбора U_5 построены по конструкции: «если ... (условия выполняются), то ... (реализация следствия)»

Модель выбора резца по способу крепления пластины $M_6=\{K_2(k_{21}, k_{22}), P_6(p_{61}, p_{62}, p_{63}), U_6\}$ содержит параметры:

Классификация резца по способу крепления пластины $K_2(k_{21}, k_{22})$, где k_{21} – сборный, k_{22} – составной.

Условия выбора вида производства $P_5(p_{51}, p_{52}, p_{53})$, где p_{51} – массовое производство, p_{52} – серийное производство, p_{53} – единичное производство.

правила выбора U_6 построены по конструкции: «если ... (условия выполняются), то ... (реализация следствия)»

Модель выбора углов режущей части резца $M_7 = \{Ug(Ga, Al), P_7(p_{71}, p_{72}, p_{73}, p_{74}, p_{75}), U_7\}$ содержит параметры:

углы режущей части резца $Ug(Ga, Al)$, где Ga – Главный задний угол, град; Al – Главный передний угол, град.

Условия выбора $P_7(p_{71}, p_{72}, p_{73}, p_{74}, p_{75})$, где p_{71} – вид обрабатываемого материала; p_{72} – временное сопротивление обрабатываемого материала, МПа; p_{73} – твердость по Бринеллю; p_{74} – вид цветного металла или сплава; p_{75} – вид материала режущей части резца; p_{75} – классификация резца по способу крепления пластины.

правила выбора U_7 построены по конструкции: «если ... (условия выполняются), то ... (реализация следствия)»

Модель выбора главного угла в плане резца $M_8 = \{Up_1 (up_{11}, up_{12}, up_{13}, up_{14}), P_8(p_{81}, p_{82}, p_{83}), U_8\}$ содержит параметры:

Диапазон значений главного угла в плане (в градусах) $Up_1 (up_{11}, up_{12}, up_{13}, up_{14})$, где up_{11} – (10...20) град; up_{12} – (30...45) град; up_{13} – (60...75) град; up_{14} – 90 град.

Условия выбора $P_8(p_{81}, p_{82}, p_{83})$, где p_{81} – вид обработки; p_{82} – жесткость системы СПИД; p_{83} – отношение длины к диаметру.

правила выбора U_8 построены по конструкции: «если ... (условия выполняются), то ... (реализация следствия)»

Модель выбора вспомогательного угла в плане резца $M_9 = \{Up_2 (up_{21}, up_{22}), Mat (mat_1, mat_2), U_9\}$ содержит параметры:

Диапазон значений вспомогательного угла в плане (в градусах) $Up_2 (up_{21}, up_{22})$, где up_{21} – (5 ... 10) град; up_{22} – 15 град.

правила выбора U_9 построены по конструкции: «если ... (условия выполняются), то ... (реализация следствия)»

Модель определения габаритных размеров резца $M_{10} = \{G(g_1, g_2, g_3), P_{10}(p_{101}, p_{102}), U_{10}\}$ содержит параметры:

Габаритные размеры резца $G(g_1, g_2, g_3)$, где g_1 – высота резца, мм; g_2 – ширина резца, мм; g_3 – длина резца, мм.

Условия выбора $P_{10}(p_{101}, p_{102})$, где p_{101} – классификация резца по характеру обработки; p_{102} – наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной станка.

правила выбора U_{10} построены по конструкции: «если ... (условия выполняются), то ... (реализация следствия)»

Представленная аналитическая модель может быть использована для создания баз знаний для интеллектуальных информационных систем, решающих задачи управления процессом резания и его проектирования, как это показано в работах [1 – 3].

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 : сборник материалов XVII международной научно-методической конференции : 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. **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.

УДК 339

Ковалев И. Б.Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов,
(E-mail: frolova2000@gmail.com)**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА МЕТОДОМ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ****Kovalev I. B.**Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(E-mail: frolova2000@gmail.com)**FORECASTING VOLUMES OF SALES OF ENGINEERING PRODUCTION
BY THE METHOD OF ANALYSIS OF TIME SERIES**

Аннотация. Поставлена задача выбора ассортимента продукции. Исходными данными для решения задачи выбора ассортимента продукции является некоторая информация, которую в дальнейшем будем называть исторической, характеризующая экономическую ситуацию на рынке. Предлагается в качестве исходных факторов использовать объемы реализации продукции за предыдущие периоды. Таким образом, объем реализации представляется как функция времени, другие факторы влияющие на прогноз не учитываются. В этой связи оценки, полученные с использованием данного метода, обычно корректируются с учетом мнения экспертов. Представлена математическая структура временных рядов, реализующая искомую функциональную зависимость и возможный алгоритм решения поставленной задачи.

Ключевые слова: машиностроительная продукция, временные ряды, прогнозирование продаж.

Abstract. The task of choosing a range of products. The initial data for solving the problem of choosing the range of products is some information, which in the future will be called historical, characterizing the economic situation on the market. It is proposed to use the sales volumes of products for previous periods as initial factors. Thus, the volume of sales is presented as a function of time, other factors affecting the forecast are not taken into account. In this regard, estimates obtained using this method are usually adjusted taking into account the opinions of experts. The mathematical structure of time series is presented, which implements the desired functional dependence and a possible algorithm for solving the problem.

Keywords: engineering products, time series, sales forecasting.

Осуществление прогноза выпуска продукции машиностроительных производств является актуальной на сегодняшний момент времени [1, 2]. В существующей экономической ситуации плановые задания, т.е. государственный заказ, отсутствуют. Перед руководством предприятия встает сложнейшая задача осуществления прогноза спроса на производимую продукцию.

Исходными данными для решения задачи выбора ассортимента продукции является некоторая информация, которую в дальнейшем будем называть исторической, характеризующая экономическую ситуацию на рынке. Источники этой информации могут находиться как внутри, так и вне предприятия. Предлагается в качестве исходных

факторов использовать объемы реализации продукции за предыдущие периоды. Таким образом, объем реализации представляется как функция времени, другие факторы влияющие на прогноз не учитываются. В этой связи оценки, полученные с использованием данного метода, обычно корректируются с учетом мнения экспертов.

Постановка задача прогнозирования формулируется следующим образом: для известной «истории» объемов реализации продуктов ассортимента i , $i = \overline{1, I}$:

Для известной «истории» объемов реализации продуктов ассортимента i , $i = \overline{1, I}$:

$$\begin{aligned} & Q_{t-1}^1, Q_{t-2}^1, Q_{t-3}^1, \dots, Q_{t-j}^1, \dots, Q_{t-n}^1, \\ & Q_{t-1}^2, Q_{t-2}^2, Q_{t-3}^2, \dots, Q_{t-j}^2, \dots, Q_{t-n}^2, \\ & \dots \dots \dots \\ & Q_{t-1}^i, Q_{t-2}^i, Q_{t-3}^i, \dots, Q_{t-j}^i, \dots, Q_{t-n}^i, \\ & \dots \dots \dots \\ & Q_{t-1}^I, Q_{t-2}^I, Q_{t-3}^I, \dots, Q_{t-j}^I, \dots, Q_{t-n}^I, \end{aligned}$$

определить выпуск продуктов в момент времени t :

$$Q_t^1, Q_t^2, \dots, Q_t^i, \dots, Q_t^I,$$

т.е. вычислить: $\overline{Q}_t = f(\overline{Q}_{t-1}, \dots, \overline{Q}_{t-n})$.

Представлена математическая структура временных рядов, реализующая искомую функциональную зависимость и возможный алгоритм решения поставленной задачи.

Предлагается алгоритм решения задачи прогнозирования, который включает в себя:

1. Сбор исходных данных.
2. Сглаживание временного ряда.
3. Выявление тренд – сезонной компоненты.
4. Выбор модели прогнозирования.
5. Осуществление прогноза.
6. Оценка адекватности прогнозных значений.

Тесты на правильность прогноза дали положительный результат.

Список использованных источников

1. **Фролова, Т. А.** Методы оценки конкурентоспособности металлорежущих станков / Т. А. Фролова, И. И. Данилкина, А. И. Арестов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн [Электронный ресурс] : материалы III Международной научно-практической конференции. В 3 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2, Т. I. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – С. 129 – 134.
2. **Фролова, Т. А.** Совершенствование механизма прогнозирования продаж продукции машиностроительного предприятия / Т. А. Фролова, И. И. Данилкина // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн [Электронный ресурс]: материалы II Международной научно-практической конференции. В 3 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2, Т. I. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2015. – С. 231 – 236.

УДК 621.3

Фролова Т. А., Чикурков П. И.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов,
(E-mail: frolova2000@gmail.com)

РАСЧЕТ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КРИСТАЛЛИТА

Frolova T. A., Chikyrvkov P. I.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(E-mail: frolova2000@gmail.com)

CALCULATION OF THE AUTOMATIC REGULATION SYSTEM CRYSTALLITE PRODUCTION PROCESS

Аннотация. Проведено обоснование выбора объекта управления. Разработана математическая модель процесса нагрева раствора в технологической емкости процесса производства кристаллита. Проведено имитационное исследование рассматриваемого процесса, получены динамические характеристики по основным каналам. Выбрана структура АСР температуры раствора. Проведено определение настроек ПИ-регулятора АСР. Построены переходные процессы в АСР по каналам регулирования и возмущения.

Ключевые слова: цеолит, кристаллит, АСУТП, микроконтроллер, технические средства автоматизации, математическое моделирование.

Abstract. Substantiation of the choice of the control object A mathematical model of the process of heating the solution in the technological capacity of the crystallite production process is developed. A simulation study of the process under consideration was carried out, dynamic characteristics were obtained through the main channels. The structure of the ASR of the solution temperature was selected. The settings of the PI-controller ACP are determined. Transient processes in the ASR are constructed along the control and disturbance channels.

Keywords: zeolite, crystallite, process control system, microcontroller, technical means of automation, mathematical modeling.

Стадия приготовления промывочного раствора при производстве кристаллита, является одной из самых ответственных в процессе производства, так как качество приготовленного промывочного раствора будет определять и качество получаемого кристаллита. Для этого необходимо обеспечить заданный температурный режим и приготовить раствор с заданным рН.

Себестоимость и качество готовой продукции всегда существенно зависят от технологии выполнения и управления наиболее сложных, длительных и ответственных процессов [1 – 6].

Одной из актуальных задач комплексной автоматизации производства является математическое описание промышленных процессов, в частности процессов химической

технологии. В основе любого технологического процесса лежат различные по своей природе физические процессы [1 – 6].

Моделирование является одним из методов научного исследования, позволяющих установить в каждом моделируемом процессе (объекте) основные, присущие ему закономерности.

Методы математического моделирования в сочетании с ЭВМ позволяют при относительно небольших материальных затратах исследовать различные варианты аппаратного оформления, изучить его основные особенности и вскрыть резервы совершенствования.

Для разрабатываемой математической модели процесса приготовления промывочного раствора при производстве кристаллита примем следующие допущения:

- вещества в своем объеме идеально перемешаны;
- теплофизические свойства веществ постоянны (плотность, теплоемкость);
- масса теплоносителя в рубашке технологической емкости поз. 2 постоянна.

С учетом принятых допущений, уравнение материального баланса примет вид:

$$\frac{dM_p}{d\tau} = G_{\text{ГН}}, \text{ [кг/с]} \quad (1)$$

где $G_{\text{ГН}}$ – расход гидроокиси натрия в емкость поз. 2, кг/с; M_p – масса раствора в емкости, кг.

Расходы компонентов в емкость определяются их массой и временем загрузки:

$$G_{\text{ГН}} = \frac{M_{\text{ГН}}}{\tau_{\text{ГН}}}, \quad (2)$$

где $M_{\text{ГН}}$ – масса загружаемой гидроокиси натрия, кг; $\tau_{\text{ГН}}$ – время загрузки гидроокиси натрия, с.

Начальное условие для уравнения (6.1) определяется массой загруженных компонентов (обессоленной воды):

$$M_p(0) = M_p^0 = M_v, \quad (3)$$

где M_v – масса загруженной обессоленной воды, кг.

Уравнение энергетического баланса для объема раствора:

$$c_p \cdot \frac{d(M T_p)}{d\tau} = G_{\text{ГН}} c_{\text{ГН}} T_{\text{ГН}}^{\text{ВХ}} + K_1 F_1 (T_T - T_p) + \Delta H_{\text{ГН}} \nu_{\text{ГН}}, \text{ [Дж/с]}, \quad (4)$$

где c_p , $c_{\text{ГН}}$ – удельная теплоемкость раствора, гидроокиси натрия, Дж/(кг·°C); K_1 – коэффициент теплопередачи от теплоносителя (горячей воды) к раствору, Дж/(м²·с·°C); F_1 – площадь поверхности теплообмена, м²; $\Delta H_{\text{ГН}}$ – энтальпия растворения гидроокиси натрия, Дж/кг; $\nu_{\text{ГН}}$ – скорость растворения гидроокиси натрия, кг/с; T_p – температура раствора, °C; $T_{\text{ВХ}}^{\text{ГН}}$ – температура гидроокиси натрия на входе, °C.

Начальное условие для уравнения (4):

$$T_p(0)M(0) = T_p^0 M_p^0, \quad (5)$$

где T_p^0 – температура смеси в начальный момент времени, °С.

Материальный баланс по теплоносителю:

$$\frac{dM_T}{dt} = G_T^{BX} - G_T^{BYX}, \quad [\text{кг/с}] \quad (6.6)$$

где G_T^{BX} – расход теплоносителя в рубашку емкости, кг/с; G_T^{BYX} – расход теплоносителя из рубашки емкости, кг/с; M_T – масса теплоносителя в рубашке емкости, кг.

Вследствие принятых допущений $M_T = const$, тогда:

$$G_T^{BX} = G_T^{BYX} = G_T.$$

Уравнение энергетического баланса для теплоносителя в рубашке:

$$M_T c_T \frac{dT_T}{d\tau} = G_T c_T (T_T^{BX} - T_T) - K_1 F_1 (T_T - T_p) - K_2 F_2 (T_T - T_{cp}), \quad [\text{Дж/с}], \quad (7)$$

где c_T – теплоемкость теплоносителя, Дж/(кг °С); K_2 – коэффициент теплопередачи от теплоносителя к окружающей среде, Дж/(м² с °С); F_2 – площадь поверхности теплообмена, м²; T_T – температура теплоносителя, °С; T_T^{BX} – температура теплоносителя на входе в рубашку, °С; T_{cp} – температура окружающей среды, °С.

Начальное условие для уравнения (7):

$$T_T(0) = T_T^0. \quad (8)$$

Будем считать, что расход теплоносителя через клапан при фиксированном коэффициенте K_v , характеризующем максимальную пропускную способность клапана, пропорционален квадратному корню от перепада давлений на этом клапане и обратно пропорционален плотности жидкости. Тогда расход теплоносителя G_T определяется следующим образом:

$$G_T = \frac{0.01 \cdot \mu \cdot K_v}{3600} \cdot \sqrt{\frac{P^{BX} - P}{\rho}}, \quad (9)$$

где μ – степень открытия клапана на линии подачи теплоносителя в рубашку емкости; K_v – пропускная способность клапана, кг/с; P^{BX} – давление теплоносителя на входе в рубашку, Па; P – давление теплоносителя в рубашке, Па; ρ – плотность теплоносителя, кг/м³.

Теплофизические параметры c_T , c_{cm} , $c_{гн}$ входящие в уравнения математической модели, являются справочными величинами. Величины F_1 , F_2 являются конструктив-

ными параметрами технологических емкостей. Коэффициенты теплопередачи K_1 , K_2 является основным фактором, определяющим интенсивность процесса охлаждения реакционной массы. Значение K_1 , K_2 зависит от теплофизических свойств и гидродинамических параметров смеси, теплоносителя и окружающей среды, геометрической формы, размеров, состояния поверхности теплообмена и ряда других факторов. Однако для небольшого диапазона изменения температуры смеси, теплоносителя и температуры окружающей среды коэффициент теплопередачи можно считать постоянной величиной.

Значения параметров $\Delta H_{\text{ГН}}$, $\nu_{\text{ГН}}$ выбираем из работ посвященных исследованиям процесса растворения гидроокиси натрия.

При автоматизации производственных процессов наиболее правильные решения могут быть приняты на основании данных о статических и динамических свойствах регулируемого объекта. Для получения этих данных определяют соответственно статические и динамические характеристики регулируемых объектов, используя математическую модель объекта регулирования [15].

Для выбора наилучших каналов регулирования необходимо провести сравнительный анализ статических и динамических характеристик установки по различным каналам.

Вследствие того, что процесс приготовления промывочного раствора при производстве кристаллита является периодическим, произведем построение динамических характеристик.

Динамические характеристики представляют собой зависимости между изменениями входных и выходных величин в динамическом режиме (во времени). Динамические характеристики дают информацию об инерционных свойствах регулируемых объектов (систем, элементов систем) и таким образом являются исходными данными при синтезе автоматических систем регулирования.

Для построения динамических характеристик значения входных параметров менялись на 10% от их регламентных значений.

Графики переходных характеристик приведены на рис. 1.

Из анализа рис. 1 видно, что наибольшее влияние на температуру раствора в емкости показывает изменение степени открытия клапана на линии подачи теплоносителя в рубашку емкости μ , следовательно, данный параметр необходимо использовать в качестве регулирующего. Чувствительность температуры раствора к возмущающему воздействию – температуре теплоносителя на входе в рубашку емкости наибольшая, но соизмерима с чувствительностью температуры смеси к возмущающему воздействию $P^{\text{ВХ}}$, поэтому это надо учитывать при выборе структуры системы автоматического регулирования. Температура окружающей среды $T_{\text{ср}}$ и температура загружаемой гидроокиси натрия $T_{\text{ГН}}^{\text{ВХ}}$ практически не оказывают влияние на температуру раствора в технологической емкости.

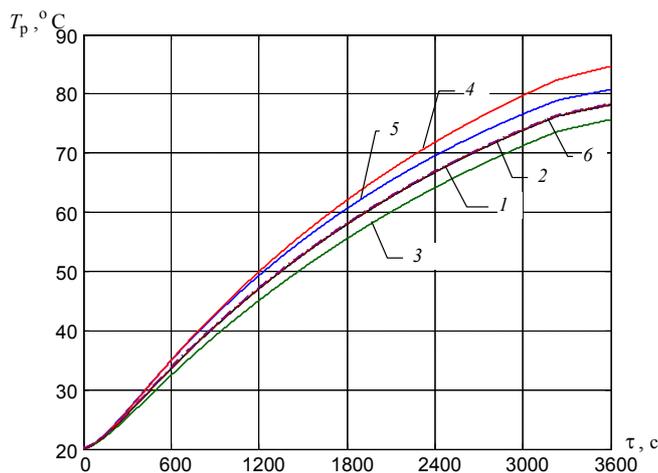


Рис. 1. Переходные характеристики объекта управления:

- 1 – при регламентных значениях входных параметров;
- 2 – при изменении T_{cp} ($\Delta T_{cp} = 2 \text{ }^\circ\text{C}$); 3 – при изменении μ ($\Delta\mu = -0.03$);
- 4 – при изменении T_T^{BX} ($\Delta T_T^{BX} = 9 \text{ }^\circ\text{C}$); 5 – при изменении P^{BX} ($\Delta P^{BX} = 13000 \text{ Па}$);
- 6 – при изменении $T_{ГН}^{BX}$ ($\Delta T_{ГН}^{BX} = 2 \text{ }^\circ\text{C}$)

Важнейшим элементом синтеза АСР параметров технологического процесса является расчет одноконтурной системы регулирования. При этом требуется выбрать закон регулирования и найти числовые значения параметров регуляторов .

Исходя из проведенного анализа динамических характеристик объекта управления и требований регламента выбираем одноконтурную систему регулирования.

Структурная схема одноконтурной АСР температуры раствора в технологической емкости представлена на рис. 2.

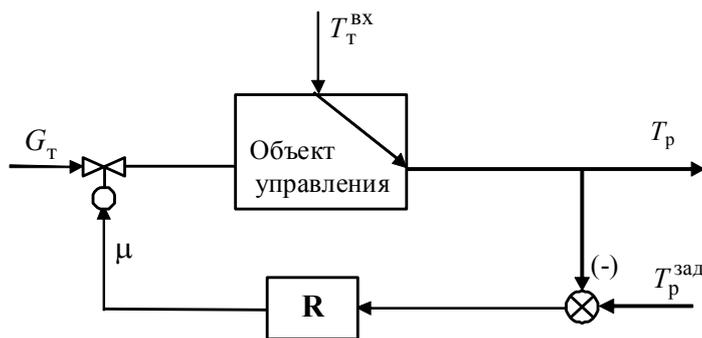


Рис. 2. Структурная схема системы регулирования температуры раствора:

$T_{см}^{зад}$ – заданное значение температуры; e – ошибка регулирования

Расчет одноконтурной АСР заключается в определении настроечных параметров функции R . В практике автоматизации промышленных объектов широкое распространение получили ПИ-регуляторы. Для регулирования температуры в емкости поз. 2 уравнение ПИ-регулятора имеет вид:

$$\mu = K_p \left(e + \frac{1}{T_i} \int e d\tau \right), \quad (10)$$

где K_p , T_i – параметры настройки регулятора; e – ошибка регулирования.

Ошибка регулирования определяется как разница между заданным значением и текущим значением измеренной температуры в емкости:

$$e = T_p^{\text{зад}} - T_p.$$

При заданном законе регулирования расчет одноконтурной АСР сводится к определению оптимальных (с точки зрения какого-либо критерия качества) настроечных параметров регулятора с учетом выполнения ограничения на запас устойчивости системы.

Наиболее часто в качестве критерия качества используется интегральный квадратичный критерий при ограничении на степень затухания:

$$I = \int_0^{\tau_{\text{кон}}} e^2 d\tau \rightarrow \min_{K_p, T_i},$$

где $\tau_{\text{кон}}$ – время регулирования.

Для уравнения (10) необходимо добавить ограничение:

$$\mu = \begin{cases} 0, & \text{если } \mu \leq 0 \\ 1, & \text{если } \mu > 1 \end{cases}. \quad (11)$$

На рисунках 3, 4 показаны графики переходных процессов в АСР при оптимальных настройках ($K_p = 1.7$; $T_i = 2048$). При этом задание регулятору температуры изменялось с 80 °С до 82 °С на участке стабилизации температуры. По каналу возмущения – температура теплоносителя на входе в рубашку технологической емкости поз. 2 менялась с 90 °С до 92 °С.

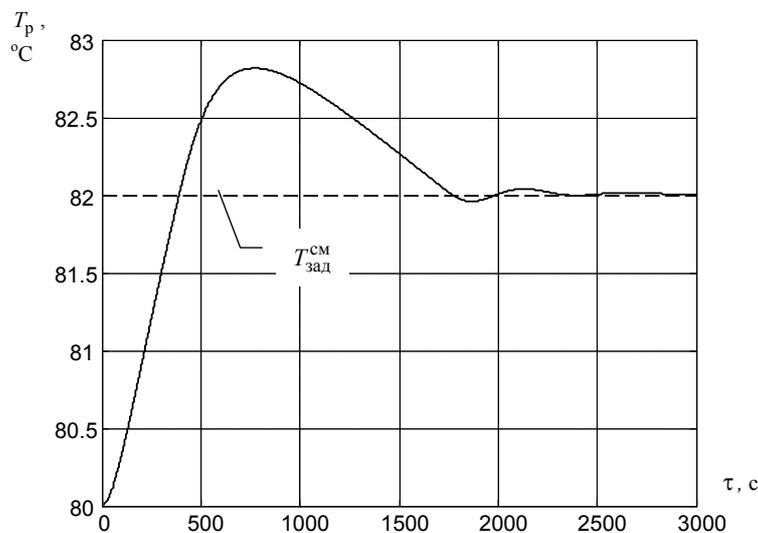


Рис. 3. Переходной процесс в АСР при изменении задания

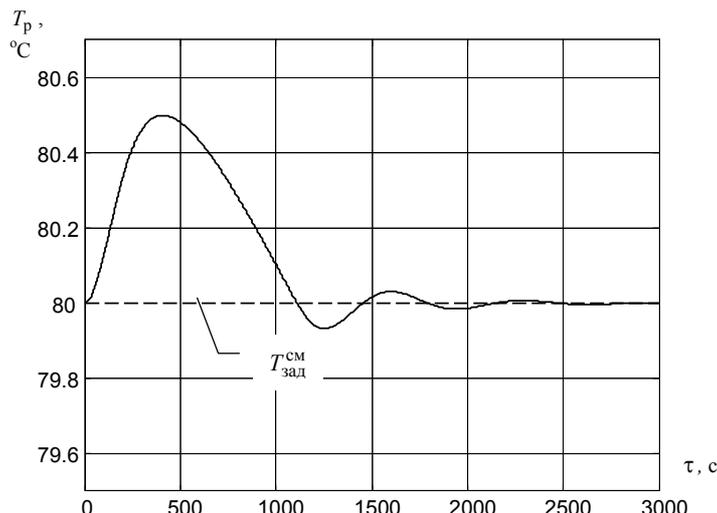


Рис. 4. Переходной процесс в АСР при действии возмущения

Качество регулирования численно может быть охарактеризовано прямыми показателями качества, которые определяются непосредственно из графиков переходных процессов в АСР (рис. 3, 4).

К прямым показателям качества переходных процессов относятся следующие. Полное время регулирования t_{δ} определяется как интервал времени от начала переходного процесса до момента, когда отклонение выходной величины от ее нового установившегося значения становится меньше определенной достаточно малой величины. Обычно в качестве последней берут 2...5% максимального отклонения в переходный период, т.е. $\delta = (0.02 - 0.05) \cdot A_1$, где A_1 – первая амплитуда в переходном процессе.

Максимальное отклонение в переходный период для переходных процессов, вызванных возмущением, определяется величиной X_i , приходящейся на единицу возмущения:

$$X_i = \frac{A_1}{\Delta x}$$

При отработке задающего воздействия качество регулирования характеризуется перерегулированием:

$$\xi = \frac{A_1}{y_{yc}}$$

где y_{yc} – новое установившееся значение регулируемой величины.

Колебательность переходного процесса может характеризоваться степенью затухания:

$$\psi = \frac{A_1 - A_3}{A_1}$$

В большинстве случаев требуется, чтобы перерегулирование было, степень затухания находилась в пределах.

Таблица 1

Внешнее воздействие	t_p, c	ξ	X_i	ψ
Возмущение	1790	–	0,25	0,92
Задание	1750	0,01	–	0,94

В таблице 1 сведены прямые показатели качества процесса регулирования в АСР.

Таким образом, применение одноконтурной АСР для регулирования температуры раствора в технологической емкости обеспечивает достижение требуемых качественных показателей (степени затухания ψ и перерегулирования ξ) процесса регулирования.

Список использованных источников

1. Фролов, С. В. Реализация нечеткого импульсного регулятора / С. В. Фролов, И. А. Елизаров, С. А. Лоскутов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2006. – № 1. – С. 23 – 25.
2. Фролов, С. В. Лабораторный комплекс для исследования позиционных систем регулирования / С. В. Фролов, И. А. Елизаров, С. А. Лоскутов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2005. – № 4. – С. 54 – 55.
3. Фролов, С. В. Сравнительный анализ систем двухпозиционного регулирования / С. В. Фролов, И. А. Елизаров, С. А. Лоскутов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2005. – № 9. – С. 33 – 36.
4. Фролов, С. В. Синтез математических моделей для промышленных АСУ на основе нейронных сетей / С. В. Фролов, А. А. Третьяков // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2000. – № 2. – С. 28 – 31.
5. Фролов, С. В. Адаптивное управление на основе нейроконтроллера / С. В. Фролов, С. А. Скворцов, А. А. Терентьев // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2000. – № 5. – С. 45 – 48.
6. Матвейкин, В. Г. Синтез нечеткого контроллера / В. Г. Матвейкин, С. В. Фролов // Изв. вузов. Приборостроение. – 1998. – № 5. – С. 28 – 35.

УДК 004.048

Красильникова В. В.,¹ Зубкова Т. М.,² Тагирова Л. Ф.³

Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

¹(Тел. 89510391213, e-mail: vika96orsk@bk.ru),

²(Тел. 89619152559, e-mail: bars87@mail.ru),

³(Тел. 89991097720, e-mail: lg-77@mail.ru)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПОДБОРА УСЫНОВИТЕЛЕЙ В ДЕТСКИХ ДОМАХ

Krasilnikova V. V.,¹ Zubkova T. M.,² Tagirova L. F.³

Orenburg State University, Russia, Orenburg

¹(Tel. 89510391213, e-mail: vika96orsk@bk.ru),

²(Tel. (89619152559, e-mail: bars87@mail.ru),

³(Tel. 89991097720, e-mail: lg-77@mail.ru)

MODELING INFORMATION PROCESSES CHOOSING ADOPTERS IN CHILDREN'S HOUSES

Аннотация. На сегодняшний день проблема усыновления детей становится актуальной не только в России, но и во многих европейских странах. При передаче ребенка в приемную семью, руководитель детского дома должен быть уверен, что ребенок будет находиться в благоприятной семейной обстановке. Для этого будущим родителям необходимо пройти оценку их психического и эмоционального состояния. Полученные результаты помогут руководителю выбрать лучшего претендента на усыновление ребенка. В статье описано решение проблемы подбора усыновителей для детей, проживающих в детских домах, с использованием автоматизированной системы.

Данная автоматизированная система позволяет на основе использования методов искусственного интеллекта выбрать наиболее подходящего претендента. В качестве интеллектуальных методов выбрана технология экспертных систем и метод анализа иерархий. В результате работы автоматизированной системы лицу принимающему решение будет выдан результат о том, какой кандидат более подходит в качестве родителя для определенного ребенка.

Ключевые слова: подбор усыновителей, автоматизированная система, экспертное оценивание, продукционная модель представления знаний, метод анализа иерархий.

Abstract. Today the problem of adoption of children becomes relevant not only in Russia, but also in many European countries. By transfer of the child to a foster home, the head of orphanage should be sure that the child will be in favorable domestic surroundings. For this purpose during the procedure of adoption future parents need to pass assessment of their mental and emotional status. The received results will help the head to select the best applicant for adoption of the child.

In article the solution of the problem of selection of adoptive parents for the children living in orphanages with use of an automated system is described.

This automated system allows to select the most suitable applicant on the basis of use of methods of artificial intelligence. As intellectual methods the technology of expert systems and a method of the analysis of hierarchies is selected. As a result of work of an automated system the person making a decision will be given result about what candidate more is suitable as the parent for a certain child.

Keywords: selection of adoptive parents, automated system, expert estimation, productional model of representation of knowledge, method of the analysis of hierarchies.

Введение. Подбор усыновителей для детей сирот и оставшихся без попечения родителей является сложной задачей. Кандидаты в усыновители должны соответствовать множеству требований и обладать определенными характеристиками. Для автоматизации этого процесса целесообразно использовать информационные технологии. При передаче ребенка в приемную семью, руководитель должен быть уверен, что ребенок будет находиться в благоприятной семейной обстановке. Для этого нужно выбрать наиболее подходящих кандидатов для усыновления.

Для реализации процесса подбора усыновителей выбраны технологии экспертного оценивания и метод анализа иерархий.

На начальном этапе отбора усыновителей при работе автоматизированной системы предлагается использование технологии экспертных систем, которая является одним из направлений области исследования, которая получила наименование искусственного интеллекта.

Экспертные системы – это программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие их для консультирования менее квалифицированных пользователей.

Одной из наиболее распространенных моделей представления знаний является так называемая продукционная модель. То есть знание представляется в виде правил (утверждений, высказываний), сформулированных на основе знаний экспертов, в форме: ЕСЛИ (условие), ТО (действие), ИНАЧЕ (действие).

Таким образом, база знаний экспертной системы представляет собой:

- свод эмпирических (опытных) правил истинности высказываний (заклучений) экспертов по данной проблеме;
- свод эмпирических данных и описания проблем, вариантов их разрешения [1].

Кроме базы знаний в экспертной системе имеется программа логического вывода – программа, моделирующая ход «рассуждений» системы, а также интерфейс пользователя и подсистема объяснений.

В продукционных системах база знаний состоит из базы данных и базы правил. База данных содержит факты, описывающие вводимые данные и состояние системы, они могут иметь различную форму, но у всех продукционных систем могут быть представлены как группа данных, содержащая имя данных, имена атрибутов, значения атрибутов [2].

В разработанной экспертной системе база знаний содержит правила, на основе которых будет приниматься решение о соответствии, либо не соответствии претендента требованиям руководства детского дома.

В ходе выполнения своей работы экспертная система анализирует будущих родителей, полученные в результате их оценивания, сравнивает с правилами базы правил и выбирает наиболее подходящих.

Однако, при работе экспертной системы может оказаться, что несколько претендентов могут подходить в роли родителя определенному ребенку. Тогда возникает необходимость выбора лучшего кандидата из лучших.

Для решения проблемы выбора лучшего кандидата в усыновители был выбран метод анализа иерархий. Это обусловлено тем, что данный метод используется при решении многокритериальных задач, включающих как количественные, так и качественные факторы.

Проблема выбора наилучшей альтернативы распространена во всех сферах жизнедеятельности человека. На сегодняшний день многими учеными используется метод анализа иерархий для решения проблем выбора оптимального решения в своих исследованиях.

Метод анализа иерархий (МАИ) предполагает декомпозицию проблемы на все более простые составляющие части и обработку суждений лица, принимающего решение. В результате определяется относительная значимость исследуемых альтернатив для всех критериев, находящихся в иерархии. Относительная значимость выражается численно в виде векторов приоритетов. Полученные таким образом значения векторов являются оценками в шкале отношений и соответствуют так называемым жестким оценкам [3].

Методика решения задачи. На первом этапе работы автоматизированной системы происходит оценка качеств претендентов, которые сохраняются в базе данных. В дальнейшем, при работе экспертной системы эти данные считываются из базы данных.

При разработке базы правил экспертной системы, для выявления качеств, предъявляемых к усыновителям, обратились к специалистам в этой области. Экспертами в данной области стали руководители и психологи в сфере социальной защиты.

Для определения особенностей функционирования семьи, ее ресурсности, выявление и создание условий для рефлексии членами семьи возможностей и потребностей семьи в осуществлении семейной заботы в отношении ребенка-сироты или ребенка, оставшегося без попечения родителей, проводят тестирование. По согласованию с семьей диагностические сессии проводятся в домашних условиях. Участниками становятся все члены семьи, которые будут включены в процесс интеграции приемного ребенка. Сессии проводятся командой службы, которая впоследствии участвует в сопровождении.

Ресурсность семьи – интегративный показатель, который был выведен в результате изучения эффективности осуществления замещающей семейной заботы. Существуют 10 показателей ресурсности семьи:

1. Социально-демографические характеристики: дети некризисного возраста, при наличии полной семьи стабильность брака не менее 5 лет, возраст родителей от 36 до 45 лет.

2. Мотивация приема: ориентация на самооценку ребенка.

3. Ожидания от приема: установка на постоянное размещение или длительные отношения, идентификацию с ребенком, положительный прогноз влияния ребенка на семью.

4. Социально-психологические условия семьи: структура семьи (подвижность и готовность системы к переструктурированию, включение в идеальную репрезентацию семьи будущих приемных детей).

5. Актуальное функционирование семьи: ролевая гибкость, отсутствие патологизирующих ролей в системе, открытые коммуникации, готовность к экзистенциальному партнерству, адекватность эмоционального компонента отношений к значимым людям (членам семьи) и самому себе, удовлетворенность качеством жизни семьи.

6. История семьи: наличие модели многодетности в истории семьи, позитивного опыта приема, переживание семьей циклов «пустое гнездо», «ожидание пустого гнезда».

7. Ценности: приоритет семьи.

8. Материально-экономические условия: удовлетворенность материальным положением семьи, экономическая мобильность, наличие в доме пространства для приемного ребенка.

9. Индивидуальные особенности членов семьи, их личное самочувствие и связи с социумом

10. Особенности, цели воспитания детей, опыт воспитания детей, в том числе и приемных [4].

Чтобы принять решение о подборе кандидатов в усыновители необходимо каждому качеству указать необходимый уровень, отражающий степень важности его сформированности данного качества для кандидатов в усыновители. Другими словами, на этом уровне должно быть развито качество личности для претендента в усыновители.

Каждый уровень выражается в баллах соответственно:

- высокий (желаемый): 81 – 100 баллов,
- выше среднего (необходимый): 61 – 80 баллов,
- средний (достаточный): 41 – 60 баллов,
- ниже среднего (недостаточный): 21 – 40 баллов,
- низкий (недопустимый): 0 – 20 баллов.

При распределении значений в баллах принимали участие эксперты в данной области. В частности, привлечены руководители и психологи в сфере социальной защиты различных организаций.

Распределение значений эталонных качеств получены на основе оценки требований руководителей и психологов сферы социальной защиты, выступающих в качестве экспертов.

Для обозначения каждого уровня использовались следующие обозначения: Высокий (В), Выше среднего (ВС), Средний (С)

В ходе исследования разработана база знаний на основе продукционной модели представления данных.

ЕСЛИ СД>=ВС И МЭ>=С И ОД== В И ПрВосп ==В И ОсВосп== В ТОГДА «Вы кандидат в усыновители»

В базе знаний используются следующие сокращения:

СД – Социально-демографический принцип усыновителей

МЭ – материально-экономический признак усыновителей

ОД – отношение усыновителей к детям

ПрВосп – принцип воспитания усыновляемых (удочеряемых)

ОсВосп – особенности воспитания усыновителей

Для демонстрации работы экспертного оценивания использовался логический вывод. Реализация логического вывода представлена на рис. 1.



Рис. 1. Правило логического вывода

В результате работы экспертной системы, многим кандидаты могут соответствовать требованиям руководства детского дома. Для выбора одного из множества достойных, на следующем этапе работы автоматизированной системы реализуется метод анализа иерархий. Для работы метода анализа иерархий используются данные о соответствии кандидатов в усыновители, полученные при работе экспертной системы.

Работа метода анализа иерархий представлена на рис. 2.

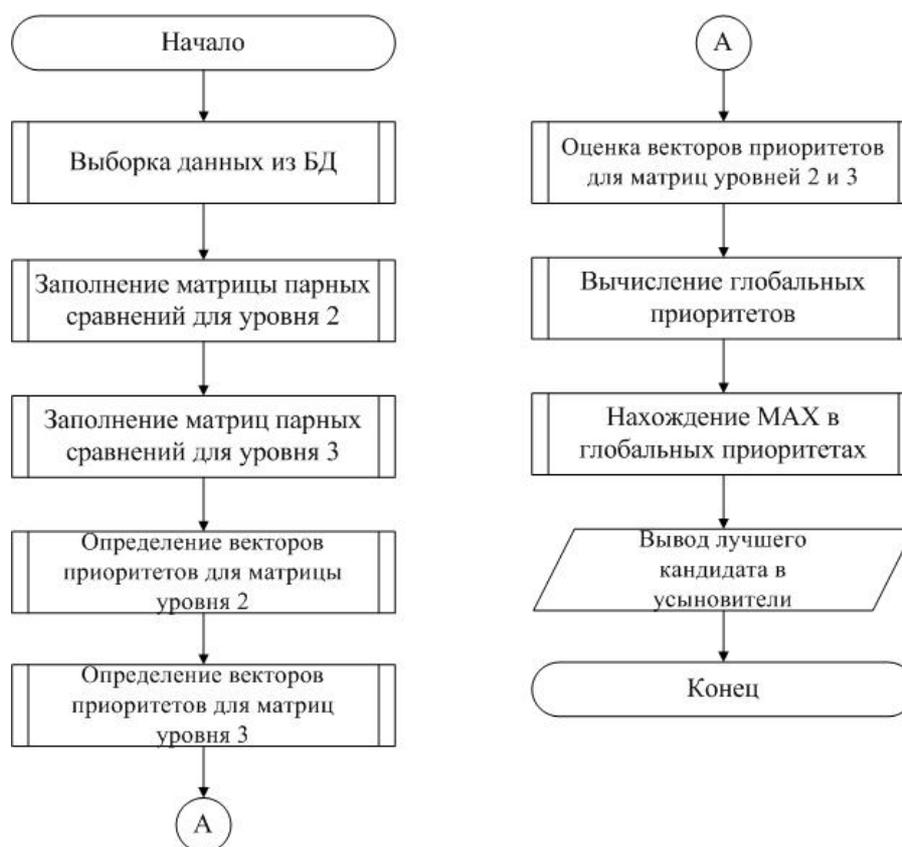


Рис. 2. Схема алгоритма работы метода анализа иерархий

Таким образом, метод анализа иерархий завершает процесс подбора кандидата в усыновители, тем самым выбирая лучшего претендента. В результате работы данной автоматизированной системы руководителю детского дома будет оказана интеллектуальная поддержка при принятии важного решения о выборе лучшего претендента в родители. Окончательное решение принимает руководитель.

Список использованных источников

1. **Гущин, А. Н.** Основы представления знаний : учеб. пособие / А. Н. Гущин. – Балл. гос. техн. ун-т. – СПб., 2007. – 31 с.
2. **Джарратано, Д.** Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Д. Джарратано, Г. Райли ; пер. с англ. – М. : ООО И.Д.Вильямс. – 2007. – 1152 с.
3. **Саати, Т.** Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 278 с.
4. **Токарская, Л. В.** Социальное и психологическое сопровождение приемных детей и их семей : учебное пособие. – Екатеринбург : УРФУ, 2015. – 136 с.

УДК 004.9

Ильин И. В., Чеботов Н. А., Дедов Д. Л.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (9531)215754, e-mail: keliz@yandex.ru)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА

Ilyin I. V., Chebotov N. A., Dedov D. L.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (9531)215754, e-mail: keliz@yandex.ru)

DESIGNING A THREE-DIMENSIONAL MODEL OF A CHEMICAL ENTERPRISE FOR A VIRTUAL TRAINING COMPLEX

Аннотация. В данной статье описан процесс создания дизайна трехмерной модели химического предприятия для использования в исследовании влияния различных видов устройств ввода на качество обучения сотрудников способам ликвидации различных чрезвычайных ситуаций. Реализованы сценарии имитирующие чрезвычайные ситуации и способы их ликвидации.

Ключевые слова: Unity, 3D-моделирование, 3D-дизайн, обучение персонала, эргатические системы.

Abstract. This article describes the process of creating the design of a three-dimensional model of a chemical enterprise for use in the study of the impact of various types of input devices on the quality of employee training in how to deal with various emergencies. Implemented scenarios simulating emergency situations and ways to eliminate them.

Keywords: Unity, 3D modeling, 3D design, staff training, ergatic systems.

В процессе исследования эффективности обучения сотрудников предприятий с использованием тренажерных комплексов, включающих в себя очки виртуальной реальности и различные устройства ввода, важным вопросом стало изучение влияния используемых устройств на качество обучения пользователей, их способность реагировать на виртуальную реальность и успешно взаимодействовать с ней. Для проведения исследований в данном направлении было решено реализовать специальный тренажер, использование которого позволило бы оценивать качество выполнения упражнений ликвидации чрезвычайных ситуаций, сохранять результаты прохождения упражнений с разных устройств ввода и рассчитывать эффективность применяемых устройств. Такой подход упростит задачу выбора оборудования, а также позволит ускорить процесс обучения сотрудников за счет использования оптимальных компонентов [1 – 4].

Для решения поставленной задачи оценки компонентов тренажерного комплекса также реализованы сценарии вывода информации в таблицы для сохранения информа-

ции и проведения расчетов непосредственно исследования. Для этого тренажера было решено создать трехмерную сцену химического производства с присущими ему устройствами и аппаратами [2].

Работа над сценой производилась поэтапно для каждого элемента. Первым этапом в создании сцены стало разработка дизайна помещения на основе дизайна расположения устройств химической промышленности разных производств. Большое количество деталей в сцене повысит качество погружения у тестируемых сотрудников и поможет уменьшить влияние несовершенства графики на результаты исследования влияния устройств ввода. Рассмотрим этапы процесса моделирования на примере мерного резервуара для расчета количества жидкости на рис. 1 [3].



Рис. 1. Трехмерная модель объекта

Основная цель первого этапа моделирования – это получение точной информации о моделируемом объекте. В качестве источников информации могут служить референсы, фотографии, личный осмотр объектов моделирования или документация, если таковая имеется. Важным аспектом в данном процессе является сбор всей необходимой информации для формирования собирательного образа модели объекта. Стоит отметить необходимость использования художественных приемов, используемых в создании сцен, таких как преувеличение размеров, яркости цветов и силы отражения полированных поверхностей объектов виртуальной реальности. После сбора всей необходимой информации модели оцениваются с точки зрения необходимости в создании анимации. Подобное необходимо для выявления движущихся частей модели, которые в свою очередь кардинально меняют подход к моделированию задействованной в анимации части объекта или всего объекта целиком. Вследствие этого топологическая сетка объекта, создаваемая в процессе моделирования, будет иметь большее количества полигонов в отличие от статических моделей без анимации или иметь деления на меньшие объекты, что в свою очередь увеличивает сложность общей модели и время, затрачиваемое на ее создание. Для примера была взята модель без необходимости моделирования анимации непосредственно в среде моделирования [5].

После этапа оценки работы и сбора общей информации наступает этап моделирования. На этом этапе происходит формирование трехмерной сетки из геометрических фигур: точек, линий и плоскостей. Для данного процесса используется программа Blender. Функциональности данного инструмента достаточно, чтобы пройти каждый этап моделирования трехмерной модели, анимирования и текстурирования без использования других программ. Однако для каждого из этапов существует множество других специализированных программ, которые справляются с поставленными задачами эффективнее. Поэтому данное программное средство будет использоваться только для формирования геометрии объектов сцены. Также важно отметить, что после всех необходимых преобразований процесса создания трехмерной сетки, необходимо развернуть получившуюся трехмерную модель на двумерное пространство для наложения необходимых для ее текстур. Примером финальной версии трехмерной сетки мерного резервуара на рис. 2.



Рис. 2. Трехмерная сетка объекта

Следующим этапом создания модели является текстурирование. Substance Painter – мощное программное обеспечение для текстурирования объектов или персонажей, процесс наложения текстур в нем базируется на слоях. Используя Substance материалы, возможно создавать поверхности различной шероховатости и рисовать прямо по полигональной сетке по всем каналам (diffuse, specular и т.д.) одновременно. Также можно создавать полностью настраиваемые эффекты, например, коррозию металлов, поверхность деревьев или грязь[4].

Текстуры должны быть аутентичными сцене и иметь правильную цветовую гамму, так как создаваемые для трехмерной сцены объекты без соблюдения общего стиля создают чувство разобщенности общей картины сцены, что отрицательно скажется на общем погружении обучаемого в виртуальную реальность. В результате проведения всех преобразований модель приобретает вид, изображенный на рис. 3.



Рис. 3. Текстурированная модель объекта

Аналогично примеру, описанному на этапах выше, была отрисована и построена общая сцена заводского помещения и его наполнения, которая в дальнейшем будет использоваться в исследовании влияния устройств ввода на качество обучения персонала. Изображение финальной версии сцены, без различных световых эффектов и эффектов постобработки отражено на рис. 4 [6].



Рис. 4. Трехмерная модель химического завода

Среднее время, затраченное на прорисовку моделей без анимации, могут составлять от двух до пяти часов в зависимости от сложности модели. Следует отметить существование альтернативных видов построения трехмерной сетки. Данные методы реализованы программно и используют алгоритмические функции, строящие трехмерную сетку основываясь на большом количестве фотографий моделируемого объекта, произведенных со всех доступных сторон. Минусы такого метода заключается в большом количестве затрачиваемого времени на создание одной модели и в некоторых случаях невозможности создания необходимых фотографий объекта по той или иной причине.

Исследование выполнено в рамках гранта РФФИ № 19-013-00567 на базе центра коллективного пользования «Цифровое машиностроение».

Список использованных источников

1. **Математическая** модель процесса обучения в адаптивных тренажерных комплексах для эргатических систем профессионального назначения / М. Н. Краснянский, Д. Л. Дедов, А. Д. Обухов, С. Ю. Алексеев // Информатизация образования и науки – 2018. – № 4(40). – С. 81 – 93.
2. **Системный** анализ и формализация структуры адаптивных тренажерных комплексов эргатических систем / М. Н. Краснянский, Д. Л. Дедов, А. Д. Обухов, С. Ю. Алексеев // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2019. – № 4. – С. 45 – 52.
3. **Optimization** of the learning process on adaptive training complexes / S. Karpushkin, M. Krasnyanskiy, D. Dedov, A. Obukhov, A. Arkhipov // Proceedings of the 19th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference. – 2019. – Т. 5.4. – P. 229 – 236.
4. **Vaughan, N.** An overview of self-adaptive technologies within virtual reality training / N. Vaughan, B. Gabrys, V. N. Dubey // Computer Science Review. – 2016. – Vol. 22. – P. 65 – 87.
5. **Obukhov, A. D.** Development of structural model of adaptive training complex in ergatic systems for professional use / A. D. Obukhov, D. L. Dedov, A. E. Arkhipov // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2018. – Т. 327, No. 2. – С. 022075.
6. **Unity** [Электронный ресурс]: Unity Documentation. – URL : <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/PartSysReference.html>

УДК 004

Воронцов Р. А.,¹ Васендина И. С.²

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

¹(Тел. (9522)506556, e-mail: arhvoratnet.ru@yandex.ru),

²(Тел. (9600)004333, e-mail: i.vasendina@narfu.ru)

ОПИСАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ ВЫСОКОДЕТАЛЬНЫХ СНИМКОВ ТЕРРИТОРИЙ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Voroncov R. A.,¹ Vasendina I. S.²

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

¹(Tel. (9522)506556, e-mail: arhvoratnet.ru@yandex.ru),

²(Tel. (9600)004333, e-mail: i.vasendina@narfu.ru)

DESCRIPTION OF PROCESSING PROCESSING HIGH-DETAILED PICTURES TERRITORY OF THE FAR NORTH

Аннотация. В настоящее время Федеральным агентством лесного хозяйства ведутся активные работы по сохранению лесных территорий в рамках национального проекта «Экология». Вследствие большой площади лесных территорий и высоких временных затрат активно применяются технологии дистанционного зондирования земли (ДЗЗ). Однако, данные, полученные путем дистанционного зондирования территорий Крайнего Севера, не имеют необходимую точность. При этом существующие нейросетевые решения могут давать высокую погрешность при обработке данных ДЗЗ. В статье приведено описание существующих нейросетевых технологий, а также рассмотрен способ повышения качества дешифрования пространственных данных.

Ключевые слова: дистанционное зондирование земли, тематическое дешифрирование, сегментация, нейронные сети.

Abstract. Currently, the Federal Forestry Agency is actively working to conserve forest areas as part of the national project “Ecology”. Due to the large area of forest areas and high time costs, remote sensing technologies (ERS) are actively used. However, the data obtained by remote sensing of the territories of the Far North do not have the necessary accuracy. Moreover, existing neural network solutions can give a high error in the processing of remote sensing data. The article describes the existing neural network technologies, and also discusses a way to improve the quality of decryption of spatial data.

Keywords: remote sensing of the earth, thematic interpretation, segmentation, neural networks.

Введение. В настоящее время Федеральное агентство лесного хозяйства проводит мероприятия по сохранению лесов для реализации федерального проекта «Сохранение лесов» в рамках национального проекта «Экология». Согласно федеральному проекту «к концу 2019 года должно быть обследовано 7% земель на территории лесного фонда Российской Федерации, не занятых лесными насаждениями и требующих лесовосстановления. К 31 декабря 2021 года – 40%, а к концу 2024 года должна быть актуализирована информация обо всем фонде восстановления лесов в России» [1]. Ввиду большой

площади лесных территорий и высоких временных затрат на полевые исследования работы по актуализации информации проводятся с применением дистанционного зондирования земли (ДЗЗ).

Дистанционное зондирование территорий Крайнего Севера и Арктики. Средства для ДЗЗ включают в себя применение наземной, авиационной и космической техники, как правило, оснащенной специальной съемочной аппаратурой. Космические аппараты ДЗЗ для исследования территорий оснащаются оптической или радиолокационной аппаратурой, которая в свою очередь позволяет производить съемку в любое время суток независимо от погодных условий. Все результаты ДЗЗ в цифровом виде поступают на рабочие станции для обработки с помощью специализированного программного обеспечения.

На данный момент космическая съемка является широко используемым способом получения данных ДЗЗ благодаря охвату больших площадей исследуемой местности. Однако, «арктический регион практически недоступен для наблюдения со спутников, находящихся на геостационарной орбите, а среднеорбитальные космические аппараты не способны обеспечить необходимую точность» наблюдений [2]. Данная ситуация сложилась по ряду причин. Во-первых, среднеорбитальные космические аппараты имеют малую разрешающую способность по сравнению с космическими аппаратами на геостационарной орбите. Во-вторых, для арктического региона характерна высокая облачность, препятствующая наблюдению за территориями Крайнего Севера и Арктики. В-третьих, при попытке съемки территорий с геостационарной орбиты результаты съемки могут получаться с большими искажениями. Из всего перечисленного следует, что в районе Крайнего Севера и Арктики предпочтительно проводить ДЗЗ средствами малой авиации и БПЛА. Получаемые при этом данные обладают значительно большим пространственным разрешением, что повысит качество описания лесных территорий.

Основная цель обработки данных ДЗЗ заключается в классификации объектов поверхности и в определении их точных границ. Пиксельно-ориентированный подход при классификации часто используют в ситуациях, когда распознаваемый объект меньше одного пикселя в изображении и требуется определить единые области объектов. Но данный подход может оказаться неэффективным в ситуациях, когда объект занимает большую часть изображения. Например, результаты зондирования с БПЛА. В данном случае прибегают к объектно-ориентированному подходу, при котором изображение предварительно сегментируется, а затем выделенные сегменты классифицируются. От понимания, каким подходом следует решать задачу классификации, зависит выбор программного обеспечения.

Нейросетевые технологии заняли лидирующие позиции по обработке изображений, опередив остальные математические методы. Основное преимущество нейронных сетей заключается в способности обнаруживать скрытые зависимости, в то время, как другие методы действуют по заранее определенному алгоритму. По этой причине интересно рассмотреть применение нейросетевых технологий в задачах классификации при обработке пространственных данных, в том числе в существующих специализированных программных пакетах по тематическому дешифрированию снимков.

Нейросетевые технологии для анализа пространственных данных в существующем ПО. Примером использования попиксельной классификации снимков служит программное обеспечение для тематической обработки данных ScanExImageProcessor от компании СКАНЭКС. Данный продукт классифицирует объекты с помощью нейронных сетей прямого распространения, передавая на вход каждый пиксель по трем каналам. Нейронная сеть может содержать несколько скрытых слоев или ограничиться только входными слоями. После обработки нейронная сеть причисляет каждый пиксель к одному из заданных классов [3]. В силу отсутствия у ScanExImageProcessor объектно-ориентированной классификации изображений, данный продукт сложно применим для анализа снимков высокого пространственного разрешения территории Крайнего Севера.

Еще одним инструментом для решения поточечной классификации может послужить программное обеспечение ENVI от компании Exelis Inc., которая сделала еще один шаг в поточечной обработке. ENVI предоставляет инструменты не только для пиксельного, но и для субпиксельного анализа. С последними версиями ENVI было добавлено использование библиотеки TensorFlow от компании Google, что открывает огромные возможности по обработке изображений с помощью сверточных нейронных сетей.

Также стоит обратить внимание на eCognition – среда для разработки и применения правил объектно-ориентированного анализа изображений от компании Trimble Navigation [4]. Компания с самого начала разрабатывала свой продукт для объектно-ориентированного подхода, что выделяло программу среди ее конкурентов. Начиная с 2017 года, eCognition также задействует библиотеку TensorFlow.

TensorFlow – открытая библиотека для машинного обучения, разработанная компанией Google. TensorFlow дает большие возможности по построению и настройке нейронных сетей для нахождения и классификации образов. Но при этом библиотека имеет существенный минус – это отсутствие предварительно обученных моделей для распознавания природных объектов, что негативным образом может сказаться на результате классификации. Учитывая более сложный характер данных, полученных путем зондирования арктических территорий, можно сделать вывод, что процент ошибки будет высоким.

Из этого следует, что для будущего анализа данных ДЗЗ арктических территорий необходимо подобрать подходящую для классификации архитектуру нейронной сети и предобучить ее на уже имеющихся данных.

Наиболее целесообразным представляется выбор U-Net сети. Данная нейронная сеть была создана в 2015 году для анализа биоматериала, и заняла первое место в конкурсе ISBI 2015 года по трекингу клеток [5]. Основными достоинствами данной сети являются: Во-первых, достижение высоких результатов в различных реальных задачах, особенно для биомедицинских приложений. Во-вторых, использование небольшого количества данных для достижения хороших результатов. В-третьих, отсутствие полностью связанных слоев, что избавляет от ограничений на размер входного изображения. В-четвертых, для тренировки имеет приемлемое время обучения: сегментация изображения 512×512 занимает менее секунды на современном графическом процессоре.

Заключение. В настоящее время остается актуальной задача тематического дешифрирования высокодетельных пространственных данных, что особенно важно для получения достоверной и полной информации о территориях Крайнего Севера. Современный уровень результатов обработки изображений нейронными сетями ориентирует на выбор именно данной технологии при обработке данных ДЗЗ. Специализированные на сегментации архитектуры нейронных сетей требуют усовершенствования для решения задачи многоклассовой классификации объектов растительности на снимках БПЛА.

Список использованных источников

1. **В рамках** федерального проекта «сохранение лесов» проводится инвентаризация земель фонда лесовосстановления [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые и граф. дан. – Режим доступа : rosleshoz.gov.ru/news/2019-08-13/v_рамках_федерального_проекта_«сохранение_лесов»_проводится_инвентаризация_земель_фонда_лесовосстановления_/n4810, свободный (дата обращения: 24.09.2019). – Загл. с экрана.

2. **Метод** объектно-ориентированной классификации объектов подстилающей поверхности в задаче аэрокосмического мониторинга состояния импактных районов арктики [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые и граф. дан. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/v/metod-obektno-orientirovannoy-klassifikatsii-obektov-podstilaushchey-poverhnosti-v-zadache-aerokosmicheskogo-monitoringa>, свободный (дата обращения: 24.09.2019). – Загл. с экрана.

3. **ScanEx Image Processor v.5.0.** Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые и граф. дан. – Режим доступа : scanex.ru/upload/iblock/7b7/7b760146c691873ff8580321cc1c5420.pdf, свободный (дата обращения: 24.09.2019). – Загл. с экрана.

4. **Анализ** алгоритмов сегментации изображений для определения границ с/х полей [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые и граф. дан. – Режим доступа : http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/28108/vkr_2016_carevskiy.pdf?sequence=2, свободный (дата обращения: 24.09.2019). – Загл. с экрана.

5. **U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation** [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые и граф. дан. – Режим доступа : <https://arxiv.org/pdf/1505.04597.pdf>, свободный (дата обращения: 24.09.2019). – Загл. с экрана.

УДК 004.9

Симкин М. А., Багрянцева А. П., Обухов А. Д.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. +79082992542, e-mail: maksimsimkinv@gmail.com)

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПОИСКА ОПЕЧАТОК В СЛОВАХ

Simkin M. A., Bagryantseva A. P., Obukhov A. D.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. +79082992542, e-mail: maksimsimkinv@gmail.com)

APPLICATION OF NEURAL NETWORKS FOR SEARCH OF MISTIPS IN WORDS

Аннотация. В статье рассматривается задача поиска опечаток в словах с использованием нейронных сетей. Осуществлена подготовка текста, обучение нейронной сети, оценка ее точности, в том числе на контрольном наборе.

Ключевые слова: машинное обучение, нейронная сеть, глубокое обучение, унитарное кодирование, TensorFlow, Anaconda, Keras.

Abstract. The article provides for the task of searching for typos using neural networks. The preparation of the text. Neural network training. Assessment of its accuracy.

Keywords: machine learning, neural network, deep learning, unitary coding, TensorFlow, Anaconda, Keras.

Информационные технологии являются неотъемлемой частью современной жизни и постоянно развиваются. Они повсеместно появляются в самых разных отраслях человеческой деятельности, которая тем или иным образом связана с компьютерами. Одной из передовых областей является машинное обучение, подобласть искусственного интеллекта (ИИ).

Машинное обучение (МО) – отрасль ИИ, посвященная тому, как обучать компьютеры решению конкретных задач [1]. Его суть в том, чтобы научить компьютер делать то, что способен делать человеческий мозг, а именно способность самостоятельно получать извне информацию, обрабатывать ее и делать выводы (предсказания) на основе полученных данных без применения традиционных методик программирования [2]. Сейчас одним из наиболее развивающихся направлений машинного обучения являются искусственные нейронные сети.

Глубокое обучение (ГО) – подмножество методов МО, в которых применяются искусственные нейронные сети (ИНС или НС), построенные на базе аналогии со структурой нейронов человеческого мозга [1]. Под словом «глубокое» подразумевается то, что НС состоит из большого числа слоев. Если на заре развития ИНС в ней насчитывалось не более 10 слоев, то современные сети включают больше сотни слоев искусственных нейронов, что способствует большей эффективности при обучении и выдачи предсказаний.

В данной статье проведены исследования по возможности применения нейронных сетей для поиска опечаток и орфографических ошибок в словах.

Для решения этой задачи создана искусственная нейронная сеть. Сеть реализована на языке программирования высокого уровня Python. Для ее создания потребовались библиотека TensorFlow и ее надстройка – библиотека Keras, дистрибутив Anaconda, включающий необходимые модули для разработки нейросетей [1].

Созданная первоначально нейронная сеть имеет последовательную модель построения. Она состоит из трех слоев, с входным слоем из 100 нейронов, скрытым слоем на 200 нейронов и выходным слоем из 2 нейронов, которые определяют есть ли в слове орфографическая ошибка (да/нет). Для первых двух слоев была выбрана функция активации ReLu, а для выходного softmax. В качестве функции потерь была выбрана categorical_crossentropy. Структура слоев нейронной сети представлена на рис. 1.

```

-----
Layer (type)                Output Shape                Param #
=====
dense_1 (Dense)              (None, 30, 100)            3400
-----
flatten_1 (Flatten)          (None, 3000)                0
-----
dense_2 (Dense)              (None, 200)                 600200
-----
dense_3 (Dense)              (None, 2)                   402
=====
Total params: 604,002
Trainable params: 604,002
Non-trainable params: 0
-----
Train on 21442 samples, validate on 7148 samples
    
```

Рис. 1. Структура нейронной сети

Обучение будет проводиться на протяжении 6 эпох с обновлением весов после каждых 32 обучающих примеров. В качестве оптимизатора выбран Adam. Параметр shuffle используется со значением True, что позволяет перемешивать данные в случайном порядке на каждом периоде. Благодаря этому нейросеть будет работать с данными по всему объему исходной информации. С помощью параметра validation_split нейронная сеть способна резервировать часть данных для контрольной проверки на последнем этапе обучения нейронной сети. В данном случае этот параметр принимает значение 0.25, чтобы сохранить 25% примеров для итогового контроля.

После определения структуры сети начинается процесс обучения. Для этого в качестве обучающего примера был взят небольшой фрагмент текста. Этот текст разбивается на отдельные слова, которые затем помещаются в список, в котором уже происходит их разделение на отдельные символы. В итоге полученные символы подвергаются унитар-

формации. Для этого будет использован текст гораздо большего объема с большим разнообразием слов.

Загружаем в нейросеть новый фрагмент текста и проводим обучение. В итоге после успешного обучения точность обучения составляет 83%, а коэффициент потери равен 0.50. Эти результаты хуже предыдущих. Но при проверке сети на контрольном наборе выяснилось, что нейросеть справляется со своей задачей лучше, чем предыдущий вариант. При этом точного выявления ошибок на неизвестных словах реализовать так и не удалось, но количество неправильных ответов сократилось.

В рамках данного исследования также были проведены эксперименты по варьированию параметров сети.

При изменении внутренней структуры и количества слоев точность сети практически не изменилась. Затем было осуществлено увеличение числа эпох обучения с 6 до 15. Точность увеличилась до 87%, а коэффициент потери равен 0.42. Таким образом, результат стал лучше.

Также была осуществлена контрольная проверка из 30 примеров, представленная в табл. 1. Достоверность предсказаний составляет 71%.

Таким образом, из полученных данных можно сделать вывод, что на известных словах нейронная сеть работает адекватно, с неизвестными – допускает ошибки. Дальнейшее улучшение работы сети возможно за счет увеличения объема исходных данных. Тем не менее, использование нейронных сетей для анализа текста и поиска в нем ошибок возможно.

1. Контрольная проверка

Слово	Предсказание нейросети	Достоверность предсказания
изба	С ошибкой	Не достоверно
новая	Без ошибки	Достоверно
рибина	Без ошибки	Не достоверно
гареть	Без ошибки	Не достоверно
дом	Без ошибки	Достоверно
времени	Без ошибки	Достоверно
велела	Без ошибки	Достоверно
вилел	Без ошибки	Не достоверно
петух	С ошибкой	Не достоверно
назад	Без ошибки	Достоверно
моое	С ошибкой	Достоверно
сьоит	С ошибкой	Достоверно
ищба	С ошибкой	Достоверно
нобая	С ошибкой	Достоверно
дубоввя	С ошибкой	Достоверно
каменный	С ошибкой	Достоверно

Продолжение табл. 1

Слово	Предсказание нейросети	Достоверность предсказания
дом	Без ошибки	Достоверно
врмени	С ошибкой	Достоверно
влела	Без ошибки	Не достоверно
предствить	Без ошибки	Не достоверно
стаик	С ошибкой	Достоверно
наад	С ошибкой	Достоверно
ми	С ошибкой	Достоверно
мы	Без ошибки	Достоверно
ковка	С ошибкой	Не достоверно
кванты	С ошибкой	Не достоверно
мошка	С ошибкой	Не достоверно
квонты	С ошибкой	Достоверно
квантовая	Без ошибки	Достоверно

Работа выполнена в рамках гранта Президента для молодых кандидатов наук МК-1666.2018.9.

Список использованных источников

1. **Gulli A.** Deep Learning with Keras / A. Gulli // Packt Publishing Ltd. – 2017.
2. **Obukhov A. D.** Mathematical Model of Information Processing in Electronic Document Management System / A. D. Obukhov, M. N. Krasnyansky, D. L. Dedov // International Review of Automatic Control. – 2018. – Т. 11. – С. 336 – 345.
3. **Krasnyanskiy M. N.** The Algorithm of Document Classification of Research and Education Institution Using Machine Learning Methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina // 2019 International Science and Technology Conference “EastConf”. – IEEE, 2019. – С. 1 – 6.

УДК 004.9

Чеботов Н. А., Ильин И. В., Сиухин А. А., Обухов А. Д.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 89156775770, e-mail: chobotov@bk.ru)

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ПОСЕЩАЕМОСТИ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ ANDROID

Chebotov N. A., Ilyin I. V., Siuhin A. A., Obukhov A. D.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 89156775770, e-mail: chobotov@bk.ru)

DEVELOPMENT OF A MOBILE ACCOUNTING SYSTEM FOR ATTENDANCE FOR ANDROID PLATFORM

Аннотация. В данной статье рассматривается мобильная система для автоматизации учета посещаемости. Проанализированы характерные особенности системы, а также сферы человеческой деятельности, где данная система может применяться. В качестве платформы для реализации системы выбрана Android.

Ключевые слова: Android, мобильное приложение, система контроля, информационные технологии, учет посещаемости.

Abstract. This article discusses a mobile system for automating attendance accounting. The characteristic features of the system, as well as the scope of human activity where this system can be applied, are analyzed. Android is chosen as a platform for implementing the system.

Keywords: Android, mobile application, control system, information technology, attendance accounting.

Внедрение информационных технологий в различные сферы деятельности дало возможность людям не только снижать затраты, но и повышать продуктивность и эффективность своей работы. Любая деятельность объединяет вокруг себя большое количество людей, поэтому в каждой сфере существует такая проблема, как ведение баз данных, содержащих различную информацию о людях, например, для учета деятельности людей и оценки эффективности их работы. Под учетом понимается: список людей, должности, даты присутствия и отсутствия на рабочем или учебном месте. Из-за отсутствия соответствующего программного обеспечения долгое время приходилось использовать офисные приложения или же бумажные варианты (например, картотеки). Такой подход упрощает учет деятельности, но для ведения базы требовалось самостоятельно ее заполнять и вносить все изменения, что занимало большое количество времени [1].

Самым неудобным и затратным по времени способом ведения базы данных является бумажная. Примером таких баз могут быть школьные журналы, картотеки.

Все данные записываются человеком вручную, причем появление ошибок в записях не допускается, а исправить написанное уже невозможно. Поиск определенных данных в таких базах занимает много времени. Распространение компьютеров, офисные приложения и наличие серьезных минусов у бумажной базы данных, по этим причинам люди стали переходить на первые электронные базы данных. Это значительно упростило управление огромным количеством информации. Заполнение также производится человеком, но автоматизируются все операции с базой данных, такие как: добавление, удаление и обновление данных. Поиском необходимых данных занимался уже компьютер, пользователю нужно лишь ввести запрос.

В настоящее время разработано большое количество программного обеспечения для ведения электронных баз данных. Теперь их можно хранить не только на компьютере, но и в интернет сети на зарезервированном сервере, к которому может подключиться зарегистрированный человек. Примером такой базы данных является интернет-сайт – Dnevnik.ru. На этом сайте учителя могут отмечать посещаемость учеников, выставлять оценки и записывать домашнее задание. Родители и ученики могут смотреть расписание, оценки и домашнее задание.

Однако, подобные системы, как правило, ориентированы под конкретные предметные области, обладают широким набором функций [2]. Универсальных систем, применимых в любой сфере, не перегруженных лишними возможностями, но позволяющих быстро и удобно осуществить учет посещаемости членов коллектива, студентов, учащихся и т.д. достаточно мало. Поэтому в рамках данной работы рассматривается подход к разработке такой мобильной системы, ориентированной на использование на платформе Android. Разработанная система может использоваться в различных предметных областях и в дальнейшем расширена и адаптирована под дополнительные задачи. Однако, основной ее отличительной особенностью является минимизация набора функций и обеспечение их наилучшей работы.

В связи с тем, что смартфоны обладают достаточным объемом памяти и вычислительной мощностью, программное обеспечение учета посещаемости разрабатывается именно под мобильные платформы. Таким образом, смартфон позволит человеку носить всю информацию с собой, а удобный дизайн ускорит работу с базой данных, так как все операции делаются в пару нажатий.

Дизайн – одна из самых важных частей мобильного приложения. Он должен быть удобным для любого человека, минимизировать время выполнения необходимых действий, отличаться плавностью. Для такого приложения, как мобильная система учета посещаемости был выбран дизайн в виде линейного пути пользователя. С таким дизайном, пользователь взаимодействует с контентом в определенном порядке, а на каждом этапе разрешается выполнять только одно конкретное действие.

Главный экран приложения делит экран смартфона на две части (рис. 1).

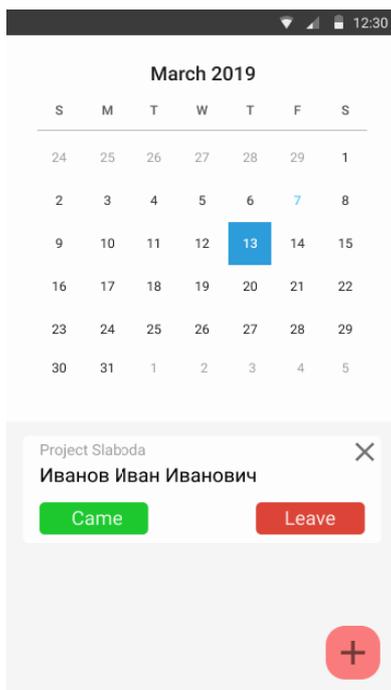


Рис. 1. Главный экран приложения

Верхнюю половину экрана занимает календарь, а нижняя половина используется для вывода списка людей. На втором экране (активности) производятся основные операции с данными: добавление человека в базу данных, удаление его из списка или редактирование его личных данных (рис. 2) Также предоставляет возможность объединять людей в группы (рис. 3), например, по видам деятельности, проектам, местоположению и т.д.

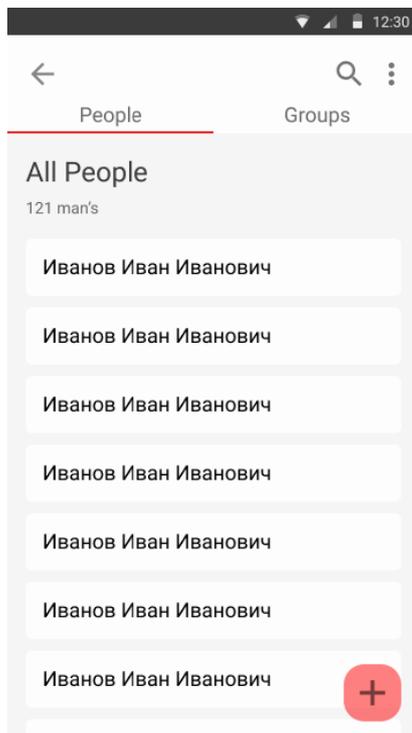


Рис. 2. Работа с базой данных

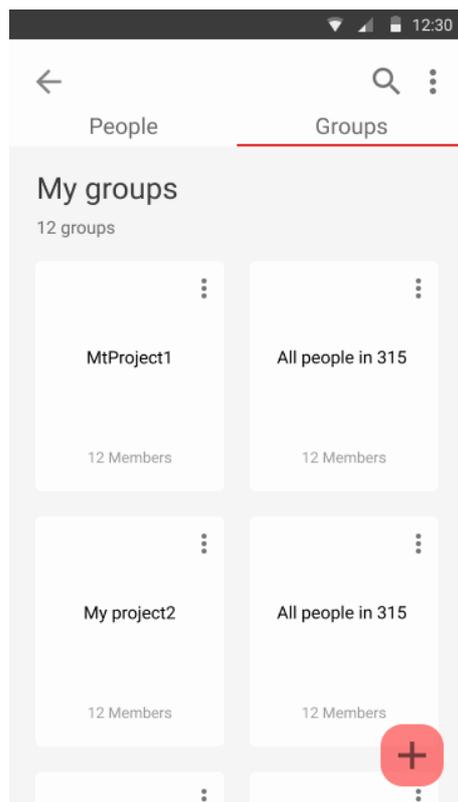


Рис. 3. Добавление людей в группы

Для разработки мобильного приложения использовалась Android Studio – интегрированная среда разработки для работы с платформой Android (рис. 4) [3]. Среда поддерживает разработку на строго типизированном объектно-ориентированном языке программирования Java. Платформа Android имеет встроенный инструмент для управления базой данных sqlite3. Стоит отметить, что iOS (iPhone, iPod, iPad) также используют базы данных SQLite. SQLite – это проект с открытым исходным кодом, поддерживающий стандартные возможности обычной SQL: синтаксис, транзакции и др.

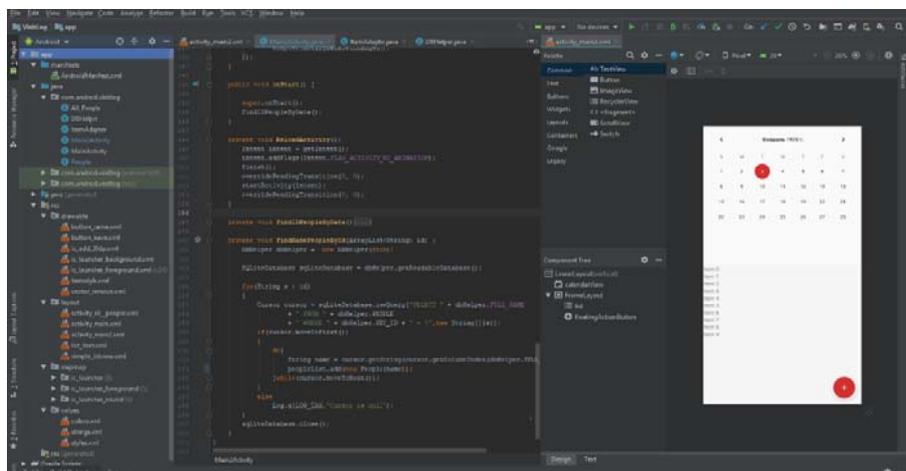


Рис. 4. Процесс разработки приложения в Android Studio

База данных данного приложения хранит следующую информацию: полное имя человека, id человека, название группы, id группы, год, месяц, день, время посещения и время окончания рабочего или учебного дня. Принято решение сгруппировать данные в четыре таблицы, чтобы создавать короткие, но информативные запросы к базе данных (рис. 5).

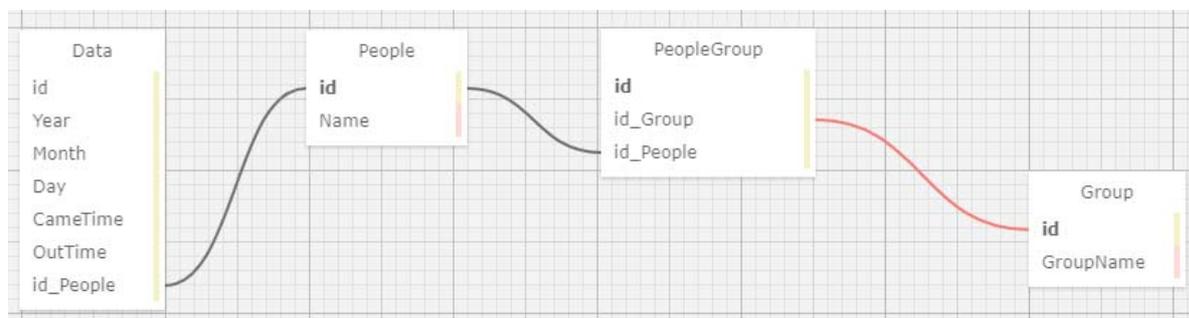


Рис. 5. Структура базы данных

Таким образом, разработанное программное обеспечение мобильной системы учета посещаемости позволяет решить ряд задач по контролю и планированию трудовой деятельности как в научно-исследовательских коллективах, так при организации учебной деятельности.

Работа выполнена в рамках гранта Президента для молодых кандидатов наук МК-1666.2018.9 на базе центра коллективного пользования «Цифровое машиностроение».

Список использованных источников

1. **Методика** апробации внедрения мобильных сервисов на платформе управления мобильными устройствами в вузах / С. С. Колосков и др. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Экономика. Информатика. – 2015. – Т. 36, № 19 (216).
2. **Mathematical** Model of Information Processing in Electronic Document Management System / A. D. Obukhov, M. N. Krasnyansky, D. L. Dedov et al. // International Review of Automatic Control. – 2018. – Т. 11. – С. 336 – 345.
3. **Zapata B. C.** Android studio application development. – Packt Publishing Ltd, 2013.

УДК 519.2

Балашов А. А., Кутукова И. С.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)63-04-48, e-mail: balashovalexei@yandex.ru)

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЗНОГО СИГНАЛА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИТЕРИЯ НЕЙМАНА-ПИРСОНА
ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Balashov A. A., Kutukova I. S.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)63-04-48, e-mail: balashovalexei@yandex.ru)

**RESEARCH OF THE METHOD OF ISSUING A USEFUL SIGNAL USING
THE NEUMAN-PIRSON CRITERION FOR POLYMERIC MATERIALS**

Аннотация. В последнее время разработано множество информационно-измерительных систем, реализующих контактные методы неразрушающего контроля структурных превращений в полимерных материалах по изменениям их теплофизических свойств с ростом температуры. Теплофизические свойства определяют по рабочим участкам термограмм, полученных при тепловом воздействии от круглого источника тепла постоянной мощности по моделям плоского и сферического полупространств. Однако при работе информационно-измерительной системы, реализующей данный метод, возникает шум с достаточно большой амплитудой из-за теплового движения заряженных частиц в элементах электрических цепей. В связи с этим, разработка программного обеспечения для информационно-измерительной системы, реализующую метод выделения полезного сигнала при регистрации структурных переходов в полимерах с использованием статистических критерияльных зависимостей востребована и является актуальной.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, полимерные материалы, сигнал, статистические критерии, структурные переходы, шум.

Abstract. Recently, many information-measuring systems have been developed that implement contact methods of non-destructive testing of structural transformations in polymer materials by changes in their thermophysical properties with increasing temperature. Thermophysical properties are determined by the working sections of the thermograms obtained by heat from a circular heat source of constant power according to the models of flat and spherical half-spaces. However, during the operation of the information-measuring system that implements this method, noise arises with a sufficiently large amplitude due to the thermal motion of charged particles in the elements of electrical circuits. In this regard, the development of software for an information-measuring system that implements a method for extracting a useful signal when registering structural transitions in polymers using statistical criteria dependencies is in demand and is relevant.

Keywords: information-measuring system, polymeric materials, signal, statistical criteria, structural transitions, noise.

Цель работы является создать программное обеспечение информационно-измерительной системы, реализующее метод выделения полезного сигнала при регистрации структурных переходов в полимерах

Для достижения указанной цели была поставлена и решена следующая задача – разработать алгоритмическое и программное обеспечения ИИС, реализующее метод выделения полезного сигнала при регистрации структурных переходов в полимерах.

Алгоритм методологии неразрушающего контроля температурных характеристик структурных переходов в полимерных материалах разработан с использованием CASE-технологии по методологии структурного системного анализа и проектирования SADT и представлен в виде функциональных моделей AS-IS и TO-BE [1 – 3].

Целью работы является создать алгоритмическое и программное обеспечение информационно-измерительной системы (ИИС), реализующей метод выделения полезного сигнала при регистрации структурных переходов в полимерах в контексте данной методологии [1 – 3]. Для того чтобы, определить температурные характеристики структурных переходов в полимерах, необходимо с помощью ИИС исследовать изделие и образцовые меры, с помощью определенной методики провести анализ температурных характеристик, зафиксировать структурные переходы в полимерных материалах (ПМ). В качестве входных данных будут использоваться: «Исследуемое изделие», «Образцовые меры». Выходные данные: «Температурные характеристики структурных переходов в ПМ». Процесс определения температурных характеристик структурных переходов управляется ИИС и оператором согласно методике и руководству по эксплуатации.

Контекстная диаграмма методологии представлена на рис. 1.



Рис. 1. Контекстная диаграмма методологии

Проведем декомпозицию контекстной диаграммы, описав последовательность этапов исследования температурных характеристик. Этапы исследования [1 – 3]: калибровка, получение термограммы и обработка термограммы.

В результате выполненной декомпозиции получена диаграмма стандарта IDEF0 [3], изображенная на рис. 2 [1 – 3].

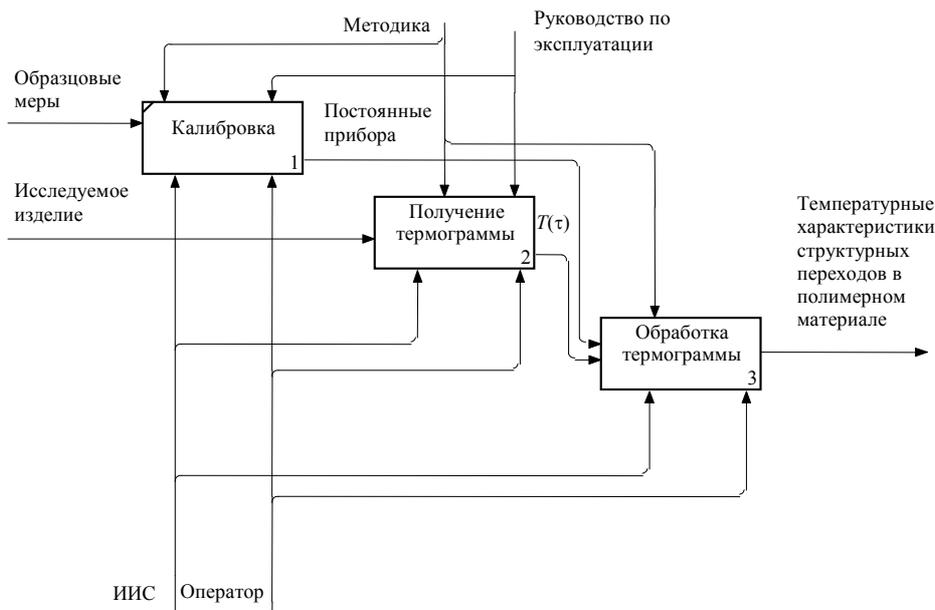


Рис. 2. Диаграмма методологии (AS-IS), полученная в результате декомпозиции диаграммы, представленной на рис. 1

Анализ последовательности этапов метода AS-IS позволил предложить другую последовательность этапов метода TO-BE стандарта DFD (рис. 3) [3].



Рис. 3. Диаграмма TO-BE работы «Исследование температурных характеристик»

Далее выполнена декомпозиция блока № 4 диаграммы «Анализ температурных характеристик», представленной на рис. 4. Алгоритм работы «Анализ температурных характеристик» состоит из следующих этапов [1 – 3].

1. Формирование множества существенных отклонений информативных параметров $T, dT/d\tau, \epsilon, d_1, d_0, S_{d1}^2, S_{d0}^2$.
2. Доказательство принадлежности нормальному закону распределения $\epsilon(T)$.

3. Определение неслучайности некоторых наблюдений с использованием критериев.

4. Определение температуры структурного перехода в исследуемом полимерном материале.

Диаграмма «Анализ температурных характеристик» выглядит следующим образом (рис. 4).

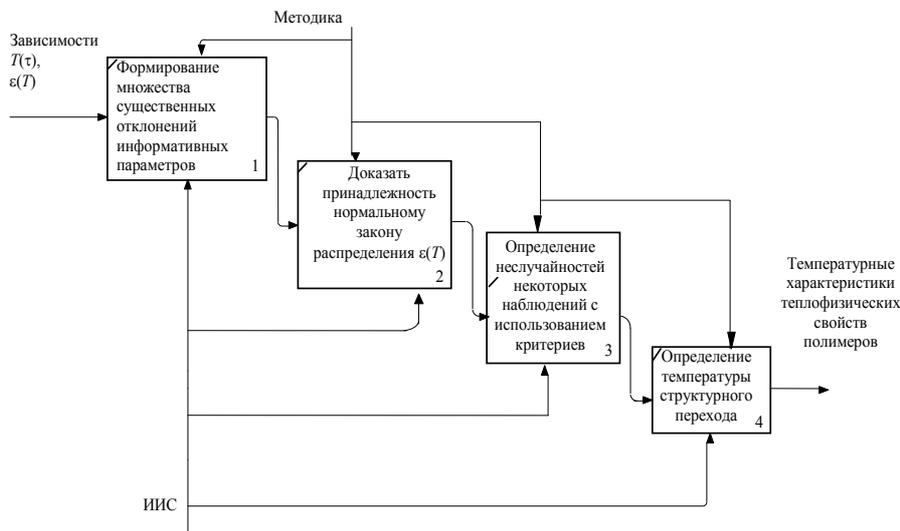


Рис. 4. Диаграмма работы «Анализ температурных характеристик»

Создадим иерархическую структуру работы, описывающей процесс «Доказать принадлежность нормальному закону распределения $\epsilon(T)$ ».

Данная работа включает:

- проверку гипотезы H против альтернативной гипотезы H_1 ;
- использование критериев Жарка-Бера, Лиллиефорса и Колмогорова-Смирнова.

Согласно данной структуре работ построена диаграмма стандарта IDEF3, в которую добавлены взаимосвязи между работами (рис. 5).

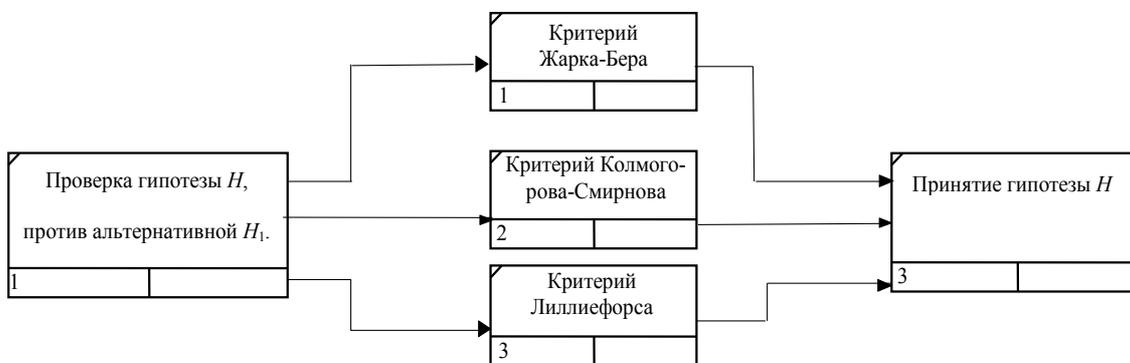


Рис. 5. Диаграмма работы «Доказать принадлежность нормальному закону распределения $\epsilon(T)$ »

Диаграмма работы № 3 «Определения неслучайностей некоторых наблюдений с использованием критериев» представлена на рис. 6 в виде блок-схемы реализованной в программе MatLab.

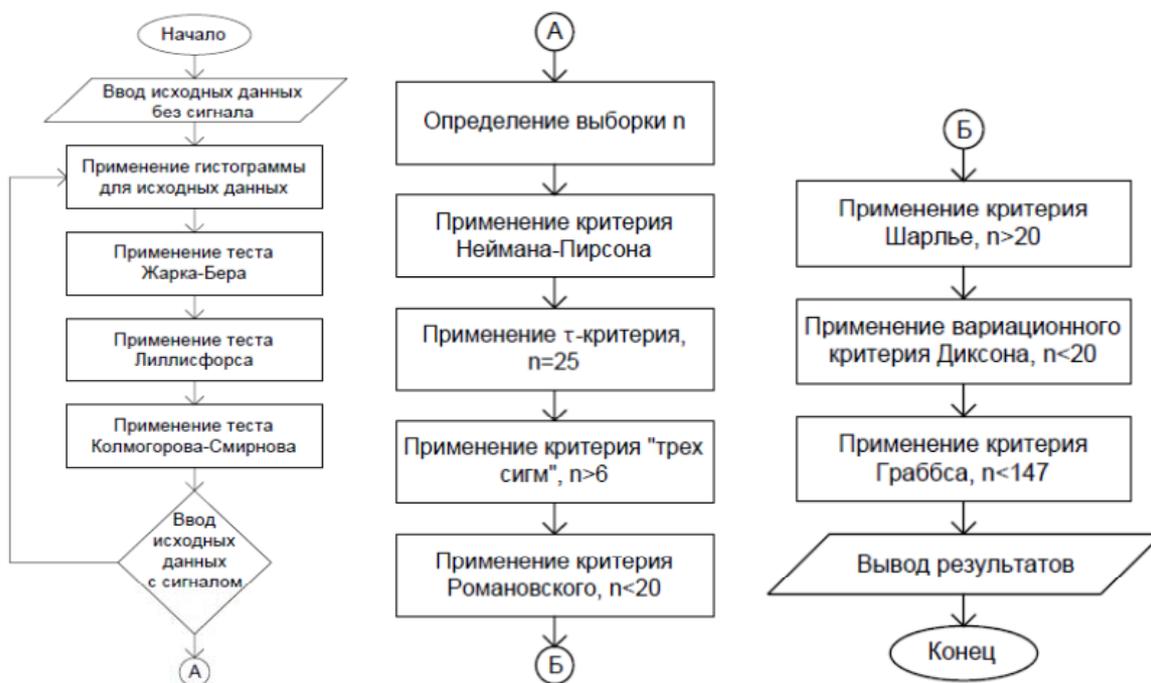


Рис. 6. Алгоритм реализующий метод выделения полезного сигнала при регистрации структурных переходов в полимерах

Для экспериментальной проверки разработанного метода и ИИС определяли температурные характеристики твердофазных полиморфных переходов в ПТФЭ, Ф4К20, Капролоне В и ПММА.

Результаты применения алгоритма для ПТФЭ (рис. 7) представлены на рис. 8.

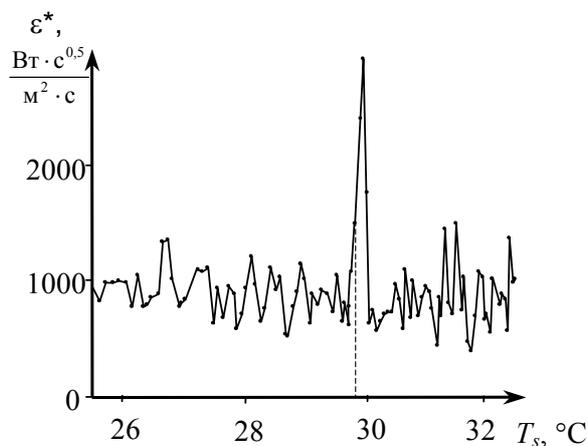


Рис. 7. Зависимость $\epsilon^* = f(T_s)$, построенная по термограмме, зафиксированной на изделии из ПТФЭ

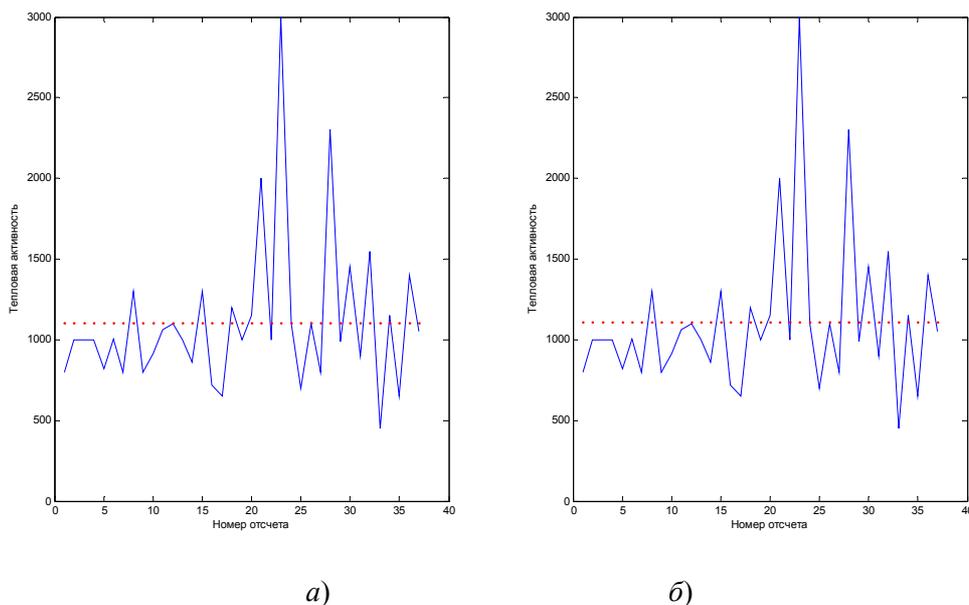


Рис. 8. Зависимость тепловой активности и порога по критерию Неймана-Пирсона (а) и математического ожидания (б)

Таким образом, показана возможность определения температурно-временных характеристик структурных переходов в полимерных материалах разработанным методом.

Результаты применения метода:

1. Критерий Неймана-Пирсона и другие статистические критерии работают только при доказательстве на нормальный закон распределения значений тепловой активности от температуры без экстремальных значений.
2. Критерий Неймана-Пирсона работает в случае относительно большого отношения сигнал/шум.
3. Критерий Неймана-Пирсона и другие статистические критерии работают при одиночном полезном сигнале, а в случае множественного пика (дублет, триплет) они не работают.

Список использованных источников

1. **Балашов, А. А.** Информационно-измерительная система неразрушающего контроля температурных характеристик структурных переходов в полимерных материалах / А. А. Балашов, Н. Ф. Майникова, Н. П. Жуков // Приборы. – 2010. – № 12. – С. 53 – 57.
2. **Майникова, Н. Ф.** Неразрушающий способ исследований релаксационных переходов в полимерных материалах / Н. Ф. Майникова, А. А. Балашов, С. О. Васильев // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2014. – Т. 20, № 1. – С. 34 – 41.
3. **Калянов, Г. Н.** CASE-технологии. Консалтинг в автоматизации бизнес-процессов / Г. Н. Калянов. – М. : Горячая линия. – Телеком, 2002. – 320 с.

УДК 004.9:535.361.2

Черешнев В. О., Кулешов И. В., Проскурин С. Г.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

(Тел. 89508048366, e-mail: spros@tamb.ru)

**СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ
ПРИ ПОМОЩИ ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ****Chereshnev V. O., Kuleshov I. V., Proskurin S. G.**

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

(Tel. 89508048366, e-mail: spros@tamb.ru)

**SPECTRAL ANALYSIS OF DIGITAL ELECTROCARDIOGRAMS
BY USING DISCRETE FOURIER TRANSFORM**

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследования, в ходе которого был обработан оцифрованный сигнал первого отведения цифрового электрокардиографа, содержащие помехи и наводки. С помощью полиномов Лагранжа-Сильвестра кардиосигнал был очищен от шумов для уменьшения влияния помех на гармонические составляющие сигнала и для повышения точности спектрального анализа. Ввиду сильного воздействия зубца QRS (δ функции) на спектральное разложение, он был убран и аппроксимирован полиномом Лагранжа во временной области на всем интервале исследования. При помощи дискретного преобразования Фурье был произведен спектральный анализ, выявивший частоты 3.1 Гц и 6.2 Гц, соответствующие зубцам Р и Т. На основании полученных данных также были классифицированы частоты, соответствующие остальным зубцам кардиограммы. Полученные в результате преобразования две основные гармоники позволяют производить адекватный количественный анализ ЭКГ сигналов в норме и патологии.

Ключевые слова: электрокардиограмма, компьютерная диагностика, обработка сигналов, обработка цифровых электрокардиограмм, спектральный анализ, преобразование Фурье.

Abstract. In this paper, we present the results of a study in which the signal of the first lead of a digital electrocardiograph containing noise was digitally processed. Using the Lagrange-Sylvester polynomials, the cardiac signal was filtered to reduce the effect of interference on the harmonic components of the signal and to increase the accuracy of spectral analysis. Due to the strong influence of the QRS complex (δ function) on the spectral decomposition, it was removed and approximated by the Lagrange polynomial in time domain over the entire interval of interest. Using a discrete Fourier transform, a spectral analysis was performed and revealed frequencies of about 3.1 Hz and 6.2 Hz, corresponding to the P and T waves. Based on the data obtained, frequencies corresponding to the remaining peaks of the cardiogram were also considered. The two main harmonics obtained as a result of the transform allow for a relevant quantitative analysis of ECG signals under normal and pathological conditions.

Keywords: electrocardiogram, computer diagnostics, signal processing, digital ECG processing, spectral analysis, Fourier transform.

Электрокардиография (ЭКГ) – регистрация биоэлектрических потенциалов на поверхности кожи организма, возникающих во время работы сердца. Обычно для этого используется стандартный электрокардиограф с двенадцатью отведениями, который улавливает с поверхности тела разницу электрических потенциалов, возникающих в разных отделах сердца в моменты его сокращения и расслабления. В новейших современных электрокардиографах эта информация записывается и подвергается дальнейшей обработке в цифровом виде.

Сердце имеет различное строение всех своих отделов, поэтому нервные импульсы проходят по ним за разное время. Каждому отделу соответствует свой зубец на электрокардиограмме, который отражает сокращение сердечной мышцы.

Человеческое сердце состоит из правой и левой половин, в которых выделяют верхний отдел – предсердия, и нижний – желудочки. Поскольку они имеют разные размеры, толщину и разделены перегородками, возбуждающий импульс с разной скоростью проходит по ним. Поэтому на ЭКГ записываются разные зубцы, соответствующие определенному отделу сердца. Пример типичного сигнала ЭКГ с обозначением пиков представлен на рис. 1.

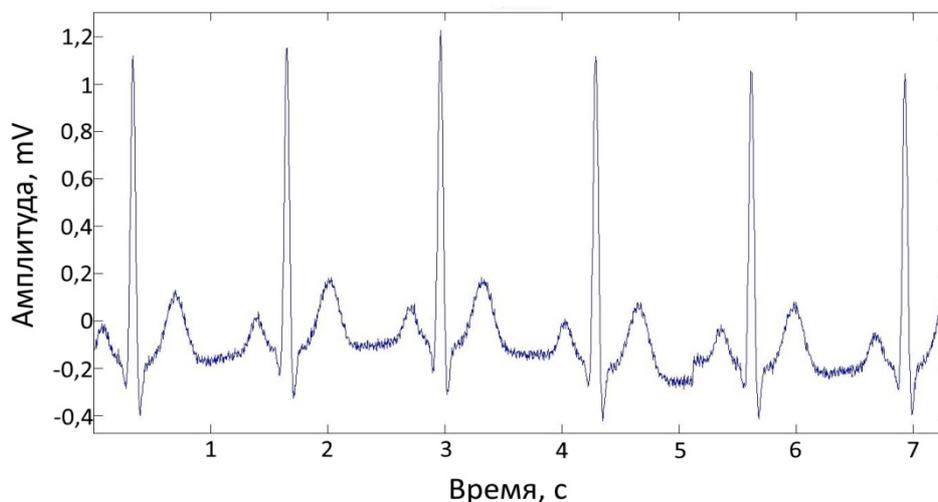


Рис. 1. Отрезок экспериментального сигнала ЭКГ

Современный этап развития информационных технологий характеризуется массовым применением систем, использующих различные алгоритмы обработки, анализа и интерпретации сигналов, в частности, электрокардиограммы (ЭКГ). Ключевыми задачами автоматического анализа кардиосигнала является не только обнаружение комплексов и анализ их формы, но и выявления характерных зависимостей в спектре сигнала [1]. В этой связи новые возможности открывает использование стандартного преобразования Фурье и спектрального анализа для получения частотно-временного представления сигнала [2].

Для обработки и дальнейшего анализа был взят оцифрованный сигнал первого отведения стандартной электрокардиографической системы, содержащий помехи и

наводки. Исходный кардиосигнал представлен на рис. 1. Исходные данные временного ряда первого отведения содержат шумы и наводку, что естественным образом отражается на результатах спектрального анализа в виде высокочастотных помех. Это мешает дальнейшей обработке и определению зависимостей между гармоническими составляющими, частотами и зубцами кардиограммы [3, 4]. Для минимизации шумовой компоненты была реализована первичная обработка во временной области – сглаживание при помощи полиномов Лагранжа-Сильвестра:

$$r(\lambda) = \sum_{k=1}^s \sum_{p=0}^{m_k-1} \frac{1}{(m_k - p - 1)!} \left[\frac{\partial^{m_k-p-1} f(\lambda)}{\partial \lambda^{m_k-p-1}} \psi_k(\lambda) \right]_{\lambda=\lambda_k} \frac{\psi(\lambda)}{(\lambda - \lambda_k)^{p+1}},$$

где $\psi_k(\lambda) = \frac{\psi(\lambda)}{(\lambda - \lambda_k)^{m_k}}$, удовлетворяющий условиям:

$$r(\lambda_k) = f(\lambda_k), r'(\lambda_k) = f'(\lambda_k), \dots, r^{(m_k-1)}(\lambda_k) = f^{(m_k-1)}(\lambda_k) \\ (k = 1, 2, \dots, s; m_1 + m_2 + \dots + m_s = m),$$

После первичной обработки сигнала во временной области, необходимо минимизировать δ -функцию, соответствующую зубцу QRS на кардиограмме [5] для определения частот зубцов P и T. Для этого зубец QRS интерполируется полиномом Лагранжа на протяжении всего участка кардиограммы, рис. 2.

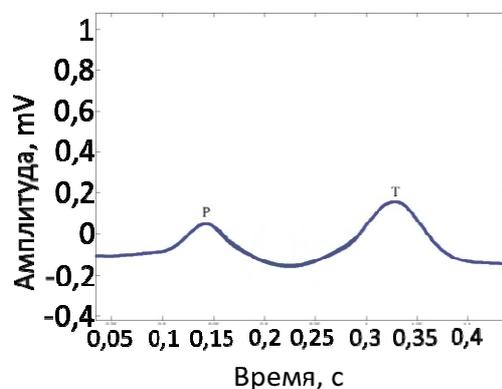


Рис. 2. Интерполированный полиномом Лагранжа сигнал ЭКГ

После минимизации шумовой компоненты и δ -функции производится спектральный анализ с использованием быстрого преобразования Фурье:

$$X(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-\frac{j\pi nk}{N}} = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \left[\cos \frac{2\pi nk}{N} - j \sin \frac{2\pi nk}{N} \right],$$

где $0 \leq k \leq N-1$, N – количество перемножения комплексных чисел [6 – 8].

Результаты спектрального анализа представлены на рис. 3.

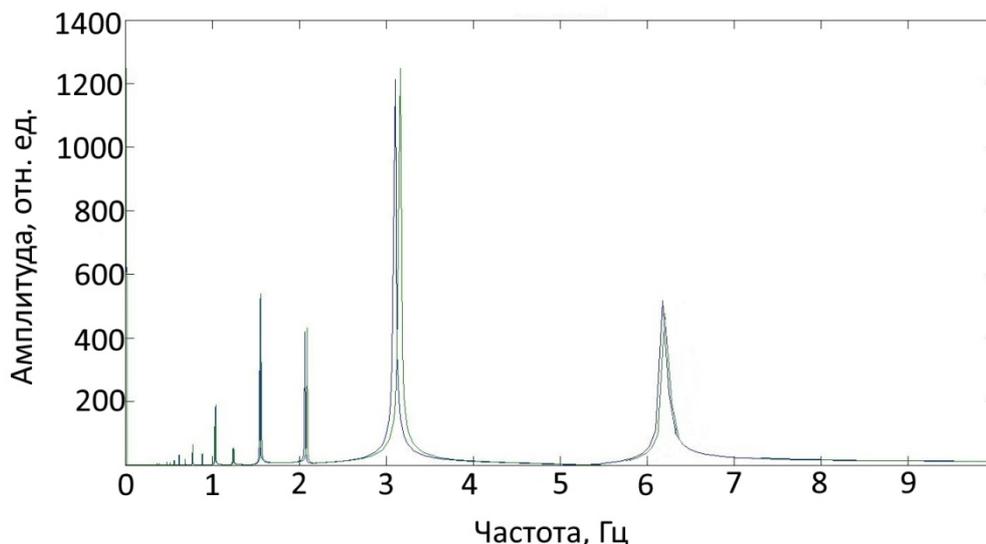


Рис. 3. Спектр сигнала ЭКГ без комплекса QRS

В спектре полученного сигнала присутствуют две ярко выраженные гармоники с частотами: $\omega_1 = 3,12$ Гц и $\omega_2 = 6,21$ Гц. При вычислении частот по стандартной формуле, $T = 2\pi/\omega$, можно обнаружить, что на кардиограмме ω_1 соответствует зубцу P , а ω_2 зубцу T . Также, отношение амплитуд зубцов P и T на исходном сигнале и результатах спектрального анализа равны, что может говорить об адекватности полученных результатов, соответствующие зубцам P и T [9]. Важно отметить, что гармоники спектра обработанного сигнала примерно кратны 2. Подобное отношение было получено ранее и для немышечной подвижности у простейших организмов [10].

Полученные спектры показывают, что импульсы, отвечающие за деполяризацию предсердий и реполяризацию желудочков, генерируемые синусно-предсердным и атриовентрикулярном узлах, имеют взаимосвязанную природу. Кроме этого, зубцам P и T могут соответствовать пропорциональные гармоники в спектральной области.

После получения частот, соответствующим зубцам P и T , стояла задача поиска функциональных зависимостей между пиками на результатах спектрального анализа и зубцами кардиограммы. Для решения этой задачи применялся полосовой фильтр. Первым шагом было обнуление отдельных пиков спектра. Восстановленный сигнал лишь искажал форму зубцов комплекса QRS , не подвергая их полному удалению. Из этого следовал вывод, что ввиду формы остальных зубцов кардиограммы, отличной от синусоиды, им соответствует более одного пика спектра. Поэтому при дальнейшей фильтрации получалось более одной гармонической составляющей. Пики соответствуют частотам 0,3 – 3 Гц для зубца R и 3,1 – 6,2 Гц для зубцов Q и S .

Таким образом, посредством спектрального анализа при помощи преобразования Фурье, был обработан сигнал первого отведения стандартной цифровой ЭКГ системы. Результаты анализа данного ЭКГ сигнала показывают, что зубцам P и T кардиограммы соответствуют частоты $\omega_1/\omega_2 \approx 2$. Остальные гармоники (около двадцати), соответствующие комплексу QRS были вычислены и представлены отдельно [11].

Дальнейшая работа будет связана с выявлением зависимостей между каждым пиком спектра сигнала и зубцами временных зависимостей кардиограммы, а также определение взаимосвязей между заболеваниями сердечнососудистой системы и гармоническими составляющими сигнала. Важным шагом исследования спектров преобразованной кардиограммы является нахождение частот, соответствующих δ функции, которой с хорошей точностью аппроксимируется оцифрованный пик QRS.

Список использованных источников

1. **Чернышова, Т. И.** Применение математического моделирования при реализации методов оценки и повышения метрологического ресурса аналоговых блоков информационно-измерительных систем / Т. И. Чернышова, В. В. Третьяков // Вестник ТГТУ. – 2015. – Т. 21, № 3. – С. 381 – 387. DOI: 10.17277/vestnik.2015.03. pp.381-387.
2. **Форогран, М. А.** Статистическое сравнение вейвлет-преобразований / М. А. Форогран, А. В. Кожевин // Вестник ТГТУ. 2017. Т. 23. № 1. С. 61 – 71. DOI: 10.17277/vestnik.2017.01.pp.061-071.
3. **Спектральный анализ ЭКГ** / А. А. Уваров, П. Г. Пеньков, Д. С. Чебуренко, Д. К. Авдеева // Современные техника и технологии : сборник научных трудов по материалам XVII Международной научно-практической конференции. – Томск, 2011. – С. 26 – 34.
4. **Захаров, С. М.** Спектральный анализ электрокардиосигналов / С. М. Захаров, Г. Г. Знайко // Вопросы радиоэлектроники. – 2017. – № 3. – С. 110 – 115.
5. **Надворский, Н. В.** Аналитический анализ спектральной плотности ЭКГ-сигнала / Н. В. Надворский, А. А. Юрко, С. И. Владов // Вестник КрНУ имени Михаила Остроградского. – 2013. – № 6. – С. 39 – 42.
6. **Дубровин, В. И.** Автоматизированная система анализа электрокардиограмм на основе вейвлет-технологий / В. И. Дубровин, Т. А. Щедрина // Искусственный интеллект. – 2010. – № 4. – С. 190 – 194.
7. **Kulesa, B.** Spectral properties of EcG Series. The Henryk Niewodniczanski Institute of Nuclear physics, cracow, poland, Annual Report / B. Kulesa, T. Srokovski, S. Drozd. 2001. pp. 21 – 31.
8. **Калиниченко, А. Н.** О точности спектральных методов расчета показателей variability сердечного ритма / А. Н. Калиниченко // Информационно-управляющие системы. – 2007. – № 6. – С. 41 – 48.
9. **Рангайян, Р. М.** Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход / Р. М. Рангайян. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 440 с.
10. **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.
11. **Проскурин, С. Г.** Исследование частотных характеристик электрокардиограммы при помощи дискретного преобразования Фурье / С. Г. Проскурин, В. О. Черешнев // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 8 – С. 89 – 93.

УДК 004.9:535.361.2

Черешнев В. О., Кулешов И. В., Проскурин С. Г.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. +79508048366, e-mail: spros@tamb.ru)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ГАРМОНИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ
ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ ПРИ ПОМОЩИ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА
ВО ВРЕМЕННОЙ И СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ**

Chereshnev V. O., Kuleshov I. V, Proskurin S. G.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. +79508048366, e-mail: spros@tamb.ru)

**RESEARCH OF HARMONIC DEPENDENCES OF ELECTROCARDIOGRAMS
BY USING SIGNAL PROCESSING IN THE TIME AND SPECTRAL AREA**

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследования, в ходе которого был обработан сигнал первого отведения цифрового электрокардиографа, содержащие помехи и наводки. С помощью полиномов Лагранжа-Сильвестра кардиосигнал был очищен от шумов для уменьшения влияния помех на гармонические составляющие сигнала и для повышения точности спектрального анализа. Ввиду сильного воздействия комплекса QRS (δ -функции) на спектральное разложение, он был убран и аппроксимирован полиномом Лагранжа во временной области на всем интервале исследования. При помощи дискретного преобразования Фурье был произведен спектральный анализ, выявивший частоты ~3 и 6 Гц, соответствующие зубцам Р и Т. Полученные в результате преобразования спектры намного проще и позволяют производить адекватный количественный анализ ЭКГ в норме и патологии.

Ключевые слова: электрокардиограмма, компьютерная диагностика, обработка сигналов, обработка цифровых электрокардиограмм, спектральный анализ, преобразование Фурье.

Abstract. In this paper the results of a study in which the signal of the first lead of a digital electrocardiograph containing digitally processed noise are presented. Using the Lagrange-Sylvester polynomials, the cardiac signal was filtered to reduce the effect of interference on the harmonic components of the signal and to increase the accuracy of spectral analysis. Due to the strong influence of the QRS complex (δ -function) on the spectral decomposition, it was removed and approximated by the Lagrange polynomial in time domain over the entire interval of interest. Using a discrete Fourier transform, a spectral analysis was performed and revealed frequencies of about 3 and 6 Hz, corresponding to the P and T waves. The two main harmonics obtained as a result of the transform allow for a relevant quantitative analysis of ECG signals under normal and pathological conditions.

Keywords: electrocardiogram, computer diagnostics, signal processing, digital ECG processing, spectral analysis, Fourier transform.

Основа электрокардиографии – регистрация биоэлектрических потенциалов на поверхности кожи организма, возникающих во время работы сердца. Обычно для этого используется стандартный электрокардиограф с двенадцатью отведениями, который

улавливает с поверхности тела разницу электрических потенциалов, возникающих в разных отделах сердца в моменты его сокращения и расслабления. В новейших современных электрокардиографах эта информация записывается и подвергается дальнейшей обработке в цифровом виде.

Современный этап развития информационных технологий характеризуется массовым применением систем, использующих различные алгоритмы обработки, анализа и интерпретации сигналов [1 – 5], в частности, электрокардиограммы (ЭКГ).

Ключевыми задачами анализа кардиосигналов является не только обнаружение комплексов и анализ их формы, но и выявления характерных зависимостей в спектре. В этой связи новые возможности открывает использование стандартного преобразования Фурье и спектрального анализа для получения частотно-временного представления сигнала.

Целью данной работы является определение гармонических составляющих и частотных характеристик ЭКГ-системы посредством спектрального анализа.

Для обработки и дальнейшего анализа был взят оцифрованный сигнал первого отведения стандартной электрокардиографической системы, содержащий помехи и наводки, рис. 1.

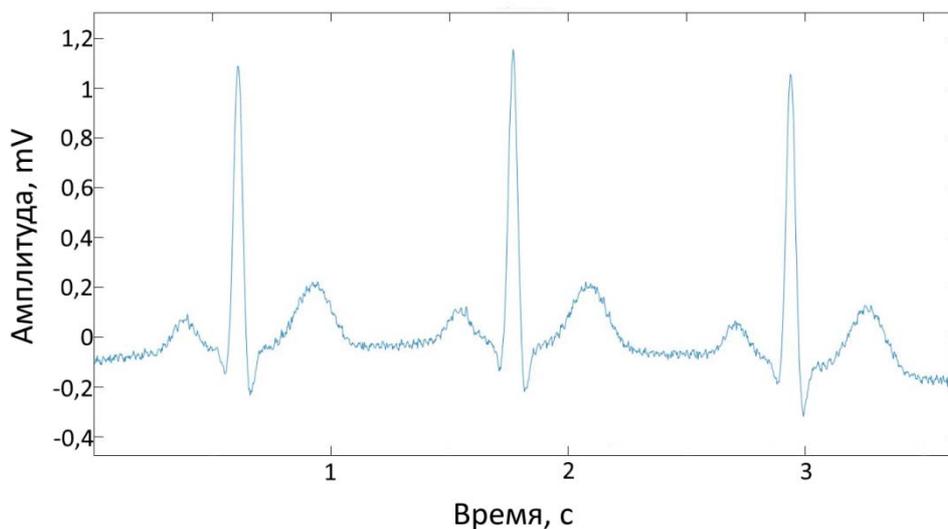


Рис. 1. Отрезок экспериментального сигнала I отведения цифрового ЭКГ

Исходные данные временного ряда первого отведения содержат шумы и наводку, что естественным образом отражается на результатах спектрального анализа в виде высокочастотных помех. Это мешает дальнейшей обработке и определению зависимостей между гармоническими составляющими, частотами и зубцами кардиограммы. Для минимизации шумовой компоненты была реализована первичная обработка во временной области – сглаживание при помощи полиномов Лагранжа-Сильвестра:

$$r(\lambda) = \sum_{k=1}^s \sum_{p=0}^{m_k-1} \frac{1}{(m_k - p - 1)!} \left[\frac{\partial^{m_k-p-1}}{\partial \lambda^{m_k-p-1}} \frac{f(\lambda)}{\psi_k(\lambda)} \right]_{\lambda=\lambda_k} \frac{\psi(\lambda)}{(\lambda - \lambda_k)^{p+1}},$$

где $\psi_k(\lambda) = \frac{\psi(\lambda)}{(\lambda - \lambda_k)^{m_k}}$, удовлетворяющий условиям:

$$r(\lambda_k) = f(\lambda_k), r'(\lambda_k) = f'(\lambda_k), \dots, r^{(m_k-1)}(\lambda_k) = f^{(m_k-1)}(\lambda_k),$$

$$(k = 1, 2, \dots, s; m_1 + m_2 + \dots + m_s = m),$$

$f(\lambda)$ – функция, которая определена на спектре матрицы A ; $\lambda(k)$ – нули минимального полинома $\psi(\lambda)$ матрицы A ; m_k – степень полинома;

После первичной обработки сигнала во временной области, производится спектральный анализ с использованием быстрого преобразования Фурье:

$$X(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j\frac{2\pi nk}{N}} = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \left[\cos \frac{2\pi nk}{N} - j \sin \frac{2\pi nk}{N} \right],$$

где $0 \leq k \leq N-1$, N – количество перемножения комплексных чисел [6 – 8].

Для выявления гармонических составляющих и частотных характеристик. Результаты спектрального анализа представлены на рис. 2.

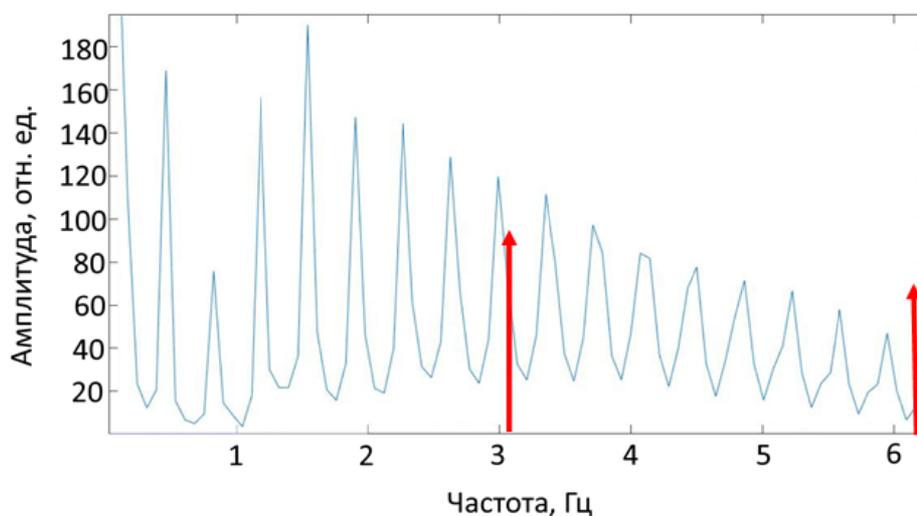


Рис. 2. Спектр сигнала I отведения цифрового ЭКГ

Спектр исходных оцифрованных данных показывает наличие 20 – 25 пиков, что крайне сложно обрабатывать. Это представляет наибольшую «нагрузку» на результаты спектрального анализа. После удаления комплекса QRS, который отвечает за резкое сжатие желудочков и наиболее близко соответствует δ -функции с амплитудой в 3 – 5 раз больше чем у пиков P (сжатие предсердий) и T (расслабления желудочков), спектры данного сигнала стали содержать всего 2–3 компоненты (рис. 2). Временное представление ЭКГ сигнала в виде двух функций, периодически появляющегося пика δ -функции и сглаженного сигнала с пиками P и T , приводит к получению спектров с адекватно интерпретируемыми гармоническими составляющими [9, 10].

В спектре полученного сигнала присутствуют две ярко выраженные гармоники с частотами: $\omega_1 = 3,12$ Гц и $\omega_2 = 6,21$ Гц. При вычислении частот по стандартной форму-

ле, $T = 2\pi/\omega$, можно обнаружить, что на кардиограмме ω_1 соответствует зубцу P , а ω_2 зубцу T . Также, отношение амплитуд зубцов P и T на исходном сигнале и результатах спектрального анализа равны, что может говорить об адекватности полученных результатов, соответствующие зубцам P и T . Важно отметить, что гармоники спектра обработанного сигнала примерно кратны 2. Подобное отношение было получено ранее и для немышечной подвижности у простейших организмов [11].

Полученный результат говорит о том, что импульсы, отвечающие за деполяризацию в предсердиях и реполяризацию в желудочках, генерируемые в синусовом и атриовентрикулярном узлах, имеют сходную природу и спектрально могут быть связаны друг с другом. Зубцам P и T могут соответствовать только две гармоники, следовательно, процессы, соответствующие этим зубцам, можно проще описать автоволновой моделью. Также, полученные в ходе эксперимента частоты примерно кратны двум. Такой показатель присущ и другим биологическим автоколебательным системам.

Важно отметить, что полученные результаты соответствуют критериям адекватности:

$$R^2 = 1 - \frac{S^2_{ошибка}}{S^2_{общая}} > 0.96,$$

где дисперсия вычисляется следующим образом:

$$S_a^2 = \frac{1}{n - (k + 1)} \sum_{i=1}^n (Y - \hat{Y})^2.$$

Проведенные расчеты F -теста (критерий Фишера), также подтвердили адекватность модели результатам полученных дискретных данных.

Кроме этого, полученные спектры были восстановлены с помощью обратного преобразования Фурье. Полученные сигналы, с хорошей точностью ($R^2 = 0,94$) соответствовали исходным данным, как по амплитуде, так и по фазе.

Дальнейшая работа будет связана с выявлением зависимостей между каждым пиком спектра сигнала и зубцами временных зависимостей кардиограммы, а также определение взаимосвязей между заболеваниями сердечнососудистой системы и гармоническими составляющими сигнала. Важным результатом данного исследования спектров преобразованной кардиограммы является нахождение частот, соответствующих узкому и высокому пику QRS. Очевидно, что ввиду такой формы зубца (δ -функция) ему соответствует слишком сложная структура спектра.

Список использованных источников

1. **Чернышова, Т. И.** Применение математического моделирования при реализации методов оценки и повышения метрологического ресурса аналоговых блоков информационно-измерительных систем / Т. И. Чернышова, В. В. Третьяков // Вестник ТГТУ. – 2015. – Т. 21, № 3. – С. 381 – 387. DOI: 10.17277/vestnik.2015.03.pp.381-387.
2. **Форогран, М. А.** Статистическое сравнение вейвлет-преобразований / М. А. Форогран, А. В. Когевин // Вестник ТГТУ. – 2017. – Т. 23, № 1. – С. 61 – 71. DOI: 10.17277/vestnik.2017.01.pp.061-071.

3. **Спектральный анализ ЭКГ** / А. А. Уваров, П. Г. Пеньков, Д. С. Чебуренко, Д. К. Авдеева // Современные техника и технологии : сборник научных трудов по материалам XVII Международной научно-практической конференции. – Томск, 2011. – С. 26 – 34.
4. **Захаров, С. М.** Спектральный анализ электрокардиосигналов / С. М. Захаров, Г. Г. Знайко // Вопросы радиоэлектроники. – 2017. – № 3. – С. 110 – 115.
5. **Надворский, Н. В.** Аналитический анализ спектральной плотности ЭКГ-сигнала / Н. В. Надворский, А. А. Юрко, С. И. Владов // Вестник КрНУ имени Михаила Остроградского. – 2013. – № 6. – С. 39 – 42.
6. **Дубровин, В. И.** Автоматизированная система анализа электрокардиограмм на основе вейвлет-технологий / В. И. Дубровин, Т. А. Щедрина // Искусственный интеллект. – 2010. – № 4. – С. 190 – 194.
7. **Kulesa, V.** Spectral properties of EcG Series. The Henryk Niewodniczanski Institute of Nuclear physics, cracow, poland, Annual Report / V. Kulesa, T. Srokovski, S. Drozd. – 2001. – pp. 21 – 31.
8. **Калиниченко, А. Н.** О точности спектральных методов расчета показателей variability сердечного ритма / А. Н. Калиниченко // Информационно-управляющие системы. – 2007. – № 6. – С. 41 – 48.
9. **Рангайян, Р. М.** Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход / Р. М. Рангайян. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 440 с.
10. **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.
11. **Проскурин, С. Г.** Исследование частотных характеристик электрокардиограммы при помощи дискретного преобразования Фурье / С. Г. Проскурин, В. О. Черешнев // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 8 – С. 89 – 93.

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)

АДАПТИВНАЯ ПОДДЕРЖИВАЮЩАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ПРИ ОСТРОМ РЕСПИРАТОРНОМ ДИСТРЕСС-СИНДРОМЕ

Tymchuk T. M., Ventserova N. V.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 8(4752) 63-56-20, e-mail: tymtan98@yandex.ru)

ADAPTIVE SUPPORT VENTILATION IN ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME

Аннотация. В статье представлены методы вентиляции легких: механический и адаптивно поддерживающий, как варианты вентиляции легких при остром респираторном дистресс-синдроме. Адаптивная поддерживающая система рассмотрена как способ ограничения давления плато и поддержки дыхательного объема пациента. Так же рассмотрены преимущества данного метода вентиляции легких при дистресс-синдроме.

Ключевые слова: адаптивная поддерживающая вентиляция, биотехническая система, острый респираторный дистресс-синдром, давление плато, дыхательный объем.

Abstract. The article presents the methods of ventilation: mechanical and adaptively supporting, as options for ventilation in acute respiratory distress syndrome. The adaptive support system is considered as a way to limit plateau pressure and support the patient's tidal volume. The advantages of this method of ventilation of the lungs with distress syndrome are also considered.

Keywords: adaptive support ventilation, biotechnical system, acute respiratory distress syndrome, plateau pressure, tidal volume.

Острый респираторный дистресс-синдром является одним из видов дыхательной недостаточности, который появляется в результате заболеваний, вызывающих накопление жидкости в легких и понижение уровня кислорода в крови. Такое поражение легких может угрожать жизни пациента, так как воспаление может характеризоваться диффузной инфильтрацией и тяжелой гипоксемией, что может привести к летальному исходу. Данное заболевание требует проведения интенсивной терапии, правильной вентиляции легких.

Механическая вентиляция является одним из наиболее часто применяемых вмешательств в отделениях интенсивной терапии [1]. Для снижения рисков разрабатываются новые режимы ИВЛ для улучшения результатов лечения пациентов. Достижения в режимах ИВЛ включают системы с обратной связью, которые облегчают манипуляцию ИВЛ с переменными, основанными на измеренных параметрах дыхания, таких как дыхательный объем и давление. Адаптивная поддерживающая вентиляция (ASV) – это

режим механического вентилиции с положительным давлением, который управляется замкнутым контуром и автоматически регулируется в соответствии с требованиями пациента [2]. Дыхательный объем для пациентов с дистресс-синдромом должен быть ограничен диапазоном приблизительно от 4 до 8 мл/кг прогнозируемой массы тела, а давление на плато (PP) должно быть ограничено менее чем 28 до 30 см H₂O.

Давление плато – это давление, измеренное во время инспираторной паузы (фаза дыхательного цикла, во время которой газоток отсутствует) и отражающее статическую растяжимость (рис. 1) При вентилиции легких в отсутствие заболеваний легких пиковое давление вдоха равно давлению плато или слегка превышает его. Параллельное повышение пикового давления вдоха и давления плато происходит при увеличении дыхательного объема или при снижении растяжимости легких. Повышение пикового давления вдоха с незначительным изменением давления плато свидетельствует об увеличении объемной скорости инспираторного потока или увеличении сопротивления дыхательных путей.

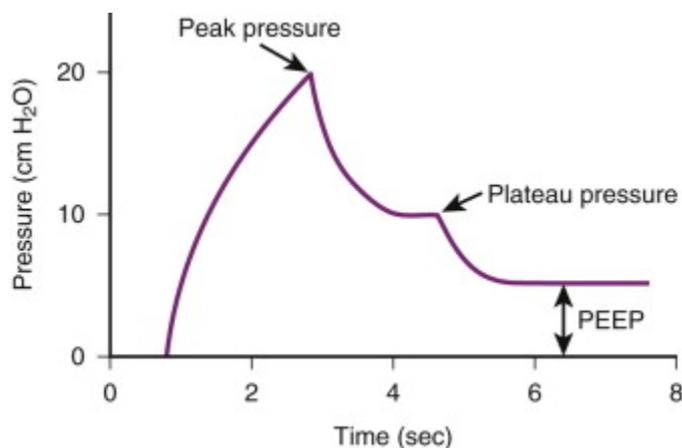


Рис. 1. Модель давления в легких

Основной целью большинства систем поддержки вентилиции является поддержание адекватной оксигенации и вентилиции, это уменьшает работу дыхания и улучшает комфорт пациента до тех пор, пока состояние, вызвавшее потребность в этой технике, не будет полностью изменено. Адаптивная система вентилиции автоматически определяет дыхательный объем, частоту дыхания, которые наилучшим образом поддерживают пиковое давление ниже целевого уровня. Таким образом, дыхательный режим устанавливается с соответствующей стратегией искусственной вентилиции легких для пациентов с дистресс-синдромом. Регулируемый давлением контроль объема также алгоритмически контролируется путем регулировки давления для поддержания заданного дыхательного объема [4]. Адаптивная поддерживающая вентилиция является моделью, оптимально подходящей для пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом, так как ASV способная поддерживать PP ниже установленного значения, что потенциально уменьшает осложнения, а так же сокращает продолжительность вентилиции легких.

ASV жертвует дыхательным объемом и минутным объемом для поддержания целевых показателей PP и частоты дыхания. В модели легкого с различной степенью податливости ASV лучше предотвращает потенциальные разрушительные эффекты чрезмерного PP (больше 28 см H₂O), чем фиксированный дыхательный объем 6 мл/кг при механической вентиляции, путем автоматической регулировки давления в дыхательных путях, что приводит к уменьшению дыхательного объема [3]. Тем не менее, необходимы клинические испытания, чтобы определить, является ли такая модель поддержки вентиляции оптимальным вариантом для пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом.

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. **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.

УДК 621.3

Фролова Т. А., Чикурков П. И.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, Тамбов

(E-mail: frolova2000@gmail.com)

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА КРИСТАЛЛИТА

Frolova T. A., Chikyrvkov P. I.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

(E-mail: frolova2000@gmail.com)

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF CRYSTALLITE PRODUCTION

Аннотация. Разрабатывается автоматизированная система управления процессом производства кристаллита. Производится анализ производства и существующей системы управления. Выбирается структура разрабатываемой АСУ ТП и комплекс программно-технических средств.

Ключевые слова: цеолит, кристаллит, АСУТП, микроконтроллер, технические средства автоматизации, математическое моделирование.

Abstract. An automated crystallite production process control system is being developed. An analysis is made of production and the existing management system. The structure of the developed process control system and the complex of software and hardware are selected.

Keywords: zeolite, crystallite, process control system, microcontroller, technical means of automation, mathematical modeling.

Под структурой системы управления понимается совокупность частей автоматизированной системы, на которые она может быть разделена.

В настоящее время системы управления технологическими процессами и производствами строятся по разным принципам [1 – 6].

В данном проекте разработана двухуровневая АСУ ТП (рис. 1). Все функциональные возможности системы четко разделены на два уровня. Нижний уровень составляют локальные средства автоматизации (контроллеры, датчики и исполнительные механизмы), верхний – АРМ оператора, который может быть представлен рабочей станцией или промышленным компьютером.

Уровень контроллеров в такой системе выполняет сбор сигналов от датчиков, установленных на объекте управления; предварительную обработку сигналов (фильтрацию и масштабирование); реализацию алгоритмов управления и формирование управляющих сигналов на исполнительные механизмы объекта управления; передача и прием информации из промышленной сети. Этот уровень может быть реализованы на базе контроллера и интеллектуальных модулей ввода вывода серии I-8000 компании ICP DAS.

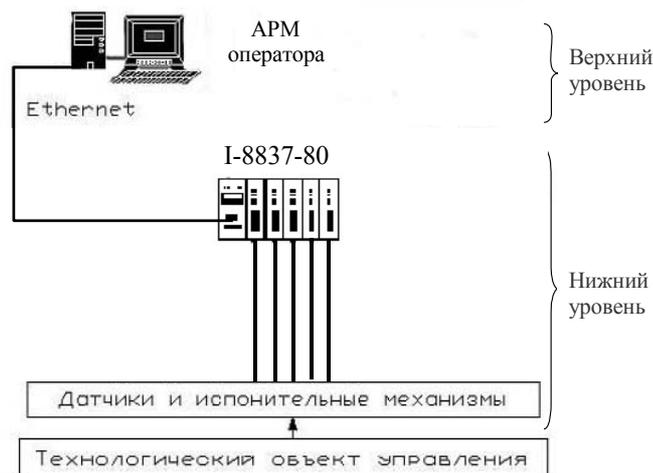


Рис. 1. Структурная схема АСУТП процесса производства кристаллита

АРМ оператора формирует сетевые запросы к контроллеру нижнего уровня, получает от него оперативную информацию о ходе технологического процесса, отображает на экране монитора ход технологического процесса в удобном для оператора виде, осуществляет долговременное хранение динамической информации (ведение архива) о ходе процесса, производит коррекцию необходимых параметров алгоритмов управления и уставок регуляторов в контроллерах нижнего уровня. Реализация этих функций возможна при использовании в составе АРМ оператора SCADA-системы.

При разработке функциональных и других видов схем автоматизации и выборе технических средств, должны учитываться следующие положения: вид и характер технологического процесса; параметры и физико-химические свойства измеряемой среды; расстояние от мест установки датчиков, вспомогательных устройств, исполнительных механизмов, приводов машин и запорных органов до пунктов управления и контроля; требуемая точность и быстродействие средств автоматизации. Информационно-измерительный канал должен строиться на базе серийно выпускаемых датчиков и приборов. Использование однотипной аппаратуры дает преимущество при монтаже, наладке, эксплуатации, обеспечении запасными частями и т.д.

На основании вышеизложенных рекомендаций проведем выбор технических средств автоматизации, обеспечивающих проведение процесса в соответствии с регламентными требованиями.

Подбор датчиков, приборов, исполнительных механизмов, вычислительных устройств, технических средств дистанционного управления осуществлялся по справочнику и каталогам и номенклатурам заводов-изготовителей технических средств автоматизации.

Управление производством осуществляется из центрального пункта управления, в котором находится щит контроля и управления. С помощью выбранных технических средств предусматривается контроль, регулирование и сигнализация следующих параметров: температуры, уровня, рН, веса; дистанционное управление запорной арматурой.

В соответствии с выбранной структурой АСУ ТП выбираем ПТК на базе ПТК КРУГ-2000.

ПТК КРУГ – 2000, является современной системой автоматизации с использованием SCADA-системы.

Система КРУГ-2000 обеспечивает:

- заданную точность и достоверность контроля;
- выдачу управляющих воздействий с пульта оператора;
- контроль срабатывания блокировок и защит;
- снижение количества предаварийных ситуаций за счет оперативной предупредительной звуковой и световой сигнализации;
- возможность анализа работы технологического оборудования и действий оператора за длительный промежуток времени;
- улучшение условий труда оперативного персонала;
- возможность наращивания функций.

В контроллер должны приходить унифицированные токовые сигналы. В соответствии с этим требованием будем выбирать датчики, устанавливаемые на оборудовании.

В связи с этим требованием в качестве датчиков температуры выбираем термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом ТСМУ-205. Они предназначены для измерения температуры в жидких, газообразных и сыпучих веществах. Термопреобразователи обеспечивают непрерывное преобразование температуры в унифицированный выходной сигнал 4-20 мА.

Термопреобразователь состоит из первичного термопреобразователя и электронного устройства (преобразователь токовый), которое размещается в стандартной четырехклеммной головке первичного термопреобразователя.

Диапазон измеряемых температур 0 – 180 °С, номинальная статическая характеристика – 100 М, схема подключения – 2-х проводная. Производитель Производитель НПП «Элемер», г. Московская обл, п. Менделеево (рис. 2).

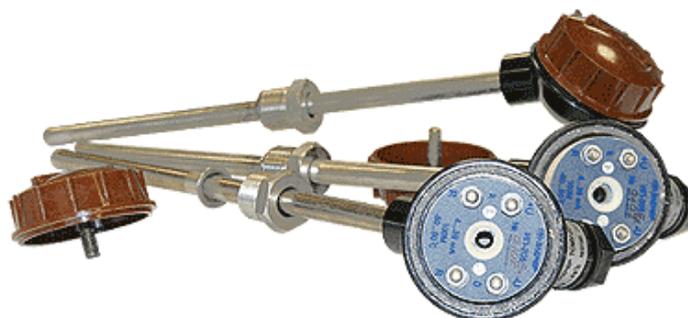


Рис. 2. Термопреобразователь ТСМУ 205

Термопреобразователь работает совместно с блоком питания БПМ-24-4К, предназначенного для питания датчика. Блок питания имеет 4 канала с выходным напряжением 24 В постоянного тока. Производитель ООО «Энергия-Источник», г. Челябинск (рис. 3).



Рис. 3. Блок питания БПМ-24-4К

Для измерения уровня жидкости в технологических емкостях поз. 1, 2 используем преобразователь измерительный уровня буйковый с унифицированным токовым сигналом 4-20 мА УБ-ЭМ1. Производитель СКБ «Приборы и Системы», г. Рязань (рис. 4).

Преобразователи УБ-ЭМ1 предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами, в том числе со взрывоопасными условиями производства и обеспечивают непрерывное преобразование значения измеряемого уровня жидкости, как нейтральных, так и агрессивных сред в стандартный токовый и (или) цифровой на базе HART-протокола выходной сигнал дистанционной передачи.



Рис. 4. Преобразователь уровня УБ-ЭМ1

Питание преобразователей уровня осуществляется от источника постоянного тока напряжением 24 В БПМ-24-4К.

Для измерения рН среды в технологической емкости поз. 2 использован промышленный рН-метр – трансмиттер рН-4101 (рис. 5). Он предназначен для автоматического измерения активности ионов водорода (рН) или окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) водных сред в комплекте с проточной или погружной арматурой для комбинированного электрода. Трансмиттер рН 4101 обеспечивает измерение электродвижущей силы (эдс), развиваемой электродной системой комбинированного электрода, и температуры жидкости, вычисление рН и преобразование рН в унифицированный сигнал постоянного тока (4-20) мА. Производитель ГК «Промприбор», г. Москва.



Рис. 5. pH-метр – трансмиттер pH-4101

В качестве электрода для измерения pH используем лабораторный комбинированный pH-электрод общего назначения – ЭСК-10301 (рис. 6). Производитель ООО «Измерительная техника», г. Москва.

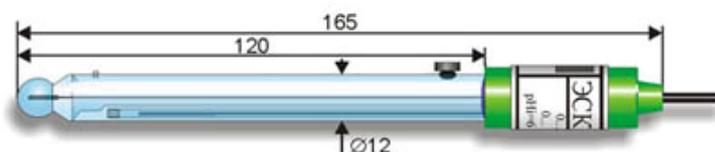


Рис. 6. pH-электрод ЭСК-10301

Для питания pH-метра pH-4101 используется промышленный источник питания постоянного тока DR-100-24 для установки на DIN-рейку, выход +24В/2А (рис. 7). Производитель MeanWell, Тайвань.



Рис. 7. Промышленный источник питания DR-100-24

Для измерения веса исходных веществ в емкостях и мерниках использован тензодатчик балочного типа с металлическим сильфоном – Тензо-М Т2 (рис. 8). Наибольший предел измерения – 40 кг. Четырехпроводная схема подключения. Производитель ЗАО «ВИК «Тензо-М», Московская обл., Люберецкий р-н, пос. Красково.



Рис. 8. Тензодатчик Тензо-М Т2

Для управления электродвигателями мешалок и насосов используются промежуточное реле РЭК78/3 производства группы компаний ИЕК, г. Москва. Номинальное напряжение катушек управления 24 В (рис. 9).



Рис. 9. Контактор малогабаритный серии КМИ-11910

Для управления отсечными клапанами и задвижками используются реле промежуточное Finder 38.61 (рис. 10). Поставщик ООО «Интер Электрик», г. Москва. Номинальное напряжение катушек управления 24 В.



Рис. 10. Промежуточное реле Finder

Для управления импульсными электрическими исполнительными механизмами используется блок управления БУЭР 1-30 производства ЗАО «Волмаг», г. Чебоксары (рис. 11). Блоки БУЭР 1-30 предназначены для бесконтактного управления электрическими исполнительными механизмами с однофазными электродвигателями.



Рис. 11. Блок управления электродвигателями БУЭР 1-30

В качестве регулирующих электрических исполнительных механизмов используем регулирующий клапан ST-0.1-6300-30-32 (рис. 12).



Рис. 12. Регулирующий клапан ST-0.1

В качестве отсечных клапанов выбираем клапаны электромагнитные из нержавеющей стали V327 (рис. 13). Катушка – DC 24 В. Поставщик Группа компаний ТЕХ-МАРКЕТ, г. Санкт-Петербург.



Рис. 13. Электромагнитный клапан V327

Реализация алгоритмов регулирования осуществляется на базе современного PC-совместимого промышленного контроллера I-8837-80, входящего в состав серии I-8000 (рис. 14). Данный контроллер включен в Государственный реестр средств измерений и допущены к применению в Российской Федерации.

Контроллер I-8837-80 представляет собой PC-совместимый микроконтроллер. В нем установлен процессор RDC R1120, 512 кбайт SRAM памяти (ОЗУ), электронный Flash-диск объемом 512 кбайт, часы реального времени, последовательные порты, порт Ethernet (в некоторых модификациях) – то есть почти все необходимые атрибуты обычного компьютера. В контроллере имеется BIOS, особенностью которого является возможность работы без жесткого и флоппи-дисков, стандартной клавиатуры и монитора. Выпускается с 5-значковым 7-сегментным индикатором и 8 слотами расширения.



Рис. 14. Контроллер I-8837-80

Контроллеры работают под управлением операционной системы MSDOS. Разработка программ для контроллера осуществляется на компьютере в среде ISaGRAF.

Модули аналогового ввода, входящие в состав серии I-8000 преобразуют аналоговый входной сигнал в цифровую форму и передают данные по интерфейсу RS-485 в формате ASCII. Все модули имеют встроенный микропроцессор для управления аналого-цифровым преобразователем с 16-битным разрешением. При помощи модулей аналогового ввода можно измерять напряжение, силу тока, температуру, давление и другие типы входных аналоговых сигналов. Все параметры модулей конфигурируются программно с помощью персонального компьютера.

Для питания контроллера и модулей УСО используется промышленный источник питания постоянного тока DIN-540 для установки на DIN-рейку, выход +24В/2А (рис. 15).



Рис. 15. Промышленный источник питания DIN-540А

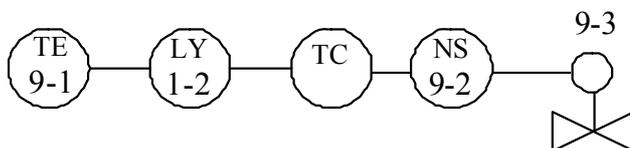
Для питания релейных выходов контроллера, промежуточных реле и контакторов используется источник питания 24В DPR-480-24 (рис. 16). Мощность 480Вт / 20А, монтаж на DIN-рейку. Производитель MeanWell, Тайвань.



Рис. 16. Источник питания DPR-480-24

Рассмотрим функциональную схему автоматизации производства кристаллита.

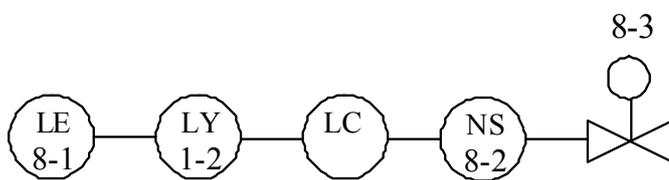
Согласно техническому регламенту необходимо поддерживать температуру в технологической емкости поз. 2.



Температура раствора в технологической емкости поз. 2. измеряется термометром сопротивления ТЕ9-1 (ТСМУ-205), имеющим унифицированный выходной сигнал 4-20 мА. Датчик температуры работает совместно с блоком питания LY1-2 (БПМ-24-4К). Сигнал с датчика поступает на модуль УСО контроллера (I-87017). Контроллер вырабатывает соответствующее регулирующее воздействие, которое поступает с дискретных выходов модуля УСО (I-87057) на блок управления электрическим импульсным исполнительным механизмом NS9-2 (БУЭР 1-30). Блок управления управляет исполнительным механизмом клапана 9-3 (ST-0.1-6300-30-32) на линии подачи теплоносителя в рубашку емкости поз. 2.

Аналогичным образом регулируется температура в технологической емкости поз. 1.

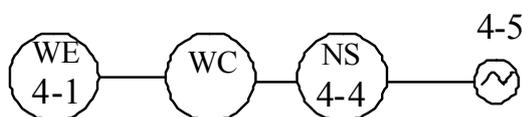
АСУ ТП предполагает загрузку обессоленной воды по уровню в технологическую емкость поз. 2 по схеме



Уровень исходных веществ измеряется преобразователем уровня LE8-1 (УБ-ЭМ1) имеющим унифицированный выходной сигнал 4-20 мА. Датчик уровня работает совместно с блоком питания LY1-2 (БПМ-24-4К). Сигнал с датчика поступает на модуль УСО контроллера (I-87017). Контроллер вырабатывает соответствующее управляющее воздействие, которое поступает с дискретного выхода модуля УСО (-87057) через промежуточное реле NS8-2 (Finder 38.61) на электромагнитный клапан 8-3 (V327) на линии загрузки обессоленной воды в емкость поз. 2.

Аналогичным образом осуществляется загрузка обессоленной воды в технологическую емкость поз. 1.

Дозировка компонентов в технологическую емкость поз. 2 реализуется по следующей схеме



Количество гидроксида натрия измеряется устройством электротензометрическим весоизмерительным WE4-1 (Тензо-М Т2), работающим совместно с модулем УСО контроллера (I-87016W). Контроллер вырабатывает управляющее воздействие на электропривод задвижки 4-5, передающееся через промежуточное реле NS4-4 (Finder 38.61).

Схемой автоматизации предусмотрен автоматический и дистанционный пуск электродвигателей мешалок и насосов. Для этого используются реле промежуточные NS (РЭК78/3).

Список использованных источников

1. **Фролов, С. В.** Реализация нечеткого импульсного регулятора / С. В. Фролов, И. А. Елизаров, С. А. Лоскутов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2006. – № 1. – С. 23 – 25.
2. **Фролов, С. В.** Лабораторный комплекс для исследования позиционных систем регулирования / С. В. Фролов, И. А. Елизаров, С. А. Лоскутов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2005. – № 4. – С. 54 – 55.
3. **Фролов, С. В.** Сравнительный анализ систем двухпозиционного регулирования / С. В. Фролов, И. А. Елизаров, С. А. Лоскутов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2005. – № 9. – С. 33 – 36.
4. **Фролов, С. В.** Синтез математических моделей для промышленных АСУ на основе нейронных сетей / С. В. Фролов, А. А. Третьяков // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2000. – № 2. – С. 28 – 31.
5. **Фролов, С. В.** Адаптивное управление на основе нейроконтроллера / С. В. Фролов, С. А. Скворцов, А. А. Терентьев // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2000. – № 5. – С. 45 – 48.
6. **Матвейкин, В. Г.** Синтез нечеткого контроллера / В. Г. Матвейкин, С. В. Фролов // Изв. вузов. Приборостроение. – 1998. – № 5. – С. 28 – 35.

УДК 004.35

Багрянцева А. П., Симкин М. А., Обухов А. Д.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. +79108589106, e-mail: bagryantseva2000@yandex.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТОВ ПО ЕСТЕСТВЕННЫМ ЯЗЫКАМ

Bagryantseva A. P., Simkin M. A., Obukhov A. D.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. +79108589106, e-mail: bagryantseva2000@yandex.ru)

APPLICATION OF NEURAL NETWORKS FOR THE CLASSIFICATION OF TEXTS IN NATURAL LANGUAGES

Аннотация. В статье рассматривается задача классификации текстов по трем естественным языкам, создание нейронной сети и оценка ее верности на разных наборах данных.

Ключевые слова: машинное обучение, нейронная сеть, классификация, обработка естественных языков, обработка текста.

Abstract. The article considers the task of classifying texts into three natural languages, creating a neural network and evaluating its fidelity on different data sets.

Keywords: machine learning, neural network, classification, natural language processing, text processing.

Машинное обучение (англ. machine learning, ML) – это раздел искусственного интеллекта, основанный не на прямом решении поставленных задач, а на обработке большого объема и выявлении эмпирических закономерностей в них для решения схожих задач [1].

Система может обучаться с учителем или без него. Обучение с учителем подразумевает вмешательство программиста в процесс обработки данных: компьютер использует размеченный набор данных и соответствующие им «правильные ответы». Задача системы состоит в том, чтобы установить связь между входными данными и выходными значениями. Обучение без учителя состоит в том, что на вход программы поступают неразмеченные данные, система должна сама извлечь из них нужные признаки, проанализировать и систематизировать их [2].

Нейронные сети – это одно из направлений машинного обучения, которое представляет собой структуру взаимосвязанных искусственных нейронов, организованных по принципу нервной системы живых организмов. Нейроны передают между собой сигналы по связывающим их синапсам, каждый из которых имеет свой вес. Обучение нейронной сети состоит в корректировке этих весов [2, 3].

В процессе работы была поставлена задача классификации текстов по естественным языкам. В качестве анализируемых языков выбраны английский, французский и

немецкий. Основная проблема заключается в том, что последние два языка включают в себя буквы латинского алфавита, что делает тексты, написанные на французском и английском языках, похожими на английский.

Программное обеспечение для решения задачи реализовано на языке программирования высокого уровня Python. Для обучения сети были загружены три книги: «Pride and Prejudice» на английском языке, «Les Confessions de l’Ange Noir» на французском и «Pinocchio» на немецком.

Каждый текст раскладывается на лексемы следующим образом: из текста удаляются все знаки препинания, весь текст разбивается на отдельные слова, каждое слово по-символьно записывается в массив в виде кода ASCII этого символа. Изначально данный массив дополнялся нулевыми значениями до 30 элементов (предполагается, что в тексте не встретится слова длиннее) для стандартизации данных, подаваемых на вход нейронной сети. Но уже на этом этапе можно предпринять попытки минимизировать проблему схожести алфавитов выбранных языков. Для этого суммируются все символы слова, полученная сумма делится на их количество. Данный метод был выбран на основании того, что в таблице кодов ASCII латинские символы имеют коды 97-122, все остальные, которые используются в текстах – выше 200. Следовательно, сумма символов английского слова обычно меньше французского или немецкого. Такой подход значительно повышает точность обучения. Из этих сумм, собранных в массив, программа формирует данные на вход нейросети. Они разбиваются на обучающий и тестовый набор. Также каждому классу (языкам) присваивается индекс.

Следующий этап – создание нейронной сети [1]. Она состоит из 6 слоев, входной слой с функцией активации swish состоит из 300 нейронов, далее идут скрытые слои: первые три из 350 нейронов, четвертый из 400, функции активации чередуются – ReLU, Swish, ReLU, Swish; выходной слой состоит из 3 нейронов и имеет функцию активации softmax (рис. 1). В компиляции модели выбраны оптимизатор Adam и функция потерь categorical_crossentropy.

Layer (type)	Output Shape	Param #
dense_1 (Dense)	(None, 5, 300)	9300
dense_2 (Dense)	(None, 5, 350)	105350
flatten_1 (Flatten)	(None, 1750)	0
dense_3 (Dense)	(None, 350)	612850
dropout_1 (Dropout)	(None, 350)	0
dense_4 (Dense)	(None, 350)	122850
dropout_2 (Dropout)	(None, 350)	0
dense_5 (Dense)	(None, 400)	140400
dense_6 (Dense)	(None, 3)	1203

Рис. 1. Структура нейронной сети

ReLU – выпрямленная линейная функция активации. На выходе функция выдает 0, если входное значение меньше или равно 0, в случае, когда вход больше 0, на выход идет входное значение.

Swish – это плавная немонотонная функция активации, схожая с ReLU, однако превосходящая ее в глубоких сетях. Она представляет собой линейно-взвешенную сигмоидальную функцию (рис. 2). Swish частично исправляет проблему мертвых нейронов ReLu [4].

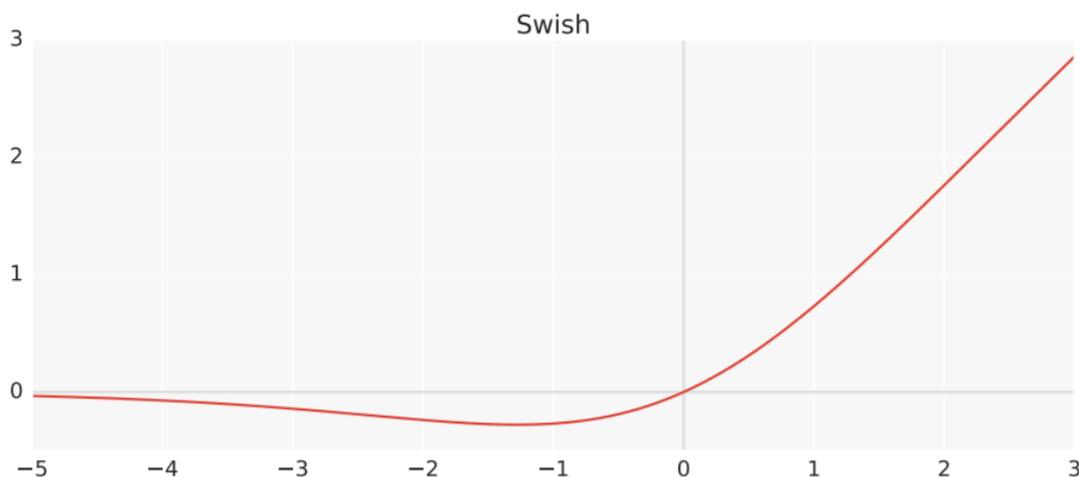


Рис. 2. Функция активации Swish

В ряде опытов такая структура нейронной сети (рис. 1) оказалась самой точной, верность обучающего набора достигала 72,95%. Дальнейшее повышение точности достигалось при обучении за счет подбора наилучших значений параметров функции fit. Параметр epochs отвечает за число выполненных итераций, в процессе которых модель обучается. Чтобы не допустить переобучение, было выбрано 17 итераций. Параметр batch_size устанавливает количество обучающих примеров за одну итерацию. В данном случае после обучения 100 примеров, происходит обновление весов. Validation_split – параметр, отвечающий за долю данных, которая будет использоваться на завершающей стадии обучения нейросети при контрольном прогоне. При начальном значении 0.1 (10% данных идет на завершающий этап) верность обучающего набора составляла 73,56%, контрольного – 63,04%, тестового – 72,54%. Однако при малых значениях параметра может произойти так называемая «переподгонка», при которой модель слишком хорошо подгоняется под тренировочные данные, но работает хуже на контрольных примерах. Если увеличить долю данных для контрольного набора до 35%, верность обучающего набора увеличивается до 80,86%, но контрольного и тестового падает – 44,85% и 68,34% соответственно. Такое изменение точности наборов связано с тем, что обучение нейросети на меньшем количестве примеров значительно легче, так как количество признаков и зависимостей, которые требуется найти модели, сокращается, а в контрольный набор попадает больше неизвестных нейронной сети значений.

Исходя из контрольных значений – отдельных строк книг с обозначением распознанных в них языков (рис. 3), можно прийти к выводу, что лучше всего нейронная сеть распознает английский язык, хуже всего – французский, который модель ассоциирует с английским и немецким. На рисунке 3 указаны три набора по 5 предложений для каждого языка, в начале каждой строки указан прогноз нейронной сети, а в заголовке набора – правильное значение для всего набора.

Можно предположить, что такая закономерность наблюдается вследствие того, что английский алфавит состоит только из латинских букв – стандартных для кодировки ASCII, которая используется в программе. Кроме того, французский язык произошел от латинского и соответственно схож с английским, поэтому нейронная сеть нередко принимает французский текст за английский.

```

EN *****
en Pride and Prejudice Jane Austen
en Chapter 1 It is a
en truth universally acknowledged, that a
en single man in possession of
en a good fortune, must be
GE *****
ge Ich hab's. вБ" Das Stimmchen
ge war eine nГ"rrische Einbildung. Nur
ge wieder mutig an die Arbeit!B«
en Fest nahm er das Beil
ge in die Hand, krГ"ftiger noch
FR *****
fr Dans cette littГ"rature, tout va
ge trГ"es vite, on ne свБ™embarrasse
fr pas de fioritures, ni de
en digressions, on est saisi par
fr le col dГ"es la premiГ"re
    
```

Рис. 3. Проверка нейронной сети на контрольном наборе

Таким образом, в рамках проведенных исследований доказана применимость методов машинного обучения для распознавания естественных языков. В качестве основного инструмента решения задачи использовались нейронные сети. Точность полученного решения составила 70 – 80% и может быть улучшена в дальнейшем за счет расширения набора исходных данных.

Работа выполнена в рамках гранта Президента для молодых кандидатов наук МК-1666.2018.9.

Список использованных источников

1. **Gulli, A.** Deep Learning with Keras / A. Gulli // Packt Publishing Ltd, 2017.
2. **Obukhov, A. D.** Mathematical Model of Information Processing in Electronic Document Management System / A. D. Obukhov, M. N. Krasnyansky, D. L. Dedov // International Review of Automatic Control. – 2018. – Т. 11. – С. 336 – 345.
3. **Krasnyanskiy, M. N.** The Algorithm of Document Classification of Research and Education Institution Using Machine Learning Methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina // 2019 International Science and Technology Conference" EastConf". – IEEE, 2019. – С. 1 – 6.
4. **Szandala, T.** Benchmarking Comparison of Swish vs. Other Activation Functions on CIFAR-10 Imageset // International Conference on Dependability and Complex Systems. – Springer, Cham, 2019. – С. 498 – 505.

УДК 616.8

Венцера Н. В., Тымчук Т. М.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(E-mail: bmt@nnn.tstu.ru)

ОБРАБОТКА И УСТРАНЕНИЕ СЕТЕВЫХ ПОМЕХ ПРИ СНЯТИИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Ventserova N. V., Tymchuk T. M.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(E-mail: bmt@nnn.tstu.ru)

PROCESSING AND ELIMINATION OF NETWORK INTERFERENCE AT REMOVAL OF THE BRAIN ELECTROENCEPHALOGRAM

Аннотация. В статье речь идет об устранении помех промышленной частоты и высокочастотных помех от других устройств с помощью использования адаптивных режекторных фильтров, синфазности и использования рабочего заземления. Для качественного сбора биомедицинских данных и диагностики пациента.

Ключевые слова: ЭЭГ, фильтрация, режекторные фильтры, биомедицинская диагностика.

Abstract. The article deals with the elimination of industrial frequency noise and high-frequency interference from other devices using adaptive notch filters, common mode and the use of working grounding. For high-quality collection of biomedical data and patient diagnosis.

Keywords: EEG, filtration, notch filters, biomedical diagnostics.

Биомедицинская техника широко используется в здравоохранении и в научных исследованиях, однако до сих пор встречаются трудности в биомедицинских методах сбора, обработки и анализа сигналов. Характеристики проблем и, следовательно, варианты их потенциального решения являются уникальными для каждого типа сигналов.

Электроэнцефалография – это исследование, в ходе которого проводится длительная синхронная запись электроэнцефалограммы. Данное исследование имеет важное значение для диагностики различных пароксизмальных состояний и нарушений в неврологии, в первую очередь в диагностике эпилепсии и болезни Альцгеймера [1].

Измерение ЭЭГ сигнала заключается в регистрировании небольших разностей потенциалов между несколькими отведениями на черепе путем увеличения тока, проходящего через внутренне сопротивление человека. Электромагнитное поле, генерирующиеся из-за движения электрических зарядов в нейронах мозга, вызывает появление различных биопотенциалов. Заряд около тысячи активных клеток головного мозга, сосредоточенный в более крупных нервных центрах, приводит к формированию электрического сигнала с широким спектром частот. Такой сигнал содержит в себе огромное количество гармоник и имеет очень сложную динамику. Таким образом, ЭЭГ сигнал

представляет собой усредненную во времени электрическую разность потенциалов от множества биологически активных мозговых клеток.

Однако наличие помех промышленной частоты: 50 Гц и высокочастотных электромагнитных помех от других устройств, возбуждаемых в проводах электродов, могут существенно затруднить правильную постановку диагноза.

Цель работы заключается в том, чтобы привлечь внимание к данному виду артефактов в исследовании и показать способы устранения артефактов при записи ЭЭГ, для получения более точной диагностики.

Для регистрации электроэнцефалограммы, идеальным является такой усилительный канал, который обладает бесконечно большим полным входным сопротивлением. Должен быть не чувствителен к потенциалам поляризации электродов и разностным помехам, лежащим вне полосы полезного сигнала, не иметь собственных шумов. Под помехами понимают сравнимые с величиной полезного сигнала напряжения, присутствующие в потенциалах, отводимых с помощью электродов [2].

Одним из методов борьбы с сетевыми наводками является использование свойства синфазности в теле человека. За счет синфазности появляется возможность уничтожения помехи вычитанием сигнала одного электрода из всех остальных. При этом не происходит потери информации, т.к. если одновременно потенциал всех электродов увеличивается или уменьшается, распределение потенциалов по электродам не изменится. После вычитания потенциал вычитающего электрода считаем нулевым. Безразлично, какой электрод принимается за вычитающий (референтный).

Вторым способом борьбы с синфазной помехой является использование рабочего заземления. При этом при введении рабочего заземления увеличивается емкость тело-земля от значения 200 пФ до величины емкости электрод/кожа, т.е. до 47 нФ, или более чем в 200 раз [3–4].

Наиболее перспективным способом подавления сетевой помехи является использование адаптивных режекторных фильтров, вырезающих некоторую область частотного спектра, настроенных на частоту силовой сети.

Алгоритмы адаптивной фильтрации сетевой наводки выделяются тем, что в процессе работы способны подстраиваться под амплитуду и фазу наводки и, благодаря этому, осуществлять полную ее компенсацию. Такие алгоритмы слабо влияют на полезный спектр сигнала, лежащий вблизи частоты сетевой помехи. Также, адаптивные режекторные цифровые фильтры сочетают простоту реализации с высокой добротностью. К недостаткам таких фильтров можно отнести то, что устойчивая фильтрация невозможна в тех случаях, когда фаза и амплитуда наводки претерпевают резкие изменения. Но стоит заметить, что в реальных условиях этот недостаток не имеет решающего значения, потому что параметры сетевой помехи меняются незначительно и сравнительно медленно.

Теоретические основы работы адаптивного алгоритма подавления сетевой наводки заключаются в том, что если на основной вход фильтра подается полезный входной сигнал с аддитивно наложенной сетевой помехой, а на опорном входе действует сигнал некоторым неизвестным образом коррелированный только с помехой, то устранение

помехи заключается в простом вычитании из входного сигнала некоторого компенсирующего сигнала, сформированного фильтром.

Применение фильтров данного типа обычно способно решить одновременно две или более различные задачи фильтрации, например, устранение постоянной составляющей и подавление сетевой и высокочастотной помех [5].

В настоящее время электроэнцефалография один из лучших методов в диагностике, являющийся еще и более доступным по сравнению с другими. Поэтому, постоянное усовершенствование способов фильтрации позволит поддерживать уровень диагностики в соответствии с высокими требованиями нашего времени.

Список использованных источников

1. **Сварник, О. Е.** Активность мозга: Специализация нейрона и дифференциация опыта: монография / О. Е. Сварник. – Электрон. дан. – М., 2016. – 190 с.
2. **Мамалыга, М. Л.** Физиологические основы взаимообусловленных процессов в мозге и сердце: Научно-практ. и учебно-метод. рекомендации по результатам исслед : учебно-методическое пособие / М. Л. Мамалыга. – Электрон. дан. – М. : МПГУ, 2014. – 124 с.
3. **Фролов, С. В.** Объектно-ориентированная декомпозиция информационной модели изделий медицинской техники / С. В. Фролов, М. С. Фролова // Ползуновский альманах. – 2016. – № 2. С. 112 – 117.
4. **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.
5. **Овчинников, Д. В.** Исследование методов регистрации и обработки биомедицинских сигналов – (СПбГЭТУ «ЛЭТИ») – Выпускная квалификационная работа магистра. – 2018. – С. 35 – 39.

УДК 004

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)

**ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ОПТИМИЗИРОВАННОГО АЛГОРИТМА
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛИЕНТОВ СРЕДИ ПАРТНЕРОВ
ФРАНЧАЙЗИНГОВОЙ СЕТИ 1С:БО**

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)

**NEED TO CHANGE THE CLIENT DISTRIBUTION ALGORITHM AMONG
PARTNERS OF THE FRANCHISING NETWORK 1CBO**

Аннотация. Сеть 1С:БО на сегодняшний день является крупнейшей в России франшизой в области бухгалтерского аутсорсинга (свыше 600 партнеров). Чтобы максимизировать прибыль франчайзинговой сети, необходимо правильно распределять клиентов между ее партнерами. За время работы сети для решения этой задачи использовались разные подходы, однако, критериев, влияющих на распределение, существует большое количество, и некоторые не учитывались использованными алгоритмами. В статье проведен анализ данных критериев и приведено обоснование разработки нового оптимального алгоритма распределения клиентов.

Ключевые слова: франшиза, франчайзи, информационные технологии, оптимальное распределение, аутсорсинг бухгалтерии, 1С.

Abstract. The 1cbo network is the largest accounting outsourcing franchise (over 600 partners) in Russia. In order to maximize the profit of a franchised network, it is necessary to correctly distribute customers among its partners. It requires the development of an algorithm that distributes them optimally. During the operation of the network, different approaches were used to solve it, however, there are many criteria affecting the distribution unaccounted by them. The article analyzes of these criteria and justifies the development of a new optimal customer distribution algorithm.

Keywords: franchise, franchisee, information technology, optimal distribution, accounting outsourcing, 1С.

На данный момент в России широкое распространение получила практика ведения бухгалтерского учета с использованием услуг фирм-аутсорсеров. Важнейшим фактором в деятельности таких организаций является автоматизация бизнес-процессов, так как их довольно много, и большая часть из них жестко регламентируется законодательством. В России существует ряд крупных фирм-аутсорсеров, каждая из которых использует собственное решение для автоматизации ведения бизнеса в данной сфере.

Большинство из них автоматизирует только процессы, связанные с взаимодействием с клиентами – PR, связь с сотрудниками аутсорсера, передачу первичной документации, отправку запросов и получение уведомлений.

Дальше всех в автоматизации продвинулась сеть 1С:БО, которая помимо этих процессов автоматизирует и управление самой фирмой-аутсорсером. Более того, решение 1С:БО работает в модели франчайзинга, и автоматизирует многие бизнес-процессы по управлению сетью партнеров. Таким образом, пользователями системы являются франчайзер (Управляющая компания), франчайзи (фирма-аутсорсер) и клиенты.

Система предоставляет для франчайзера прикладное решение «Управляющая компания» (УК), которое автоматизирует задачи распределения клиентов между партнерами, контроля деятельности партнеров путем обработки их периодической отчетности, продажи франшизы и получения роялти [1].

Для франчайзи в системе содержится прикладное решение «Управление фирмой-аутсорсером» (УФА), которое затрагивает следующие процессы: покупка франшизы, обслуживание клиентов сети, выплата роялти франчайзеру, составление и отправка регламентированной отчетности.

Клиентам в зависимости от тарифа могут быть предоставлены типовые решения «Зарплата и управление персоналом (ПРОФ)» и «Бухгалтерия предприятия (ПРОФ, КОРП, Базовая, Садовод)», в которых происходит фиксация первичной документации и ведение кадрового учета клиента. Благодаря тесной интеграции этих решений с УФА, ведение учета осуществляется значительно быстрее и удобнее.

Сеть 1С:БО построена на базе технологии 1сFresh, которая позволяет создавать облачные программные решения, доступные из любой точки мира. Однако одна из ключевых особенностей работы аутсорсера заключается в необходимости получения оригиналов первичной документации. Данный процесс требует использования курьерской службы, поэтому целесообразно каждому клиенту назначать наиболее близкого по географическому расположению аутсорсера [2].

Задачи привлечения потенциальных клиентов (лидов) и распределения их между партнерами являются приоритетными для Управляющей компании. Франчайзер агрегирует лиды из различных каналов, таких как централизованная реклама, реклама партнеров, клиентские базы партнеров. Пример схемы распределения лидов Управляющей компанией представлен на рис. 1. Следует отметить, что далеко не все лиды в конечном итоге становятся клиентами сети. Поэтому важно предложить лиду наиболее удобные и выгодные для него условия, чтобы заинтересовать его в сотрудничестве. Ключевым для этого при работе фирмы-аутсорсера в модели франчайзи играет механизм распределения лидов между партнерами [3].

При распределении необходимо учитывать и общую загрузку партнеров. Важнейшая задача механизма распределения лидов – обеспечение максимальной конверсии лидов в сети франчайзи. Это подразумевает обеспечение их равномерного распределения между партнерами, с учетом дополнительных критериев, которые могут повлиять на вероятность заключения договора и преобразования лида в клиента сети.

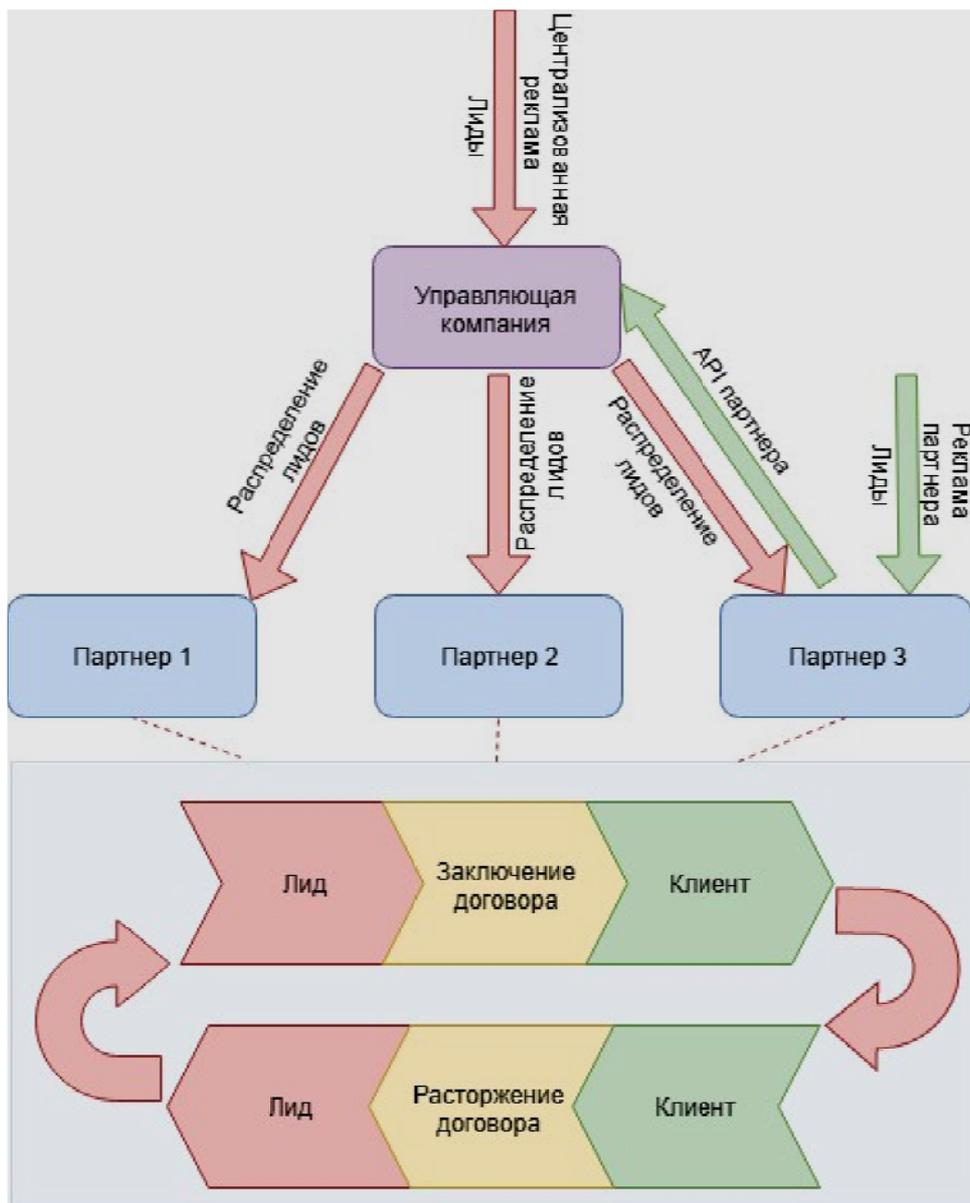


Рис. 1. Схема распределения лидов

Один из критериев распределения был назван выше – это территориальная близость лида к партнеру. За шесть лет сеть 1С:БО серьезно расширилась, поэтому во многих городах имеется несколько партнеров. В таких городах у клиентов есть выбор, и здесь одного географического положения недостаточно. Тем не менее, существуют города, в которых партнеров еще нет, и для клиентов из этих городов территориальная близость к аутсорсерам может сыграть важнейшую роль. Функционирующий на данный момент механизм распределяет таких лидов только между партнерами, которые готовы обслуживать удаленно, что не является оптимальным. Есть возможность сотрудничества без личного обмена первичной документацией, используя их скан-копии, но клиентов, готовых взаимодействовать таким образом, не много. Кроме того, существующий механизм распределения не рассматривает партнеров, расположенных в соседних городах, что негативно сказывается на масштабируемости сети.

Предоставляемая сетью 1С:БО система тарификации позволяет клиентам выбирать тариф в зависимости от их потребности, что также должно вносить свои коррективы в механизм распределения лидов. В частности, существует тарифный план «Программа и консультация», который не подразумевает личного визита, и, соответственно, снижает влияние территориального критерия на распределение. При этом могут учитываться такие критерии, как загруженность партнера, вероятность появления нового территориально близкого к нему лида.

Используемый алгоритм распределения также опирается на статистические данные о работе партнера: количество полученных лидов, количество отвалов (отказов лидов и клиентов от сотрудничества), количество заключенных договоров по различным тарифам, средний срок обслуживания клиента и т.д. Статистика обслуживания позволяет определить, какие именно задачи наиболее эффективно решают сотрудники каждой фирмы-партнера. Это дает возможность опираться на область деятельности лида и ее особенности при выборе целевого партнера, что также является немаловажным критерием распределения.

Еще одним критерием распределения может служить квалификация сотрудников партнера. В таких задачах, как бухгалтерское обслуживание, между квалификацией сотрудников и качеством оказания услуг существует прямая зависимость, поэтому наиболее важным лидам экономически целесообразно назначать наиболее опытного и квалифицированного партнера, с целью повышения вероятности заключения с ним договора постоянного обслуживания.

Помимо этого, существуют и дополнительные критерии, влияние которых на распределение требует дополнительного изучения. К таким критериям можно отнести канал, через который пришел лид. Например, он мог появиться в системе через какого-либо партнера, и при этом его обращение именно к этому партнеру могло быть мотивировано какими-либо личными соображениями. Для повышения вероятности заключения с ним договора, лида было бы целесообразно направить тому же самому партнеру.

При некоторых условиях, может быть выделена сезонность. Например, у таких клиентов, как садовые товарищества, в различные месяцы различается количество бухгалтерских операций – на начало дачного сезона преобладают операции, связанные с закупкой инвентаря, расходных материалов и т.д., на его конец – операции, связанные с продажей урожая, а в зимний период наблюдается значительное снижение их активности. Таким образом, в различные месяцы такие организации представляют собой различную нагрузку на фирму-аутсорсера, что также следует учесть при их распределении.

За последние 5–6 лет работы, Управляющая компания сменила несколько алгоритмов распределения лидов, и имеет большой набор данных, позволяющий оценить результаты их работы. Анализ этих данных позволит определить наиболее эффективный из них, а также выявить новые, не учтенные ранее критерии, оказывающие влияние на результат распределения, и, как следствие, на прибыль предприятия. Основной целью исследования является поиск оптимального алгоритма

распределения лидов, обеспечивающего наилучшую конверсию лидов в сети 1С:БО, и максимизирующего вероятность заключения договора регулярного обслуживания с ними.

Список использованных источников

1. **Профессиональные** бухгалтерские услуги компаниям и организациям | Оказание бухгалтерских услуг в Москве, Санкт-Петербурге и других городах [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые и граф. дан. – Режим доступа : <https://1cbo.ru/>, свободный (дата обращения 19.09.2019). – Загл. с экрана.

2. **Что такое 1cFresh** [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые и граф. дан. – Режим доступа : <https://v8.1c.ru/fresh/whatis.htm>, свободный (дата обращения: 19.09.2019). – Загл. с экрана.

3. **Франчайзинг** и франшиза – что это такое простыми словами, плюсы и минусы [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые и граф. дан. – Режим доступа : <https://biznesmenam.com/business/chto-takoe-franchajzing-franshiza-prostymi-slovami-opredelenie-vidy.html>, свободный (дата обращения: 19.09.2019). – Загл. с экрана.

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)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

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)

PARAMETERS DEFINITION FOR POWER MODEL OF CUTTING PROCESS USING NEURAL NETWORKS

Аннотация. Рассмотрена задача определения параметров силовой модели процесса резания с помощью нейронных сетей. Создана нейронная сеть, определяющая силу, действующую на заднюю поверхность резца.

Ключевые слова: нейронные сети; нейросетевое моделирование процесса обработки материалов резанием.

Abstract. This article considers the problem of determining the parameters of the power model of the cutting process using neural networks. We created a neural network that determines the force acting on the rear surface of the cutter.

Keywords: neural networks; neural network modeling for the processing of materials by cutting.

Моделирование производственных процессов, в частности процессов резания, во многих случаях является базой для построения систем автоматического проектирования (САПР). Аналитические модели рассматриваемых процессов можно построить, как правило, только при значительном упрощении. Поэтому при исследовании процесса резания довольно часто прибегают к нейросетевому моделированию. В данном случае нейронная сеть, призвана служить в качестве модели процесса резания. Полученная нейросетевая модель в дальнейшем используется, например, для выбора оптимальных параметров (в частности режимов резания), выбора инструмента для обработки материала в зависимости от некоторых начальных условий, сбора и обработки информации, поступающей с датчиков системы, других целей.

Рассмотрим задачу определения параметров процесса точения с помощью нейросетевого моделирования. Смоделируем нейронной сетью силовую модели процесса резания. В частности определим силу, действующую на заднюю поверхность резца [1].

Исходные данные для выполнения анализа получены по математической модели, представленной в работе [2]. Из формул, приведенных в данной работе видно, что сила, действующая на заднюю поверхность резца зависит от многих факторов:

- 1) подача при резании s ;
- 2) отношение радиуса при вершине резца к глубине резания r/t ;
- 3) главный угол в плане резца φ ;
- 4) скорость резания v ;
- 5) главный передний угол γ ;
- 6) главный задний угол α ;
- 7) вспомогательный угол в плане φ_1 ;
- 8) коэффициент температуропроводности обрабатываемого материала a ;
- 9) коэффициент теплопроводности обрабатываемого материала;
- 10) коэффициент теплопроводности инструментального материала;
- 11) сопротивление обрабатываемого материала пластическому сдвигу.

Такое количество входных параметров усложнит моделирование нейронной сети, скажется на времени обучения и тестирования, может снизить точность конечных результатов. С целью преодоления данных проблем предлагается использовать в качестве входных параметров отношения этих величин: критерий Пекле Pe , критерий F , критерий D .

Осуществлено моделирование нейронной сети с помощью пакета расширений NeuralNetworkToolbox. По принятой ранее архитектуре сформирована сеть. По полученной нормализованной выборке проведено обучение сети. В качестве обучающего алгоритма выбран алгоритм Levenberg-Marquardt.

Архитектура сети принята с шестью нейронами на входном слое, одним скрытым слоем с десятью нейронами и одним нейроном в выходном слое (рис. 1).

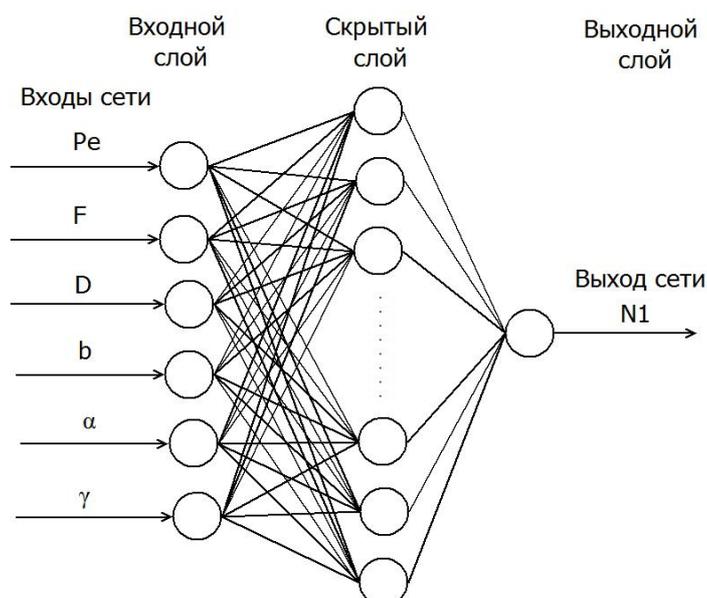


Рис. 1. Архитектура сети с 6 нейронами на входном слое, с одним скрытым слоем с 10 нейронами и 1 нейроном в выходном слое

В программе «Matlab, ver. 7.8» получены входящие и выходящие значения обучающей выборки. При этом взяты следующие диапазоны изучаемых величин: подача – 0,07...0,9 мм/об с шагом 0,05 мм/об; радиус при вершине резца – 0,5...1 мм с шагом 0,5 мм; глубина резания – 0,5...2 мм с шагом 0,5 мм; главный угол в плане резца – 45...95° с шагом 10°; скорость резания – 20...100 м/мин с шагом 10 м/мин; главный передний угол резца – 6...21° с шагом 5°; главный задний угол резца – от 8...16° с шагом 2°. Теплофизические и физико-механические свойства обрабатываемого материала взяты для стали 45: $a = 8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; $\tau_p = 4,85 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$; $\lambda = 40,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. В качестве материала режущей части взят твердый сплав Т14К8 $\lambda_p = 33,9 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Для этих данных рассчитана сила, действующая на заднюю поверхность резца, чтобы использоваться в качестве выходящих значений обучающей выборки. После этого проведена нормализация входных данных и приведение их к одному диапазону.

Для наглядного изображения результатов тестирования построены графики зависимости силы, действующей на заднюю поверхность резца, от отношения s/t (рис. 2). Чтобы отобразить величину отклонения результатов, выданных нейронной сетью, от значений, полученных при математическом моделировании, построены графики, отображающие величину ошибки сети, из которых видно, что величина ошибки сети довольно мала.

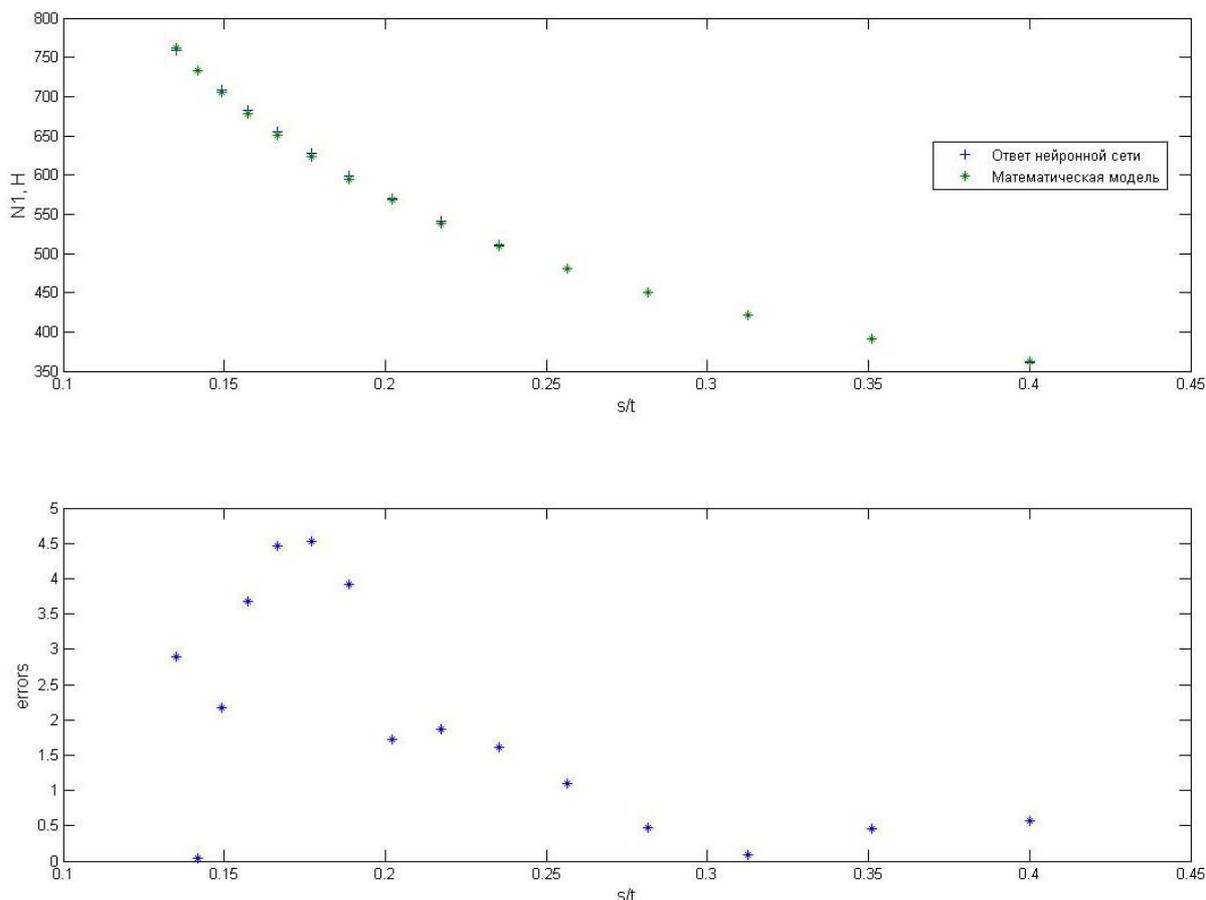


Рис. 2. Зависимость силы, действующей на заднюю поверхность резца от параметров процесса резания. $\phi = 45^\circ$, $r = 0,5 \text{ мм}$

Таким образом, показана перспективность применения нейронных сетей при моделировании процессов механической обработки материалов и для определения их управляющих параметров. Доказана способность нейронной сети заменить математические расчеты при моделировании процесса резания.

Список использованных источников

1. **Алтунин, К. А.** Применение нейронных сетей для моделирования процесса токарной обработки / К. А. Алтунин, М. В. Соколов // Вестник ТГТУ. – 2016. – Т. 22, № 1. – С. 122 – 133.
2. **Силин, С. С.** Методподобия при резании материалов / С. С. Силин. – М. : Машиностроение, 1979. – 152 с.

УДК 616-71

Ряшенцева А. Н.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. +7(902)7312135, e-mail: sasha-rashenceva@yandex.ru)

ПОЛОСОВАЯ ОБРАБОТКА МРТ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДИСКРЕТНО-АНАЛОГОВЫМ СПОСОБОМ

Ryashentseva A. N.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. +7(902)7312135, e-mail: sasha-rashenceva@yandex.ru)

BAND PROCESSING OF MRI IMAGES BY DISCRETE-ANALOG METHOD

Аннотация. В этой статье рассмотрены примеры реализации и результаты обработки МРТ изображений цифровым и дискретно-аналоговыми способами. Разработана функциональная схема устройства для обработки изображений на основе МПЗС. Проведен сравнительный анализ двух методов обработки, сделаны выводы о качестве обработки, а так же о преимуществах их использования.

Ключевые слова: МРТ изображения, полосовой фильтр, матричные приборы с зарядовой связью, диагностика.

Abstract. This article discusses implementation examples and results of processing MRI image by digital and discrete-analog methods. A functional diagram of an image processing based on CCD device has been developed. A comparative analysis of two processing methods, Conclusions are made about the quality of processing and the benefits of their use.

Keywords: MRI images, bandpass filter, charge-coupled devices, diagnostics.

В настоящее время существует большое количество методов обработки изображений, в том числе медицинских изображений. Изображения, полученные с помощью метода магнитно-резонансной томографии, могут быть подвержены большому количеству артефактов. Наличие помех на изображении может значительно затруднять анализ зоны интереса. Затруднение зоны интереса может так же быть связано с наличием крупных или мелкоразмерных структур. Наличие разноразмерных структур диктует необходимость полосовой фильтрации изображений.

Существует большое количество методов полосовой фильтрации. Особенностью обработки МРТ изображений заключается в том, что необходимо четкое выделение зоны интереса. В связи с этим, результат обработки может быть визуально хуже, чем исходное изображение, однако зона интереса и необходимые структуры будут четко определены.

В работе для реализации полосовой фильтрации использовались матричные приборы с зарядовой связью. Применение режима инверсии фазных состояний МПЗС дает возможность обмена зарядовыми пакетами между ячейками, что приводит в расфокусировке изображения.

Процедура расфокусировки изображения посредством инверсии фазовых состояний представляет собой реализацию фильтра нижних частот (ФНЧ). Реализация полосового фильтра происходит за счет применения трех МПЗС: две матрицы используются для одновременной обработки (расфокусировки) изображений, третья матрица используется для вывода результата. Для реализации определенной полосы пропускания необходимо копии изображений, находящихся в первой и второй МПЗС расфокусировать с разной степенью. Результаты построчно подать на вычитающее устройство, выход которого подключен ко входу третьей МПЗС. На выходе третьей МПЗС мы получим результат обработки.

В результате работы мы разработали функциональную схему устройства для дискретно-аналоговой обработки изображений посредством матричных ПЗС (рис. 1).

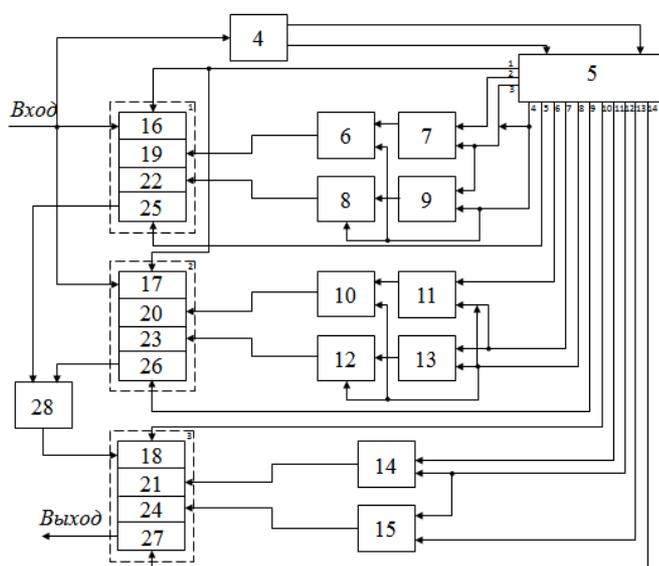


Рис. 1. Функциональная схема

На рисунке 2 представлены результаты обработки МРТ изображений.

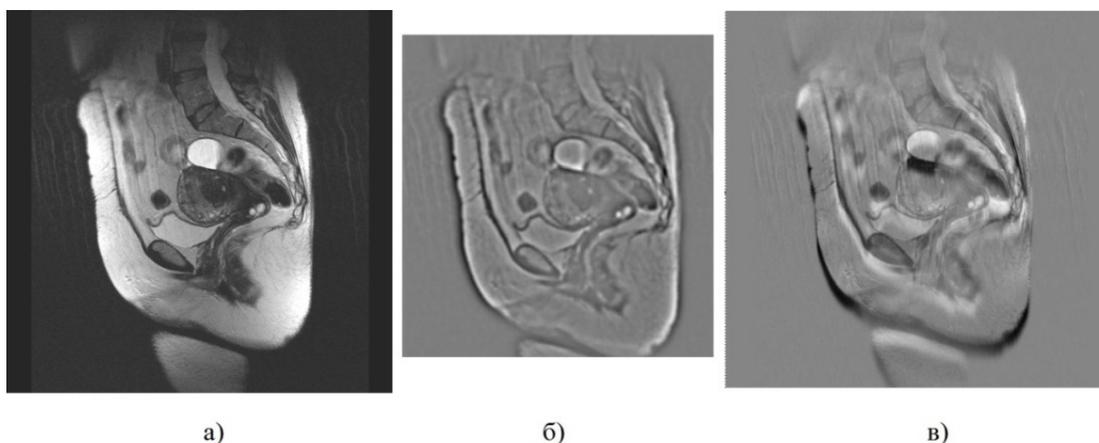


Рис. 2. Результат полосовой фильтрации:
a – исходное изображение; *б* – результат цифровой обработки;
в – результат аналогово-дискретной обработки

Оба метода выполняют задачу полосовой фильтрации – выделение среднеразмерных структур. Рельефы структур становятся более явными и визуально воспринимаются лучше, чем на исходном изображении. Это происходит за счет подавления высоких и низких частот, происходит выделение необходимого диапазона частот.

В результате обработки можно сделать следующие выводы:

- рельеф структур при аналогово-дискретной обработке выделен лучше, чем при цифровой обработке;
- артефакты на исходном изображении подавлены лучше при дискретно-аналоговой обработке;
- недостатком цифровой обработки является возможная потеря информации за счет уменьшения размера изображения.

Сравнительный анализ изображений, полученных обоими методами, показал, что свои преимущества имеет каждый метод, благодаря чему можно утверждать, что совместное использование этих методов повысит информативность.

Список использованных источников

1. **Корневский, Н. А.** Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы: учебное пособие для вузов / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей, С. П. Серегин. – Курск : ОАО «ИПП «Курск», 2009. – 986 с.
2. **Устюжанин, В. А.** Технические средства в системе здравоохранения: учебное пособие для студентов / В. А. Устюжанин. – Чита : ЧитГУ, 2004. – 186 с.
3. **Гонсалес, Р.** Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес. – М. : Техносфера, 2006.
4. **Пат. 2305320 Российская Федерация. МПК G 06 T 3/00.** Способ формирования матричного изображения объекта / Бендицкий А. А.; заявитель и патентообладатель: Бендицкий Алексей Александрович. – № 2004120046/09 ; заявл. 02.07.2004 ; опубл. 27.08.2007.
5. **Совмещение** изображений посредством матричных приборов с зарядовой связью / А. Н. Ветров, И. Ю. Артюхин, В. Ю. Ошурков, М. А. Гахзар // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 18, № 4. – С. 1477 – 1480.
6. **Шитова, О. В.** Анализ методов сегментации текстурных областей изображений в системах обработки изображений / О. В. Шитова, А. Н. Пухляк, Е. М. Дроб // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. – 2014. – № 8-1 (179). – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-metodov-segmentatsii-teksturnyh-oblastey-izobrazheniy-v-sistemah-obrabotki-izobrazheniy> (дата обращения: 23.06.2019).

УДК 004.4

Зубкова Т. М.,¹ Тагирова Л. Ф.,² Тагиров В. К.³

¹Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург
(Тел. 89619152559, e-mail: bars87@mail.ru),

²Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург
(Тел. 89991097720, e-mail: lg-77@mail.ru),

³Оренбургский филиал Поволжского государственного университета
телекоммуникаций и информатики, Россия, г. Оренбург
(Тел. 89991097920, e-mail: vladtagir@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ВЫБОРА ПОСТАВЩИКОВ ДЛЯ КОММЕРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Zubkova T. M.,¹ Tagirova L. F.,² Tagirov V. K.³

¹Orenburg state university, Russia, Orenburg
(Tel. 8 (961) 9152559, e-mail: bars87@mail.ru),

²Orenburg state university, Russia, Orenburg
(Tel. 8 (999) 1097720, e-mail: lg-77@mail.ru),

³Orenburg branch of the Volga region state university
of telecommunications and information science, Russia, Orenburg
(Tel. 8(999)1097920, e-mail:vladtagir@mail.ru)

DEVELOPMENT OF PROGRAM SYSTEM OF THE ANALYSIS OF THE CHOICE OF SUPPLIERS FOR THE BUSINESS ACTIVITY

Аннотация. Выбор поставщика одна из главных проблем в управлении закупкой материальных ресурсов, это ответственная и сложная задача, так как от поставщиков зависит ритмичность поставок, репутация фирмы перед клиентами и ее рентабельность. Важность можно объяснить не только тем, что на современном рынке действует большое количество поставщиков схожих материальных ресурсов, но и главным образом тем, что поставщик должен являться надежным партнером предприятия. Большое количество потенциальных поставщиков и их разнообразие повышает актуальность проблемы выбора таких, которые могли бы с максимальным эффектом обеспечивать надежность логистических процессов.

В статье предлагается решение данной проблемы на основе использования одного из методов искусственного интеллекта – метода анализа иерархий. Программная реализация данного метода позволит оказать интеллектуальную поддержку индивидуальному предпринимателю при выборе лучшего поставщика при множестве возможных.

Ключевые слова: коммерческая деятельность, выбор поставщиков, программная система, искусственный интеллект, метод анализа иерархий.

Abstract. The choice of the supplier one of the main problems in management of purchase of material resources, is a responsible and difficult task as the rhythm of deliveries, reputation of firm before clients and its profitability depends on suppliers. Importance can be explained not only the fact that a large number of suppliers of similar material resources, but also mainly with the fact that the supplier should be the reliable partner of the enterprise acts on the modern market.

A large number of potential suppliers and their variety increases relevance of a problem of the choice such which could provide reliability of logistic processes with the maximum effect.

In article the solution of this problem on the basis of use of one of methods of artificial intelligence – a method of the analysis of hierarchies is proposed. Program implementation of this method will allow to give intellectual support to the individual entrepreneur when choosing the best supplier at a set of possible.

Keywords: business activity, choice of suppliers, program system, artificial intelligence, method of the analysis of hierarchies.

Введение. В современном обществе информационные технологии глубоко и стремительно проникают во все сферы человеческой деятельности. Внедрение передовых технологий в малый бизнес не является исключением.

Выбор поставщика является одной из главных задач индивидуального предпринимателя в управлении закупками, решение которой влияет на успешность коммерческой деятельности и репутацию бизнесмена.

Это определяется не только тем, что на рынке функционирует большое число поставщиков товаров одного рода, но и тем, что поставщик должен быть надежным партнером в бизнесе. Коммерсанту приходится самостоятельно принимать ответственные решения выбора, не всегда приводящие к благоприятному исходу по причине сложности охвата имеющегося набора требований к импортерам.

Товары приходят от различных поставщиков. Каждый поставщик может реализовывать множество товаров, при этом несколько поставщиков имеют возможность поставлять товары одного вида.

Каждый товар поставщик отпускает по определенной цене, указанной в накладной поставки (в заказе). Информация о товаре и его характеристиках, объеме закупки, стоимости содержится в заказе от поставщика. Данная информация, как и сведения о продажах товаров, заносятся в базу данных.

В связи с ограниченностью финансовых средств, располагаемых коммерсантом, ему необходимо периодически проводить сравнительный анализ поставщиков по нескольким критериям, для того чтобы убедиться в целесообразности продолжения дальнейших торговых отношений. Индивидуальный предприниматель сможет просматривать итоговый отчет о продажах за определенный период, применяя фильтрацию товаров по категориям. Критериями выбора в составлении рейтинга поставщиков могут быть стоимость доставки, сроки выполнения заказа, минимальный размер заказа и критерии продаж: прибыль, приносимая поставляемыми товарами и процент продаж товара по отношению к заказанному количеству.

Экспериментальная часть. В проводимом исследовании для решения задачи выбора поставщика были определены роли, которые используются в системе:

Система управления включает людей, выполняющих следующие роли:

- роль оператора выполняет продавец-кассир;
- роль лица, принимающего решение (ЛПР), выполняет индивидуальный предприниматель.

Объектом управления является процесс анализа продаж товаров и составления рейтинга поставщиков данных товаров.

Обработка данных включает следующие информационные потоки (ИП):

- ИП1 (входной, внешний) – сведения о характеристиках товаров, поставщиков;
- ИП2 (входной, внутренний) – сведения о фактах продаж и заказов (обработанные накладные);
- ИП3 (выходной внутренний) – отчет о результатах продаж за период, результаты расчета рейтинга поставщиков.

Описание состава документов, входящих в рассматриваемые информационные потоки и подлежащих автоматизированной обработке, приведены в табл. 1.

1. Состав входных и выходных документов системы

Номер документа	Вид документа	Качественные реквизиты	Количественные показатели	Принадлежность к информационному потоку
1 – Сведения о поставщиках	вх	Название, номер телефона, город	Стоимость доставки из города, минимальная партия заказа	ИП1 (из внешней среды)
2 – Сведения о заказах (накладные от поставщиков)	вх	Артикул товара, наименование товара, значения характеристик товара	Количество поступивших единиц товара, оптовая цена, дата заказа, дата получения товаров	ИП1 (из внешней среды)
3 – Сведения о продажах (товарные чеки)	вх	Наименование товара, название фирмы-поставщика	Номер накладной, дата продажи, розничная цена, количество	ИП2
4 – Характеристики товара (справочник)	вх	Название типа, вида товара, наименование товара, наименование характеристик, возможные значения характеристик		ИП1 (из внешней среды)
5 – Единицы измерения	вх	Полное, краткое название		ИП1 (из внешней среды)
6 – Отчет о продажах за период по поставщикам	вых	Название фирмы-поставщика, название типа, вида товара	Дата начала периода, дата окончания; количество (шт.) проданных пар, прибыль (руб.), итоговая прибыль (руб.)	ИП3
7 – Анализ поставщиков	вых	Название фирмы-поставщика	Значение рейтинга (приоритета)	ИП3

Модель информационных потоков процесса обработки данных представлена контекстной диаграммой в нотации DFD на рис. 1. На диаграмме представлены следующие элементы:

- внешние сущности: индивидуальный предприниматель, продавец-кассир;
- потоки данных, пронумерованные в соответствии с табл. 1;
- АИС, реализующая процессы обработки данных в автоматизированном режиме.

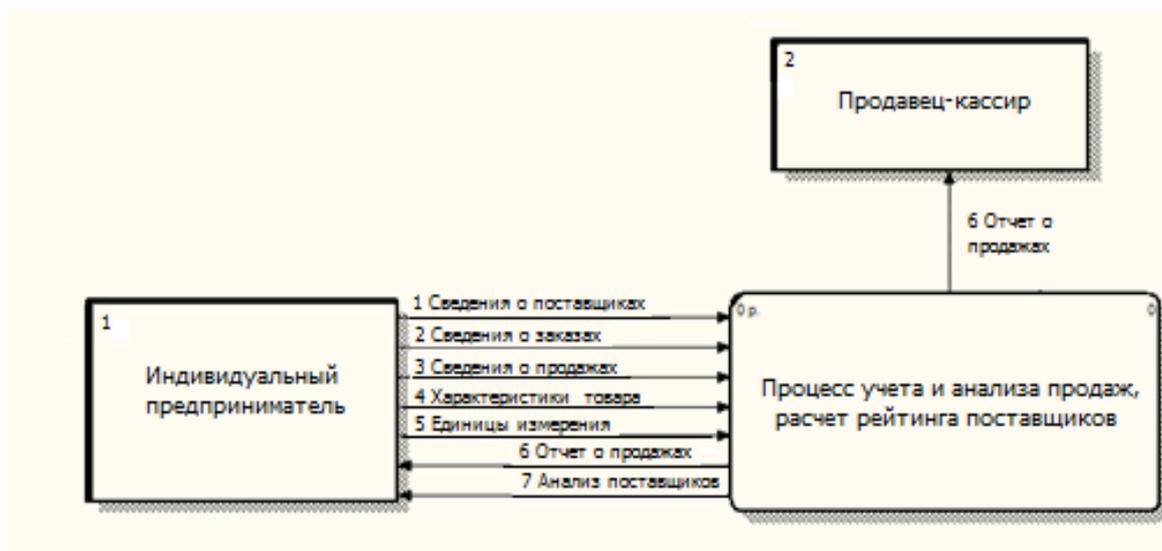


Рис. 1. Диаграмма потоков данных

Функциональная модель деятельности в рамках решаемой задачи автоматизации представлена в нотации методологии IDEF0 и включает в себя контекстную диаграмму (рис. 2) и диаграмму первого уровня (рис. 3).



Рис. 2. Контекстная диаграмма предприятия (нотация IDEF0)

Таким образом, целью разработки программной системы является автоматизация следующих функций управления:

- ведение данных о поставщиках;
- ведение данных о заказах;
- ведение данных о продажах;
- формирование отчета о продажах за период;
- расчет рейтинга поставщиков.

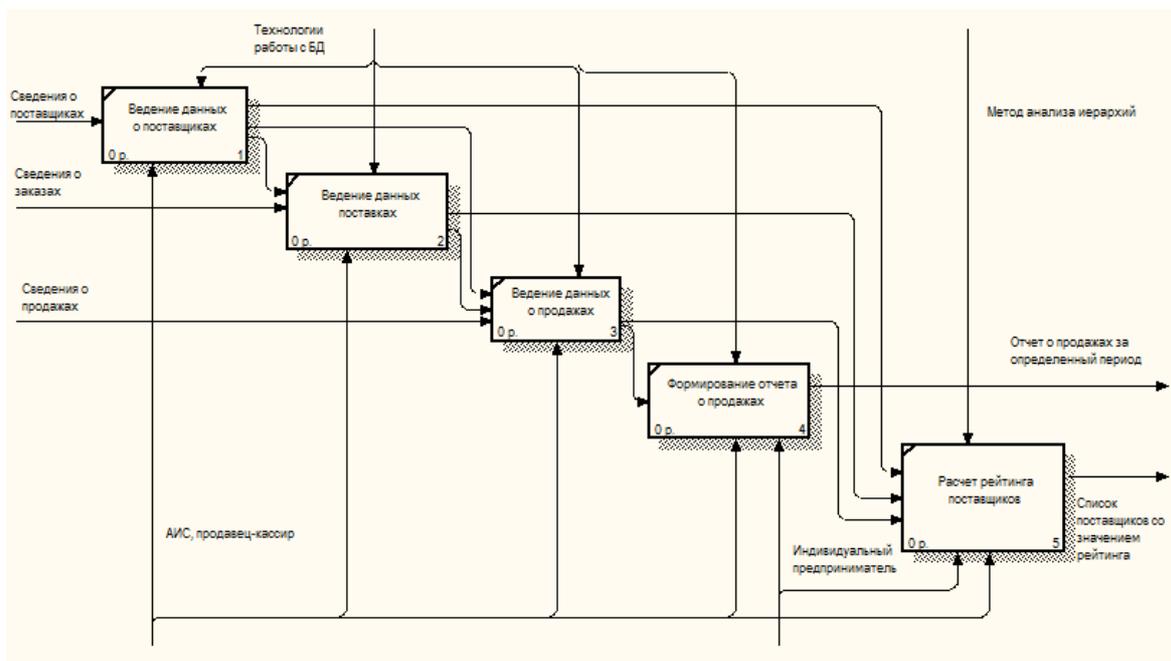


Рис. 3. Диаграмма первого уровня в нотации IDEF0

Для визуализации работы АИС использовалась диаграмма вариантов использования языка UML, представленная на рис. 4.

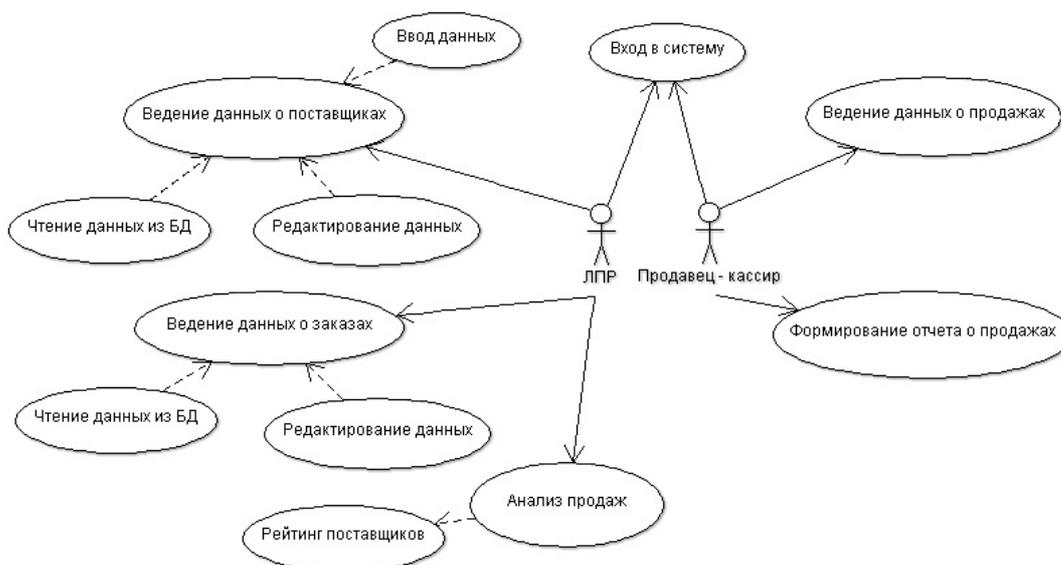


Рис. 4. Диаграмма вариантов использования

Использование метода анализа иерархий. Для составления рейтинга поставщиков выбран метод анализа иерархий (МАИ) – математический инструмент системного подхода к решению проблем принятия решений [1]. Это обусловлено тем, что данный метод используется при решении многокритериальных задач, включающих как количественные, так и качественные факторы.

Многими учеными используется МАИ для решения проблем выбора оптимального решения в своих исследованиях – это социальная сфера [2], образование [3], экономика [4], IT – сфера [5], коммерческая деятельность [6] и др.

Метод анализа иерархий (МАИ) предполагает декомпозицию проблемы на все более простые составляющие части и обработку суждений лица, принимающего решение. В результате определяется относительная значимость исследуемых альтернатив для всех критериев, находящихся в иерархии. Относительная значимость выражается численно в виде векторов приоритетов. Полученные таким образом значения векторов являются оценками в шкале отношений и соответствуют так называемым жестким оценкам.

Метод анализа иерархий обладает рядом достоинств, таких как высокая достоверность, технологичность реализации, наличие встроенного критерия качества оценки эксперта [7].

Сравнение предметов по парам заложено в самой человеческой природе. Отсутствие необходимости держать постоянно в поле зрения все факторы позволяет эксперту сконцентрировать свое внимание на конкретной проблеме: насколько фактор А превосходит фактор Б или уступает ему. Вследствие этого следует ожидать более точных результатов.

В типичной ситуации принятия решения:

- рассматриваются несколько вариантов решения;
- задан критерий, по которому определяется в какой мере то или иное решение является подходящим;
- известны условия, в которых решается проблема, и причины, влияющие на выбор того или иного решения.

Постановка задачи в процессе применения метода анализа иерархий: пусть имеется множество альтернатив (вариантов решений): B_1, B_2, \dots, B_k . Каждая из альтернатив оценивается списком критериев: K_1, K_2, \dots, K_n . Требуется определить наилучшее решение.

Реализация математического метода.

Ниже приведены этапы применения метода анализа иерархий [7].

1. Предварительное ранжирование критериев, в результате которого они располагаются в порядке убывания важности (значимости).
2. Парное сравнение критериев по важности по девятибалльной шкале с составлением соответствующей матрицы размера $(n \times n)$. Система парных сведений приводит к результату, который может быть представлен в виде обратно симметричной матрицы. Если в процессе заполнения матрицы элемент i важнее элемента j , то клетка (i, j) , соответствующая строке i и столбцу j , заполняется целым числом, а клетка (j, i) , соответствующая строке j и столбцу i , заполняется обратным числом (дробью).
3. Заполнение таблицы проводится построчно с наиболее важного критерия. Сначала проставляют целочисленные оценки, тогда соответствующие им дробные оценки получаются из них автоматически (как обратные к целым числам). Чем важнее критерий, тем больше целочисленных оценок будет в соответствующей ему строке матрицы, и сами оценки имеют большие значения. Так как каждый критерий равен себе по важности, то главная диагональ матрицы всегда будет состоять из единиц. Очевидно, что

сумма компонентов равна единице. Каждый компонент представляет собой оценку важности соответствующего критерия (например, 1-й компонент представляет собой оценку важности первого критерия).

Реализация алгоритма метода анализа иерархий приведена на рис. 5.

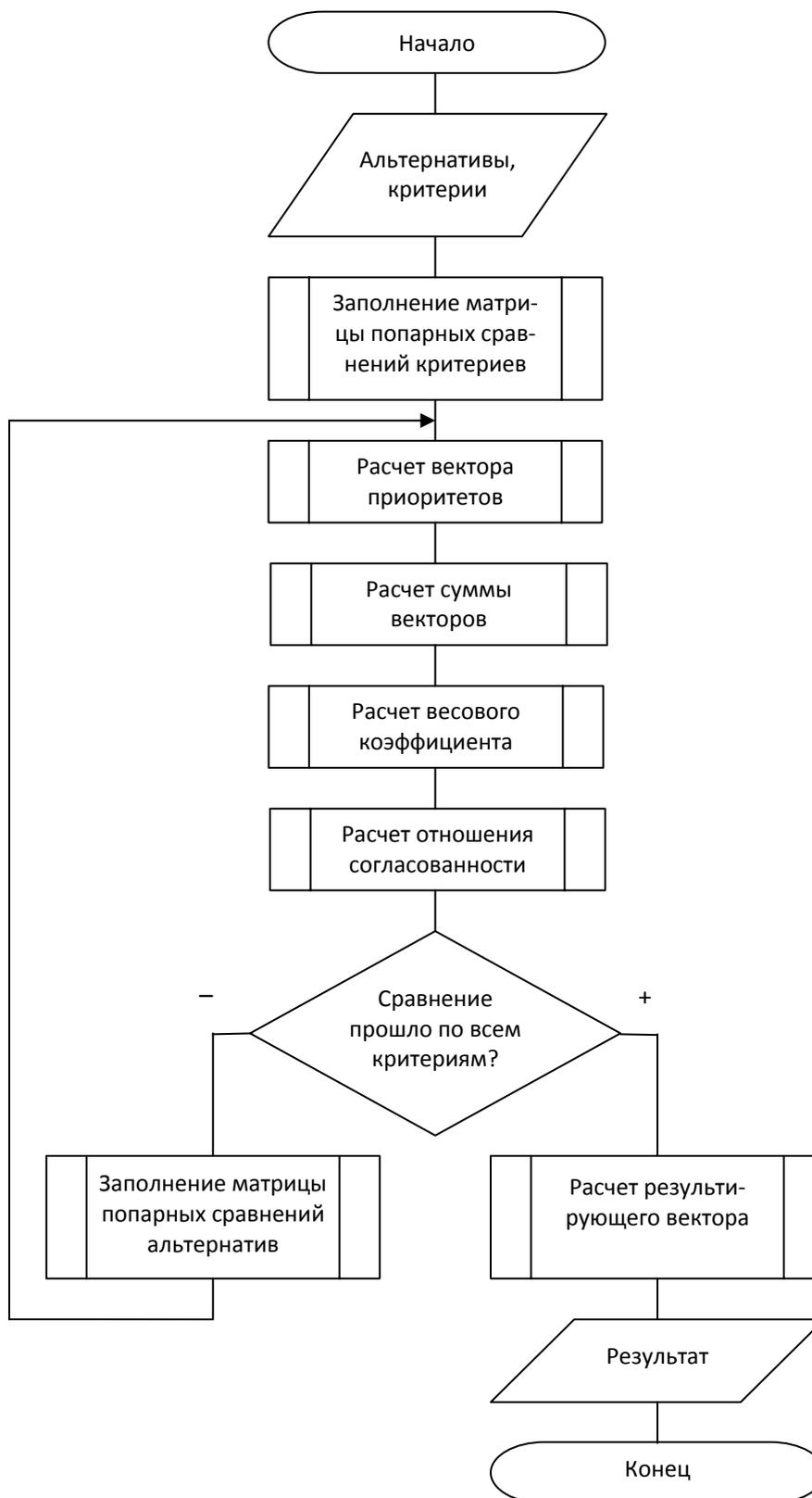


Рис. 5. Схема алгоритма метода анализа иерархий

Заключение. Таким образом, выбор поставщика для предпринимателя это процесс, с которого начинается движение материального потока к потребителю и основа его деятельности.

Следовательно, внедрение предложенной программной системы для выбора лучшего поставщика позволит оказать интеллектуальную помощь предпринимателю в поддержке принятия решения в его профессиональной деятельности.

Список использованных источников

1. **Саати, Т.** Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.
2. **Некрасов, Ю. В.** Разработка социальных рейтингов, основанная на математическом методе анализа иерархий / Ю. В. Некрасов, Н. А. Алейникова, Р. С. Сумина // Вестник воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – № 3. – С. 172 – 177.
3. **Темникова, Д. С.** Разработка прогноза экономических результатов деятельности предприятия с помощью метода анализа иерархий / Д. С. Темникова // Российское предпринимательство. – 2014. – № 17 (263). – С. 83 – 95.
4. **Митрошин, П. А.** Применение метода анализа иерархий в целях оценки важности дисциплин / П. А. Митрошин // Глобальный научный потенциал. – 2012. – № 18. – С. 130 – 134.
5. **Зацаринный, А. А.** К вопросу оценки эффективности автоматизированных систем с использованием метода анализа иерархий системы и средства информатики / А. А. Зацаринный, Ю. С. Иненков // Системы и средства информатики. – 2015. – Т. 25, № 3. – С. 161 – 178.
6. **Чуланова, Г. Ю.** Использование метода аналитической иерархической процедуры для выбора поставщика / Г. Ю. Чуланова // Инновации. – 2013. – № 2(172). – С. 122 – 126.
7. **Коробов, В. Б.** Преимущества и недостатки метода анализа иерархий / В. Б. Коробов, А. Г. Тутьгин // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена, 2010. – С. 108 – 115.

УДК. 64.011.5

Николюкин М. С., Васильев С. А., Обухов А. Д.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 89158604976, e-mail: ch1ppyone@mail.ru)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА И УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВАМИ ДОМАШНЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Nikolyukin M. S., Vasilyev S. A., Obukhov A. D.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 9158604976, e-mail: ch1ppyone@mail.ru)

AUTOMATED SYSTEM OF ACCOUNTING AND MANAGEMENT OF HOME AUTOMATION DEVICES

Аннотация. Рассматривается проблема распространения систем домашней автоматизации на территории РФ. Спроектирована модель и концепция взаимодействия аппаратных и программных частей системы, что позволит осуществить реализацию эффективной системы домашней автоматизации.

Ключевые слова: домашняя автоматизация, база данных, сервер, машинное обучение.

Abstract. The problem of the distribution of home automation systems in the Russian Federation is considered. A model and concept for the interaction of hardware and software parts of the system have been designed, which will allow for the implementation of an effective home automation system.

Keywords: home automation, database, server, machine learning.

Сегодняшний день сложно представить без автоматизации различных процессов. Современные технические решения позволяют автоматизировать многие бытовые задачи, начиная от управления освещением и заканчивая контролем микроклимата. Данные возможности появились благодаря активному развитию систем домашней автоматизации.

Домашняя автоматизация – комплекс устройств, которые выполняют различные повседневные задачи без непосредственного участия человека. Системы домашней автоматизации позволяют обеспечить не только эффективное ресурсосбережение, но и обеспечить комфорт и безопасность. Неоспоримое преимущество таких систем – возможность удаленного управления всеми устройствами и датчиками, посредством мобильного приложения, SCADA-систем, или же с помощью Web-интерфейса [1].

По данным Яндекс, представленных на рис. 1, интерес к системам домашней автоматизации стремительно растет и активно развивается. Ежемесячное количество запросов колеблется от 50 до 150 тысяч запросов и остается стабильным.

Проведя анализ существующих систем домашней автоматизации и изучив их спрос в России [2], определено, что системы, присутствующие на международном рынке имеют высокую цену, не предоставляют необходимый набор функций, а их пользовательский интерфейс не всегда понятен русскоговорящему пользователю, так как в большинстве случаев не локализован [2]. Все эти факторы отталкивают потенциальных

пользователей от приобретения подобных систем. Например, решение домашней автоматизации от компании Ростелеком [2], нацеленное исключительно на российский рынок, имеет платную ежемесячную подписку и этим фактом отталкивает большинство потенциальных пользователей. Исходя из проблем, описанных выше, появляется необходимость в разработке доступной системы, которая была бы одновременно функциональной, защищенной и имела локализованный пользовательский интерфейс.

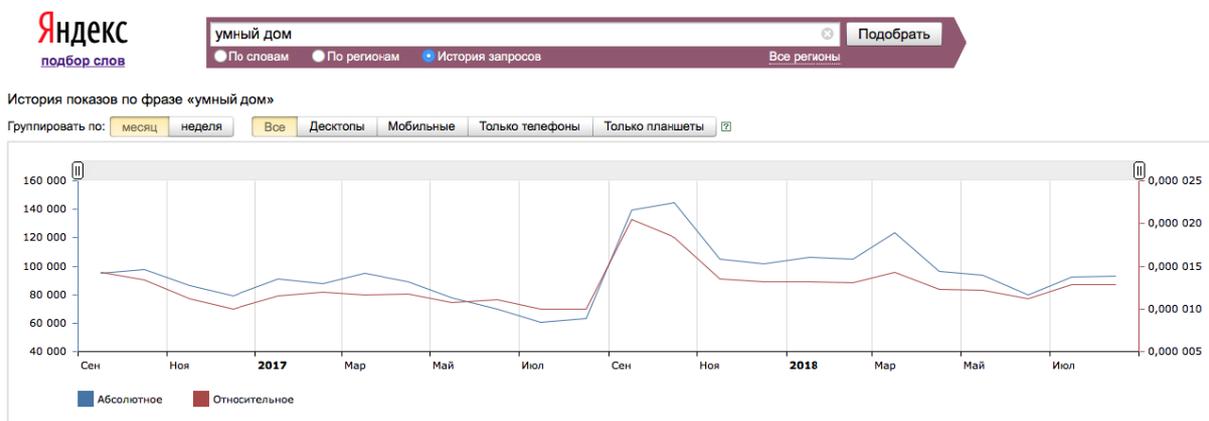


Рис. 1. Статистика поиска по запросу «Умный дом» в Российской Федерации

Для успешной реализации поставленных требований необходимо разработать структуру системы, проанализировать взаимодействие между всеми компонентами системы и способы передачи данных между ними [4, 5]. Система включает в себя: устройства с датчиками (температура, влажность, газ и дым, движение), устройства управления освещением, подсистему видеонаблюдения, сервер на котором происходит обработка данных и клиентское приложение. Спроектирована схема взаимодействия всех вычислительных узлов и компонентов в виде UML-диаграммы развертывания, представленной на рис. 2.

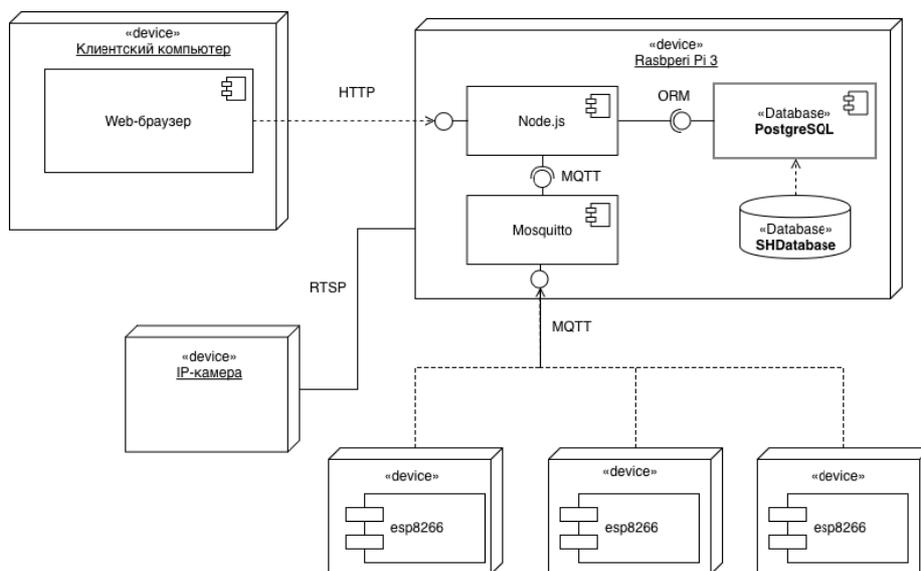


Рис. 2. Диаграмма развертывания

В основе всех устройств лежит микроконтроллере ESP8266. Его выбор обоснован наличием Wi-fi, что позволит обеспечить беспроводное соединение компонентов.

В качестве серверной платформы используется Raspberry Pi 4. Его возможностей достаточно для обеспечения бесперебойной работы всех модулей системы. Для реализации серверной части используется платформа Node.js.

Подсистема видеонаблюдения использует IP-камеры и тесно связана с датчиком движения. Так, например, при долгом отсутствии человека в комнате, свет в доме выключается. Также подсистема может быть использована для определения владельца с использованием методов машинного обучения и машинного зрения [6, 7].

Передача данных между сервером и датчиками осуществляется через протокол MQTT. Для его использования, на сервере дополнительно установлен MQTT-брокер – Eclipse Mosquitto, который является посредником между устройствами и клиентом. Для каждого датчика и устройства у брокера имеется своя тема. Сервер подписывается и «слушает» необходимые ему темы. При появлении новой информации сервер получает данные из темы и возвращает их пользователю. В качестве информации могут выступать данные от датчика температуры, дыма и газа и т. п.

Проведя анализ между существующими SQL и NoSQL-решениями для хранения данных, был сделан упор на надежность, поэтому качестве СУБД выбрана PostgreSQL. Ее выбор обусловлен также тем, что она является бесплатной и имеет открытый исходный код, а проведенные тесты показали, что выбранная СУБД показывает себя намного быстрее, чем более популярная MySQL.

Информация, полученная с датчиков, хранится в базе данных и в понятном для пользователей виде отображается в клиентской части системы – панели управления. Панель реализована с помощью стандартного стека технологий – HTML, CSS, JS. Взаимодействие с сервером, клиентская часть осуществляет с помощью библиотеки Socket.IO [8]. Используя панель управления, пользователь может просматривать динамику изменения показателей с датчиков, отдавать команды устройствам, смотреть записи с камеры видеонаблюдения. Панель управления представлена на рис. 3.

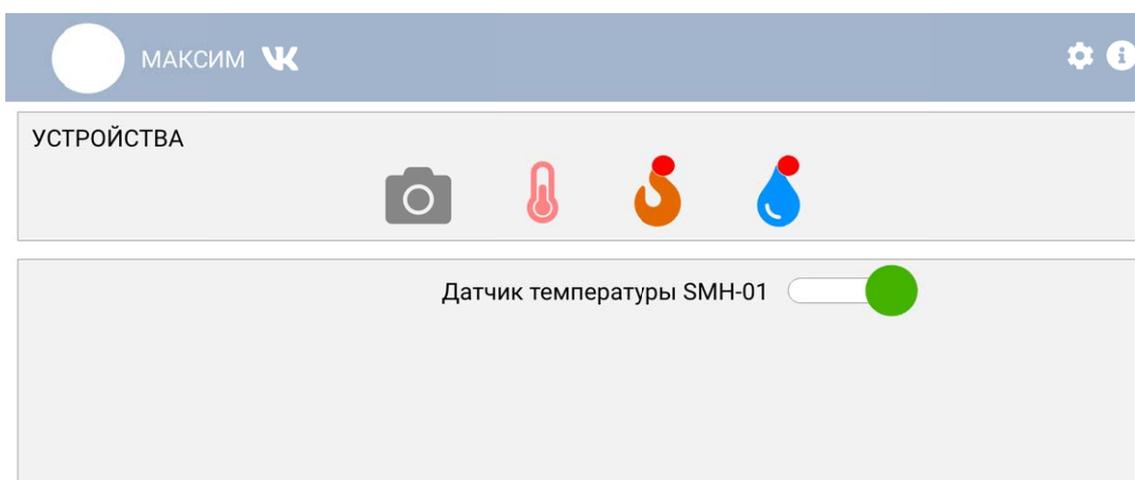


Рис. 3. Панель управления

Таким образом, при использовании всех технологий в комплексе, можно получить эффективную систему домашней автоматизации, с минимальным набором функций, которые позволят дистанционно управлять устройствами, анализировать динамику изменения показателей с датчиков, а также обеспечивать безопасность жилища.

Список использованных источников

1. **Шиколенко, И. А.** Концепция применения автоматизации инженерных систем и учета энергоресурсов многоквартирного дома / И. А. Шиколенко, Ю. Л. Беккер // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 4. – С. 345 – 347.
2. **Муковозов, А. М.** Разработка экспертной системы по анализу систем домашней автоматизации / А. М. Муковозов, А. Ю. Якушин // Инновационная наука. – 2018. – № 4. – С. 47 – 52.
3. **Хоменко, С. А.** История развития и анализ безопасности существующих систем домашней автоматизации / С. А. Хоменко // Студенческий вестник. – 2019. – № 9-2 (59). – С. 40 – 47.
4. **Обухов, А. Д.** Математическая модель обработки информации в системе управления электронным документооборотом / А. Д. Обухов, М. Н. Краснянский, И. Л. Коробова // Вестник ТГТУ. – 2018. – № 3. – С. 382 – 399. DOI: 10.17277/vestnik.2018.03.pp.382-399
5. **Обухов, А. Д.** Постановка задачи проектирования адаптивной системы электронного документооборота / А. Д. Обухов, И. Л. Коробова // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения. – Тольятти : Издатель Качалин Александр Васильевич, 2019. – 493 – 498 с.
6. **Краснянский, М. Н.** Сравнительный анализ методов машинного обучения для решения задачи классификации документов научно-образовательного учреждения / М. Н. Краснянский, А. Д. Обухов, Е. М. Соломатина, А. А. Воякина // Вестник ВГУ, Серия: Системный анализ и информационные технологии – 2018. – № 3. – С. 173 – 182.
7. **Krasnyanskiy, M. N.** The Algorithm of Document Classification of Research and Education Institution Using Machine Learning Methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina // 2019 International Science and Technology Conference «EastConf». – IEEE, 2019. – С. 1 – 6.
8. **Власов, Д. А.** Особенности использования Socket-технологий в клиент-серверной системе / Д. А. Власов, П. Лобзенко // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. – 2018. – № 1 – С. 69 – 71.

УДК 004.9

Обухов А. Д., Николюкин М. С., Симкин М. А., Багрянцева А. П.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 89158676915, e-mail: obuhov.art@gmail.com)

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ
МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Obukhov A. D., Nikolyukin M. S., Simkin M. A., Bagryantseva A. P.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 89158676915, e-mail: obuhov.art@gmail.com)

**AUTOMATION OF DECISION SUPPORT IN INFORMATION SYSTEMS
BASED ON MACHINE LEARNING METHODS**

Аннотация. Рассматривается проблема автоматизации поддержки принятия решений в информационных системах хранения и обработки документов. Сформулирована концепция поддержки принятия решений на основе связей «пользователь – система – документ» и технологий машинного обучения, что позволит осуществить прогнозирование действий пользователя.

Ключевые слова: машинное обучение, информационные системы, автоматизация, поддержка принятия решений.

Abstract. The problem of decision support automation in information systems of document storage and processing is considered. The concept of decision support on the basis of “user – system – document” links and machine learning technologies is formulated, which will make it possible to predict user actions.

Keywords: machine learning, information systems, automation, decision support.

Актуальной задачей последних лет является повышение уровня автоматизации информационных систем за счет внедрения технологий искусственного интеллекта [1], анализа больших объемов данных [2], реализации подсистем поддержки принятия решений [3].

Актуальной задачей является разработка системы поддержки принятия решений в информационных системах хранения и обработки документов, позволяющей автоматизировать действия пользователя. Это значительно ускорит поиск требуемой информации и выполнение тривиальных операций. Использование методов машинного обучения [4] также позволит расширить функциональность разрабатываемой системы за счет реализации совокупности взаимодействий вида «пользователь – система – документ», на основе которых возможно осуществление прогнозирования дальнейших действий пользователя в зависимости от его прошлого опыта. В работе рассматривается алгоритмическое обеспечение, используемое для автоматизации поддержки принятия решения в информационных системах обработки данных.

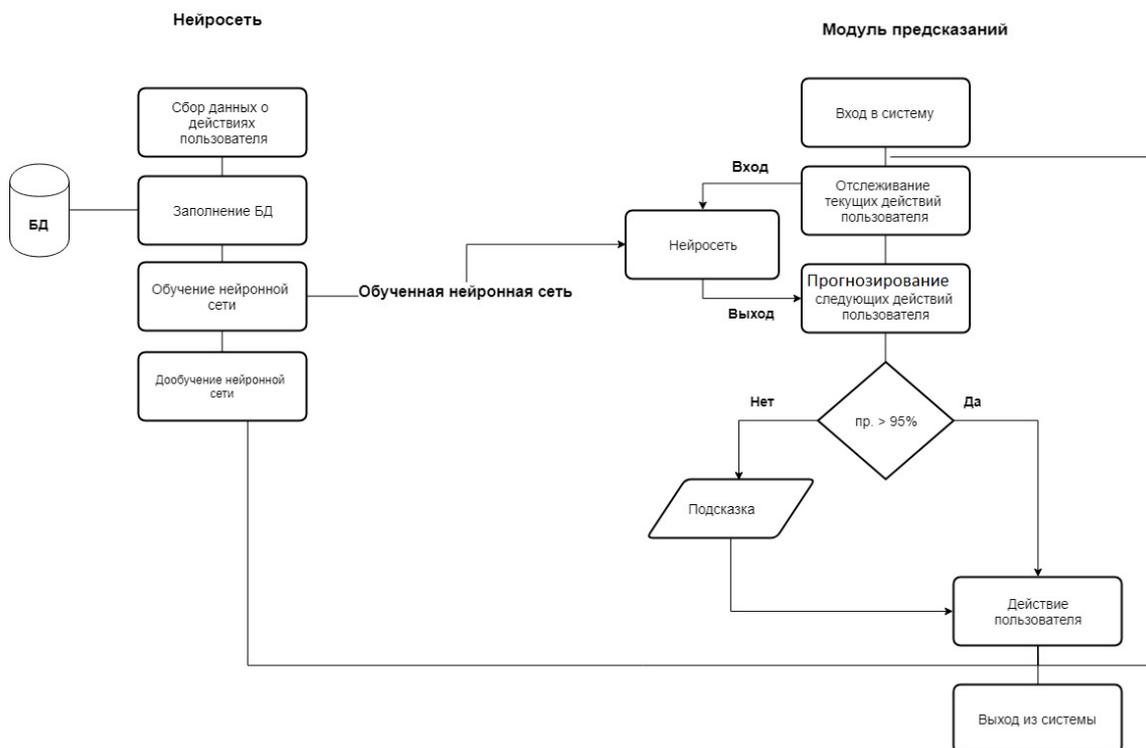


Рис. 1. Алгоритм принятия решения на основе методов машинного обучения

Система поддержки принятия решений (СППР) автоматически собирает данные о действиях пользователей и заносит их в базу данных. На основе полученных данных происходит обучение нейронной сети.

При входе пользователя в систему запускается модуль прогнозирования действий пользователей. Текущее действие отслеживается и отправляется на вход нейронной сети, которая возвращает следующее возможное действие на основе набора типовых взаимодействий вида «пользователь – система – документ». Примеры возможных взаимодействий представлены в табл. 1.

1. Примеры взаимодействий вида «пользователь – система – документ»

Пользователь	Система	Документ
Загрузка документа	Поиск похожих в базе	Добавление нового документа
		Выдача похожих документов
Вход в систему	Главная страница	Выдача загруженного документа
	Архив	Выдача последних документов
	Поиск	
	Добавление документа	Добавление нового документа
Завершение загрузки документа	Переход на главную страницу	Добавление нового документа
	Загрузка следующего документа	
	Заполнение сведений о заказах	Редактирование карточки документа

Таким образом, если текущим действием является «Завершение загрузки документа», то в качестве возможных следующих операций в СППР могут быть выбраны: переход на главную страницу, загрузка следующего документа либо заполнение сведений о связанных с документом заказах. Каждая из перечисленных операций приводит к соответствующим действиям с документами. Использование заранее заданных сценариев позволит избежать совершения нелогичных действий со стороны СППР.

В соответствии с предлагаемым алгоритмом, если нейронная сеть предполагает процент вероятности следующего действия выше 95% (значение получено на основе экспертной оценки), то спрогнозированное действие выполняется автоматически, иначе пользователь получает подсказку. В процессе работы СППР нейронная сеть должна постоянно анализировать новые данные, что позволит повысить ее точность.

Для решения поставленной задачи использовалась многослойная нейронная сеть, реализованная на основе библиотеки Keras [5, 6]. На вход нейронной сети подавались пары значений, соответствующих текущему и предыдущему действию пользователя, а также идентификатор пользователя в системе. После обучения на тестовых данных сеть показала точность 71%, на контрольной группе – 73%. Достаточно низкая точность обусловлена недостаточно большим тестовым набором и в дальнейшем может быть повышена.

В рамках данного исследования сформулировано алгоритмическое обеспечение на основе применения рекуррентных нейронных сетей и использования набора заданных взаимодействий вида «пользователь – система – документ». Предлагаемый подход к использованию нейронных сетей для автоматизации процесса принятия решений в СППР основан на апробированных методах прогнозирования следующих членов последовательности на основе предыдущих, что позволяет говорить о его применимости.

Работа выполнена в рамках гранта Президента для молодых кандидатов наук МК-1666.2018.9 на базе центра коллективного пользования «Цифровое машиностроение».

Список использованных источников

1. **Беллман, Р.** Прикладные задачи динамического программирования / Р. Беллман, С. Дрейфус. – М., 1965. – 458 с.
2. **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.
3. **Pannu, A.** Artificial intelligence and its application in different areas / A. Pannu // Artificial Intelligence. – 2015. – Т. 4, № 10. – С. 79 – 84.
4. **Industrial** big data analytics and cyber-physical systems for future maintenance & service innovation / J. Lee et al. // Procedia Cirp. – 2015. – Т. 38. – С. 3 – 7.
5. **Mathematical** Model of Information Processing in Electronic Document Management System / A. D. Obukhov, M. N. Krasnyansky, D. L. Dedov // International Review of Automatic Control. – 2018. – Т. 11. – С. 336 – 345.

6. **Krasnyanskiy, M. N.** The Algorithm of Document Classification of Research and Education Institution Using Machine Learning Methods / M. N. Krasnyanskiy, A. D. Obukhov, E. M. Solomatina // 2019 International Science and Technology Conference “EastConf”. – IEEE, 2019. – С. 1 – 6.
7. **Gulli, A.** Deep Learning with Keras / A. Gulli // Packt Publishing Ltd, 2017.
8. **Киреевкова, М. С.** Экономико-математическая нейросетевая модель для прогнозирования пассажиропотока железнодорожного пригородного сообщения / М. С. Киреевкова, А. Ю. Пучков, Е. И. Лобанева // Транспортное дело России. – 2018. – № 4. – С. 96 – 101.

УДК 004.021

Горелов А. А., Немтинова Ю. В., Терехов С. М., Немтинов К. В.
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630706, e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)

АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ ВИРТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ УСАДЬБЫ СЕМЬИ ВЕРНАДСКИХ В СЕЛЕ ВЕРНАДОВКА

Gorelov A. A., Nemtinova Yu. V., Terekhov S. M., Nemtinova K. V.
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630706, e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru)

ANALYSIS AND PROCESSING OF INFORMATION WHEN CREATING A VIRTUAL MODEL OF THE VERNADSKY FAMILY ESTATE IN VERNADOVKA VILLAGE

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы информационного анализа данных при создании виртуальной модели памятного места – усадьбы семьи Вернадских в селе Вернадовка Тамбовской области, связанной с пребыванием, общественной и профессиональной деятельностью ученого-энциклопедиста В. И. Вернадского. По результатам анализа было создано предварительное чертежно-картографическое изображение территории, используемое в дальнейшем при создании виртуальной трехмерной модели.

Ключевые слова: информационный анализ, виртуальная модель территории, усадьбы семьи Вернадских.

Abstract. The article discusses the issues of information data analysis when you create a virtual model of the memorable places – estates of the family of Vernadsky in the village Vernadovka Tambov region related to objects, public and professional activities of the outstanding Russian scientist Vernadsky V. I. the results of analysis were created preliminary drawings, the map image of the area to be used later when creating virtual three-dimensional model.

Keywords: information analysis, virtual model of the territory, estate of the Vernadsky family.

На территории России расположено много памятных мест, связанных в пребыванием в них известных деятелей. К сожалению, многие места находятся в ненадлежащем состоянии, а отдельные объекты полностью или частично утрачены.

В связи с этим целью данной работы является информационный анализ и обработка информации на начальном этапе создания виртуальных моделей памятных мест и виртуальная реконструкция усадьбы семьи Вернадских в селе Вернадовка Пичаевского района Тамбовской области, связанной с пребыванием, общественной и профессиональной деятельностью ученого-энциклопедиста В. И. Вернадского [1 – 3].

Вернадовская усадьба, некогда образцовая, почти полностью утрачена. Сохранились частично хозяйственные постройки, каскад прудов, отдельные элементы ирригационной системы, парк с вековыми деревьями и остатками аллей. Сам жилой дом и

надворные постройки утрачены полностью: на их месте воздвигнуты жилые дома. Несмотря на восстановление и реконструкцию ряда объектов, полное воссоздание облика усадьбы как памятника историко-культурного наследия федерального значения возможно только в виртуальной реконструкции

Первым шагом на пути разработки виртуальной модели является создание чертежно-картографического изображения того участка, где находилось поместье Вернадских. Приступая к этой работе, авторы встретились с объективными трудностями, вызванными тем, что в настоящее время (с конца XX века) от того, что представляла когда-то усадьба Вернадских, практически ничего не сохранилось. Из многочисленных объектов, ранее находившихся на территории поместья, на сегодняшний день осталась только водокачка, расположенная на берегу одного из прудов. Известно [3], что еще в конце 80-х годов XIX века В. И. Вернадский приступил к озеленению территории, непосредственно примыкавшей к участку, где находился дом Вернадских. Тогда был заложен парк с разными породами деревьев, из которых, как вспоминали современники, только сибирской лиственницы было свыше 150 саженцев. За парком в сторону железнодорожной станции уходил большой фруктовый сад. Особую прелесть усадьбе составляли пруды, которые, как вспоминали старожилы и как отмечено в письменных документах В. И. Вернадского, во многом были плодом его идеи и выполнены по его разработкам. В 90-е годы позапрошлого века участок, отведенный под жилые, подсобные и хозяйственные строения, был плотно застроен. Главной постройкой являлся жилой дом владельцев усадьбы. С восточной стороны территория хозяйственного двора в короткий срок была застроена домом управляющего, амбарами для хранения сельхозпродуктов, помещением для работников, каретным сараем, баней и постройками для содержания лошадей, коров и птицы. В конце первого десятилетия прошлого века поместье Вернадских представляло собой отстроенный по всем правилам тогдашней аграрной практики сельскохозяйственный объект, рассчитанный для удобного проживания и получения значительного дохода от реализации плодов, снятых с сельскохозяйственных угодий. Однако этой образцовой усадьбе, воплотившей в себе практические и теоретические научные разработки своего владельца, не суждено было сохраниться в последующие годы. Ничего не осталось от объектов хозяйственного двора. Бывший дом владельцев усадьбы сгорел уже в 80-е годы XX века. Жалкие остатки некогда величественных посадок сибирской лиственницы еще можно обнаружить в отдельных местах бывшего парка, а от фруктового сада осталось не более 20-ти % того, что было сто лет назад. На его месте сейчас находится школа поселка. Система каскадной транспортировки воды в прудах была утрачена еще в годы Первой мировой войны. Это, в конечном итоге, привело к значительному измельчанию самого большого третьего пруда, хотя почти сохранились в первоначальной черте берегов два малых пруда.

С другой стороны, значительный интерес к научной и общественной деятельности В. И. Вернадского, проявившийся в постсоветский период, привел к активизации восстановительных работ на территории его бывшей усадьбы в Тамбовской области [6]. В 2000 году началось создание музея В. И. Вернадского. В 2003 году по старым чертежам был восстановлен бывший усадебный дом владельцев. Теперь здесь располагается

музей В. И. Вернадского. Тогда же на территории бывшего парка стали высаживать молодые саженцы тех пород деревьев, что росли здесь раньше. Были разбиты и проложены главные пешеходные дорожки, а на центральной дорожке (перед входом в здание главного усадебного дома) установили бюст В. И. Вернадского. Такое начинание в деле создания музея оказало большое значение на возможность сбора необходимой информации о том месте, где когда-то располагалась усадьба дворян Вернадских в Тамбовской губернии.

Чертежно-картографический этап в нашей работе был разбит на несколько ступеней. Сначала приступили к выполнению планового чертежа местности, где располагалась усадьба Вернадских. Основным источником для этого послужил компьютерный материал, представленный в спутниковых картах в Интернете [4–5]. Используя опыт, полученный в ранее проведенных аналогичных исследованиях, был выбран масштаб, позволяющий с достаточной степенью обозрения показать все интересующие нас объекты, расположенные на территории поселка Вернадовка (см. рис. 1).

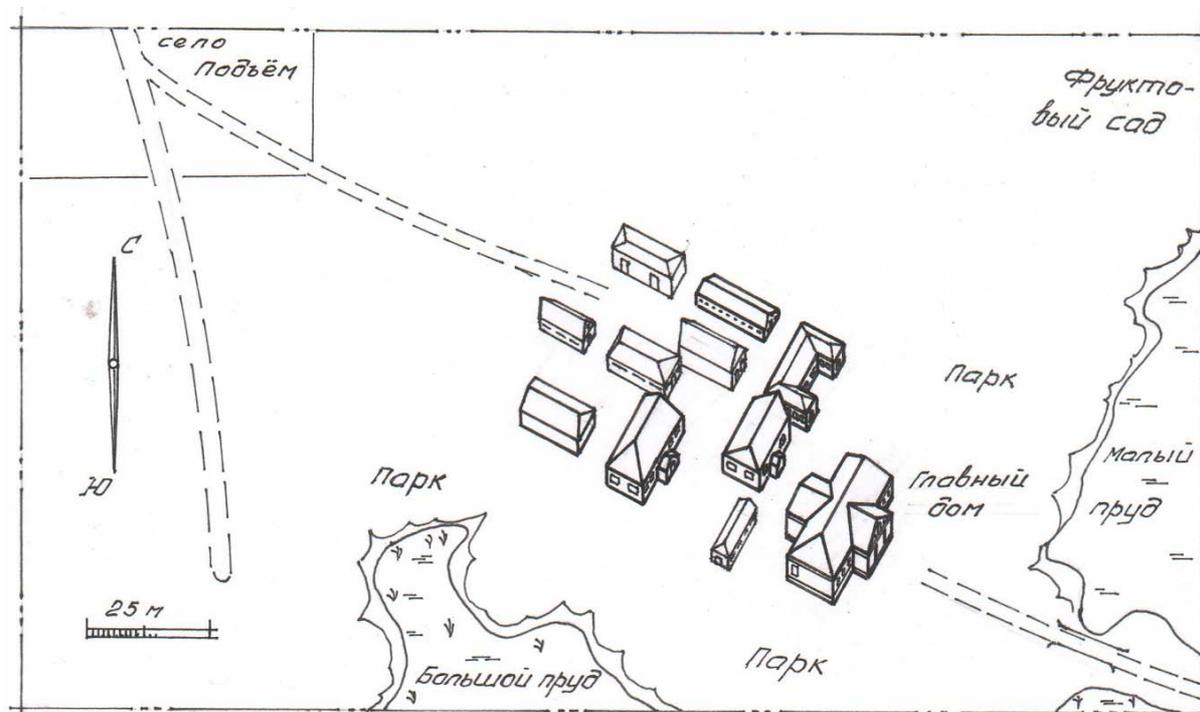


Рис. 1. План-схема территории усадьбы семьи Вернадских

Следующим шагом явилось выполнение аксонометрического изображения того же участка местности. Такой подход в выполнении предварительных видовых изображений, сделанных в карандашном варианте, позволит нам в последующем получить всю видовую базу, на основе которой мы будем проводить компьютерное моделирование. Единственным источником, который послужил в выполнении этой работы, оказался макет усадьбы. Сотрудники музея В. И. Вернадского разместили фотоснимок этого макета в Интернете на сайте «Музей усадьбы В. И. Вернадского» [3–4]. В настоящее время

мя авторам не известны те источники, которыми пользовались сотрудники музея, создавая этот макет. Не удалось пока найти в архивных материалах сведения, из которых можно было бы сделать обоснованные выводы о тех зданиях и строениях, которые составляли застройку на территории усадьбы Вернадских на рубеже XIX–XX веков. Достоверным можно считать пока только тот факт, что авторы музейного макета в экспликации (в перечне), входящих объектов упомянули те, что были отмечены в статье А. В. Каштанова «В. И. Вернадский и Вернадовка», помещенной в книге «В. И. Вернадский и Тамбовский край». К сожалению, в упомянутой статье не приведены ссылки на первоисточники. Тем не менее, в виду отсутствия в настоящий момент других документальных источников по этому вопросу, мы решили воспользоваться изложенной выше информацией, приняв ее в качестве необходимого отправного документа для продолжения нашей работы [7 – 17].

Исходя из выше изложенного, мы подготовили чертеж в зенитной изометрии (см. рис. 2), взяв за основу расположение объектов застройки усадьбы с музейного макета.

Отличительной особенностью данной работы является разносторонний и многофункциональный объем информационного материала, связанного с развитием особо значимых памятных мест муниципальных образований.

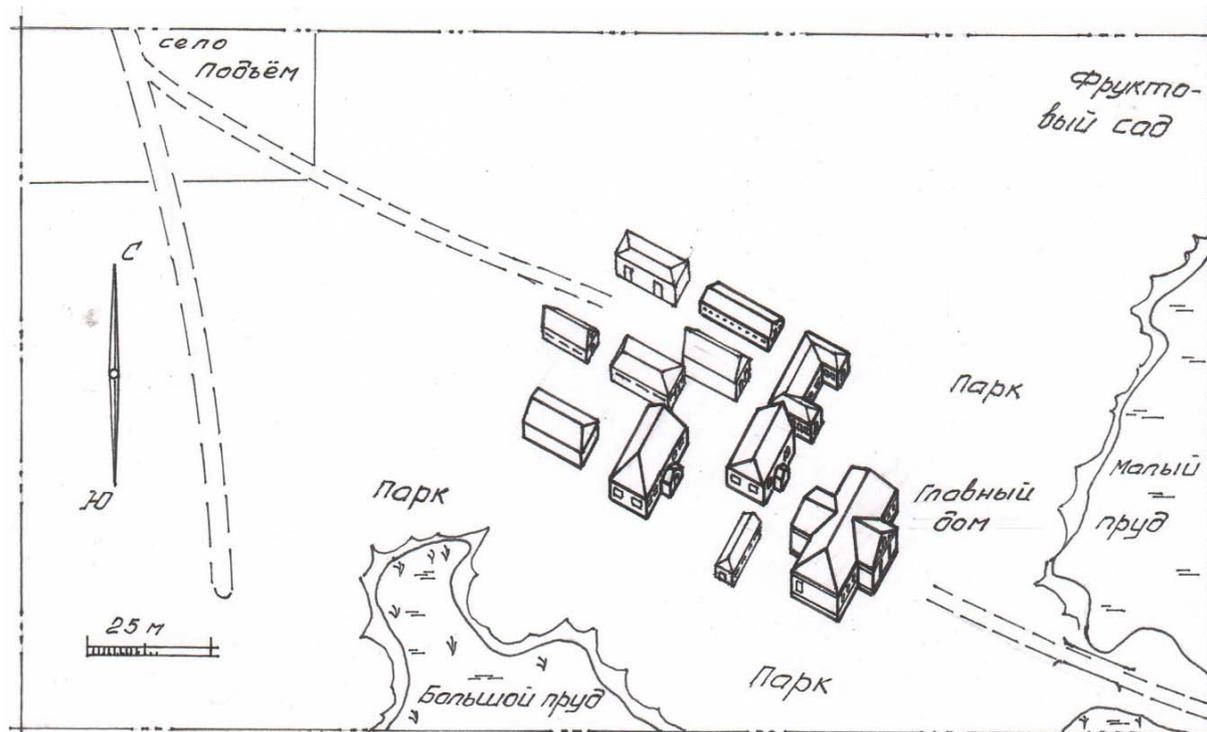


Рис. 2. План-схема усадьбы семьи Вернадских в зенитной изометрии

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-18-00044 «Анализ исторических процессов памятных мест Тамбовского края, связанных с пребыванием в них известных деятелей России, с использованием технологии виртуального моделирования»).

Список использованных источников

1. **В. И. Вернадский** и Тамбовский край / Г. П. Аксенов и др. – М. : Издательский дом «Ноосфера». 2002 – С. 7 – 17.
2. **Тамбовская** область/ Пичаевский район/Вернадовка Marcarta. Ru /Тамбовская обл/Пичаевский район/Вернадовка
3. **Музей-усадьба** В. И. Вернадского в Вернадовке. – URL : <https://tambovgrad.ru/modules/blogs/page.php?exp=y&id=103>
4. **Visualization** of a virtual space and time model of an urban development territory / V. A. Nemtinov, A. A. Gorelov, Y. V. Nemtinova and A. B. Borisenko // Scientific Visualization. – 2016. – V. 8, No. 1. – pp. 120 – 132.
5. **Implementation** of technology for creating virtual spatial-temporal models of urban development history / V. A. Nemtinov, A. A. Gorelov, Y. V. Nemtinova and A. B. Borisenko // Scientific Visualization. – 2018. – V. 10, No. 3. – pp. 99 – 107.
6. **Двухжилова, И. В.** Информационные ресурсы Тамбовского центра краеведения / И. В. Двухжилова, Г. П. Пирожков // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. – 2013. – № 4-1. – С. 65 – 69.
7. **Информационные технологии** при создании пространственно-временных моделей объектов культурно-исторического наследия: монография / В. А. Немтинов, А. А. Горелов, П. А. Острожков, Ю. В. Немтинова и др. ; М-во обр. и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский дом ТГУ им. Г. Р. Державина, 2013. – 216 с.
8. **Технология** создания пространственных моделей территориально распределенных объектов с использованием геоинформационных систем / В. А. Немтинов, А. М. Манаенков, В. В. Морозов, К. В. Немтинов // Информационные технологии. – 2008. – № 8. – С. 23 – 25.
9. **Пространственно-временная модель** объекта культурно-исторического наследия / В. А. Немтинов, А. А. Горелов, П. А. Острожков и др. // Информационные технологии. – 2010. – № 7. – С. 36 – 39.
10. **Немтинов, В. А.** Методологические основы ретроспективного анализа объектов исторического и культурного наследия с использованием информационных технологий / В. А. Немтинов, А. А. Горелов // Клио. – 2008. – № 1. – С. 3 – 8.
11. **Немтинов, В. А.** Моделирование объектов культурно-исторического наследия – основа клиометрических исследований / В. А. Немтинов, А. А. Горелов // Клио. – 2010. – № 4. – С. 3 – 7.
12. **Информационный анализ** объектов культурного наследия с использованием ГИС-технологий / В. А. Немтинов, А. А. Горелов, К. В. Немтинов и др./ Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2005. – Т. 11. – № 4. – С. 1001 – 1012.
13. **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.

14. **Ретроспективный анализ** городского участка исторической застройки с целью построения его пространственно-временной модели на примере соборной площади г. Тамбова / В. А. Немтинов, А. А. Горелов, Ю. В. Немтинова, П. А. Острожков / Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2011. – № 4. – С. 41 – 46.

15. **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.

16. **Горелов, А. А.** Формирование исторического портрета города с использованием информационных технологий / А. А. Горелов, В. А. Немтинов // Вопросы истории. – 2018. – № 7. – С. 106 – 111.

17. **Virtual reconstruction of industrial facilities of nobel brothers oil production association in tambov province of russia / V. A. Nemtinov, A. B. Borisenko, S. V. Trufilkin, Yu. V. Nemtinova, V. V. Morozov, A. A. Gorelov // Наука, технологии, общество и международное Нобелевское движение : материалы Нобелевского конгресса – 11 Международной встречи-конференции лауреатов Нобелевских премий и нобелистов. Сер. «Труды МИНЦ» ; под редакцией В. М. Тютюнника. – 2017. – С. 86 – 90.**

УДК 378.14

Гущина О. М.,¹ Аникина О. В.²

Тольяттинский государственный университет, Россия, г. Тольятти

¹ (Тел. (8482)539181, e-mail: g_o_m@tltsu.ru),

² (Тел. (8482)539212, e-mail: blue-waterfall@yandex.ru)

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Gushchina O. M.,¹ Anikina O. V.²

Togliatti State University, Russia, Togliatti

¹ (Tel. (8482)539181, e-mail: g_o_m@tltsu.ru),

² (Tel. (8482)539212, e-mail: blue-waterfall@yandex.ru)

VISUALIZATION OF THE METHODOLOGY FOR ASSESSING THE LEVEL OF FORMATION OF STUDENTS' COMPETENCIES

Аннотация. В данной статье авторы предложили сценарий визуальной методики оценивания уровня сформированности компетенций обучающихся с использованием программного инструментария, который позволяет увидеть результаты освоения образовательной программы и сделать вывод об уровне сформированности компетентностей выпускников. В основе разработанного приложения сформированности компетентности обучающихся лежит ранжирование оценок компонент: «знаний – умений – владений», что способствует своевременному определению узких мест образовательной программы для последующей корректировки организации образовательного процесса и его планирования.

Ключевые слова: компетенция, программный инструментарий, оценка сформированности компетенции, моделирование и визуализация.

Abstract. In this article, the authors proposed a scenario of a visual methodology for assessing the level of formation of students' competencies using software tools that allows you to see the results of mastering the educational program and draw a conclusion about the level of formation of competencies of graduates. The developed application for the formation of students' competence is based on the ranking of assessments of components: “knowledge – skills – possessions”, which contributes to the timely identification of bottlenecks in the educational program for subsequent adjustment of the organization of the educational process and its planning.

Keywords: competency, software tools, assessment of the formation of competence, modeling and visualization.

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 определение пути их реализации [1].

Согласно существующим подходам, компетенция может быть определена тремя основными групповыми показателями: «знания» (Z_i), «умения» (U_i) и «навыки» (V_i). Каждый из этих показателей зависит от множества других, для которых затруднительно получение четких количественных оценок. Решение задачи оценки сформированности компетенции возможно на основе иерархической системы нечеткого вывода [2]. В таких системах выход одной базы знаний подается на вход другой, более высокого уровня иерархии. Компетенция формируется в процессе изучения определенного количества дисциплин (D_n). При этом каждая из них вносит в общий показатель свой вклад с определенным весом зачетных единиц ($\omega(ZE)$). В первом приближении этот вклад можно оценить по отношению заданного количества зачетных единиц для изучения дисциплины, к общему количеству зачетных единиц, которые формируют конкретную компетенцию. Следовательно, оценка сформированности компетенции может быть сведена к построению модели, которая показана на рис. 1.

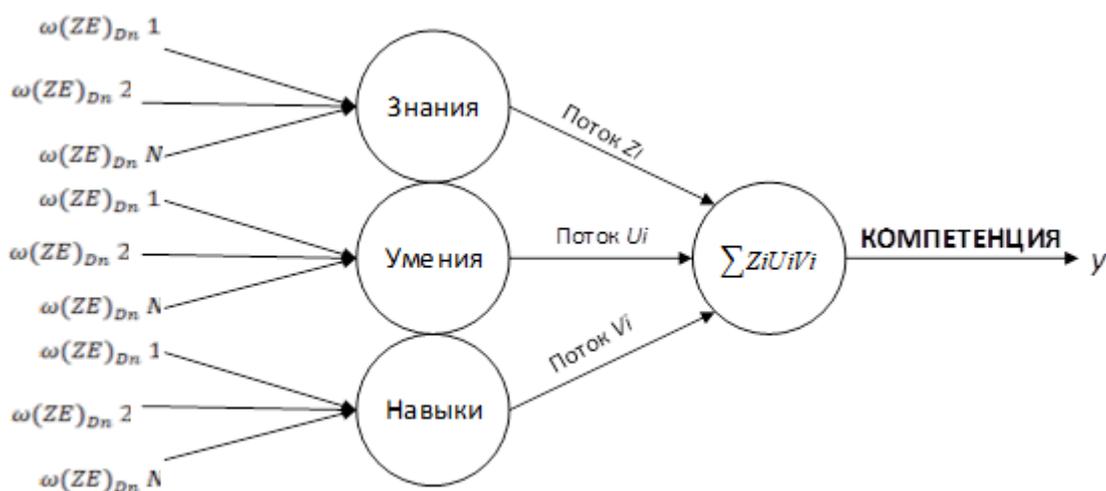


Рис. 1. Нечеткая иерархическая модель оценки компетенции

Процесс оценивания 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 [3]. Это обуславливает необходимость разработки удобного программного инструментария, позволяющего, с одной стороны, упростить производимые операции, а с другой – визуализировать процесс оценивания для быстрого и эффективного принятия управленческих решений в образовательном процессе.

Целью работы является моделирование и визуализация методики оценивания уровня сформированности компетенций обучающихся с использованием программного инструментария.

Постановка задачи исследования и обоснование полученных результатов. В рамках данного исследования для решения задачи оценки уровня сформированности компетенций был предложен прототип программного инструментария, разработанный

на языке программирования R [4]. Для реализации требуемых функций отображения в наглядном виде получаемых результатов в программном инструментарии был применен пакет *lattice*, представляющий собой мощную и элегантную систему визуализации данных высокого уровня с акцентом на многомерные данные и направленный на разработку графики *Trellis*.

В основу реализации программного инструментария был положен алгоритм, включающий следующие этапы:

1. Подготовка и загрузка исходных данных. В качестве исходных данных использовался файл, сгенерированный в электронной таблице Excel и содержащий информацию о результатах экспертной оценки сформированности компетентности обучающихся. Оценка сформированности знаний, умений и навыков производилась экспертами среди студентов 10 тестируемых учебных групп по 11 дисциплинам текущего учебного плана, участвующих в формировании компетенций обучающихся.

2. Вычисление среднего балла для студентов тестируемых групп в рамках формируемых компетенций по элементам «знать», «уметь», «владеть» выполняется в следующих командах:

```
students.cnt <- length(unique(df_competence[, "student"]))
num <- df_competence[1:students.cnt, "num"]
students <- aggregate(cbind(know, can, apply, mean) ~ group + student, data =
df_competence, mean)
group <- students$group[students$student==student]
group.students <- students[students$group==group,]
rownames(group.students) <- 1:nrow(group.students)
```

3. Анализ данных и печать результатов. Результаты вычислений формируются в виде графиков, что позволяет в наглядной форме провести оценку сформированности компетенций обучающихся.

Результаты сформированности знаний, умений и навыков обучающихся в рамках оценки уровня компетенций для 10 тестируемых групп показаны на рис. 2. Графики отображают в наглядной форме уровень сформированности компетенций обучающихся.

Из графиков видно, что средний уровень знаний всех обучающихся в группе 01 в основном находится в пределах 4-х баллов, т.е. в данной группе сформированность компетенций по элементу «знания» на одном уровне. В группах 04 и 07 средний уровень сформированности знаний варьируется от 2 до 5 баллов, что говорит о разном уровне усвоения теоретического материала в пределах группы.

В целом, полученные графики позволяют выделить как наиболее слабые, так и наиболее сильные группы обучающихся по усвоению компетенций. Так, проанализировав графики успеваемости, можно определить, что из 10 тестируемых групп наиболее «сильной» группой является группа 10. Основной контингент обучающихся выделенной группы имеет средний балл 4 или 5 по всем элементам «знать», «уметь», «владеть», что говорит о высоком уровне сформированности компетенций и показывает ус-

воение дисциплин учебного плана на достаточно высоком уровне. Аналогичный вывод можно сделать по 02 группе.

В тоже время, видно, что в 01 группе уровень сформированности компетенций стабильно средний. Средний балл по всем элементам «знать», «уметь», «владеть» в пределах группы составляет 4 балла. В остальных группах результаты варьируются в пределах от 3 до 5 баллов, в отдельных случаях отмечены 2 балла.

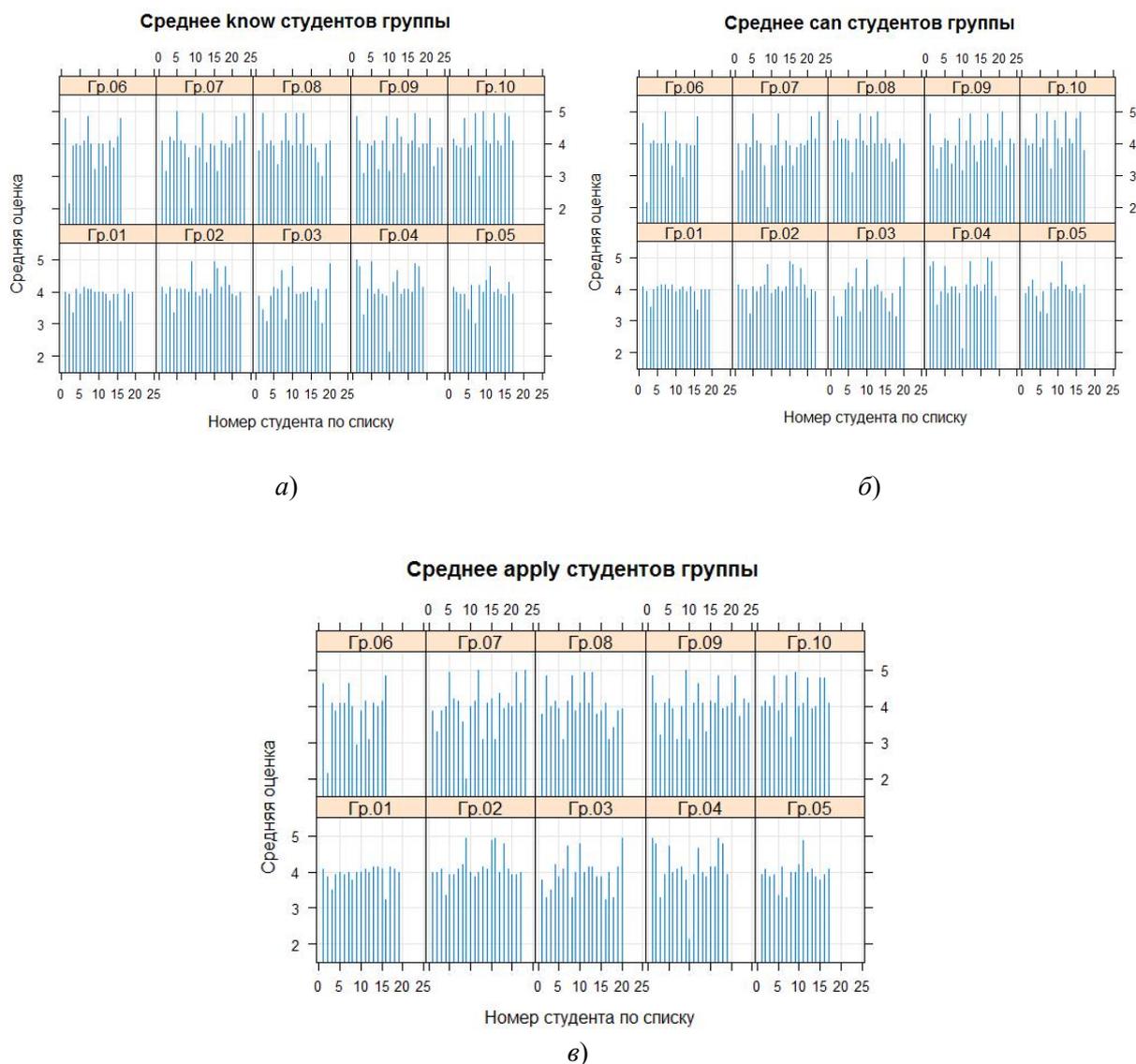


Рис. 2. Средний результат сформированности знаний (а), умений (б) и навыков (в) для 10 тестируемых групп

Проведя анализ в пределах совокупности всех тестируемых групп, можно определить уровень сформированности компетенций конкретного обучающегося. В результате выполнения следующего фрагмента программного сценария в глобальном окружении R создается фрейм данных `df_student`, содержащий информацию о заданном обучающемся.

```
df.student <- df_competence[df_competence$student == student,c(1:3, 5:9)]
group <- as.character(df.student$group[1])
num <- df.student$num[1]
caption <- paste(group,": ", num, ". ", student, sep = "")
cat("\n", caption, "\n", sep="")
cat("-----\n")
df.student <- df.student[,c("discipline", "competence", "know", "can", "apply", "mean")]
print(df.student)
cat("\nЗнание:")
cat("\n-----")
print(table(df.student$discipline, df.student$know))
cat("\nУмение:")
cat("\n-----")
print(table(df.student$discipline, df.student$can))
cat("\nПрименение:")
cat("\n-----")
print(table(df.student$discipline, df.student$apply))
```

На рисунке 3 представлены средние баллы успеваемости указанного обучающегося по всем дисциплинам, участвующим в формировании компетенций.

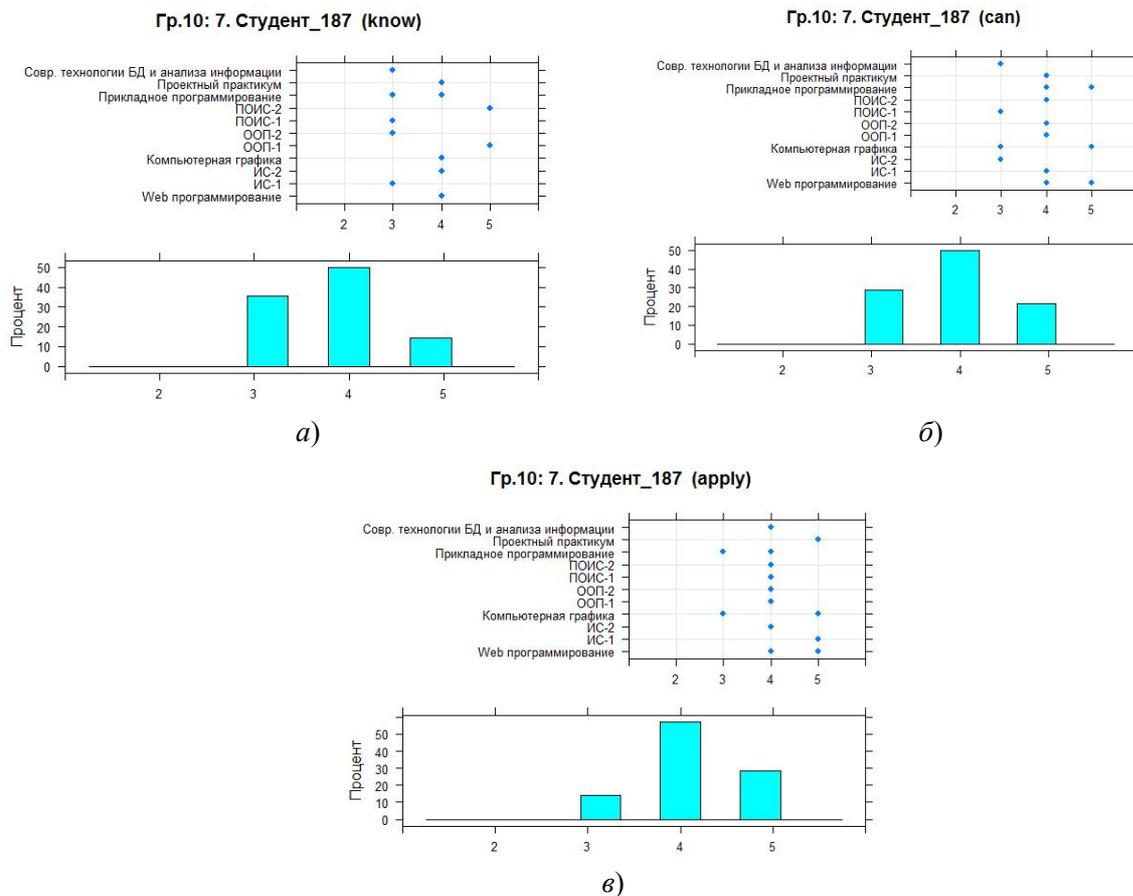


Рис. 3. Средний балл знаний (а), умений (б) и навыков (в) по всем дисциплинам для Студент_187

Следовательно, что таким образом можно провести анализ результатов успеваемости любого обучающегося заданной выборки. Для обработки новой выборки следует подключить в начале программного сценария подготовленный для обработки файл .csv или базу данных MySQL.

Предложенный сценарий можно применять для обработки больших массивов образовательных данных, а мощные графические возможности пакета lattice позволяют в наглядной форме представлять результаты вычислений. 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 образовательном процессе для анализа сформированности компетентности обучающихся, что позволит своевременно вносить коррективы в организацию образовательного процесса, планировать процесс обучения по конкретной дисциплине.

Заключение. В данном исследовании представлен прототип программного инструментария на языке программирования R, позволяющий в наглядной форме продемонстрировать динамику освоения дисциплин учебного плана и получаемые образовательные результаты как отдельного студента, так и группы. Это позволяет увидеть результаты освоения образовательной программы студентами и сделать вывод об уровне сформированности компетентностей выпускников.

Разработанное приложение сформированности компетентности обучающихся, в основе которого лежит ранжирование оценок компонент: «знаний – умений – владений», способствует своевременному определению узких мест образовательной программы для последующей корректировки организации образовательного процесса и его планирования.

Предложенный сценарий можно применять для обработки больших массивов образовательных данных, а мощные графические возможности пакета lattice позволяют в наглядной форме представлять результаты вычислений. Представление результатов анализа в виде диаграмм и графиков дает возможность в визуальном режиме проводить анализ полученной информации.

Список использованных источников

1. **Serdyukov, P.** Innovation in education: what works, what doesn't, and what to do about it? // P. Serdyukov / Journal of Research in Innovative Teaching & Learning. – 2017. – Т. 10, No. 1. – pp. 4 – 33.
2. **Glushenko, S. A.** An adaptive neuro-fuzzy inference system for assessment of risks to an organization's information security / S. A. Glushenko // Бизнес-информатика. – 2017. – No. 1 (39).
3. **Kulasegaram, K.** Beyond “formative”: assessments to enrich student learning / K. Kulasegaram, P. K. Rangachari // Advances in physiology education. – 2018. – Т. 42, No. 1. – pp. 5 – 14.
4. **Rosales-Morales, V. Y.** An analysis of tools for automatic software development and automatic code generation // V. Y. Rosales-Morales / Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. – 2015. – No. 77. – pp. 75 – 87.

УДК 004.056

Колобков А. Ю.,¹ Зауголков И. А.,¹ Исаева О. В.²

¹ Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина
(Тел. (4752)723434, доб. 2021, e-mail: kafedra_kmm@mail.ru),

² Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 4752)630369, e-mail: phys@nnn.tstu.ru)

**ТРЕБОВАНИЯ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ
В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ
НА КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Kolobkov A. Yu.,¹ Zaugolkov I. A.,¹ Isaeva O. V.²

¹ Tambov State University named after G. R. Derzhavin, Russia, Tambov
(Tel. (4752)723434, add. 2021, e-mail: kafedra_kmm@mail.ru),

² Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630369, e-mail: phys@nnn.tstu.ru)

**REQUIREMENTS FOR INFORMATION SECURITY
IN AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM AT CRITICAL FACILITIES**

Аннотация. Разработан механизм замкнутой программной среды для защиты информации. Система управления базой данных, позволяет быстро получать необходимую информацию, а именно меры защиты информации в АСУ, предназначенные для конкретного класса защищенности, который задается пользователем.

Ключевые слова: защита информации, база данных, интерфейс.

Abstract. The mechanism of the closed software environment for information protection is developed. The system of database objects management is implemented, which allows to obtain the necessary information flexibly and quickly, namely, information protection measures in the ACS, designed for a specific security class, which is set by the user.

Keywords: information protection, database, interface.

В современном мире практически невозможно встретить учреждение, которое не использовало бы в своей работе компьютеры, будь то государственное, муниципальное или частное. Большая часть предприятий, имеющих в своем офисе более одного компьютера, соединяет их вместе посредством настройки локальной сети. Помимо этого, в современном мире трудно представить себе работу человека и организацию работы предприятия без использования автоматизированных систем и процессов. В то же время каждый разработчик старается сделать свою систему проще и удобнее в использовании, так как конкуренция на этом рынке достаточно велика.

Наравне с развитием средств вычислительной техники появлялось все больше новых способов нарушения информационной безопасности, и, соответственно, разрабатывались и улучшались средства защиты. При этом прежние виды атак никуда не исче-

зают и по прежнему используются оппонентами, а новые делают ситуацию еще более сложной.

На практике защита информации, как правило, представляет собой совокупность постоянно применяемых методов, средств и мер, осуществляемых мероприятий для постоянного обеспечения необходимой надежности информации, получаемой, хранящейся и обрабатываемой на объекте автоматизированной системы, и передаваемой по ее каналам [1 – 3]. 30 июня Минюстом был зарегистрирован нормативный документ, приказ ФСТЭК России от 14.03.2014 № 31, устанавливающий требования к обеспечению защиты информации, обработка которой осуществляется автоматизированными системами управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды. В современной практике АСУ ТП рассматриваются как один из классов ключевых систем информационной инфраструктуры. В свое время, понятие ключевой системы информационной инфраструктуры обобщает множество различных классов информации, автоматизированных систем и информационно-телекоммуникационных сетей.

В рамках Приказа определена многоуровневая структура АСУ ТП, показанная на рис. 1. Предлагаемая структура АСУ ТП включает в себя три основных уровня, характеризующихся различным составом ее компонентов.

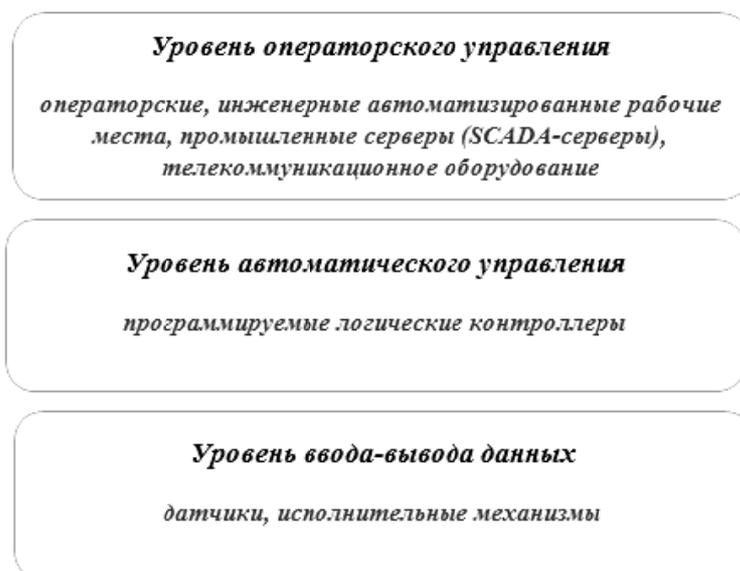


Рис. 1. Многоуровневая структура АСУ ТП

Согласно приказу, защита информации, обрабатываемой в АСУ ТП, является неотъемлемой частью ее создания и функционирования и обеспечивается на всех этапах путем принятия организационных и технических мер по защите информации в рамках системы защиты. Таким образом, в задачи защиты информации входит:

- обеспечивать, прежде всего, целостность, доступность и сохранность информации и при необходимости предотвратить ее разглашение третьей стороне;

– быть сопоставимы с мерами по обеспечению промышленной, физической, пожарной безопасности АСУ ТП.

Применяемые меры защиты не должны неблагоприятно влиять на штатный режим функционирования АСУ ТП.

Анализ мирового опыта показывает часто встречающиеся уязвимости:

загрузка и исполнение произвольных файлов;

исполнение произвольного кода;

отказ в обслуживании;

уязвимости, вызывающие у пользователя повышение привилегий;

раскрытие информации для доступа к базе данных.

Настройки доступа к информационной системе базируется на политике безопасности.

Аутентификацией (установлением подлинности) это я проверка принадлежности предъявленного идентификатора субъекту и подтверждение его подлинности. Иными словами, аутентификация представляет собой проверку: подключающийся субъект тот, за кого он себя выдает или нет. Общая процедура идентификации и аутентификации пользователя при его доступе к АС представлена на рис. 2.

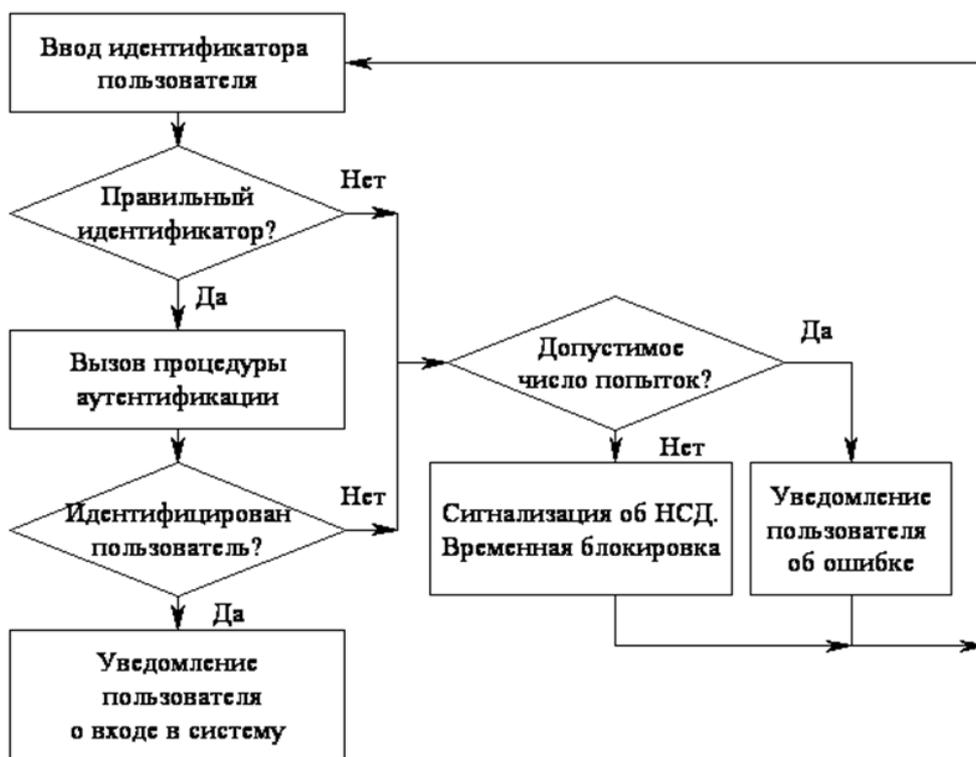


Рис. 2. Классическая процедура идентификации и аутентификации

Механизм управления доступом также является важным аспектом в создании системы безопасности, так как целью такого механизма является предотвращение НСД к ресурсам компьютерной системы и сети. Недостовверный контроль доступа пользователей является одной из версий нарушений безопасности в информационных систем. Для того, чтобы предоставить права доступа к БД необходимо проведение формальных

процедур. Такие процедуры должны включать все этапы контроля доступа пользователей, начиная с первоначального учета (регистрации) новых пользователей и заканчивая удалением учетных записей пользователей, которые больше не нуждаются в доступе к БД. Также следует обратить на необходимость управления предоставлением привилегированных прав доступа, которые позволяют пользователям обойти контроль над системой.

Ограничение программной среды представляет собой ограничение использования и установки не используемого в обработке данных в БД или запрещенного к использованию ПО.

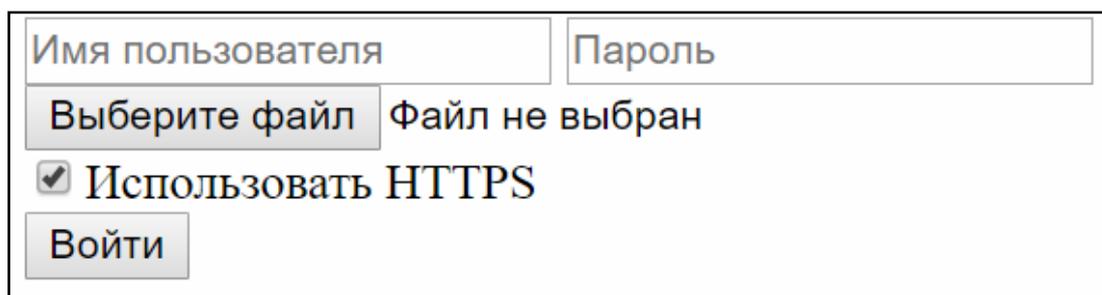
Механизм замкнутой программной среды позволяет не используя систему атрибутов, ограничить доступ пользователей к исполняемым файлам только теми программами, которые действительно необходимы для выполнения служебных обязанностей. Для каждого конкретного пользователя создается свой список разрешенных и запрещенных к запуску программ.

В целях защиты от перехвата передаваемой информации при ее внесении пользователями в базу используется защищенный HTTPS-протокол. HTTPS (*Hypertext Transport Protocol Secure*) – это протокол, обеспечивающий конфиденциальность при обмене данными между сайтом и интерфейсом пользователя. Безопасность передаваемой информации обеспечивается за счет использования криптографических протоколов SSL/TLS.

Разработанная база данных имеет реляционную модель, что подразумевает табличный способ хранения данных. База данных содержит 169 записей с шестью полями. Интерфейса рассчитан на работу с пользователями различной квалификации. В частности, реализована система управления объектами базы данных, позволяющая гибко и оперативно получать необходимую информацию, а именно меры защиты информации в АСУ, предназначенные для конкретного класса защищенности, который задается пользователем. Предоставляемая информация является наиболее достоверной и актуальной, поскольку имеет прямое отношение к Приказу ФСТЭК России от 14 марта 2014 г. № 31.

В информационной системе ведется журнал о попытках аутентификации и деавторизации пользователей, что позволяет администратору своевременно реагировать на попытки несанкционированного доступа. Журнал также имеет собственную защиту и разграничение доступа.

Разработанная база данных позволяет просматривать перечень мер защиты информации для соответствующего класса защищенности АСУ ТП. При попытке доступа к базе, пользователь увидит форму аутентификации, изображенную на рис. 3.



Имя пользователя	Пароль
Выберите файл	Файл не выбран
<input checked="" type="checkbox"/> Использовать HTTPS	
Войти	

Рис. 3. Форма аутентификации базы данных

Используя данную форму пользователю необходимо ввести свои аутентификационные данные, представляющие собой пару «логин-пароль», а также загрузить текстовый файл, который является дополнительным аутентификатором, что в целом обеспечивает двухфакторную защиту информационной системы.

При необходимости, пользователь может снять флажок «Использовать HTTPS» для отключения автоматической перенаправления на защищенный протокол.

После ввода имени пользователя и пароля следует нажать на кнопку «Войти». В случае, если аутентификация пройдет успешно, пользователь получит доступ к просмотру базы данных. В противном случае – пользователь получит сообщение об ошибке, показанное на рис. 4.

Рис. 4. Сообщение об ошибке в процессе аутентификации

Интерфейс пользователя представляет собой вывод информации из базы данных в виде табличной архитектуры. На данном этапе работы пользователь может ознакомиться с мерами по защите информации в АСУ ТП, присущих всем классам защищенности. Интерфейс пользователя изображен на рис. 5.

Условное обозначение и номер меры	Меры защиты информации в автоматизированных системах управления	Классы защищенности автоматизированной системы управления		
		3	2	1
I. Идентификация и аутентификация (ИАФ)				
ИАФ.0	Разработка политики идентификации и аутентификации	+	+	+
ИАФ.1	Идентификация и аутентификация пользователей и инициируемых ими процессов	+	+	+
ИАФ.2	Идентификация и аутентификация устройств	+	+	+
ИАФ.3	Управление идентификаторами	+	+	+
ИАФ.4	Управление средствами аутентификации	+	+	+
ИАФ.5	Идентификация и аутентификация внешних пользователей	+	+	+
ИАФ.6	Двусторонняя аутентификация			
ИАФ.7	Защита аутентификационной информации при передаче	+	+	+
II. Управление доступом (УПД)				
УПД.0	Разработка политики управления доступом	+	+	+
УПД.1	Управление учетными записями пользователей	+	+	+
УПД.2	Реализация политик управления доступа	+	+	+

Рис. 5. Представление база данных в интерфейсе пользователя.

Используя панель операций с базой данных, у пользователя появляется возможность просмотра только тех записей базы данных, для которых определен конкретный класс защищенности. Данная функция изображена на рис. 6.

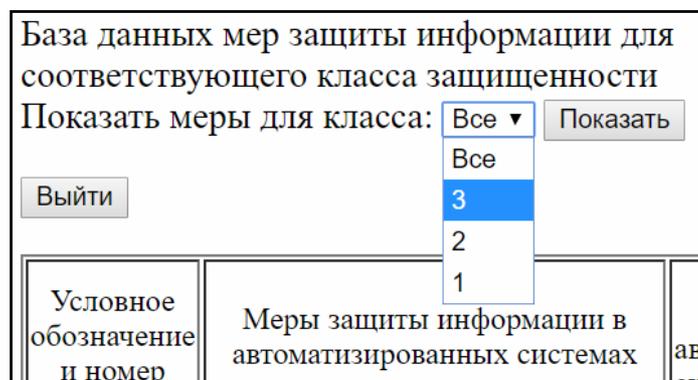


Рис. 6. Выбор данных для сортировки записей

После выбора соответствующего значения в выпадающем списке и нажатия кнопки «Показать» пользователь сможет увидеть необходимые ему записи.

Таким образом, был разработан программный продукт, удовлетворяющий не только потребностям пользователей различной квалификации, но и требованиям по обеспечению защиты информации в автоматизированных системах. Пользователи данного продукта могут своевременно получать доступ к необходимой для них информации, которая в свою очередь защищена от изменения, удаления и несанкционированного доступа.

Список использованных источников

1. **Коротыч, Д. И.** Информационно-методическое обеспечение подготовки бакалавров в области комплексной системы защиты информации / Д. И. Коротыч, И. А. Зауголков, О. В. Исаева // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : сборник материалов III Международной научно-практической конференции. – Тамбов. – 2016. – С. 268 – 272.
2. **Алешин, А. П.** Техническое обеспечение безопасности бизнеса / А. П. Алешин. – М. : Альфа-пресс, 2012. – 160 с.
3. **Баранов, А. О.** База угроз безопасности информации и средств их блокирования / А. О. Баранов, И. А. Зауголков, О. В. Исаева // Информатика: проблемы, методология, технологии : сборник материалов XVIII международной научно-методической конференции. – Воронеж, 2018. – С. 44 – 49.

УДК 004.942

Коновалова К. Н., Фролова Т. А.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 8-910-852-66-83, e-mail: xu.konovalova@gmail.com)

ИННОВАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ АППАРАТА ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

Konovalova K. N., Frolova T. A.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 8-910-852-66-83, e-mail: xu.konovalova@gmail.com)

INNOVATIONS IN THE INFORMATION MODEL OF A VENTILATOR

Аннотация. В данной статье описана разработанная информационная модель изделия медицинской техники – аппарата искусственной вентиляции легких на языке UML для дальнейшего создания системы поддержки принятия решений врача.

Ключевые слова: искусственная вентиляция легких, информационная модель, UML, инновация.

Abstract. This article describes the developed information model of a medical equipment product – an artificial lung ventilation apparatus in the UML language for the further creation of a physician decision-making support system.

Keywords: artificial lung ventilation, information model, UML, innovation.

Искусственная вентиляция легких (ИВЛ) – это способы обмена воздуха между легкими и окружающей средой. ИВЛ требуется тогда, когда собственная вентиляция (спонтанная) прекращается или оказывается недостаточной.

Проблема технического оснащения лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) является весьма актуальной. Основной сложностью при оснащении ЛПУ является корректное составление технического задания на требуемые изделия медицинской техники (ИМТ) и выбор оптимального ИМТ из числа предложенных. Выбор и закупка ИМТ должны рассматриваться индивидуально, так как каждое отделение в каждом ЛПУ выдвигает свои требования к необходимому медицинскому прибору, аппарату или комплексу и имеет свой бюджет на его приобретение. Очевидно, что закупленное в итоге ИМТ должно соответствовать заявленным требованиям и поставленным задачам.

Таким образом, разработка системы поддержки принятия решений (СППР) выбора оптимальной модели ИМТ для ЛПУ является сегодня актуальной задачей. Основой построения СППР выбора оптимальной модели ИМТ для ЛПУ является разработка информационной модели ИМТ.

Согласно ГОСТ 2.053–2006, «Информационная модель (изделия) – совокупность данных и отношений между ними, описывающая различные свойства реального изделия, интересующие разработчика модели и потенциального или реального пользователя».

Информационная модель объекта представлена в виде информации, которая описывает параметры объекта, связи между ними, которые интересуют разработчика и пользователя для конкретной рассматриваемой задачи. Средством фиксации информации любой конкретной информационной модели являются языки, в большей степени, искусственные языки, строящиеся в процессе накопления и передачи знаний.

Язык UML (Unified Modeling Language) создан для информационного моделирования, который 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.

Для создания информационной модели аппарата ИВЛ будем использовать программу StarUML, которая поддерживает язык UML. Среда разработки StarUML превосходно настраивается в соответствии с требованиями пользователя и имеет высокую степень расширяемости, особенно в области своих функциональных возможностей. Было рассмотрено 20 технических заданий на закупку аппаратов ИВЛ, на основании которых была разработана информационная модель ИМТ – аппаратов ИВЛ на языке UML.

В отношении композиции с классом «Область применения» состоят классы «Основные характеристики», «Технические характеристики», «Тревожная сигнализация», «Эксплуатационные характеристики», «Требования к электропитанию и аккумулятору», «Габариты» и пакеты классов «Работа аппарата», «Конструкция аппарата».

Проведен патентный анализ и анализ статей в поисковой системе Scopus по теме исследования, на основании чего представленная на рисунке 1 UML-модель дополнена инновациями.

На представленной модели пометка «Инновация Р» соответствует инновационным параметрам, найденным с помощью патентного поиска, а пометка «Инновация S» – это инновации согласно статьям, найденным по теме исследования в поисковой системе Scopus.

Целью инновации «Вентиляционная поддержка у больных раком и ХОБЛ» является повышение эффективности вентиляционной поддержки у больных раком легкого и хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) за счет снижения бронхоспазма и улучшения капиллярно-альвеолярного газообмена.

Целью инновации «Точное дозирование дыхательного объема» является обеспечение точного дозирования дыхательного объема в широком диапазоне (от 20 до 2000 мл).

Цель инновации «Возможность использования у пациентов с зеркальным расположением органов» заключается в подаче дыхательного газа и/или его смеси с анестетиками в дыхательную систему пациента с нормальным расположением внутренних органов с правым направлением вращения, для пациентов с зеркальным расположением внутренних органов – с левым направлением вращения.

Цель инновации «Избежание утечки газа из дыхательного контура» является автоматическое поддержание постоянного уровня положительного давления конца выдоха (ПДКВ) при ожидании возникновения дыхательной попытки пациента на выдохе.

Целью инновации «Возможность вентиляции при повреждениях трахеи и легких» является обеспечение доступа к дыхательным путям больного при повреждениях трахеи и односторонних повреждениях легких таким образом, чтобы выключить поврежденный участок трахеи из акта дыхания и обеспечить наиболее благоприятные условия для проведения селективной вентиляции легких.

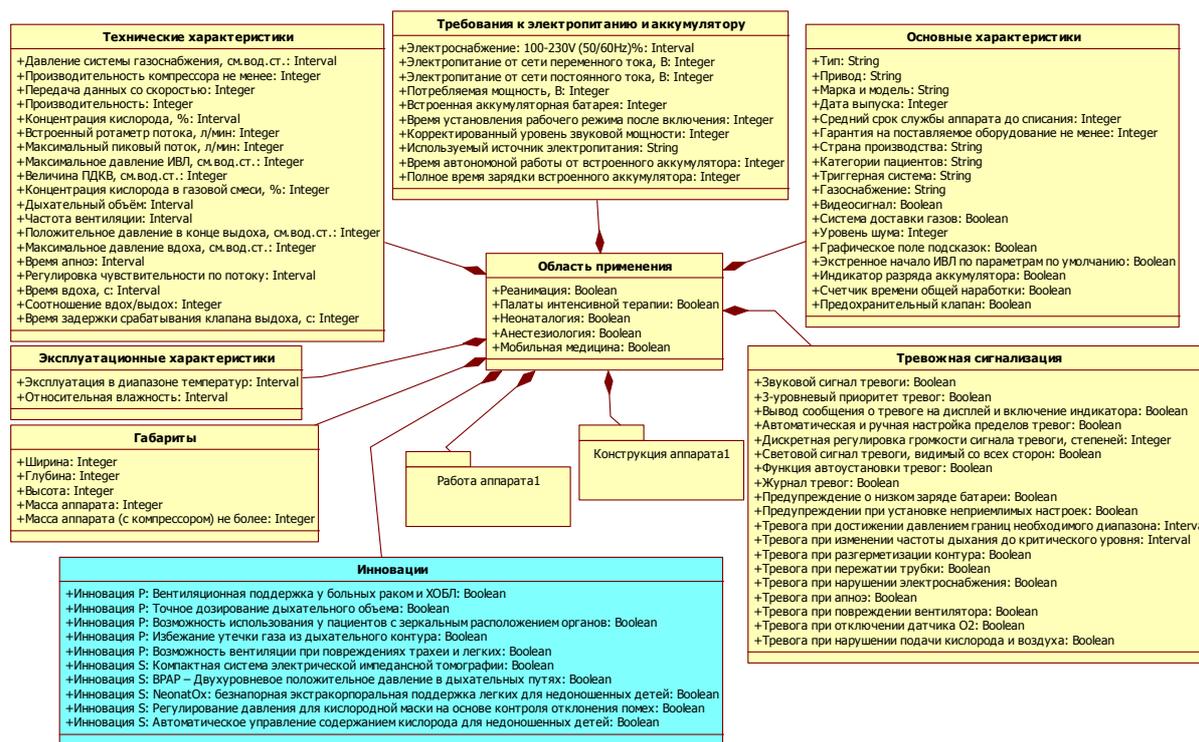


Рис. 1. Информационная модель аппаратов ИВЛ с учетом инноваций

Цель инновации «Компактная система электрической импедансной томографии» заключается в мониторинге вентиляции у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) и у сложных пациентов, перенесших операцию.

Цель инновации «ВРАР – Двухуровневое положительное давление в дыхательных путях» заключается в способности лечить обструктивное апноэ во сне при более низком среднем давлении.

Целью инновации «NeonatOx: безнапорная экстракорпоральная поддержка легких для недоношенных новорожденных» является экстракорпоральная оксигенация недоношенных новорожденных посредством миниатюрного оксигенатора и адаптированных канюль для использования в качестве экстракорпоральной опоры без насоса, которые связаны с циркуляцией через канюляцию сосудов пуповины.

Целью инновации «Регулирование давления для кислородной маски на основе активного контроля отклонения помех» является безопасное и надежное автоматическое регулирование давления для кислородной маски.

Целью инновации «Моделирование и обратная связь с кислорода для недоношенных детей» является автоматическое управление процентным содержанием кислорода в вдыхаемом воздухе посредством контроллера μ -синтеза.

На основании разработанной модели можно сделать вывод о том, что в будущем будут продолжать расширяться функциональные возможности аппаратов ИВЛ. К режимам управляемой, вспомогательной и периодической вентиляции и самостоятельного дыхания с постоянно положительным уровнем давления будут добавлены те новые режимы, показания к применению и реализация которых уже установлены и которые не требуют значительного технического усложнения, а именно, поддержки давления и вентиляции с двумя фазами положительного давления.

Список использованных источников

1. **Фролов, С. В.** Информационное моделирование медицинского изделия для задач оснащения учреждения здравоохранения медицинской техникой [Электронный ресурс, мультимедиа] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 12.03.04 и магистрантов 12.04.04 : в 10 ч. / С. В. Фролов, Т. А. Фролова. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018.
2. **Фролова, М. С.** Оптимальный выбор изделия медицинской техники с использованием информационных систем в здравоохранении / М. С. Фролова, С. В. Фролов // Вестник ТГТУ, 2013. – Т 19, № 3. – С. 553 – 561.
3. **Фролова, М. С.** Информационное моделирование сложных технических объектов на основе объектно-ориентированного подхода / М. С. Фролова, С. В. Фролов, И. А. Толстухин // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : Материалы международной научно-практической конференции, Тамбов. – 2015. – С. 273 – 278.

УДК 004.9

Калистратов М. С., Попов А. В., Пыкин И. С.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

**АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
КОЖУХОТРУБЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА**

Kalistratov M. S., Popov A. V., Py`kin I. S.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

**AUTOMATION OF SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER
MANUFACTURING TECHNOLOGY DEVELOPMENT**

Аннотация. Описывается информационная модель для разработки маршрутов изготовления типовых деталей кожухотрубчатого теплообменника и расчета размеров и массы заготовок.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, искусственный интеллект, информационная модель, технологическое оборудование.

Abstract. The information model for the development of routes for the manufacture of typical shell and tube heat exchanger parts and the calculation of the size and weight of the workpieces is described

Keywords: computer-Aided design, artificial intelligence, information model, technological equipment.

Информационно-логическая модель, предназначенная для разработки технологии изготовления типовых элементов кожухотрубчатых теплообменников представляет собой кортеж:

$$ИЛМ = \langle R, P, S \rangle,$$

где R – реестры типовых деталей, сборок, операций, материалов, проката, оборудования; P – правила выбора операций обработки деталей и сборок; S – содержание типовых операций обработки деталей и сборок.

Реестр деталей, сборок: D1 – обечайка; D2 – днище; ... ; D16 – крышка.

Реестр операций: O1 – отрезная на механической пиле; O2 – отрезка гильотинными ножницами; O3 – вальцевание; ... ; O29 – кислородная резка; O30 – пневмоиспытание;

Реестр материалов: M1 – Ст3сп5; M2 – 12X18H10T; M3 – 09Г2С; ... ; M10 – аргон; M11 – электроды;

Реестр типов проката: П1 – лист; П2 – круг; ... ; П7 – уголок;

Реестр оборудования: C1 – плазменная резка; C2 – токарно – винторезный; C3 – токарно – карусельный; ... ; C16 – пост ручной сварки; C17 – пост автоматической сварки.

Правила для формирования маршрута изготовления обечаек.

Типовой маршрут: заготовительная операция, сборка карт, механическая обработка, сборка царг, сборка обечайки, контроль ТМО = (З, С1, МО, С2, С3, К)

ПРИМЕРЫ ПРАВИЛ:

1) ЕСЛИ $D = D1 \wedge П = П3$, ТО $З = О1 \wedge С1 = 0 \wedge МО = 0 \wedge С2 = 0 \wedge С3 = 0 \wedge К = О13$.

2) ЕСЛИ $D = D1 \wedge П = П1 \wedge ((D > 400 \wedge \pi[D+s]^2 \leq L_{np} \wedge L \leq H_{np}) \vee (D = 400 \wedge L \leq 800))$, ТО $З = О2, О17 \wedge С1 = 0 \wedge МО = О3 \wedge С2 = О18 \wedge С3 = 0 \wedge К = О15, О13$.

3) ЕСЛИ $D = D1 \wedge П = П1 \wedge \pi[D+s]^2 > L_{np} \wedge Ноб > Нпр$, ТО $З = О2, О17 \wedge С1 = О18 \wedge МО = О3 \wedge С2 = О18 \wedge С3 = О18 \wedge К = О15, О13$.

4) ЕСЛИ $D = D1 \wedge П = П1 \wedge \pi[D+s]^2 > L_{np} \wedge Ноб > Нпр$, ТО $З = О2, О17 \wedge С1 = О18 \wedge МО = О3 \wedge С2 = О18 \wedge С3 = 0 \wedge К = О15, О13$.

Процесс сварки можно представить последовательностью: обработка кромок, зачистка по контуру, сборка, дополнительные операции, сварка, дополнительная зачистка, зачистка шва:

ТМС = (ОК, ЗК, СБ, ДО, СВ, ДЗ, ЗШ).

ПРИМЕРЫ ПРАВИЛ:

1) ЕСЛИ $C_i = О18 \wedge Ш = Ш_{с\ раз} \wedge Ш = Ш_{прод}$, ТО $ОК = О6$

2) ЕСЛИ $C_i = О18 \wedge Ш = Ш_{с\ раз} \wedge Ш = Ш_{коль}$, ТО $ОК = О4 \vee ОК = О25$

3) ЕСЛИ $C_i = О18 \wedge Ш = Ш_{без\ раз}$, ТО $ОК = 0$

4) ЕСЛИ $C_i = О18 \wedge (M = M1 \wedge M = M3)$, ТО $ЗК = О19$

Размеры заготовок, не требующих сборки, зависят в основном от заготовительной операции. Так при резке на механической пиле, гильотинных или дисковых ножницах, комбинированных пресс-ножницах припуск на рез не дается; при пламенной резке дается припуск на рез (в зависимости от установки), который включает в себя проплавляемый материал и материал с измененной структурой из-за воздействия больших температур.

Детали, применяемые в аппаратостроении, имеют класс точности 11 и ниже, предприятия ориентированы в основном на единичное или мелкосерийное производство, поэтому припуски на заготовительную операцию и механическую обработку задаются таблично. Чтобы уменьшить или исключить вероятность брака табличные припуски необходимо проверять по технологии изготовления.

Для заготовок, которые не могут быть вырезаны целиком (обечайки, днища, фланцы, компенсаторы и трубные решетки больших диаметров), необходимо учитывать ряд правил.

Формула, для расчета размеров заготовок имеет вид:

$$L_{заг} = L_{дет} + \delta_{м.о.},$$

$$L_{расх} = L_{заг} + \delta_{з.о.},$$

где $L_{заг}$ – размер заготовки (длина, ширина, диаметр); $L_{дет}$ – размер детали (длина, ширина, диаметр); $\delta_{м.о.}$ – прибавка на механическую обработку (для длины и ширины может отличаться); $L_{расх}$ – размер заготовки при расчете нормы расхода материала; $\delta_{з.о.}$ – прибавка на заготовительную операцию.

При использовании размеров заготовки с учетом реза получается норма расхода материала на единицу спецификации.

ПРАВИЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИПУСКОВ:

- 1) ЕСЛИ $Z = O29$, ТО $\delta_{з.о.} = 12$
- 2) ЕСЛИ $Z = O28$, ТО $\delta_{з.о.} = 14$
- 3) ЕСЛИ $Z = O25$, ТО $\delta_{з.о.} = 10$
- 4) ЕСЛИ $Z = O1 \vee Z = O2 \vee Z = O24$, ТО $\delta_z = 0$
- 5) ЕСЛИ $Z = O4$, ТО $\delta_z = 8$
- 6) ЕСЛИ $D = D4$, ТО $\delta_{м.о.Н} = R_6 + D_{отв}/2 + 10 \text{ А } \delta_{м.о.Л} = 10$.
- 7) ЕСЛИ $D = D3 \vee D = D7$, ТО $\delta_{м.о.Н} = \delta_{м.о.Л} = 10$.

Представленная модель используется при разработке виртуального кабинета «Конструирование технологического оборудования» [1–7].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №19-013-00567/2019).

Работа выполнена под руководством проф. каф. КИСМ ТГТУ В. Г. Мокрозуба.

Список использованных источников

1. **Немтинов, В. А.** Информационная модель объекта сложной технической системы / В. А. Немтинов, В. Г. Мокрозуб, Ю. В. Немтинова, Е. С. Егоров // Радиотехника. – 2010. – № 12. – С. 41 – 43.
2. **Мокрозуб, В. Г.** Системный анализ процессов принятия решений при разработке технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, Е. Н. Малыгин, С. В. Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 364 – 373.
3. **Мокрозуб, В. Г.** Структура реляционной базы данных для хранения групповых спецификаций изделий с взаимозаменяемыми элементами / В. Г. Мокрозуб // Автоматизация. Современные технологии. – 2015. – № 3. – С. 30 – 35.
4. **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.
5. **Мокрозуб, В. Г.** Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования : учебное пособие / В. Г. Мокрозуб. – Тамбов : Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.
6. **Мокрозуб, В. Г.** Функциональная и процедурная модели проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб // Программные системы и вычислительные методы. – 2014. – № 4. – С. 418 – 430. DOI: 10.7256/2305-6061.2014.4.13971
7. **Мокрозуб, В. Г.** 77-30569/227902 Виртуальный кабинет. Конструирование технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, А. А. Борисьяк, Е. С. Егоров [Электронный ресурс] // Наука и образование: электрон. науч.-техн. изд. – 2011. – № 10. – Режим доступа : <http://technomag.edu.ru/doc/227902.html>. – Загл. с экрана.

УДК 004.9

Пыкин И. С., Попов А. В., Калистратов М. С.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА ОПОР КОЛОННЫХ АППАРАТОВ

Py`kin I. S., Popov A. V., Kalistratov M. S.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

INFORMATION MODEL FOR DETERMINING THE TYPE OF COLUMN APPARATUS SUPPORTS

Аннотация. Описываются основные признаки опор колонных аппаратов и правила их определения.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, искусственный интеллект, информационная модель, колонные аппараты, опоры.

Abstract. The main features of column apparatus supports and the rules of their determination are described.

Keywords: computer-aided design, artificial intelligence, information model, column devices, supports.

Основой интеллектуальных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования (ТО) являются информационные модели, позволяющие находить параметры элементов ТО.

Информационную модель ТО можно представить кортежем ИМ=<Элементы, Признаки, Правила>.

Ниже представлены основные признаки опор колонных аппаратов и правила их определения

Признаки цилиндрических опор:

$e_{13.p1}$ – тип опор;

$e_{13.p2}$ – материал опор;

$e_{13.p3}$ – способ крепления к аппарату;

$e_{13.p4}$ – способ крепления к фундаменту;

$e_{13.p5}$ – диаметр опоры;

$e_{13.p6}$ – высота опоры;

$e_{13.p7}$ – толщина опорной обечайки;

$e_{13.p8}$ – минимальная приведенная нагрузка;

$e_{13.p9}$ – высота переходной обечайки;

$e_{13.p10}$ – расчетная высота переходной обечайки;

$e_{13.p11}$ – толщина переходной обечайки;

$e_{13.p12}$ – материал опоры;

$e_{13.p13}$ – тип отверстия в опоре.

Примеры правил определения размеров опор колонных аппаратов.

Правило 1.

$e_{13.p5} \geq 600$ мм – высота цилиндрических опор h должна быть не менее 600 мм; высота выбирается конструктивно по условиям эксплуатации аппарата.

Правило 2.

Если $(0,32 \text{ МН} \leq e_{13.p8} \leq 1,32 \text{ МН} \wedge 2000 \text{ мм} \leq e_{13.p5} \leq 4000 \text{ мм})$,

то $e_{13.p1}$ = опора цилиндрическая с местными косынками по ОСТ 26-467-72.

Правило 3.

Если $(0,125 \text{ МН} \leq e_{13.p8} \leq 10 \text{ МН} \wedge 600 \text{ мм} \leq e_{13.p5} \leq 6300 \text{ мм})$,

то $e_{13.p1}$ = опора цилиндрическая с местными стойками под болты по ОСТ 26-467-72.

Правило 4.

Если $(0,125 \text{ МН} \leq e_{13.p8} \leq 10 \text{ МН} \wedge 400 \text{ мм} \leq e_{13.p5} \leq 4500 \text{ мм})$,

то $e_{13.p1}$ = опора цилиндрическая с кольцевым опорным поясом по ОСТ 26-467-72.

Правило 5.

Если $(0,125 \text{ МН} \leq e_{13.p8} \leq 16 \text{ МН} \wedge 400 \text{ мм} \leq e_{13.p5} \leq 3600 \text{ мм})$,

то $e_{13.p1}$ = опора коническая с кольцевым опорным поясом по ОСТ 26-467-72.

Представленная модель используется при разработке виртуального кабинета «Конструирование технологического оборудования» [1 – 8].

Работа выполнена под руководством проф. каф. КИСМ ТГТУ В. Г. Мокрозуба.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-07-00660/2019).

Список использованных источников

1. **Немтинов, В. А.** Информационная модель объекта сложной технической системы / В. А. Немтинов, В. Г. Мокрозуб, Ю. В. Немтинова, Е. С. Егоров // Радиотехника. – 2010. – № 12. – С. 41 – 43.

2. **Мокрозуб, В. Г.** Системный анализ процессов принятия решений при разработке технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, Е. Н. Малыгин, С. В. Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 364 – 373.

3. **Мокрозуб, В. Г.** Функциональная и процедурная модели проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб // Программные системы и вычислительные методы. – 2014. – № 4. – С. 418 – 430.

4. **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.

5. **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.

6. **Мокрозуб, В. Г.** Методологические основы построения автоматизированной информационной системы проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, М. П. Мариновская, В. Е. Красильников // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – Т. 27, № 1-2. – С. 259 – 262.

7. **Егоров, С. Я.** Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов. Ч. 1. Аналитические и процедурные модели / С. Я. Егоров, В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов, И. В. Милованов // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2009. – № 4. – С. 3 – 11.

8. **Мокрозуб, В. Г.** Автоматизированная информационная система подготовки производства машиностроительного предприятия / В. Г. Мокрозуб, А. Н. Поляков, А. И. Сердюк, К. В. Марусич, М. В. Овечкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2012. – Т. 18, № 3. – С. 598 – 603.

УДК 004.9

Лагутин Д. А., Попов А. В., Пыкин И. С.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

ОНТОЛОГИЯ ВЫБОРА ТИПОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ВОДООЧИСТКИ

Lagutin D. A., Popov A. V., Py`kin I. S

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

ONTOLOGY OF SELECTION OF TYPICAL ELEMENTS OF WATER TREATMENT SYSTEM

Аннотация. Описана структура онтологии, предназначенной для выбора типовых элементов при разработке проектной и конструкторской документации системы водоочистки, которая позволяет создавать интеллектуальные системы их автоматизированного проектирования.

Ключевые слова: искусственный интеллект автоматизированное проектирование, водоочистка.

Abstract. The structure of the ontology intended for the choice of typical elements in the development of design and design documentation of water treatment system, which allows you to create intelligent systems of their computer-aided design, is described.

Keywords: artificial intelligence computer-aided design, water treatment.

Системы водоочистки широко применяются в химической, металлургической и других отраслях промышленности. Элементы системы водоочистки в основном типовые или стандартные. Формально онтология, предназначенная для выбора типовых элементов систем водоочистки, определяется как $OP = \langle P, T, G \rangle$, где P – таксономия (дерево) видов элементов систем водоочистки (тип оборудования, рабочий материал), T – таксономия (дерево) видов загрязнения (повышенное содержание Fe), G – правила, связывающие вершины дерева видов элементов систем водоочистки с вершинами дерева видов загрязнения [1, 2].

Таксономия видов систем водоочистки, $P = (PV, PR)$, $PV = \{pv_i, i = 0..I\}$ – множество типов аппаратов и рабочих материалов, $PR = \{pr_{km}, k \in 1..I, m \in 1..I, k \neq m\}$ – связи типа класс–подкласс, например, фильтр магистральный–кварцевый песок, рис. 1.

Таксономия свойств очищаемой воды $T = (TV, TR)$, $TV = \{tv_j, j = 0..J\}$ – множество видов загрязнений, $TR = \{tr_{km}, k \in 1..J, m \in 1..J, k \neq m\}$ – связи типа класс–подкласс, 150-170 °С, пример таксономии свойств в виде графа представлен на рис. 2.

Аппараты водоочистки, PV

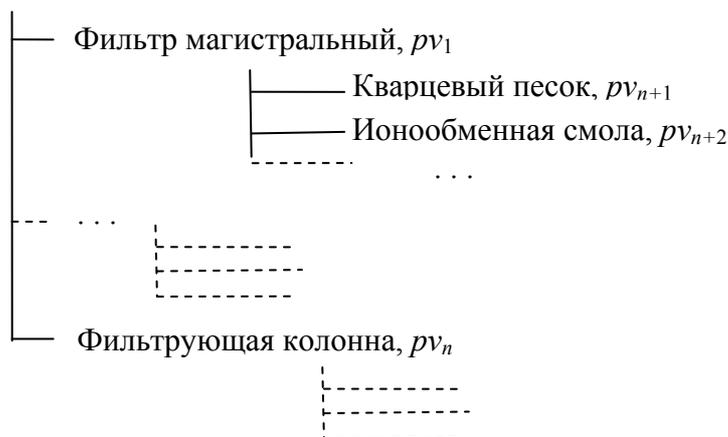


Рис. 1. Таксономия элементов систем водоочистки

Виды загрязнений, TV

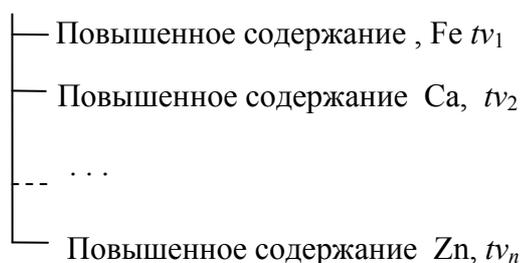


Рис. 2. Таксономия видов загрязнений

Гиперграф $G = (GPT, GR)$ связей вершин $PV = \{pv_i, i = 0..I\}$ дерева аппаратов с вершинами $TV = \{tv_j, j = 0..J\}$ дерева видов загрязнений, $GPT \subset RV \cup RT$ – множество вершин гиперграфа, $GR = \{gr_k, k = 1..K\}$ – множество ребер гиперграфа, $gr_k(Y_k)$ – k -е ребро гиперграфа, Y_k – множество вершин инцидентных k -му ребру гиперграфа, $Y_k \subset GRT, Y_k = \{pv_l, TV1\}, pv_l \in PV$ – вершина дерева аппаратов, $TV1 \subset TV$ – множество вершин из дерева видов загрязнений, $TV1 = \{tv_c, c \subset J\}$.

Ребро гиперграфа представляет собой правило (продукцию), вида «Если ..., то», которая формально запишется как $\exists \bigcap_{c \in J1 \subset J} tv_c \Rightarrow pv_l$ [3 – 5]. Графическая интерпретация правила (гиперребра) ««Если повышенное содержание Fe, то фильтр магистральный, фильтрующий материал – ионообменная смола.» представлена на рис. 3.

Представленное формальное описание является основой для разработки программного обеспечения создаваемой с участием авторов интеллектуальной автоматизированной системы проектирования химических производств [3 – 6].

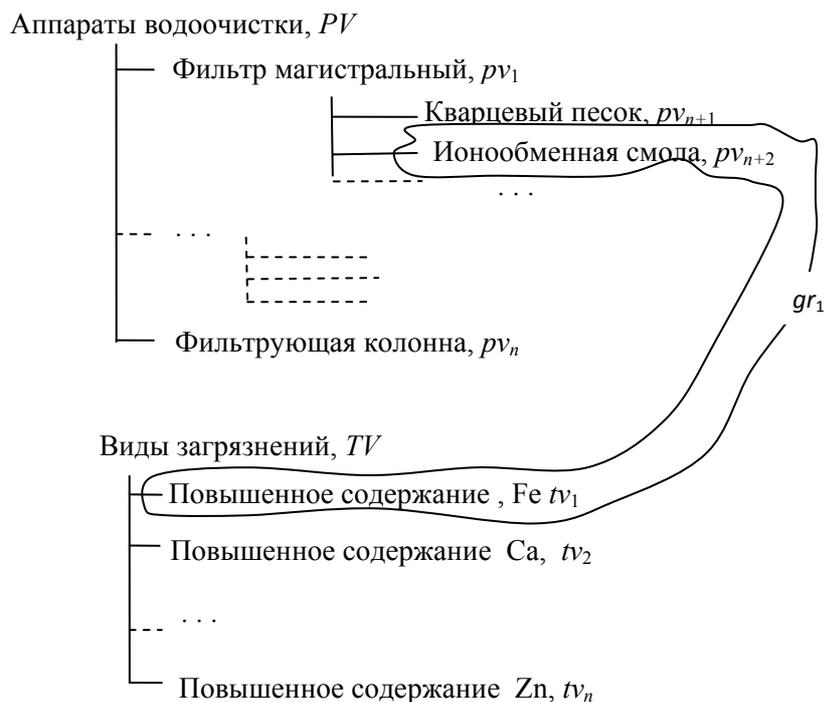


Рис. 3. Графическая интерпретация правила вида «Если ... то ...»

Работа выполнена под руководством проф. каф. КИСМ ТГТУ В. Г. Мокрозуба.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-013-00567/2019).

Список использованных источников

1. Мокрозуб, В. Г. Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования : учебное пособие / В. Г. Мокрозуб. – Тамбов : Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.
2. Мокрозуб, В. Г. Методологические основы построения автоматизированной информационной системы проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, М. П. Мариковская, В. Е. Красильников // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – Т. 27, № 1.2. – С. 259 – 262.
3. Немтинов, В. А. 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. Мокрозуб, В. Г. Системный анализ процессов принятия решений при разработке технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, Е. Н. Малыгин, С. В. Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 364 – 373.
5. Мокрозуб, В. Г. Структура реляционной базы данных для хранения групповых спецификаций изделий с взаимозаменяемыми элементами / В. Г. Мокрозуб // Автоматизация. Современные технологии. – 2015. – № 3. – С. 30 – 35.
6. 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.

УДК 004.78

Андреев В. В.,¹ Гриднев В. А.²

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

¹ (Тел. 89051234722, e-mail: andreev9775@yandex.ru),

² (Тел. (4752) 631358, e-mail: vikadres@yandex.ru)

**РАЗРАБОТКА КРИПТОГРАФИЧЕСКОГО ПРОТОКОЛА ОТСЛЕЖИВАНИЯ
НЕДОБРОСОВЕСТНЫХ ПОДПИСЧИКОВ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ОБРАТНОГО КАНАЛА СВЯЗИ**

Andreev V. V.,¹ Gridnev V. A.²

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

¹ (Tel. 89051234722, e-mail: andreev9775@yandex.ru),

² (Tel. (4752) 631358, e-mail: vikadres@yandex.ru)

**DEVELOPMENT OF A CRYPTOGRAPHIC PROTOCOL FOR
TRACKING UNSCRUPULOUS SUBSCRIBERS WITHOUT USING
THE REVERSE LINK CHANNEL**

Аннотация. В работе предложено прикладное программное обеспечение, реализующее оригинальный способ отслеживания недобросовестных подписчиков платных сетевых сервисов на основе криптографического протокола отслеживания «предателей», не требующий наличия канала обратной связи.

Ключевые слова: криптографический протокол, недобросовестные подписчики, без обратного канала связи, разделение секрета.

Abstract. The paper proposes an application software that implements the original method of tracking unscrupulous subscribers of paid network services on the basis of cryptographic protocol for tracking traitors, which does not require the presence of a feedback channel.

Keywords: cryptographic protocol, unscrupulous subscribers, without a feedback channel, separation of secrets.

В современном мире распространена проблема недобросовестных подписчиков платных услуг, предоставляемых различными провайдерами цифровой дистрибуции [1].

В настоящее время хорошо известны криптографические протоколы «отслеживания предателей», описанные в научной и научно-популярной литературе [1 – 3]. Но все они требуют наличия канала обратной связи, что не всегда возможно обеспечить (например, в платном цифровом телевидении).

С развитием цифровой дистрибуции остро стоит вопрос соблюдения исключительных авторских прав, привлечения лиц, ответственных за их нарушение, к ответственности по закону и блокировки им доступа к содержимому. Это явление получило название «пиратства», и для противодействия ему используется ряд различных средств.

Например, если некие данные должны быть доступны для одного круга лиц и недоступны для всех остальных, то они могут быть защищены шифрованием. Круг лиц, который имеет право на доступ к этой информации, центр распространения обеспечивает криптографическими ключами, которыми возможно расшифровать защищаемые данные. Таким образом, лица, не имеющие ключей, получают лишь непригодную для использования зашифрованную копию продукта. Однако главный минус такого подхода заключается в том, что нет никакой гарантии, что пользователь не передаст расшифрованную копию злоумышленнику или не предоставит к ней общий доступ.

Один из способов решения этой проблемы – распространение данных, расшифровка и передача которых для конечного пользователя в расшифрованном виде будет слишком дорога и нецелесообразна. Примером могут служить такие направления цифровой дистрибуции, как платное телевидение, онлайн-базы данных и распространение цифровых данных, в которых разными ключами зашифрованы разные части исходной копии. Во всех перечисленных случаях передача расшифрованной копии обходится в разы дороже распространения этих же копий по каналам массового распространения, отлаженным центром распространения. В случае онлайн-баз данных информация меняется быстро, и злоумышленник получит от легального пользователя после расшифровки и передачи неактуальную копию.

Нетрудно заметить, что в этих случаях расшифровывать и передавать информацию невыгодно. Авторизованному пользователю для передачи информации злоумышленнику проще выложить свой ключ в общий доступ, чтобы любой желающий мог расшифровывать зашифрованные копии в режиме реального времени наравне с пользователями, получившими доступ легально. Для отслеживания таких лиц, называемых недобросовестными подписчиками, предлагается использовать их отслеживание.

Суть метода заключается в следующем: центр дистрибуции генерирует секретный ключ шифрования, на основе которого генерируются некоторое множество теней. Каждому легальному пользователю выдается эксклюзивный набор теней из полученного множества. По этому эксклюзивному набору теней декодер легального пользователя восстанавливает ключ расшифрования.

В случае такого распространения информации у злоумышленника есть два способа получения исходного сообщения: расшифровка иницирующего блока путем перебора наборов ключей и использование услуг недобросовестных пользователей, которые при помощи выданных им наборов ключей используют их для создания пиратского декодера. Первый вариант в связи с развитием криптографических методов шифрования является нецелесообразным в связи с тем, что объем затраченных ресурсов на расшифровку одной части сообщения будет чересчур велик, поэтому будем считать, что злоумышленники придерживаются второго варианта.

Когда центр дистрибуции обнаруживает в открытом доступе некоторое подмножество теней, выданных легальным пользователям для расшифровки сообщений, то он получает возможность идентификации всех легальных пользователей, которым принадлежат эти наборы ключей. После чего, эти недобросовестные пользователи отклю-

чаются от системы распространения информации, а центр дистрибуции получает неопровержимые доказательства недобросовестных действий конкретных подписчиков.

Всего в криптографической литературе выделяют две основных схемы разделения секрета – схема Шамира и схема Блэкли [1 – 2]. Рассмотрим их подробнее с точки зрения реализации для решаемой задачи.

Схема разделения секрета Шамира широко используется в криптографии. Схема Шамира позволяет реализовать (k, n) – пороговое разделение секретного сообщения (секрета) между n сторонами так, чтобы только любые k и более сторон ($k \leq n$) могли восстановить секрет. Основная идея данной схемы состоит в том, что интерполяция невозможна, если известно меньшее число точек.

Для интерполяции многочлена степени $k-1$ требуется k точек. К примеру, для задания прямой достаточно двух точек, для задания параболы – трех точек, и так далее.

Если мы хотим разделить секрет между k людьми таким образом, чтобы восстановить его могли только k человек ($k \leq n$), мы «прячем» его в формулу многочлена степени $k-1$. Восстановить этот многочлен и исходный секрет можно только по k точкам. Количество же различных точек многочлена не ограничено (на практике оно ограничивается размером числового поля, в котором ведутся расчеты).

Две непараллельные прямые на плоскости пересекаются в одной точке. Три «непараллельные» плоскости в пространстве пересекаются тоже в одной точке. Вообще n -мерных гиперплоскостей всегда пересекаются в одной точке. Одна из координат этой точки будет секретом. Если закодировать секрет как несколько координат точки, то уже по одной доле секрета (одной гиперплоскости) можно будет получить какую-то информацию о секрете, то есть о взаимозависимости координат точки пересечения.

С помощью схемы Блэкли можно создать (t, n) -схему разделения секрета для любых t и n : для этого надо положить размерность пространства равную t , и каждому из n игроков дать одну гиперплоскость, проходящую через секретную точку. Тогда любые t из n гиперплоскостей будут однозначно пересекаться в секретной точке. Схема Блэкли менее эффективна чем схема Шамира: в схеме Шамира каждая доля такого же размера, как и секрет, а в схеме Блэкли каждая доля в t раз больше. Существуют улучшения схемы Блэкли, позволяющие повысить ее эффективность.

Схемы отслеживания недобросовестных пользователей направлены на отслеживание тех пользователей, которые выложили свои ключи в открытый доступ.

Среди всех схем для реализации была выбрана схема разделения секрета Шамира в связи с меньшим объемом памяти, выделяющимся для таблицы ключей, более высокой производительностью и наглядностью.

Интерполяция – способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений. На практике чаще всего применяют интерполяцию многочленами. Это связано, прежде всего, с тем, что многочлены легко вычислять, легко аналитически находить их производные и множество многочленов плотно в пространстве непрерывных функций по теореме Вейерштрасса.

Интерполяционный многочлен Лагранжа – многочлен минимальной степени, принимающий данные значения в данном наборе точек. Для $n + 1$ пар чисел $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots,$

(x_n, y_n) , где все x_j различны, существует единственный многочлен $L(x)$ степени не более n , для которого $L(x_j) = y_j$. В простейшем случае, при $n = 1$ – это линейный многочлен, график которого представляет собой прямую, проходящую через две заданные точки.

Лагранж предложил способ вычисления таких многочленов:

$$L(x) = \sum_{i=1}^n y_i l_i(x),$$

где базисные полиномы $l_i(x)$ определяются по формуле:

$$l_i(x) = \sum_{j=0, j \neq i}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j}.$$

Базисные полиномы $l_i(x)$ обладают следующими свойствами:

- являются многочленами степени n ;
- $l_i(x_i) = 1$;
- $l_i(x_j) = 0$ при $j \neq i$.

Отсюда следует, что $L(x)$, как линейная комбинация $l_i(x)$, может иметь степень не больше n , и $L(x_i) = y_i$.

Пусть нужно разделить секрет M между n сторонами таким образом, чтобы любые k участников могли бы восстановить секрет (то есть нужно реализовать (k, n) -пороговую схему). Выберем некоторое простое число p такое, что $p > M$. Построим многочлен степени $k - 1$ (случайно выберем все коэффициенты многочлена, кроме M).

В общем виде формула многочлена для разделения секрета M выглядит следующим образом:

$$S(x) = (a_{k-1}x^{k-1} + a_{k-2}x^{k-2} + \dots + ax + M) \bmod p. \quad (1)$$

Далее вычисляются «тени», то есть значения многочлена (1) для n различных точек.

$$c_i = S(i) = (a_{k-1}i^{k-1} + a_{k-2}i^{k-2} + \dots + ai + M) \bmod p. \quad (2)$$

Для восстановления секрета M применяется следующая формула:

$$M = (\sum_i^k (\prod_{j \neq i}^{k-1} \frac{x_i}{x_i - x_j} \bmod p c_i)) \bmod p. \quad (3)$$

В качестве примера рассмотрим полином второй степени:

$$S(x) = (132x^2 + 872x + 91) \bmod 157.$$

Коэффициенты 132 и 872 выбраны случайным образом. Секретом в данном полиноме является число 91, модулем криптосистемы – число 157, которое удовлетворяет условиям:

- число 157 является простым;
- $157 > 91$.

Из такого полинома необходимо вычислить 3 тени, по которым в дальнейшем можно будет вычислить исходный секрет. Для этого нужно выбрать значения аргумента, для которых будет вычислено значение функции.

$$S(693) = (132 * 693^2 + 872 * 693 + 91) \bmod 157 = 88;$$

$$S(699) = (132 * 699^2 + 872 * 699 + 91) \bmod 157 = 85;$$

$$S(735) = (132 * 735^2 + 872 * 735 + 91) \bmod 157 = 87.$$

Полученные тени: (693; 88), (699; 85), (735; 87).

Восстановление секрета производится по формуле (3).

$$M = \left(\left(\left(\frac{693}{693-699} * \frac{693}{693-735} \right) \bmod 157 \right) \cdot 88 + \left(\left(\frac{699}{699-693} * \frac{699}{699-735} \right) \bmod 157 \right) \cdot 85 + \left(\left(\frac{735}{735-693} * \frac{735}{735-699} \right) \bmod 157 \right) \cdot 87 \right) \bmod 157 = (21,75 \cdot 88 + 92,96 \cdot 85 + 43,3 \cdot 87) \bmod 157 = 91.$$

В результате полученное значение секрета после восстановления совпало с исходным секретом.

Представим, что некоторые недобросовестные легитимные пользователи выложили свои наборы теней в открытый доступ. Отслеженные, каким-либо образом, центром дистрибуции наборы «теней» в открытом доступе можно однозначно сопоставить с пользователями, которым эти наборы теней были предоставлены по подписке. Так центр дистрибуции получает доказательства недобросовестных действий конкретных легитимных пользователей, либо их неосторожных действий, приведших к компрометации ключа расшифрования.

Данная схема может найти свое применение в аппаратных криптографических модулях, устанавливаемых у конечных пользователей. Схема разделения Шамира была взята за основу данной работы для реализации криптографического протокола отслеживания недобросовестных пользователей в связи с высокой производительностью, наглядностью и простотой реализации.

Программы *SecretRestorator.jar* и *ShadowGeneration.jar* написана на языке *Java*. Программа состоит из двух независимых друг от друга модулей: генерация исходных данных для имитации работы центра дистрибуции и модуля восстановления ключа по теням, имитирующее приемное устройство пользователя.

Вид окна интерфейса программы представлен на рис. 1.

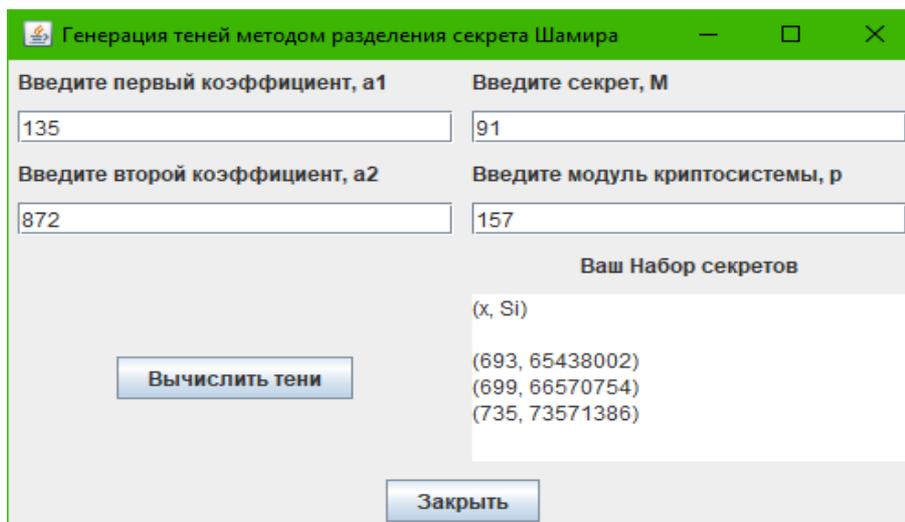


Рис. 1. Вид окна интерфейса программы генерации теней (*SecretRestorator.jar*)

После запуска программа ожидает дальнейших действий пользователя. Сначала пользователь задает параметры для дальнейшего расчета теней. Секретный ключ вводится в программу в десятичной системе счисления. На основе этих данных затем рассчитываются три тени. Ключи в данной реализации протокола имеют длину 64 бита. После этого программа генерирует множество теней в требуемом количестве. Вид окна интерфейса программы восстановления секрета представлен на рис. 2.

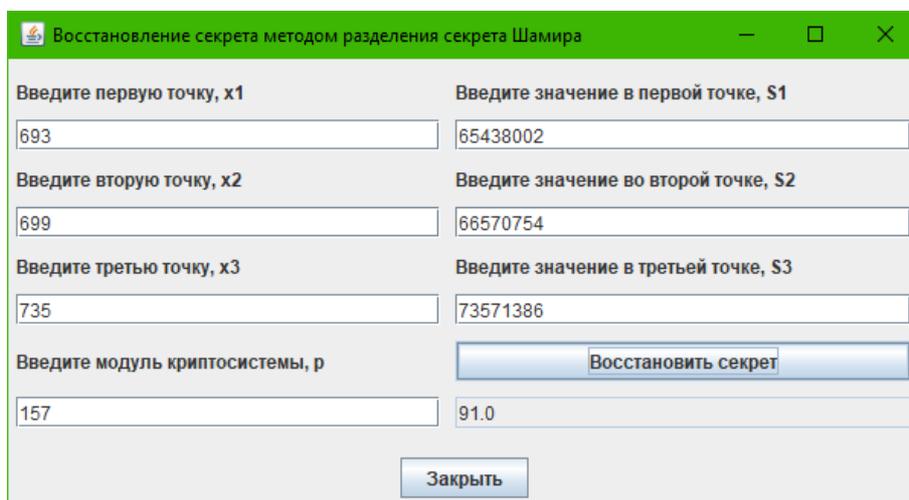


Рис. 2. Вид окна интерфейса программы восстановления секрета (ShadowGeneration.jar)

Применение разработанного прикладного программного обеспечения не оставляет злоумышленникам шансов нарушать права провайдеров, избегая наказания.

Список использованных источников

1. **Шнайер, Б.** Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си [Текст] / Б. Шнайер. – М. : ТРИУМФ, 2012. – 816 с.
2. **Алферов, А. П.** Основы криптографии : учебное пособие [Текст] / А. П. Алферов, А. Ю. Зубов, А. С. Кузьмин, А. В. Черемушкин. – М. : Гелиос АРВ, 2002. – 480 с.
3. **Xingwen Zhao, Fangguo Zhang.** Traitor Tracing against Public Collaboration [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://eprint.iacr.org/2011/084.pdf> (дата обращения: 21.04.2018).

УДК 658.52.011.56.012.3.001.57

Лядова Н. А.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Lyadova N. A.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov

ANALYSIS OF THE MECHANISM FOR FORECASTING SALES OF PRODUCTS OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

Аннотация. В работе приводится анализ существующего состояния вопроса прогнозирования спроса и продаж на предприятиях машиностроения, выявление общих тенденций развития этой сферы. Определяются направления совершенствования действующей на предприятиях технологии исследования и прогнозирования спроса и продаж готовой продукции.

Ключевые слова: машиностроительная отрасль, прогнозирование спроса и продаж, методы изучения рынка.

Abstract. The work is an analysis of the current state of the problem of forecasting of demand and sales in the mechanical engineering enterprises, identify common trends in the development of this sphere. Determines the direction of the improvement of the company's technology research and forecasting of demand and sales of finished products.

Keywords: engineering industry, demand forecasting and sales, market research.

В современных условиях повышается значение экономических исследований на микроуровне. Глубокие знания рыночных механизмов, принципов и методов изучения рынка и экономической конъюнктуры, определенной совокупности мер результативного воздействия на конкурентные позиции предприятий в экономике свободной рыночной системы дает маркетинг как рыночная концепция управления [1, 2].

Эффективная деятельность предприятий в условиях рыночной экономики в значительной степени зависит от того, насколько достоверно они предвидят дальнюю и ближнюю перспективу своего развития, то есть от прогнозирования. В течение ряда лет в нашей стране разрабатывался долгосрочный прогноз научно-технического прогресса и его социально-экономических последствий. На его фоне формировался прогноз развития отдельных отраслей всего народного хозяйства. Вместе с тем практически не уделялось внимания прогнозированию на уровне предприятия. Поэтому особенно необходимо изучение мирового опыта разработки и использования прогнозов экономической деятельности и применение его с учетом специфики отечественного развития.

В маркетинговой системе, ориентированной на рынок, анализ хозяйственной деятельности начинается не с исследования производства или финансовых результатов,

как в системе командно-административного типа, а с изучения сбыта продукции. Причина такой замены исходной точки отсчета очевидна – в маркетинговой системе все начинается с рынка и заканчивается рынком: товар находит либо не находит сбыта в зависимости от того, есть ли на него спрос. Итогом этого будет прибыльность или убыточность предприятия. Каждый товар должен производиться только тогда, когда он нужен потребителю и может быть им приобретен. Это и обуславливает значение анализа и прогнозирования платежеспособного спроса на продукцию предприятий в современных условиях, которое особенно возрастает для отечественных предприятий при острой конкуренции с продукцией иностранных компаний. Определение текущего и будущего спроса должно осуществляться на всех этапах управления: постановки цели, планирования будущих результатов, организации деятельности, контроля – анализа прохождения и достижения поставленных целей, передачи уточненной в результате отобранного решения информации для продолжения деятельности предприятия.

Таким образом, особую актуальность в маркетинговой деятельности на предприятии приобретает исследование и прогнозирование будущего спроса и продаж продукции, формирующих научно-аналитическую базу для процесса планирования в условиях рыночной экономики. В этой связи, для совершенствования управления производством и сбытом машиностроительной продукции важнейшее значение имеют проблемы повышения уровня прогнозных исследований и плановых решений.

Целями исследования и прогнозирования спроса и продаж являются выявление перспектив развития предприятия, конкуренции, экономических условий и других факторов, влияющих на реализацию продукции. На базе этих прогнозов осуществляется планирование производственной и финансовой деятельности, принимаются решения о масштабах и адресности инвестиций, определяется потребность в производственных мощностях, а, следовательно, и в новых источниках снабжения предприятия, конструкторских разработках и т.д.

Спрос на некоторые товары легко поддается прогнозированию. Это относится в основном к товарам с устойчивым либо растущим сбытом в условиях стабильной конкуренции. Но большая часть рынков в отечественных реалиях отличается нестабильным совокупным спросом или спросом на товары определенного предприятия, поэтому качественно составленный прогноз может оказаться ключевым фактором, определяющим успех предприятия. Некачественное же прогнозирование может привести к скоплению больших товарных запасов, падению цены на товары или, наоборот, к невозможности сбыта из-за быстрой распродажи товаров и истощения запасов. Чем больше нестабильность спроса, тем большую потребность в точном прогнозировании и выработке методик построения прогнозов испытывает предприятие. Словом, прогнозирование спроса и продаж следует рассматривать как важнейшее средство совершенствования системы управления машиностроительным предприятием, оптимизации его деятельности, повышения жизнестойкости и конкурентоспособности, что предопределяет проявление большого интереса к данной проблеме на российских предприятиях.

Обращает на себя внимание, что в последнее время вопросы прогнозирования спроса и продаж находят свое отражение в отечественных хозяйственно-правовых

нормативных актах. Проблема анализа и прогнозирования спроса и продаж продукции машиностроительного производства является актуальной и требует новых современных методов, подходов, методик и рекомендаций с целью реализации механизма управления сбытом машиностроительного производства в условиях рыночных отношений.

Основной целью работы является исследование проблемы анализа и прогнозирования сбыта и разработка методических и практических рекомендаций по совершенствованию организационно-экономического механизма прогнозирования продаж продукции предприятия машиностроительной отрасли.

Список использованных источников

1. **Фролова, Т. А.** Методы оценки конкурентоспособности металлорежущих станков / Т. А. Фролова, И. И. Данилкина, А. И. Арестов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн [Электронный ресурс] : материалы III Международной научно-практической конференции : в 3 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2, Т. I. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – С. 129 – 134.

2. **Фролова, Т. А.** Совершенствование механизма прогнозирования продаж продукции машиностроительного предприятия / Т. А. Фролова, И. И. Данилкина // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн [Электронный ресурс] : материалы II Международной научно-практической конференции : в 3 т. / под общ. ред. В. А. Немтинова ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – Вып. 2, Т. I. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2015. – С. 231 – 236.

УДК 004.9

Санников С. А., Ковалев Д. С., Калистратов М. С.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

**ОНТОЛОГИЯ ВЫБОРА КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ
ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВАНИИ
ПРИМЕНЯЕМОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ**

Sannikov S. A., Kovalev D. S., Kalistratov M. S.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

**ONTOLOGY OF SELECTION OF CONSTRUCTIVE SOLUTIONS ELECTRICAL
EQUIPMENT BASED ON THE APPLICABLE TECHNOLOGICAL
CARD PROCESSING PARTS**

Аннотация. Рассматривается структура онтологии, предназначенной для определения конструктивного оформления, наличия тех или иных устройств, в зависимости технологической карты обработки деталей и сборочных единиц. Представленная структура онтологии позволяет создавать программное и информационное обеспечение систем автоматизированного проектирования технологических процессов химических, гальванических и анодизационных покрытий деталей и сборочных единиц. Составляющими онтологии являются таксономия технологических позиций, таксономия свойств технологических растворов, таксономия технологических карт и правила, связывающие вершины вышеуказанных.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, онтология, ванны, технологическое оборудование, химические, гальванические, анодизационные покрытия.

Abstract. The structure of an ontology is considered, designed to determine the design, the availability of certain devices, depending on the technological map for processing parts and assembly units. The presented ontology structure allows you to create software and information systems for computer-aided design of technological processes of chemical, galvanic and anodization coatings of parts and assembly units. The components of the ontology are the taxonomy of technological positions, the taxonomy of the properties of technological solutions, the taxonomy of technological maps and the rules linking the vertices of the above.

Keywords: computer-aided design, ontology, bathtubs, technological equipment, chemical, galvanic, anodization coatings.

Задача определения типа линии в гальваническом производстве тесно связана с технологическим процессом. Выбор типа линии, ее исполнение, аппаратурное оформление, – процесс достаточно трудоемкий, поэтому в настоящее время автоматизация процесса составления технологической линии и подбора аппаратурного оформления является актуальной.

Одним из способов автоматизации поддержки принятия решений при определении типа линии гальванических производств в зависимости от технологических карт обработки деталей и сборочных единиц является использование онтологии предметной области [1, 4].

Формально онтология определяется как $O = \langle X, R, F \rangle$, где X – конечное множество понятий предметной области, R – конечное множество отношений между понятиями, F – конечное множество функций интерпретации.

Данное описание является слишком общим и не может быть использовано для создания программного обеспечения онтологии.

Ниже рассматривается структура онтологии, предназначенной для определения типа линии гальванического производства в зависимости от свойств технологической карты обработки деталей и сборочных единиц, которую можно использовать для создания программного и информационного обеспечения онтологии.

Формально онтология, предназначенная для определения типа линии гальванического производства в зависимости от технологической карты обработки деталей и сборочных единиц, определяется как $OP = \langle P, T, G \rangle$, где P – таксономия (дерево) линий (кадеточная, автоматическая автооператорная, механизированная автооператорная, ручная), T – таксономия (дерево) свойств технологической карты (время темпа (производительность), масса деталей и сборочных единиц подлежащих обработке), G – правила, связывающие вершины дерева линий с вершинами дерева технологической карты (Если время темпа выхода деталей от 7 до 15 минут – линия автоматическая автооператорная).

Таксономия линий, $P = (PV, PR)$, $PV = \{pv_i, i = 0..I\}$ – множество типов и подтипов линий, $PR = \{pr_{km}, k \in 1..I, m \in 1..I, k \neq m\}$ – связи типа класс–подкласс, например «линия – автоматическая автооператорная линия», пример таксономии линий в виде графа представлен на рис. 1.

Линии, PV

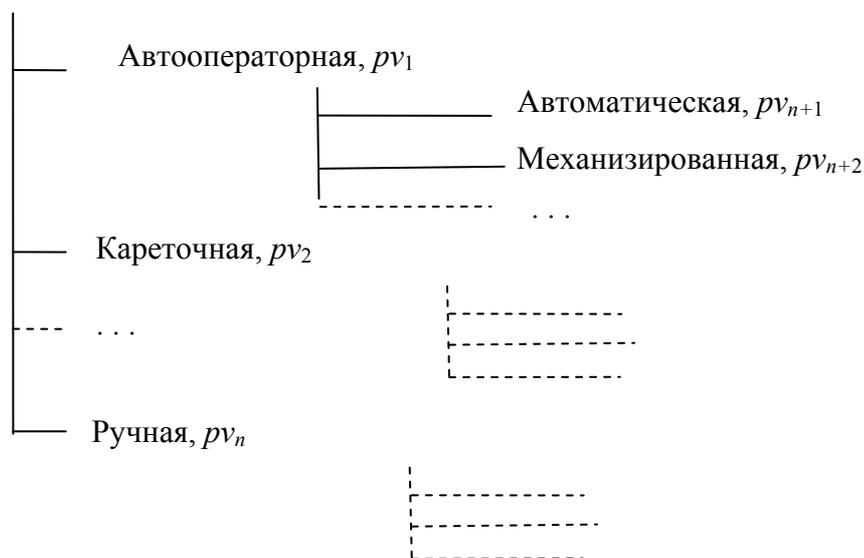


Рис. 1. Таксономия линий

Таксономия свойств технологических карт $T = (TV, TR)$, $TV = \{tv_j, j = 0..J\}$ – множество технологических карт, $TR = \{tr_{km}, k \in 1..J, m \in 1..J, k \neq m\}$ – связи типа класс–подкласс, например «Темп выхода(производительность) – Средняя производительность – 7 – 15 минут», пример таксономии технологических карт в виде графа представлен на рис. 2.

Свойства технологической карты, TV

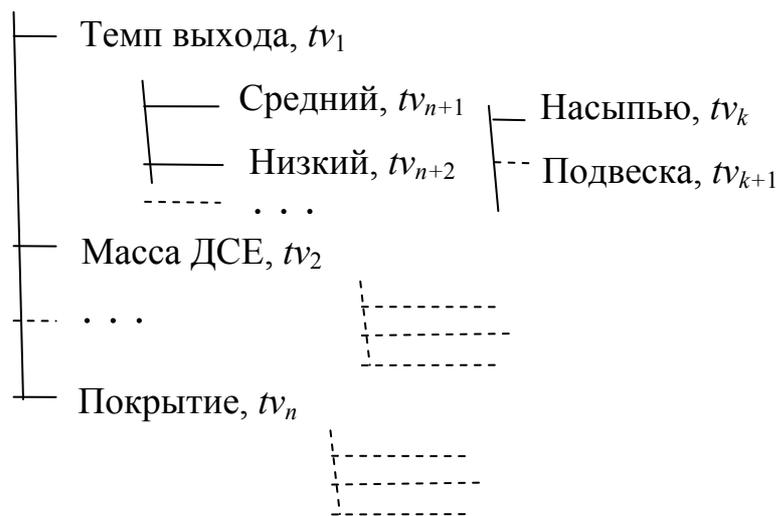


Рис. 2. Пример свойств технологических карт

Гиперграф $G=(GPT,GR)$ связей вершин $PV = \{pv_i, i = 0..I\}$ дерева линий с вершинами $TV = \{tv_j, j = 0..J\}$ дерева технологических карт, $GPT \subset RV \cup RT$ – множество вершин гиперграфа, $GR = \{gr_k, k = 1..K\}$ – множество ребер гиперграфа, $gr_k(Y_k)$ – k -тое ребро гиперграфа, Y_k – множество вершин инцидентных k -му ребру гиперграфа, $Y_k \subset GRT, Y_k = \{pv_l, TV1\}$, $pv_l \in PV$ – вершина дерева линий, $TV1 \subset TV$ – множество вершин из дерева технологических карт, $TV1 = \{tv_c, c \subset J\}$.

Ребро гиперграфа представляет собой правило (продукцию), вида «Если ..., то», которая формально запишется как $\exists \bigcap_{c \in J1 \subset J} tv_c \Rightarrow ov_l$ [3 – 5].

Графическая интерпретация правила (гиперребра) «Если линия имеет средний темп выхода и обработка ведется насыпью, то линия – автоматическая автооператорная ба- рабанная» представлена на рис. 3.

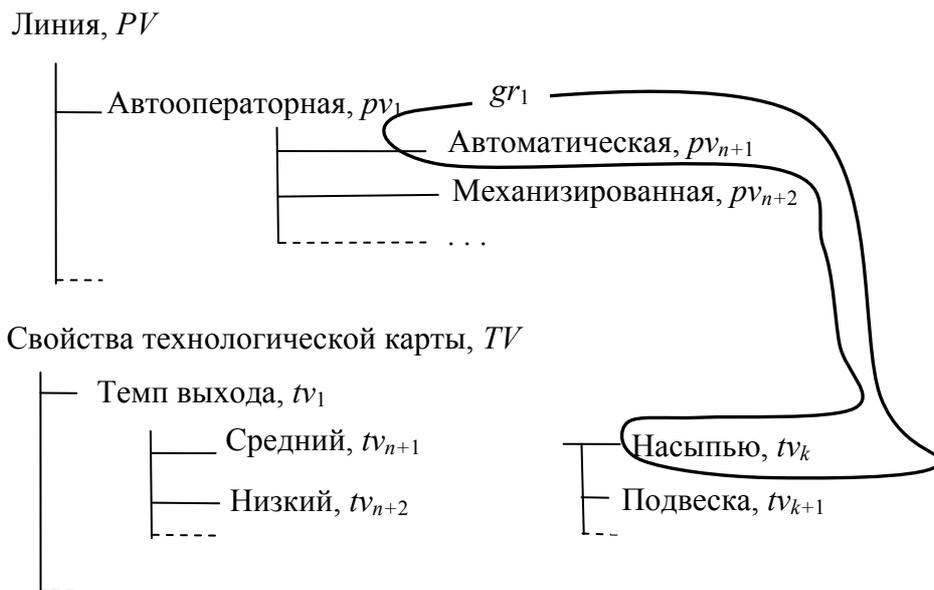


Рис. 3. Графическая интерпретация правила вида «Если ... то ...»

Представленное формальное описание является основой для разработки программного обеспечения разрабатываемого с участием авторов интеллектуальной автоматизированной системы проектирования гальвано-химических производств [5 – 8].

Работа выполнена под руководством проф. каф. КИСМ ТГТУ В. Г. Мокрозуба

Список использованных источников

1. **Информационная** модель объекта сложной технической системы / В. А. Немтинов, В. Г. Мокрозуб, Ю. В. Немтинова, Е. С. Егоров // Радиотехника. 2010. – № 12. – С. 41 – 43.
2. **Мокрозуб, В. Г.** Системный анализ процессов принятия решений при разработке технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, Е. Н. Малыгин, С. В. Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2017. – Т. 23, № 3. – С. 364 – 373.
3. **Мокрозуб, В. Г.** Функциональная и процедурная модели проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб // Программные системы и вычислительные методы. 2014. – № 4. – С. 418 – 430.
4. **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.
5. **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.

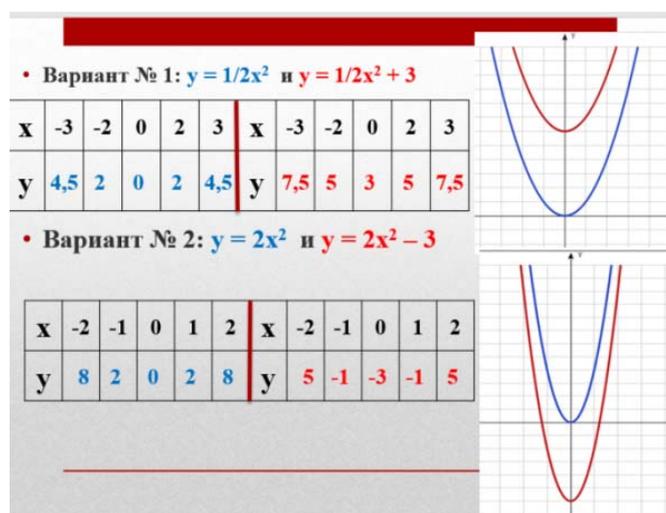
6. **Мокрозуб, В. Г.** Методологические основы построения автоматизированной информационной системы проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, М. П. Мариновская, В. Е. Красильников // Системы управления и информационные технологии. 2007. – Т. 27, № 1-2. – С. 259 – 262.

7. **Автоматизированная** информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов. Часть 1. Аналитические и процедурные модели / С. Я. Егоров, В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов, И. В. Милованов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 4. – С. 3 – 11.

8. **Автоматизированная** информационная система подготовки производства машиностроительного предприятия / В. Г. Мокрозуб, А. Н. Поляков, А. И. Сердюк, К. В. Марусич, М. В. Овечкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2012. – Т. 18, № 3. – С. 598 – 603.

Секция VII

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБУЧЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ



УДК 004.8

Гущина О. М.¹, Очеповский А. В.²

Тольяттинский государственный университет, Россия, г. Тольятти

¹(Тел. (8482)539181, e-mail: g_o_m@tltsu.ru),

²(Тел. (8482)546473, e-mail: ochepovsky@mail.ru)

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ
В ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОГО ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ
В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Gushchina O. M.¹, Ochepovsky A. V.²

Togliatti State University, Russia, Togliatti

¹(Tel. (8482)539181, e-mail: g_o_m@tltsu.ru),

²(Tel. (8482)546473, e-mail: ochepovsky@mail.ru)

**INTELLECTUAL DATA ANALYSIS IN THE STUDY OF STUDENTS
'EDUCATIONAL BEHAVIOR IN ELECTRONIC LEARNING SYSTEM**

Аннотация. В статье рассмотрен ряд методов интеллектуального анализа образовательных данных для оценки учебного поведения студентов в системе электронного обучения: кластерный анализ для определения наиболее популярного временного порога на выполнение задания за сеанс работы; анализ и визуализация данных для выделения основных параметров, способствующих эффективному прохождению курсов, и наиболее популярных учебных ресурсов; V-кратная перекрестная проверка с применением статистической обработки, направленная на группировку студентов по основным показателям их деятельности, для определения зависимости между высоким процентом активности и успеваемостью. Проведенный анализ показал, что имея информацию о важных инструментариях электронного обучения можно оптимизировать навигацию по курсу и время, затрачиваемое на выполнение заданий.

Ключевые слова: электронное обучение, методы интеллектуального анализа образовательных данных, кластеризация, алгоритм k-means, анализ и визуализация, учебное поведение, V-кратная перекрестная проверка.

Abstract. This article discusses some methods of intellectual analysis of educational data to assess the educational behavior of students in the e-learning system: cluster analysis to determine the most popular time threshold for completing tasks for a work session; analysis and visualization of data to highlight the main parameters that contribute to the effective passage of courses, and the most popular training resources; V-fold cross-validation using statistical processing, aimed at grouping students by the main indicators of their activity, to determine the relationship between a high percentage of activity and academic performance. The analysis showed that with information on important e-learning tools, you can optimize course navigation and the time spent on assignments.

Keywords: e-learning, methods of intellectual analysis of educational data, clustering, k-means algorithm, analysis and visualization, educational behavior, V-fold cross-validation.

Введение. В настоящее время наблюдается бурное развитие электронного образования, в котором любая образовательная активность обучаемого отслеживается и фиксируется в многочисленных базах, лог-файлах, персональных профилях и др. [1]. Средства электронной обучающей платформы аккумулируют громадные массивы разнородных данных, которые потенциально способны описать текущую ситуацию и перспективы обучаемого. Это определяет проблему, заключающуюся в извлечении, обработке и структурировании больших образовательных данных, для решения которой в рамках данной статьи рассматриваются методы интеллектуального анализа образовательных данных, направленные на повышение эффективности образовательного процесса, а также представление адаптивной обратной связи, индивидуальной оценки и более персонализированного внимания к профилю студента благодаря динамическому мониторингу и отслеживанию их поведения в системе электронного обучения.

Обоснование и постановка задачи исследования. В системе электронного образования существует большое количество различных типов данных, как структурированных, так и неструктурированных, обработку которых трудно осуществить традиционными статистическими методами. Поэтому необходимо использовать новые технологии, которые позволили бы осуществлять сбор и обработку больших потоков данных, а также вывод в наглядной форме полученных результатов [2, 3]. Основными данными, которые необходимо обрабатывать, являются: регистрационные данные пользователя студента (предоставляют анализ характеристик студента, включая идентификатор, имя, фамилию пользователя, пол, дату рождения и другое), данные веб-журнала (отражают работу платформы электронного обучения, включая число активных пользователей, количество просмотров страниц, время доступа, скорость активации и путь обучения), данные о поведении обучения (полезны для статистического анализа эффективности обучения в режиме онлайн, включая время обучения, учебные мероприятия, учебные ресурсы и результаты экзаменов) и данные о содержании обучения (могут использоваться для анализа предпочтений преподавателей или преподавателей, в том числе просмотр/сбор контента, обзор контента и интерактивный контент).

Для обработки больших массивов данных и вывода в наглядной форме полученных образовательных результатов используются методы интеллектуального анализа данных (EDM), позволяющие извлечь и визуализировать шаблоны действий, которые можно использовать для определения учебного поведения студентов в системе электронного обучения [4]. Основными направлениями EDM относятся: анализ и визуализация данных; моделирование поведения студента в образовательных ситуациях; классификация и кластеризация данных и другие. С их помощью можно выявить и предложить профили студентов, группировать студентов по категориям навыков, уровню подготовки, интересов, восприятия и т.д.

Цель исследования состоит в оценке эффективности применения методов интеллектуального анализа образовательных данных в изучении учебного поведения студентов в системе электронного обучения.

Метод решения задачи исследования. В этом исследовании был применен метод кластеризации для изучения учебного поведения студентов в системе электронного

обучения. Результатом проведенной кластеризации стало разбиение студентов на группы похожих объектов, которые характеризуются близкими значениями некоторых числовых или качественных показателей. Объектами электронного обучения выступили сами студенты, различные события, сеансы, страницы, производимые действия и т.д. Данные для анализа были получены в рамках реализации онлайн-курсов: «Трансформация информационно-образовательной среды средствами облачных технологий», «Электронное портфолио как эффективный инструмент оценки цифровой грамотности» и «Формирование информационной компетентности в области разработки цифровых образовательных ресурсов».

Для проведения кластеризации использовался алгоритм k-means, который группирует данные в соответствии с формулой (1):

$$J = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \|x_i^{(j)} - c_j\|^2, \tag{1}$$

где $\|x_i^{(j)} - c_j\|^2$ – квадрат расстояния между точкой $x_i^{(j)}$ и кластерным центром c_j [5].

В системе электронного обучения студент был помечен в зависимости от времени выполнения задания за 1 сеанс времени как «тип 1» (если учебный процесс за 1 сеанс занимает более 60 минут), ..., «тип 5» (если учебная работа занимает менее 10 минут). На рисунке 1 представлены выделенные кластеры результатов обучения студентов, сгруппированных в зависимости от времени, проведенного в системе электронного обучения. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что большинство студентов на выполнение заданий затрачивают не более 25 минут.

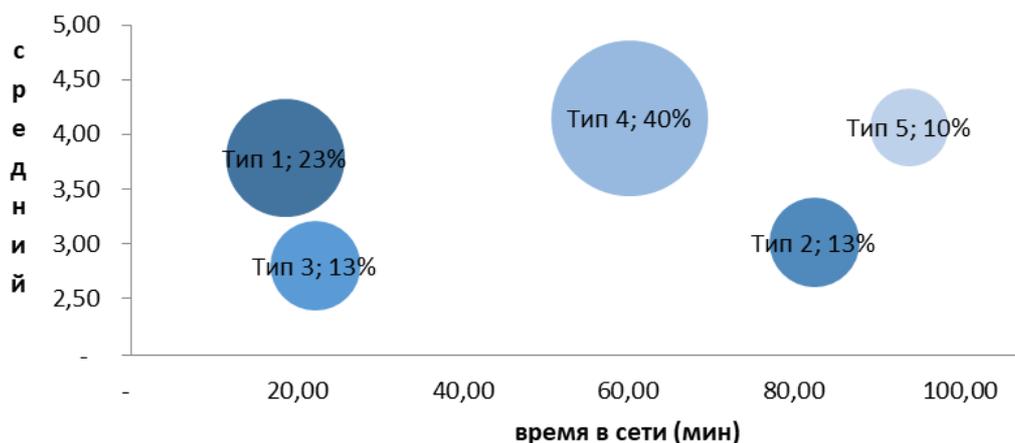


Рис. 1. Анализ зависимости результатов обучения от времени за 1 сеанс работы в системе электронного обучения

Кроме того, был проведен анализ действий, производимых студентами в системе электронного обучения, и оценено отношение студентов к процессу обучения для определения уровня их воздействия на полученный учебный эффект.

Анализ и визуализация образовательных данных (наличие четкой цели обучения или ее отсутствие, а также наличие плана обучения или нет и другое) позволил отразить субъективную инициативу студентов [6] и их учебное поведение в системе электронного обучения, что способствовало анализу факторов помех электронного обучения и повышению его эффективности (рис. 2).

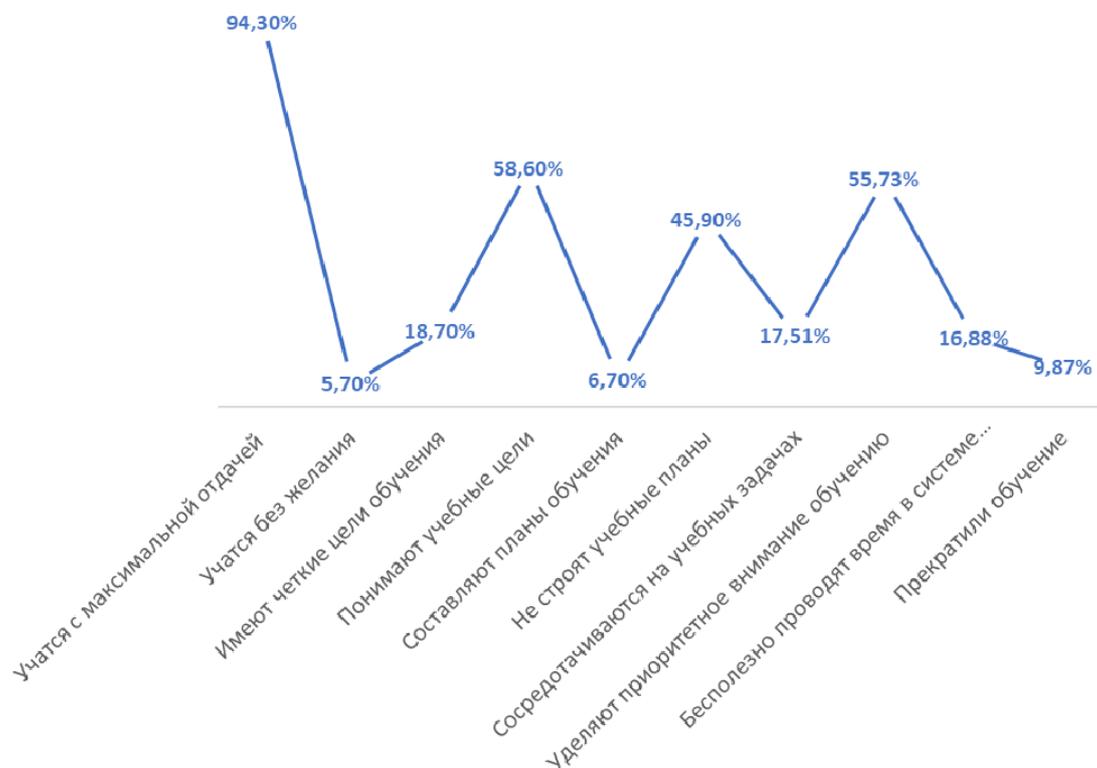


Рис. 2. Анализ отношения к обучению

Анализ показал, что около 94,3% студентов считают, что обучение с использованием дистанционных технологий полезно для них. 18,7% – имеют четкие цели обучения, а 58,6% – принимают учебные цели и понимают необходимость в получении образования. Приведенные показатели наглядно демонстрируют, что среди студентов есть те, которые имеют четкое представление о конечных результатах обучения. Однако, среди обучающихся есть и те, которые не уделяют должного внимания процессу изучения учебных материалов: 45,9% – не строят траекторию образовательного маршрута обучения плана обучения, 16,88% – в процессе обучения занимаются второстепенными делами. Согласно рис. 2, можно сделать вывод, что для эффективного обучения с использованием дистанционных технологий требуются определенные цели, внутренняя мотивация, синхронная обратная связь и умение студентов планировать образовательный процесс.

Анализ учебного поведения студентов в системе электронного обучения позволил определить уровень их внимания к учебным ресурсам. Согласно статистике частоты [7], были выделены основные действия в системе электронного обучения, которые с большей вероятностью будут приняты студентами (рис. 3).

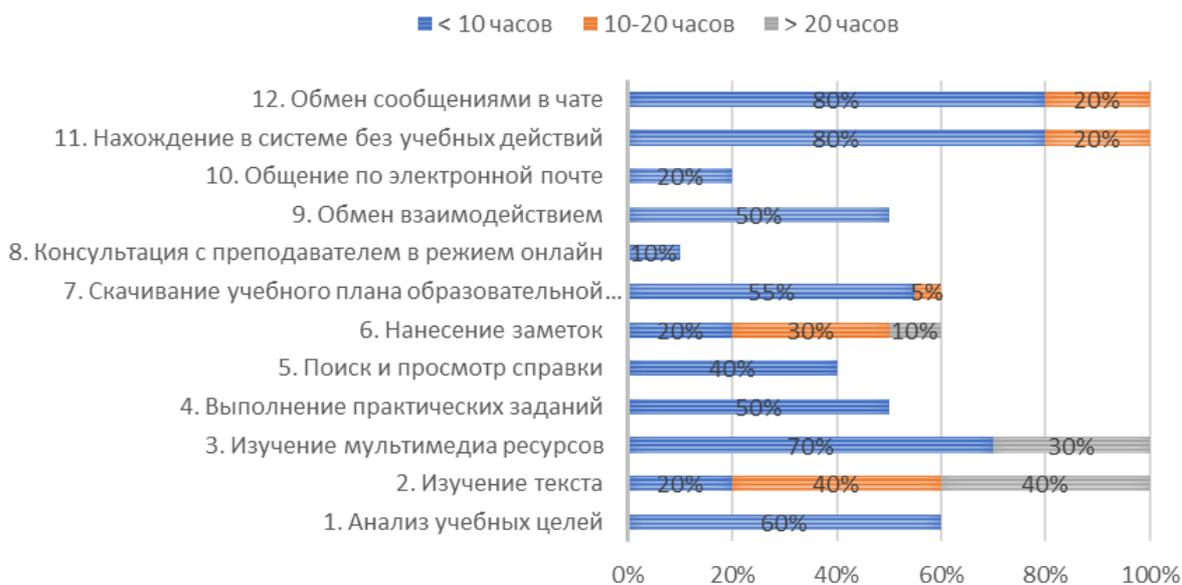


Рис. 3. Статистика поведения учащихся в процессе обучения

Приведенная статистика демонстрирует, что поведение, связанное с выполнением действий 1 – 7, связано с самостоятельным обучением студентов; поведение по реализации действий с 8 – 10 направлено на организацию интерактивного взаимодействия, а действия 11–12 – не относятся к образовательному процессу. Большинство студентов просматривают текст и часто делают заметки; поэтому текстовый ресурс является наиболее популярным типом ресурсов. Около 70% студентов сначала просматривают мультимедийные ресурсы, а затем выполняют задания; 50% – выполняют онлайн практические задания; 60% – выбирают просмотр учебных целей перед началом прохождения учебного курса; при этом более 80% студентов начинают процесс обучения медленно, затрачивая много времени на занятия, несвязанные с образовательным процессом.

Проведенный анализ показал, что большинство студентов заинтересованы в мультимедийных ресурсах, но они используют и текстовые ресурсы; пытаются искать ответы на решение поставленных практических заданий через обучающие среды, мало уделяя внимание интерактивному взаимодействию. Кроме того, многие студенты в процессе обучения используют отвлекающие ресурсы, типа чаты, прослушивание музыки и другое.

Для анализа временных ресурсов, затраченных студентами на работу с разными инструментальными средствами электронной среды, был проведен с использованием V-кратной перекрестной проверки [8], которая позволила образовательные данные сгруппировать в 3 класса по основным показателям деятельности студентов. В соответствии с выделенными кластерами были определены стили обучения и учебное поведение студентов в системе электронного обучения. Результаты данной кластеризации показаны на рис. 4.

Для более глубокого анализа данных был произведен расчет среднего значения итоговой оценки студентов (табл. 1).

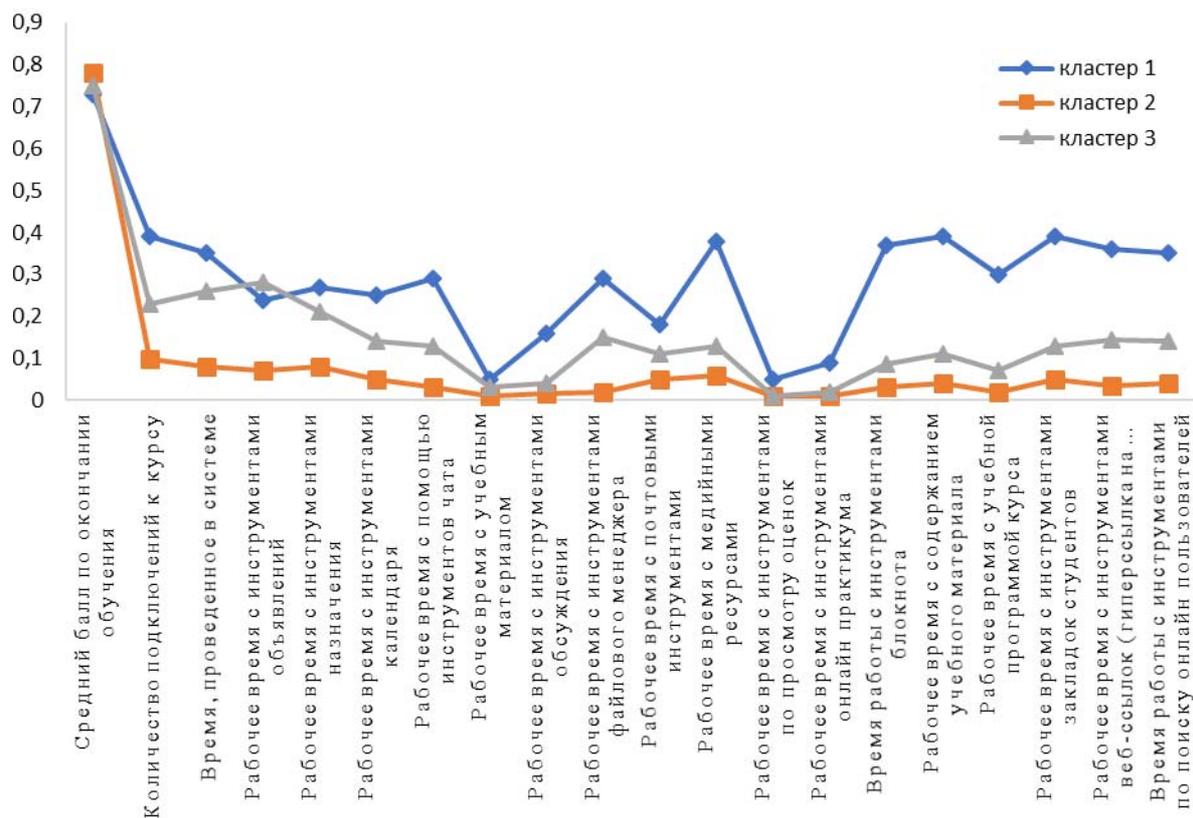


Рис. 4. Кластеризация деятельности студентов с использованием k-means

1. Результаты кластеризации

Кластер	Итоговая оценка студентов
1	4,568182
2	4,836111
3	4,604839

Как видно из рис. 4 и табл. 1, все студенты из кластера 1 являются наиболее активными в системе электронного обучения, но при этом имеют самые низкие итоговые оценки. Для более глубокого анализа кластер 1 был рассмотрен отдельно, используя дополнительные критерии оценки эффективности деятельности студентов.

На рисунке 5 показана статистика распределения времени, проведенного студентами из 1-го кластера в системе электронного обучения, на решение учебных задач (согласно рис. 4). Приведенный анализ показал, что в процессе обучения студенты не только тратили время на выполнение учебных заданий, но и затрачивали его нерационально на проверку личных достижений, поиск активных участников образовательного процесса, дискутирование и т.д.

Таким образом, высокий процент активности использования работы в системе электронного обучения не является гарантией хорошей успеваемости. Поскольку целенаправленное, логичное использование важных инструментов являются важным крите-

рием для эффективности прохождения учебного курса, то имея информацию об этом критерии, может оптимизировать навигацию по курсу и время, затрачиваемое на выполнение заданий.

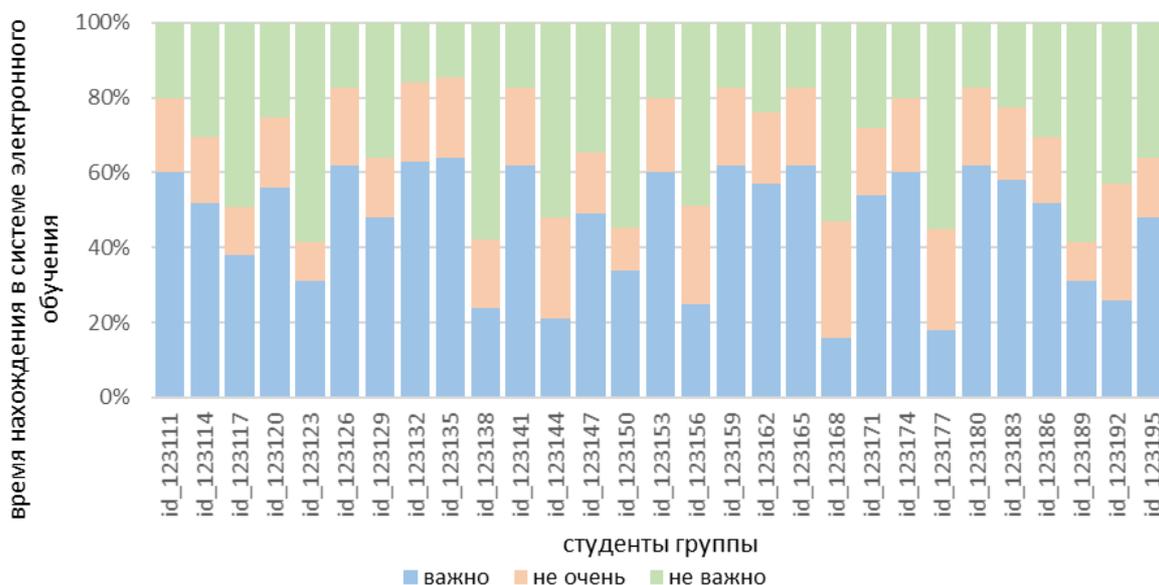


Рис. 5. Анализ деятельности студентов из 1-го кластера в зависимости от эффективности их деятельности

Заключение. Применение кластерного анализа для изучения учебного поведения студентов в системе электронного обучения позволило выделить основные группы студентов в зависимости от времени выполнения образовательных задач. Был определен наиболее популярный временной порог, который студент затрачивает на обучение за 1 сеанс работы.

С использованием методов анализа и визуализации образовательных данных было определено отношение студентов к использованию дистанционных технологий обучения, а также выделены основные параметры, способствующие эффективному прохождению курсов в системе электронного обучения. Также анализ и визуализация образовательных данных позволили определить уровень внимания студентов к учебным ресурсам, среди которых наибольшей популярностью пользуются текстовые и мультимедийные. Кроме того, было определено, что некоторые студенты в процессе обучения используют отвлекающие ресурсы, типа чаты, прослушивание музыки и другое.

Применение V-кратной перекрестной проверки позволило сгруппировать студентов в 3 класса по основным показателям их деятельности для определения учебного поведения, а также провести дополнительную статистическую обработку, в ходе которой было определено, что высокий процент активности в системе электронного обучения не является гарантией хорошей успеваемости. Поскольку целенаправленное, логичное использование важных инструментов являются важным критерием для эффективности прохождения учебного курса, то имея информацию об этом критерии, может оптимизировать навигацию по курсу и время, затрачиваемое на выполнение заданий.

Таким образом, методы интеллектуального анализа образовательных данных можно применять для изучения учебного поведения студентов в системе электронного обучения. Результаты исследования показали, что разные студенты с разными уровнями успеваемости по-разному распределяют свою деятельность в онлайн-среде, т.е. имеют разное учебное поведение.

Список использованных источников

1. **Estacio, R. R.** Analyzing students online learning behavior in blended courses using Moodle / R. R. Estacio, Jr R. C. Raga // Asian Association of Open Universities Journal. – 2017. – V. 12, № 1. – P. 52 – 68.
2. **Critical** analysis of Big Data challenges and analytical methods / U. Sivarajah, M. Kamal, Z. Irani, V. Weerakkody // Journal of Business Research. – 2017. – V. 70. – P. 263 – 286.
3. **Vaitsis, C.** Introduction to Big Data in education and its contribution to the quality improvement processes / C. Vaitsis, V. Hervatis, N. Zary // Big Data on Real-World Applications. – 2016. – V. 113.
4. **Guleria, P.** Data mining in education: a review on the knowledge discovery perspective / P. Guleria, M. Sood // International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process. – 2014. – V. 4, № 5. – P. 47.
5. **MacQueen, J.** Some methods for classification and analysis of multivariate observations / J. MacQueen // In Proc. 5th Berkeley Symp. on Math. Statistics and Probability. – 1967 – P. 281 – 297.
6. **Papamitsiou, Z.** Temporal learning analytics visualizations for increasing awareness during assessment / Z. Papamitsiou, A. A. Economides // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2015. – V. 12, № 3. – P. 129 – 147.
7. **Mangoil, A. B.** Psychological Factors and the Academic Performance among High School Students: Basis for Academic Self-Engagement Program / A. B. Mangoil // SIPATAHOENAN. – 2018. – V. 4, № 2.
8. **Krpan, D.** Educational data mining for grouping students in e-learning system / D. Krpan, S. Stankov // Proceedings of the Iti 2012 34th International Conference on Information Technology Interfaces. – IEEE, 2012. – P. 207 – 212.

УДК 621.396.67

**Харченко В. В., Рудый С. В., Вартазарова А. Э.,
Харченко Д. В., Козловский С. М.**

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», Россия, г. Воронеж
(Тел. 8-930-403-94-05, e-mail: street-rud@mail.ru)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕННЫХ СИСТЕМ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

**Kharchenko V. V., Rudyy S. V., Vartazarova A. E.,
Kharchenko D. V., Kozlovskiy S. M.**

Air Forces MESC “Air Forces Academy”, Russia, Voronezh
(Tel. 8-930-403-94-05, e-mail: street-rud@mail.ru)

**MODELING ANTENNA SYSTEM CHARACTERISTICS
IN STUDYING TECHNICAL DISCIPLINES**

Аннотация. В работе рассмотрены предложения по повышению наглядности обучения при изучении технических дисциплин в ВУЗах за счет использования моделирующих программ. Рассмотрен пример виртуального моделирования характеристик антенных систем.

Ключевые слова: моделирование, антенные характеристики, наглядность обучения, антенны ложных конструкций.

Abstract. The paper considers proposals to improve the visibility of training in the study of technical disciplines in universities through the use of modeling programs. An example of virtual modeling of the characteristics of antenna systems is considered.

Keywords: modeling, antenna characteristics, visual training, antennas of false constructions.

Наглядность в обучении – дидактический принцип, согласно которому обучение строится на конкретных образах, непосредственно воспринятых обучающимися. В современной дидактике понятие наглядность относится к различным видам восприятия (зрительным, слуховым, осязательным и др.).

Принцип наглядности является одним из самых известных и интуитивно понятных принципов обучения, использующийся с древнейших времен. Закономерное обоснование данного принципа получено сравнительно недавно.

В настоящее время учебный процесс любого учебного заведения невозможно представить без использования современных информационных технологий, основной задачей применения которых является повышение качества образовательного процесса по всему спектру преподаваемых дисциплин.

Помимо традиционного применения мультимедийных комплексов для повышения наглядности в обучении, широко используются специализированные программные продукты, позволяющие моделировать различные физические процессы и явления, протекающие в тех или иных устройствах, условиях и средах.

При изучении технических дисциплин для обучающихся может возникать ряд сложностей в понимании изучаемых физических процессов. Одним из ярких примеров можно считать явления, возникающие при излучении электромагнитных волн антенными системами различного типа. Рассмотрим математическую модель анализа характеристик радиоволн вблизи антенны сложной (в общем случае) формы.

Для расчета характеристик антенн, расположенных на телах сложной формы, используют различные численные методы, описанные, например, в [1 – 4]. Однако при необходимости учета конечных размеров объекта-носителя возникают некоторые сложности, обусловленные геометрией этого объекта. В [5, 6] предложен научно-математический аппарат расчета характеристик антенн, который позволяет учитывать конечные размеры объекта-носителя. Эта особенность важна при расчете характеристик антенн, расположенных не только вблизи объекта-носителя, представляющего собой конечный цилиндр, но и антенн, расположенных на торце цилиндра. Излучающая часть таких антенн вместе с объектом-носителем образует тело вращения.

Для расчета характеристик антенных решеток использован метод вспомогательных источников (МВИ). Особенность его использования состоит в том, что в качестве вспомогательных источников выбираются кольца электрического тока с азимутальным (вдоль кольца) и меридиональным (поперек кольца) направлением тока [5, 6] вместо ранее используемых диполей. Количество вспомогательных источников по двум поляризациям может быть разным, но для удобства расчетов и упрощения записи формул принято одинаковым.

Объемная плотность тока вспомогательных источников представляется в виде:

$$\vec{I}_{0\text{всн}}^\varphi = \vec{\varphi}_0 \sum_{l=1}^L C_l^\varphi \delta(R - R_l) \delta(z - z_l) \exp(-im\varphi); \quad (1)$$

$$\vec{I}_{0\text{всн}}^\theta = \sum_{l=1}^L C_l^\theta \vec{\theta}_{0l} \delta(R - R_l) \delta(z - z_l) \exp(-im\varphi), \quad (2)$$

где R_l, z_l – координаты l -го источника в цилиндрической системе координат; $\vec{\theta}_{0l}$ – единичный вектор, характеризующий направление l -го меридионального тока; $\vec{\varphi}_{0l}$ – единичный вектор, характеризующий направление азимутального тока; C_l^φ, C_l^θ – искомые комплексные амплитуды вспомогательных источников; L – число вспомогательных источников; m – номер азимутальной гармоники.

При решении задачи используется разложение возбуждающих и дифракционных полей в ряд Фурье по азимутальным гармоникам вида $\exp(im\varphi)$ [4]. Запишем для примера разложение компоненты поля E_x :

$$E_x = \sum_{m'=1} E_{m'x} \exp(im'\varphi). \quad (3)$$

Неизвестные коэффициенты $E_{m'x}$ находим путем умножения обеих частей равенства на $\exp(-im\varphi)$ и интегрирования в пределах $[0 - 2\pi]$. Номера учитываемых гармоник и их число зависят от электрических размеров тела вращения.

Решение задачи производится удовлетворением граничного условия для полных полей на образующей тела вращения для каждой азимутальной гармоники. Граничное условие на идеально проводящем теле имеет вид: $[\vec{n} \vec{E}] = 0$, где \vec{E} – вектор напряженности электрического поля; \vec{n} – внешняя нормаль к поверхности тела.

Для получения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) относительно искомым комплексных амплитуд вспомогательных источников удовлетворение граничных условий производится в конечном числе точек (применяем метод коллокации), равном (или большем) числу вспомогательных источников. Уравнения системы имеют вид:

$$\sum_{n=1}^N (A_n^\varphi E_{\varphi n'}^\varphi + A_n^\theta E_{\varphi n'}^\theta) = -\sum_{t=1}^T D_t E_{\varphi t n'}^{cm}, \quad n' = 1, 2, \dots, N, \quad (4)$$

$$\sum_{n=1}^N (A_n^\varphi E_{\theta n'}^\varphi + A_n^\theta E_{\theta n'}^\theta) = -\sum_{t=1}^T D_t E_{\theta t n'}^{cm}, \quad n' = 1, 2, \dots, N, \quad (5)$$

где A_n^φ, A_n^θ – неизвестные комплексные амплитуды вспомогательных кольцевых токов m -й гармоники; T – число сторонних источников.

Особенность расчета характеристик антенн, расположенных на телах вращения, состоит в необходимости решения СЛАУ для каждой азимутальной гармоники. Результаты решения СЛАУ представляют собой комплексные амплитуды вспомогательных кольцевых токов для m -й азимутальной гармоники.

Левые части выражения (4) и (5) описывают электрическое поле вспомогательных кольцевых источников на любом расстоянии от тела вращения. Если устремить расстояние до точки наблюдения к бесконечности, то получим дифракционную ДН в дальней зоне. При этом компоненты поля описываются следующими выражениями:

$$E_{\varphi n}^{\vartheta\theta} \approx i^{m+1} \exp(iz_n \cos \theta) \frac{m}{R_n \sin \theta} \cos \theta J_m(R_n \sin \theta);$$

$$E_{\theta n}^{\vartheta\theta} \approx -i^m \exp(iz_n \cos \theta) \times [\cos \theta \cos \theta_n J'_m(R_n \sin \theta) + i \sin \theta \sin \theta_n J_m(R_n \sin \theta)];$$

$$E_{\theta n}^{\vartheta\varphi} \approx -i^{m+1} \exp(iz_n \cos \theta) \frac{m \cos \theta}{R_n \sin \theta} J_m(R_n \sin \theta);$$

$$E_{\varphi n}^{\vartheta\varphi} \approx -i^m \exp(iz_n \cos \theta) J'_m(R_n \sin \theta).$$

По этим значениям рассчитывается ненормированная комплексная дифракционная диаграмма направленности (ДН). Полная дифракционная ДН равна сумме ДН всех учитываемых азимутальных гармоник. Коэффициент направленного действия (КНД) вычисляется для отдельных компонент поля на основе соотношений:

$$D_{\theta} = \frac{4\pi |E_{\theta_{\max}}|^2}{\int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} |E_{\theta}|^2 \sin \theta d\theta d\varphi}, \quad D_{\varphi} = \frac{4\pi |E_{\varphi_{\max}}|^2}{\int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} |E_{\varphi}|^2 \sin \theta d\theta d\varphi}. \quad (6)$$

Исходными положениями при построении излучающего раскрыва являются требования к ширине диаграммы направленности (ДН), КНД и уровню бокового излучения.

В сферической системе координат сектор сканирования определяется углами $0^\circ \leq \varphi \leq 360^\circ$ и $0^\circ \leq \theta \leq 55^\circ$, при этом ось z перпендикулярна плоскости раскрыва, угол θ отсчитывается от нормали к поверхности решетки.

Математическое моделирование, с использованием изложенного выше научно-методического аппарата, проводилось для АР с круговым излучающим раскрывом, так как он обеспечивает практически неизменные ДН при сканировании по углу φ и минимальный уровень боковых лепестков при равномерном амплитудном распределении.

Для подавления дифракции лепестков при сканировании луча расстояние между кольцами выбиралось не более $0,57\lambda$.

АР должна формировать две ДН, главные максимумы которых пересекаются на уровне минус 3 дБ.

На основании проведенных исследований, в качестве АР, расположенной на торце цилиндра, предлагается плоская кольцевая АР.

Максимальный диаметр для размещения решетки на торце цилиндра равен 4λ , а диаметр внешнего кольца АР равен $3,5\lambda$ (по концам полуволновых вибраторов 4λ). На торце цилиндра такого размера можно расположить 3 кольца с диаметрами: первое – $1,16\lambda$, второе – $2,33\lambda$, третье – $3,5\lambda$.

АР состоит из 40 излучающих элементов, которые расположены по кольцам: первое кольцо содержит 6 элементов, второе – 13, третье – 20 и один элемент в центре.

Излучающий элемент представляет собой 2 скрещенных полуволновых вибратора, расположенных на расстоянии $\lambda/4$ над торцом кругового цилиндра.

Проведены численные исследования для трех равносигнальных направлений (РСН) 0° , 20° и 45° в плоскости $\varphi = 0^\circ$ (рис. 1, а, в, д) и $\varphi = 45^\circ$ (рис. 1, б, г, е). Результаты исследований приведены в табл. 1.

Из данных табл. 1 следует, что ширина ДН для случая $\varphi = 0^\circ$ и РСН = 0 равна $14,8^\circ$. С отклонением луча ширина ДН увеличивается до $21,9^\circ$, уровень бокового излучения изменяется в пределах от $-16,9$ дБ до $-12,7$ дБ в секторе сканирования от 0 до 59° . КНД АР падает при увеличении отклонения луча от нормали до границы сектора сканирования. Для $\varphi = 45^\circ$ отличие ширины ДН, уровня боковых лепестков и θ_{\max} незначительны.

Сравнение результатов, показанных на рис. 1, а также результатов, приведенных в табл. 1, позволяет сделать вывод о том, что ширина главного максимума ДН, формируемой торцевой подрешеткой, примерно равна ширине главного максимума ДН в азимутальной плоскости, формируемой подрешеткой, размещенной на боковой поверхности цилиндра. В тоже время, ширина главного максимума ДН, формируемой торцевой подрешеткой, меньше ширины ДН в угломестной плоскости, формируемой подрешеткой, расположенной на боковой поверхности цилиндра.

1. Зависимость характеристик АР от положения РСН

РСН	Задан. направ.	Макс. ДН	ШДН	φ_{\max}	θ_{\max}	УБЛ	КНД, дБ
0	-7,5	80,0	14,8	0	-7,5	-16,9	21,97
	7,5	80,0	14,8		7,5	-16,9	
20	12,3	79,9	15,0	0	12,5	-17,1	21,50
	28,6	78,5	16,5		28,5	-17,1	
45	37,0	76,1	17,9	0	36,5	-16,5	19,62
	59,0	60,9	21,9		54,5	-12,7	
0	-7,5	79,8	14,7	45	-7,5	-17,1	21,96
	7,5	79,8	14,7	45	7,5	-17,2	
20	12,3	79,5	14,9	45	12,0	-17,3	21,45
	28,6	76,5	16,4	45	28,0	-17,0	
45	37,0	73,1	17,7	45	36,0	-16,3	19,23
	59,0	56,3	21,8	45	54,0	-13,8	

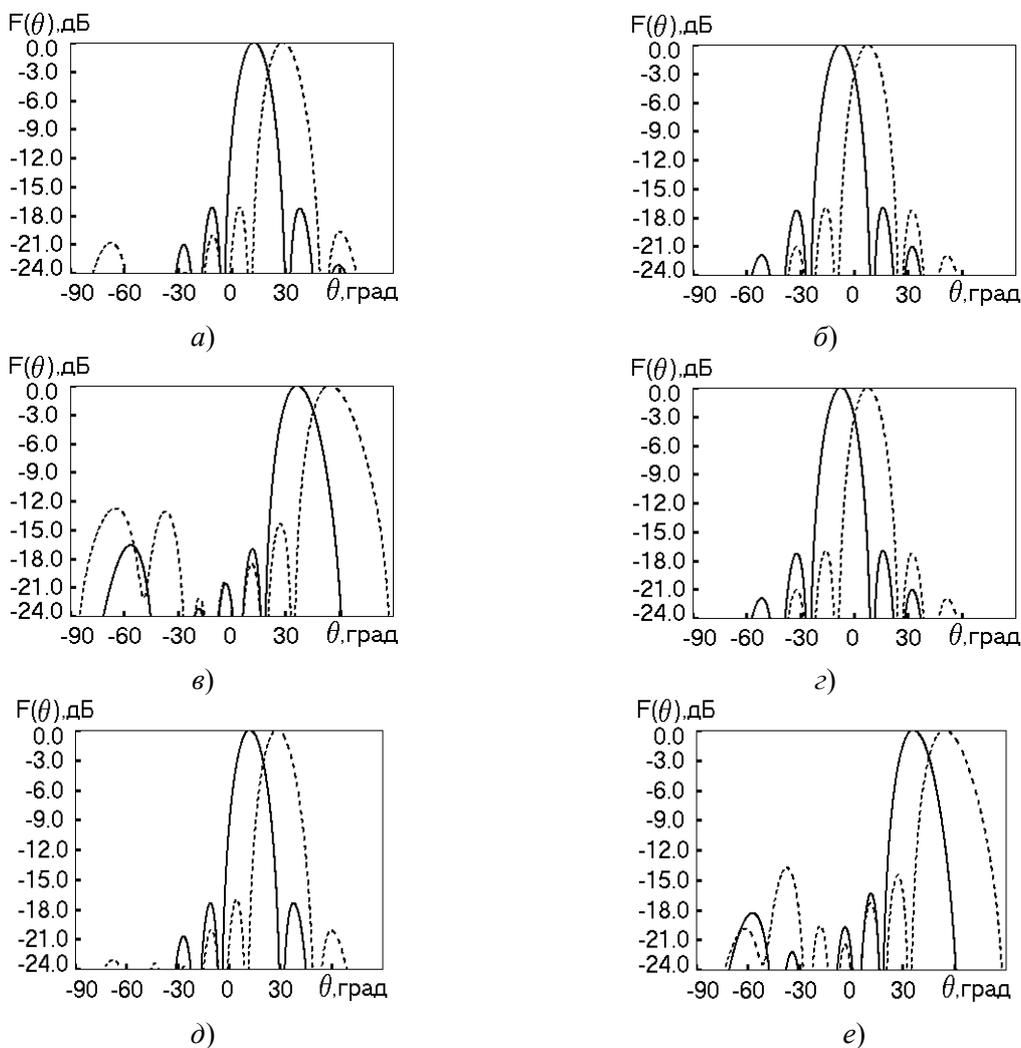


Рис. 1. Диаграммы направленности антенных решеток:

a – при РСН = 0° $\varphi = 0^\circ$; *б* – при РСН = 0° $\varphi = 45^\circ$; *в* – при РСН = 20° $\varphi = 0^\circ$;
г – при РСН = 20° $\varphi = 45^\circ$; *д* – при РСН = 45° $\varphi = 0^\circ$; *е* – при РСН = 45° $\varphi = 45^\circ$

Таким образом, разработанный научно-методический аппарат может быть использован для расчета характеристик антенн, расположенных вблизи тел конечных размеров, в том числе – и для расчета характеристик излучения торцевой антенной решетки.

Список используемых источников

1. **Малков, Н. А.** Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств / Н. А. Малков, А. П. Пудовкин. – Тамбов, 2007. – 88 с.
2. **Самойленко, В. И.** Управление фазированными антенными решетками / В. И. Самойленко, Ю. А. Шишов. – М. : Радио и связь, 1983. – 238 с.
3. **Воскресенский, Д. И.** Выпуклые сканирующие антенны / Д. И. Воскресенский, Л. И. Пономарев, В. С. Филиппов. – М. : Радио и связь, 1978. – 301 с.
4. **Васильев, Е. В.** Возбуждение тел вращения / Е. В. Васильев. – М. : Радио и связь, 1987. – 271 с.
5. **Волошина, В. А.** Характеристики излучения электрического вибратора, расположенного вблизи цилиндра конечных размеров / В. А. Волошина, В. В. Шацкий, О. Ю. Назарова // Излучение и рассеяние ЭМВ : тр. Междунар. науч. конф., ИРЭМВ-2003. – Таганрог, Россия, июнь 16 – 20, 2003 г. – С. 152 – 155.
6. **Метод** расчета проводимости щелей на круговом цилиндре под слоем магнетодиелектрика / Д. Д. Габриэльян, М. Ю. Звездина, О. С. Лабунько, В. В. Харченко // Электромагнитные волны & электронные системы. – 2005. – Т. 10, № 5.

УДК 004.009

**Мокрозуб В. Г., Родина А. А., Архипов А. Е., Бочарова А. Н.,
Соловьева Т. И., Санников С. А., Казаков В. Н.**
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

ВИРТУАЛЬНЫЕ ЦЕНТРЫ МАШИНОСТРОЕНИЯ В ТАМБОВСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

**Mokrozub V. G., Rodina A. A., Arhipov A. E., Bocharova A. N.,
Solov'eva T. I., Sannikov S. A., Kazakov V. N.**
Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752)630704, e-mail: mokrozubv@yandex.ru)

VIRTUAL CENTERS OF MECHANICAL ENGINEERING IN TAMBOV STATE TECHNICAL UNIVERSITY

Аннотация. Представлен виртуальный кабинет «Конструирование технологического оборудования» и цифровой двойник центра коллективного пользования «Цифровое машиностроение», которые разрабатываются в Тамбовском государственном техническом университете. Описаны функции структура и уже разработанные элементы цифровых двойников.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, технологическое оборудования, цифровые двойники центров коллективного пользования.

Abstract. The virtual office “design of technological equipment” and the digital counterpart of the center for collective use “Digital engineering”, which are being developed at the Tambov state technical University, are presented. The functions structure and already developed elements of digital doubles are described.

Keywords: computer-aided design, technological equipment, digital counterparts of the centers of collective use.

Цифровизация экономики РФ, и в частности машиностроения, требуют новых подходов к организации проектирования и изготовления изделий. Одним их таких подходов является создание цифровых двойников машиностроительных предприятий.

В работе представлен виртуальный кабинет «Конструирование технологического оборудования» [1 – 3] и элементы цифрового двойника центра коллективного пользования «Цифровое машиностроение» Тамбовского государственного технического университета.

1. Виртуальный кабинет «Конструирование технологического оборудования». Кабинет предназначен для студентов, изучающих специализированные учебные курсы по устройству, методам расчета, методам конструирования и изготовления технологического оборудования.

Кабинет позволяет:

- проводить механические расчеты технологического оборудования;
- находить размеры типовых элементов (фланцы, днища, опоры и др.) технологического оборудования;
- получать справочные данные, необходимые для разработки конструкции (механические свойства материалов, коррозионная стойкость материалов, виды сварных швов и др.);
- по 3D-моделям знакомиться с типовыми конструкциями элементов и др.

Кабинет располагается по адресу www.gaps.tstu.ru\kir. Первичное меню кабинета представлено на рис. 1.

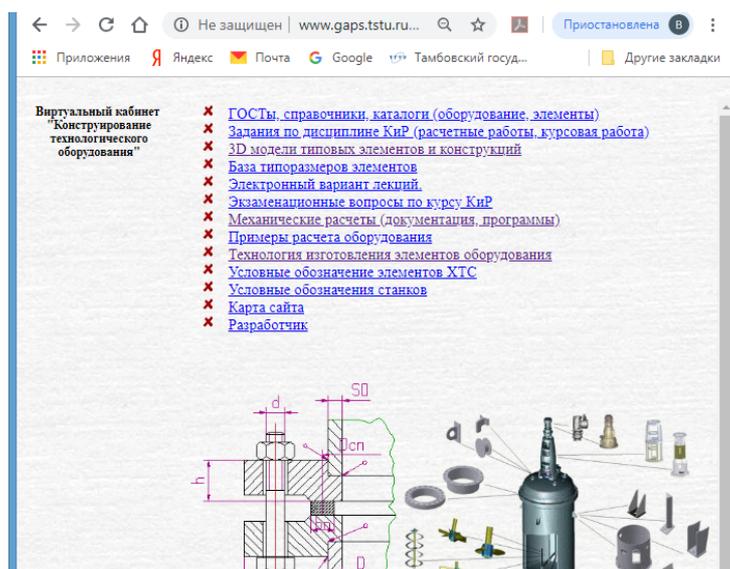


Рис. 1. Первичное меню виртуального кабинета «Конструирование технологического оборудования»

На рисунках 2–3, представлены фрагменты элементов кабинета, с которым более подробно можно ознакомиться по адресу www.gaps.tstu.ru\kir.

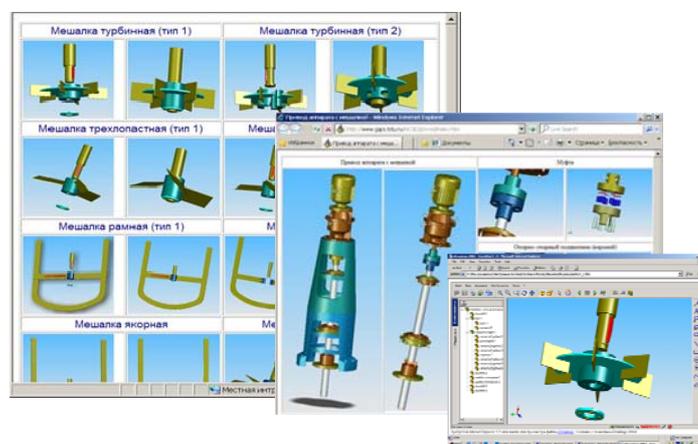


Рис. 2. 3D-модели типовых элементов технологического оборудования

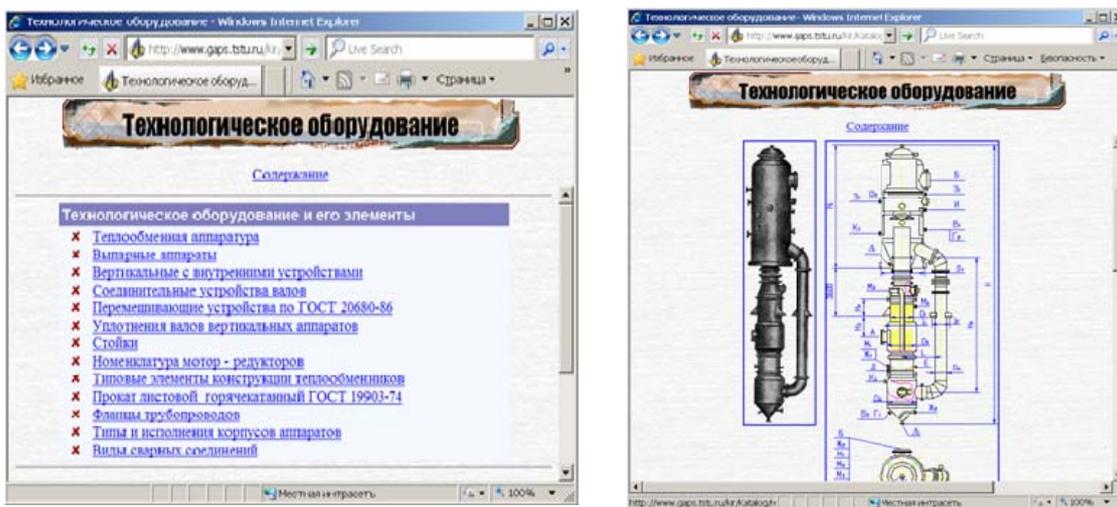


Рис. 3. Каталоги типовых технологических аппаратов

Дальнейшее развитие кабинета заключается в интеллектуализации отдельных его элементов. На рисунке 4 представлена существующая схема прочностных расчетов элементов технологических аппаратов.



Рис. 4. Существующая схема прочностных расчетов технологических аппаратов

При этой схеме конструктор выполняет следующие действия:

- определяет элементы оборудования, которые подлежат механическому расчету;
- определяет вид самого расчета (расчет на прочность, жесткость, устойчивость и др.);
- вызывает программу, выполняющую соответствующий расчет;
- вводит для этой программы исходные данные и проводит анализ результатов расчета.

В условиях поиска оптимальных параметров конструкции аппарата подобная схема не приемлема, так как требует участие человека на каждом шаге итерационного процесса решения задачи оптимизации.

Предлагаемая схема прочностных расчетов представлена рис. 5. В этой схеме человек заменяется управляющей программой, которая, опираясь на базу знаний определяет подлежащие расчету элементы и тип расчета.



Рис. 5. Предлагаемая схема прочностных расчетов

База знаний строится на основе правил (продукций). Примеры правил.

Правило 1. Если в аппарате внутреннее давление, то обечайка корпуса рассчитывается на прочность.

Правило 2. Если имеется рубашка, то обечайка корпуса рассчитывается на прочность и устойчивость.

2. Цифровой двойник центра коллективного пользования «Цифровое машиностроение». Цифровой двойник предназначен для изучения студентами устройства металлообрабатывающих станков, технологии изготовления машиностроительных изделий, планирования работы машиностроительных предприятий и др. Структура цифрового двойника представлена на рис. 6.

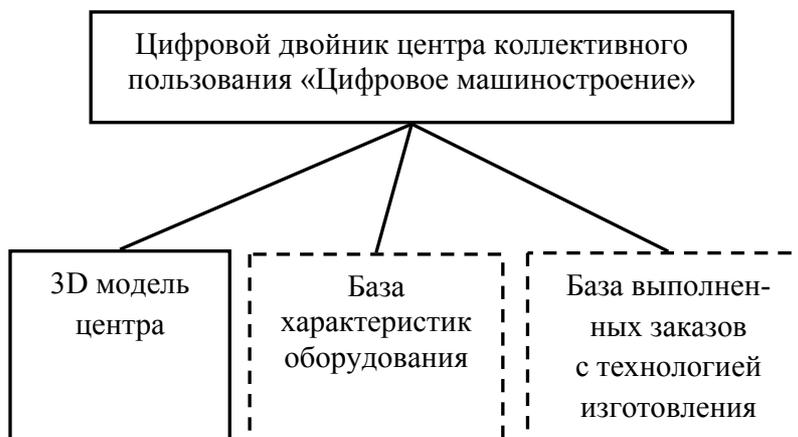


Рис. 6. Структура цифрового двойника центра коллективного пользования «Цифровое машиностроение»

На рисунках 7 – 9 представлены элементы 3D-модели центра с характеристиками станков.



Рис. 7. Токарный обрабатывающий центр CTX 310 ecoline

Год выпуска 2016, производитель DMG MORI. Технические характеристики: максимальный диаметр точения 200 мм, максимальная длина заготовки при обработке в центрах (обрабатываемая) 455 мм, максимальный диаметр зажимного патрона 210 мм, максимальная частота вращения шпинделя 5000 оборотов в минуту, мощность (длительность включения 100%) 11 кВт (АС), максимальный внутренний диаметр зажимной втулки 65 мм.



Рис. 8. Фрезерный станок BF46 CNC Pro

Год выпуска 2015, производитель OPTIMUM. Общая потребляемая мощность 3,7 кВт 220 В ~50 Гц, привод шпинделя 2,2 кВт. Шпиндель: конец шпинделя ISO 40, число оборотов шпинделя 200...3100 оборотов в минуту, зажимная штанга M16, максимальный диаметр торцевой фрезы 80 мм, максимальный диаметр концевой фрезы 32 мм, вылет оси шпинделя 260 мм. Координатный стол: размер стола 850×240 мм, расстояние шпиндель-стол 80...570 мм, размер Т-пазов 18/3/80 мм. Перемещения: ось X 500 мм, ось Y 260 мм, ось Z 500 мм. Подача по осям: рабочая подача (оси X, Y, Z) 1200 мм в минуту. Точность: повторяемость 0,020 мм, позиционирование 0,025 мм, габаритные размеры 1260×1060×2240 мм. Масса Opti BF46 Pro станка 680 кг.



Рис. 9. Токарный станок с ЧПУ D2807 CNC Pro

Год выпуска 2015, производитель OPTIMUM. Электропитание: общая потребляемая мощность TU2807 CNC 1,55 кВт, общая потребляемая мощность TU2807V CNC 2,3 кВт, привод шпинделя TU2807 CNC 850 Вт, привод шпинделя TU2807V CNC 1,5 кВт. Шпиндель: число оборотов шпинделя TU2807 CNC 125...2000 оборотов в минуту, число оборотов шпинделя TU2807V CNC 30...4000 оборотов в минуту, внутренний конус шпинделя МК4, ручной токарный патрон 125 мм, проходное отверстие шпинделя 26 мм. Станочные данные: высота центров 140 мм, межцентровое расстояние 700 мм, диаметр обработки над суппортом 140 мм, ширина станины 180 мм, максимальная высота державки резца 14 мм. Перемещения: ось X 160 мм, ось Z 570 мм. Подача по осям: рабочая подача (оси X, Z) 700 мм в минуту. Точность: повторяемость 0,040 мм, позиционирование 0,050 мм. Задняя бабка: внутренний конус пиноли задней бабки МК 2, перемещение пиноли задней бабки 85 мм. Габаритные размеры: длина 1600 мм, ширина 700 мм, высота 550 мм. Масса станка 302 кг.

Список использованных источников

1. **Мокрозуб, В. Г.** Функциональная и процедурная модели проектирования технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб // Программные системы и вычислительные методы. – 2014. – № 4. – С. 418 – 430. – DOI: 10.7256/2305-6061.2014.4.13971
2. **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.
3. **Мокрозуб, В. Г.** Системный анализ процессов принятия решений при разработке технологического оборудования / В. Г. Мокрозуб, Е. Н. Малыгин, С. В. Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 364 – 373.

УДК 339.138: 316.472.4

Шнякина Я. И., Фролова Т. А.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(e-mail: scorpio0751@gmail.com)

МЕТОДЫ ПРИВЛЕЧЕНИЯ АУДИТОРИИ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

Shnyakina Ya. I., Frolova T. A.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(e-mail: scorpio0751@gmail.com)

METHODS OF ATTRACTING AUDIENCE IN SOCIAL NETWORKS

Аннотация. Приведен анализ методов продвижения в социальных сетях. Показаны подходы к измерению эффективности веб-проекта.

Ключевые слова: социальные сети, эффективность веб-проекта, информация, реклама.

Abstract. The analysis of promotion methods in social networks is given. The approaches to measuring the effectiveness of a web project are shown.

Keywords: social networks, web project effectiveness, information, advertising.

Социальные сети прочно закрепились в повседневной жизни каждого современного человека. Они предоставляют широкие возможности не только для общения, но и для получения и продвижения полезной информации. При помощи социальных сетей множество учебных заведений продвигают образовательные услуги и бренды (вуза, института, кафедры и т.д.), а также взаимодействуют с пользователями. В связи с этим возникает потребность в привлечении широкой аудитории.

Отсутствие методики продвижения в социальных сетях ведет за собой низкую востребованность размещаемой информации, падение количества посетителей и т.д. Поэтому необходимо придерживаться определенной стратегии.

Для легкого доступа к информации необходимо подобрать интернет-площадки, которые являются наиболее популярными среди пользователей. В настоящее время самыми посещаемыми являются: «ВКонтакте», «Facebook», «Instagram» и «Одноклассники». «Однако не все из представленных площадок подходят для решения задач маркетинговой стратегии, каждый сервис обладает собственным уникальным набором функциональных характеристик, что определяет необходимость рассмотрения и отбора тех социальных сетей, которые будут максимально удовлетворять целям присутствия в Интернет-пространстве» [1]. На равне с особенностями интернет-площадок стоит учитывать временные промежутки посещаемости социальных сетей.

Очень важным является качество представляемого контента, а также регулярность публикаций. По мнению д-р филол. наук, доцента О. М. Култышевой: «Продвижение в социальных сетях даже отдаленно не должно напоминать прямую рекламу, которая не представляет интереса и даже раздражает большинство посетителей. От этого следует снижение доверия к ресурсу» [2]. Также, несмотря на то, что продвигаются интересы учебного заведения, стоит оставить место для хорошо подобранных юмористических

публикаций, которые будут разбавлять атмосферу и провоцировать людей на какую-либо активность в обсуждениях и оценках.

Для получения обратной связи необходимо проведение различных викторин, конкурсов, опросов и голосований. Это является эффективным методом увеличения аудитории и, как следствие, числа подписчиков, так как вызывает большой интерес у пользователей. А при помощи проведения опросов Вы сможете проанализировать свою целевую аудиторию и выявить ее интересы. «Тематическая страница сообщества может стать основой для организации совместной работы студентов, для обсуждения учебного материала, реализации творческих проектов» [3].

В соответствии с интересами и особенностями пользователей можно запустить таргетированную рекламу. Такая реклама – быстрый и хороший способ привлечения в аккаунт, так как ее видят именно те пользователи, которые вам подходят. При создании же собственной рекламы необходимо обращать внимание на заголовки, красочные и четкие изображения, которые смогут интриговать и призывать к действию.

Определенный процент людей использует социальные сети для получения последних новостей, поэтому будет важным наличие популярных хэштегов, это поможет обратить внимание на контент большого количества будущих подписчиков.

Очень важным пунктом в методах привлечения аудитории является поддержка людей, которые имеют авторитет в образовательном учреждении. Необходимо, чтобы они участвовали в продвижении социальной сети и делились контентом со своими подписчиками. Также их можно упоминать в публикациях.

После привлечения на страничку подписчиков их нужно удержать. Помимо активной работы с контентом и рекламой, важно то, как происходит общение с людьми. Здесь стоит обратить внимание на вежливость, грамотность, своевременный ответ и работу с недовольствами и возражениями.

Подбор контента, создание рекламы, работа с пользователями и активное ведение страницы образовательного учреждения требует много времени и является достаточно непростым занятием, поэтому рекомендуется назначение группы людей, которая, распределив обязанности, сможет учесть все тонкости процесса.

Данные методы привлечения аудитории являются основными, но не единственными в своем роде. Важно понимать, что продвижение в социальных сетях имеет широкий системный подход и требует постоянного внимания. Комплексная работа со всеми особенностями приведет к увеличению конкурентоспособности образовательного учреждения. Страничка в социальной сети станет площадкой для взаимодействия большого количества людей.

Измерение эффективности веб-проекта всегда является сложной задачей как минимум по двум причинам. Во-первых, причины создания веб-сайта очень сильно отличаются. Существует несколько подходов к классификации данных причин, часто называемых бизнес-моделями. Некоторые сайты только предоставляют информацию о компании и продуктах, чтобы повысить лояльность бренда. Другие же напрямую продают товары с сайта, для получения прямой прибыли с посетителей сайта. Еще у сайтов есть возможность предоставлять навигационные сервисы (поисковые системы и каталоги) и получают прибыль от продажи мест для рекламы и спонсорских позиций в рейтинге.

Очевидно, что показатели эффективности должны выбираться исходя из целей сайта. Существует множество моделей, таких как модель Ларсена и Блониярца, позволяю-

ших рассчитать эффективность инвестиций в продвижение веб-сайтов. Однако, такие модели применимы по большей части только к стадии планирования, так как существует множество субъективных показателей эффективности, которые сложно перевести в финансовые показатели. Кроме того, так как многие веб-ресурсы представляют совершенно новый бизнес, их потоки выручки могут или вообще отсутствовать, или быть непредсказуемыми. Исходя из этого, другая модель предполагает, что лучше оценивать производительность сайта, а не прибыльность. Для расчета производительности необходимо знать количество использованных ресурсов и количество произведенного фактора. Производительность считается промежуточной оценкой экономического успеха. За производимый фактор веб-сайтов принимается количество произведенного трафика.

Еще один подход к оценке эффективности веб-сайта строится на разделении оценок на качественные и количественные показатели. Из количественных показателей обычно рассматривают:

- количество обращений к веб-странице;
- количество уникальных пользователей;
- число отказов;
- количество конверсий;
- суточная частота посещений страницы;
- время, проведенное на веб-странице.

Качественный анализ эффективности – это достаточно субъективный процесс, основывающийся на данных, полученных из опросов потенциальных потребителей, отзывов клиентов, опыта других проектов.

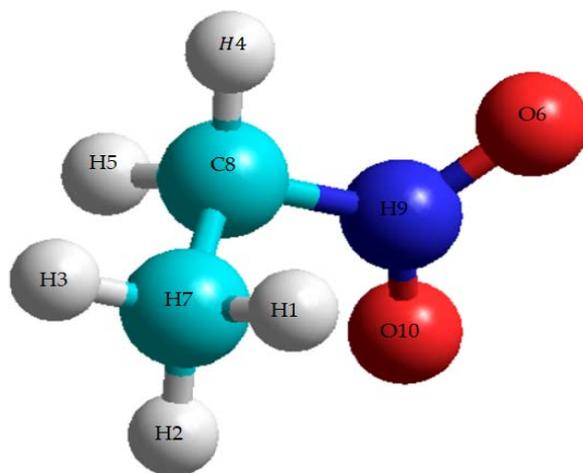
Кроме того, отдельно можно оценить эффективность продвижения в различных социальных сетях. Помимо учета социальных сетей, как одного из источников трафика, важными показателями являются количество подписчиков или «фанатов» на официальные страницы, число лайков, репостов и ретвитов.

Список использованных источников

1. Белоусенко, Д. В. Использование социальных сетей в продвижении образовательных услуг / Д. В. Белоусенко // Молодой ученый. – 2018. – № 45. – С. 55 – 58. – URL : <https://moluch.ru/archive/231/53676/>
2. Култышева, О. М. Специфика продвижения бизнеса в социальных сетях / О. М. Култышева, А. В. Шушарина. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/v/spetsifika-prodvizheniya-biznesa-v-sotsialnyh-setyah>
3. Социальные сети в вузе / М. П. Карпенко, В. Н. Фокина, Т. Ю. Семенова, А. В. Абрамова. – Режим доступа : https://muh.ru/wp-content/uploads/docs/soc_set_SO_7_14.pdf
4. Валединская, Е. Н. Специфика эффективного маркетинга в социальных сетях / Е. Н. Валединская, О. А. Астафьева, Э. А. Бочарова. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/v/spetsifika-effektivnogo-marketinga-v-sotsialnyh-setyah>
5. Кремнев, Д. Продвижение в социальных сетях / Д. Кремнев. – Изд-во «Питер», 2011. – 160 с.
6. Парабеллум, А. Социальные сети. Источники новых клиентов для бизнеса / А. Парабеллум, Н. Мрочковский, В. Калаев. – Изд-во «Питер», 2013. – 176 с.

Секция VIII

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМ



УДК 51-74

Майникова Н. Ф., Рогов И. В., Попов О. Н.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. (4752) 63-04-48, e-mail: teplotehnika@nnn.tstu.ru)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В МЕТОДЕ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Mainikova N. F., Rogov I. V., Popov O. N.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. (4752) 63-04-48, e-mail: teplotehnika@nnn.tstu.ru)

MATHEMATICAL MODELING OF HEAT TRANSFER IN THE METHOD OF NONDESTRUCTIVE TESTING

Аннотация. Сформулирована краевая задача нестационарной теплопроводности применительно к методу неразрушающего контроля теплофизических свойств и температурных характеристик структурных переходов в полимерах. Приведено решение задачи, описывающее процесс распространения тепла в исследуемом полугограниченном теле в предположении отсутствия структурного перехода.

Ключевые слова: математическое моделирование; неразрушающий контроль; полимерный материал.

Abstract. The boundary value problem of non-stationary thermal conductivity is formulated in relation to the method of non-destructive testing of thermophysical properties and temperature characteristics of structural transitions in polymers. The solution of the problem describing the process of heat propagation in the studied semi-bounded body under the assumption of the absence of a structural transition is given.

Keywords: nondestructive testing; mathematical modeling; polymeric material.

При решении задач оперативного контроля теплофизических свойств (ТФС) материалов определенным интерес представляют неразрушающие методы с использованием линейного источника тепла, расположенного на поверхности полугограниченного в тепловом отношении объекта [1, 2]. Методы, в которых тепловой источник действует на сравнительно небольшом участке объекта, оставляя после себя направленный тепловой поток, а, следовательно, и нестационарное температурное возмущение, представляют широкие технологические возможности, позволяя определять независимо две теплофизические характеристики (λ – теплопроводность и a – температуропроводность).

Достоинствами данных методов являются также сравнительная простота их технической реализации и малое время, необходимое для проведения эксперимента. Исследования в этой области на сегодняшний день остаются актуальными. Прежде всего, это определяется тем, что ТФС материала находят на основании косвенных экспериментов и рассчитывают по определенным математическим моделям. В результате точность и

надежность определения ТФС во многом обуславливается тем, насколько адекватно математическая модель описывает тепловые процессы, проходящие при измерении [3].

Данная работа посвящена аналитическому описанию процесса теплопроводности от двух линейных нагревателей в полуограниченном теле.

Тепловая схема разработанного метода неразрушающего контроля ТФС и температурных характеристик структурных переходов в полимерных материалах представлена на рис. 1. Два полуограниченных тела с различными ТФС находятся в идеальном тепловом контакте с двумя источниками тепла постоянной мощности в виде узкой полосы шириной $2h$ каждый. В начальный момент времени температура тел во всех точках пространства одинакова и равна нулю. В момент времени $\tau = 0$ на поверхности исследуемого полимерного тела начинают действовать два источника с постоянной мощностью q_0 , обладающие удельной теплоемкостью c_n каждый. При температуре $T = T_n$ материал тела (1) имеет фазовый переход (ФП), сопровождающийся поглощением (выделением) тепла Q_n . ТФС тела (1) до и после перехода меняются незначительно.

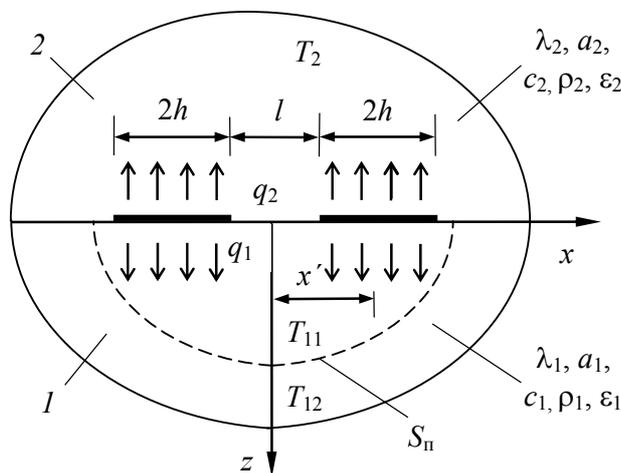


Рис. 1. Тепловая схема:

1 – исследуемое полимерное изделие; *2* – подложка ИЗ

Математическая постановка задачи:

$$\frac{1}{a_{11}} \frac{\partial T_{11}(x, z, \tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 T_{11}(x, z, \tau)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_{11}(x, z, \tau)}{\partial z^2}, \quad x > 0, z > 0, \tau > 0, T_{11}(x, z, \tau) > T_n; \quad (1)$$

$$\frac{1}{a_{12}} \frac{\partial T_{12}(x, z, \tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 T_{12}(x, z, \tau)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_{12}(x, z, \tau)}{\partial z^2}, \quad x > 0, z > 0, \tau > 0, T_{12}(x, z, \tau) < T_n; \quad (2)$$

$$\frac{1}{a_2} \frac{\partial T_2(x, z, \tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 T_2(x, z, \tau)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_2(x, z, \tau)}{\partial z^2}, \quad x > 0, z < 0, \tau > 0; \quad (3)$$

$$T_1 = \begin{cases} T_{11}, & T_1(x, z, \tau) > T_n; \\ T_{12}, & T_1(x, z, \tau) < T_n; \end{cases} \quad (4)$$

$$T_1(x, z, 0) = T_2(x, z, 0) = T_0; \quad T_1(x, 0, \tau) = T_2(x, 0, \tau); \quad (5, 6)$$

$$-\lambda_1 \frac{\partial T_1(x, 0, \tau)}{\partial z} = \begin{cases} 0, & 0 < |x| < \frac{l}{2} \\ q_1, & \frac{l}{2} < |x| < \frac{l}{2} + 2h; \\ 0, & \frac{l}{2} + 2h < |x| \end{cases} \quad (7)$$

$$-\lambda_2 \frac{\partial T_2(x, 0, \tau)}{\partial z} = \begin{cases} 0, & 0 < |x| < \frac{l}{2} \\ q_2, & \frac{l}{2} < |x| < \frac{l}{2} + 2h; \\ 0, & \frac{l}{2} + 2h < |x| \end{cases} \quad (8)$$

$$q_1 + q_2 = q_0 - q_n; \quad (9)$$

$$T_1(x, z, \tau) = T_2(x, z, \tau) = T_0, \quad x^2 + z^2 \rightarrow \infty; \quad (10)$$

$$\frac{\partial T_1(0, z, \tau)}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial T_2(0, z, \tau)}{\partial x} = 0; \quad (11)$$

$$-\lambda_{11} \sqrt{\left(\frac{\partial T_{11}(S_{\text{п}}, \tau)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial T_{11}(S_{\text{п}}, \tau)}{\partial z}\right)^2} + \lambda_{12} \sqrt{\left(\frac{\partial T_{12}(S_{\text{п}}, \tau)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial T_{12}(S_{\text{п}}, \tau)}{\partial z}\right)^2} = V_{\text{п}} Q_{\text{п}}; \quad (12)$$

$$\lambda_1 = \begin{cases} \lambda_{11}, & T_1(x, z, \tau) > T_{\text{п}}; \\ \lambda_{12}, & T_1(x, z, \tau) < T_{\text{п}}; \end{cases} \quad (13)$$

$$V_{\text{п}} = \sqrt{\left(\frac{\partial x_{\text{п}}}{\partial \tau}\right)^2 + \left(\frac{\partial z_{\text{п}}}{\partial \tau}\right)^2}; \quad S_{\text{п}}(\tau) = \{(x_{\text{п}}, z_{\text{п}}) | T_1(x_{\text{п}}, z_{\text{п}}, \tau) = T_{\text{п}}\}. \quad (14)$$

Здесь: T_{11} – распределение температуры в исследуемом ПМ после структурного перехода; T_{12} – распределение температуры в ПМ до перехода; $T_{\text{п}}$ – температура перехода; x, z – координаты; τ – время; $T_1, T_2, \lambda_1, \lambda_2$ – значения избыточной температуры и теплопроводности ПМ и подложки ИЗ, соответственно; $a_{11}, a_{12}, \lambda_{11}, \lambda_{12}$ – температуропроводность и теплопроводность ПМ после и до перехода, соответственно; l – расстояние между нагревателями; $S_{\text{п}}$ – граница фазового перехода; $V_{\text{п}}$ – скорость движения границы перехода; q_0 – мощность, выделяющаяся на единицу длины нагревателя, q_1, q_2 – части мощности, идущие на нагрев исследуемого ПМ и подложки ИЗ; q_n – мощность, затрачиваемая на разогрев нагревателя.

Решение задачи (1) – (14), описывающее процесс распространения тепла в исследуемом полуограниченном теле в предположении отсутствия ФП, получено по принципу суперпозиции на основании известных ранее решений [4]:

$$\begin{aligned}
 T_1(x, 0, \tau) = \frac{\bar{q}_0 a_1^{0,5} \tau^{0,5}}{\pi^{0,5} \lambda_1} & \left\{ \operatorname{erf} \left[\frac{h + (x - x')}{2a_1^{0,5} \tau^{0,5}} \right] + \operatorname{erf} \left[\frac{h - (x - x')}{2a_1^{0,5} \tau^{0,5}} \right] - \frac{h + (x - x')}{2\pi^{0,5} a_1^{0,5} \tau^{0,5}} \operatorname{Ei} \left[-\frac{(h + (x - x'))^2}{4a_1 \tau} \right] - \right. \\
 & - \frac{h - (x - x')}{2\pi^{0,5} a_1^{0,5} \tau^{0,5}} \operatorname{Ei} \left[-\frac{(h - (x - x'))^2}{4a_1 \tau} \right] + \operatorname{erf} \left[\frac{h + (x + x')}{2a_1^{0,5} \tau^{0,5}} \right] + \operatorname{erf} \left[\frac{h - (x + x')}{2a_1^{0,5} \tau^{0,5}} \right] - \\
 & \left. - \frac{h + (x + x')}{2\pi^{0,5} a_1^{0,5} \tau^{0,5}} \operatorname{Ei} \left[-\frac{(h + (x + x'))^2}{4a_1 \tau} \right] - \frac{h - (x + x')}{2\pi^{0,5} a_1^{0,5} \tau^{0,5}} \operatorname{Ei} \left[-\frac{(h - (x + x'))^2}{4a_1 \tau} \right] \right\}. \quad (15)
 \end{aligned}$$

Выражение для температуры поверхности $z = 0$ в точке с координатой x от действия двух нагревателей для больших значений τ имеет вид

$$\begin{aligned}
 T_1(x, 0, \tau) = \frac{q_0 h}{\pi \lambda_1} & \left\{ 2 \ln \left(\frac{a \tau}{h^2} \right) - \frac{h + (x - x')}{2h} \ln \left(\frac{h + (x - x')}{h} \right)^2 - \frac{h + (x + x')}{2h} \ln \left(\frac{h + (x + x')}{h} \right)^2 - \right. \\
 & \left. - \frac{h - (x - x')}{2h} \ln \left(\frac{-h + (x - x')}{h} \right)^2 - \frac{h + (-x - x')}{2h} \ln \left(\frac{h - (x + x')}{h} \right)^2 + 4 - 2\gamma + 4 \ln(2) \right\}. \quad (16)
 \end{aligned}$$

Решения краевой задачи нестационарной теплопроводности (15), (16) при распространении тепла от двух бесконечных источников тепла постоянной мощности, в виде узкой полосы каждый, на стадии регуляризации вне области структурных превращений могут быть использованы для нахождения ТФС материалов исследуемых объектов, а также для решения задач оптимизации измерительного устройства при реализации метода неразрушающего контроля ТФС и температурных характеристик структурных переходов в полимерных материалах.

Список использованных источников

1. **Лыков, А. В.** Теория теплопроводности / А. В. Лыков. – М. : Высш. шк., 1967. – 599 с.
2. **Теплофизические измерения и приборы** / Е. С. Платунов, С. Е. Буравой, В. В. Курепин, Г. С. Петров ; под общ. ред. Е. С. Платунова. – Л. : Машиностроение, 1986. – 256 с.
3. **Жуков, Н. П.** Многомодельные методы и средства неразрушающего контроля теплофизических свойств твердых материалов и изделий / Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова. – М. : Машиностроение-1, 2004. – 288 с.
4. **Математическое моделирование теплопереноса от двух нагревателей в полуграниченном теле** / Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова, И. В. Рогов, О. Н. Попов // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2012. – Т. 18, № 2. – С. 327 – 332.

УДК 681.51

Подвальный С. Л.,¹ Васильев Е. М.²

Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

¹(Тел. (4732)437718, e-mail: spodvalny@yandex.ru),

²(Тел. (4732)437718, e-mail: vgtu-aits@yandex.ru)

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МНОГООБРАЗИЯ НА ЭВОЛЮЦИЮ МАКРОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СТРУКТУР

Podvalny S. L.,¹ Vasiljev E. M.²

Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh

¹(Tel. (4732)437718, e-mail: spodvalny@yandex.ru),

²(Tel. (4732)437718, e-mail: vgtu-aits@yandex.ru)

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF DIVERSITY ON THE EVOLUTION OF MACROMOLECULAR STRUCTURES

Аннотация. Представлены результаты математического моделирования конкурирующего взаимодействия макромолекулярных структур в процессе их эволюции. Для анализа такого взаимодействия использовались модель квазивидов как совокупности близких по структуре макромолекул и более совершенная модель сайзеров, учитывающая функциональные элементы биологических структур – информационную матрицу, трансляторы и репликаторы. Сравнивались два варианта организации сообщества макромолекул – гомогенная организация, в которой макромолекулы отличаются только средним уровнем приспособленности к окружающей среде, и гетерогенная, допускающая перекрестные мутационные потоки между видами молекулами. Показано, что для устойчивой эволюции способных к самовоспроизведению макромолекул необходимы не только многообразие их видов и селективная избирательность к механизмам репликации, но и наличие совместного взаимодействия этих видов, при котором текущие преимущества каждого из них могут быть использованы всеми другими элементами макромолекулярного сообщества.

Ключевые слова: Эволюция, макромолекулярные структуры, квазивиды, сайзеры, многообразие, мутационные потоки.

Abstract. The results of mathematical modeling of the competing interaction of macromolecular structures during their evolution are presented. To analyze this interaction, we used the quasi-species model as a set of macromolecules close in structure and a more advanced sizer model that takes into account the functional elements of biological structures – an information matrix, translators, and replicators. Two variants of organizing a community of macromolecules were compared - homogeneous organizations in which macromolecules differ only in the average level of adaptability to the environment, and heterogeneous, allowing cross mutational flows between species of molecules. It was shown that for the stable evolution of self-reproducing macromolecules, not only the diversity of their species and selective selectivity to replication mechanisms are necessary, but also the presence of a joint interaction of these species, in which the current advantages of each of them can be used by all other elements of the macromolecular community.

Keywords: Evolution, macromolecules, quasi-species, sizer, diversity, mutational flows.

Математическое моделирование эволюции добиологических макромолекулярных структур позволяет проводить количественное исследование закономерностей этого процесса и, как следствие, качественный анализ условий возникновения самовоспроизводящихся организмов [1, 2].

Одной из распространенных моделей совокупности однотипных макромолекул (квазивидов) является модель М. Эйгена [3]:

$$\begin{cases} \dot{x}_i = \left(w_i - \sum_{j=1}^n (w_j x_j) \right) x_i; \\ \sum_{j=1}^n x_j = 1; \quad i = \overline{1, n}, \end{cases} \quad (1)$$

в которой обозначены: n – число различных видов молекул; x_i – относительная доля молекул вида i в общей совокупности макромолекул; w_i – степень устойчивости макромолекулы вида i ; $\sum_{j=1}^n (w_j x_j)$ – средняя степень устойчивости всех видов молекул.

Для исследования процесса эволюции на модели (1) были рассмотрены пять квазивидов молекул ($n = 5$) с одинаковым начальным составом $x_i = 0,2, i = 1, \dots, 5$ (рис. 1) и уменьшающейся с номером i степенью устойчивости. При постоянных условиях наличие автокаталитического характера циклических реакций неизбежно приведет к доминированию одного, наиболее устойчивого вида молекул (x_1 на рис. 1, а), забирающих себе материальные и энергетические ресурсы в месте локализации всей совокупности. Однако если условия среды изменятся ($t = 1000$), то доминирующее положение может принять другой вид молекул (x_2 на рис. 1, а), который еще сохранился к этому моменту времени. Если бы доминирующий вид при $t = 1000$ был единственным, то изменение внешних условий привело к его распаду и исчезновению всей начальной совокупности.

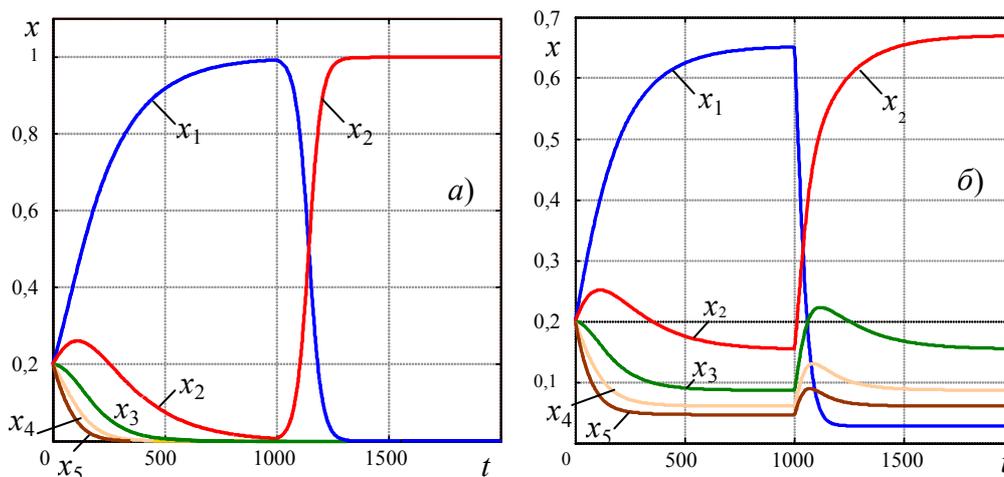


Рис. 1. Неустойчивое существование совокупности молекул пяти видов (а); устойчивое разнообразие макромолекул при положительном перекрестном влиянии (б)

Введем в рассмотрение положительное перекрестное влияние каждого вида молекул на окружающую химическую среду в виде компонент $\sum_{j=1, j \neq i}^n (\psi_{ij} x_j)$, степень влияния которых определяется коэффициентами ψ_{ij} (виды j влияют на вид i [3, 4]):

$$\dot{x}_i = \left[w_i - \left(\sum_{j=1}^n (w_j x_j) + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n (\psi_{kj} x_j) \right) \right] x_i + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (\psi_{ij} x_j). \quad (2)$$

Уже при очень малых $\psi_{ij} = 0,001$ картина сосуществования макромолекул качественно изменяется, рис. 1б: вся совокупность молекул, сохраняя конкуренцию за ресурсы входящих в нее, приобретает устойчивость в целом.

Таким образом, анализ модели квазивидов указывает на значение многообразия видов как необходимого условия эволюции [5-8].

Рассмотрим другую модель совокупности макромолекул, содержащую молекулы с разными функциями: репликаторы, катализаторы и трансляторы – модель сайзеров [9 – 11]. Указанный состав молекул уже обладает способностью самокопирования со скоростями $\dot{x}_i, \dot{y}_i, \dot{z}_i$ в соответствии с уравнениями:

$$\begin{cases} \dot{x}_i = x_i \sum_{j=1}^n (a_j y_j) - x_i \sum_{k=1}^n x_k \sum_{j=1}^n (a_j y_j); \\ \dot{y}_i = x_i \sum_{j=1}^n (b_j z_j) - y_i \cdot 2 \sum_{k=1}^n x_k \sum_{j=1}^n (b_j z_j); \\ \dot{z}_i = x_i \sum_{j=1}^n (b_j z_j) - z_i \cdot 2 \sum_{k=1}^n x_k \sum_{j=1}^n (b_j z_j), \end{cases} \quad (3)$$

где x_i, z_i, y_i – концентрации перечисленных выше молекул в сайзере типа i , $\sum_{i=1}^n x_i = 1, \sum_{i=1}^n (y_i + z_i) = 1$; a_j, b_j – постоянные коэффициенты, определяющие скорость самокопирования.

Численный анализ уравнений (3) показал, что концентрации макромолекул с течением времени не изменяются, т.е. конкуренция и естественный отбор не возникают.

Пространственное обособление сайзеров одного вида в так называемых коацерватах позволяет переписать (3) для каждого коацервата:

$$\begin{cases} \dot{x} = ax - x(ax + bx + dz); \\ \dot{y} = bx - y(ax + bx + dz); \\ \dot{z} = dz - z(ax + bx + dz). \end{cases} \quad (4)$$

Множители a, b, d , определяющие скорости самокопирования, индивидуальны для различных коацерватов, что приводит к появлению конкуренции между ними:

$$\dot{v}_i = \left(w_i - \sum_{j=1}^n (w_j v_j) \right) v_i, \quad (5)$$

здесь v_i – доли соответствующих коацерватов; $\sum_{i=1}^n v_i = 1$; $w_i = a_i y_i x_i + b_i z_i x_i + d_i z_i x_i$;

$\sum_{j=1}^n (w_j v_j)$ – средняя скорость воспроизведения всех коацерватов.

Результаты решения уравнений (4) и (5) в пакете MatLab показаны на рис. 2.

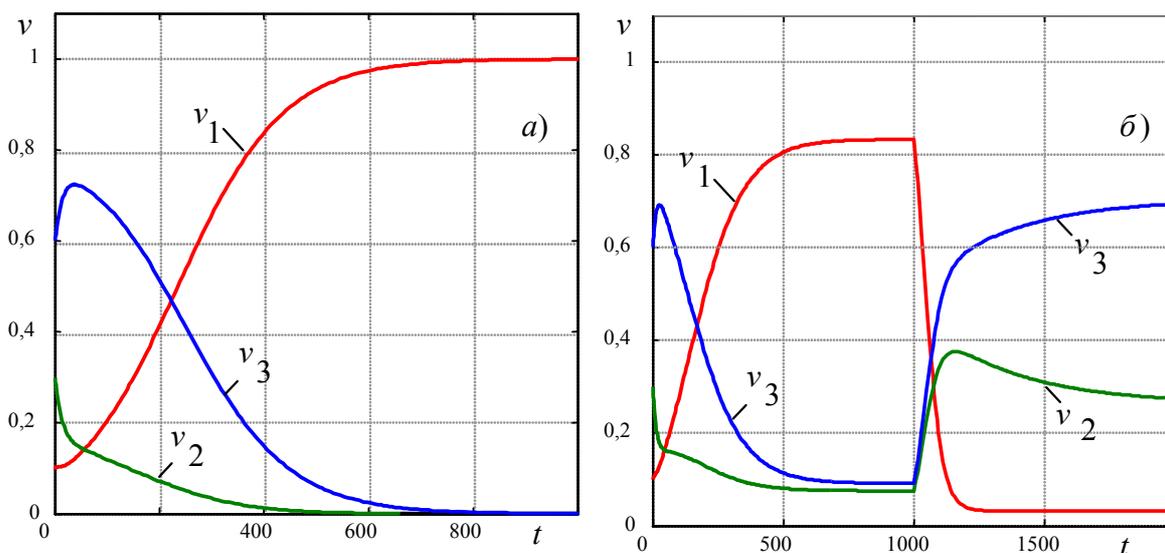


Рис. 2. Появление конкуренции в результате перехода к обособленному синтезу (5) (а); формирование устойчивой совокупности с разнообразием конкурирующих макромолекул с частотами v_1, v_2, v_3 в результате введения в модель (5) перекрестных потоков (б)

Рисунок 2, а иллюстрирует полное исчезновение угнетенных видов молекул (см. также рис. 1, а). При появлении положительного перекрестного влияния (рис. 2, б) многообразие макромолекул сохраняет возможность устойчивого эволюционного развития.

Список использованных источников

1. **Редько, В. Г.** Эволюция, нейронные сети, интеллект. Модели и концепции эволюционной кибернетики / В. Г. Редько. – М. : Либрокком, 2013. – 224 с.
2. **Ястребов, С.** От атомов к древу: введение в современную науку о жизни / С. Ястребов. – М. : Альпина нон-фикшн, 2018. – 704 с.
3. **Эйген, М.** Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул / М. : Эйген. – М. : Мир, 1973. – 224 с.

4. **Crick, F. H.** The origin of the genetic code / F. H. Crick // *Journal of Molecular Biology*. – 1968. – No. 38(3). – P. 367 – 379.
5. **Подвальный, С. Л.** Концепция многоальтернативности в живых и неживых структурах / С. Л. Подвальный, Е. М. Васильев // *Онтология проектирования*. – 2016. – Т. 6, № 3(21). – С. 355 – 367.
6. **Подвальный, С. Л.** Моделирование эволюционных процессов биологических систем / С. Л. Подвальный, Е. М. Васильев // *Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий: сб. тр. IX междунар. конф. «ПМТУКТ-2016»*. – Воронеж : Научная книга, 2016. – С. 271 – 274.
7. **Подвальный, С. Л.** Биологическое разнообразие и модели эволюции / С. Л. Подвальный, Е. М. Васильев // *Вестник воронежского государственного университета инженерных технологий*. – 2016. – № 3 (69). – С. 123 – 127.
8. **Подвальный, С. Л.** Многоальтернативное поведение в критических режимах как модель биологического процесса принятия решений / С. Л. Подвальный, Е. М. Васильев // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии*. – 2015. – № 2. – С. 105 – 113.
9. **Ратнер, В. А.** Сайзеры: моделирование фундаментальных особенностей молекулярно-биологических организаций. Соответствие общих свойств и конструктивных особенностей коллективов макромолекул / В. А. Ратнер, В. В. Шамин // *Журнал общей биологии*. – 1983. – Т. 44, № 1. – С. 51 – 61.
10. **White, D. H.** A theory for the origin of a self-replicating chemical system. Natural selection of the autogen from short random oligomers / D. H. White // *Journal of Molecular Evolution*. – 1980. – V. 16, No. 2. – P. 121 – 147.
11. **Файстель, Р.** Эволюция гиперциклов Эйгена, протекающих в коацерватах / Р. Файстель, Ю. М. Романовский, В. А. Васильев // *Биофизика*. – 1980. – Т. 25, № 5. – С. 882 – 887.

УДК 338.001.36, 338.516.49

Шевцова О. В.

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов
(Тел. 89158797130, e-mail: olyashevzova@mail.ru)

SWOT-АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА ОКСИДА ГРАФЕНА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЕГО ОСНОВЕ

Shevtsova O. V.

Tambov State Technical University, Russia, Tambov
(Tel. 89158797130, e-mail: olyashevzova@mail.ru)

SWOT ANALYSIS OF GRAPHENE OXIDE PRODUCTION AND FUNCTIONAL MATERIALS BASED ON IT

Аннотация. В работе приведен анализ сильных и слабых сторон проекта, внешних возможностей и возможных угроз, которые могут возникать во время производства и продажи функциональных материалов на основе оксида графена. Проведено маркетинговое исследование ценообразования на международных торговых площадках многостенных углеродных нанотрубок и водных дисперсий оксида графена.

Ключевые слова: SWOT-анализ, оксид графена, функциональные материалы, рынок наноматериалов, маркетинг.

Abstract. The paper analyzes the strengths and weaknesses of the project, external opportunities and possible threats that may arise during the production and sale of functional materials based on graphene oxide. A marketing study of pricing on international trading platforms of multi-walled carbon nanotubes and aqueous dispersions of graphene oxide was conducted.

Keywords: SWOT-analysis, graphene oxide, functional materials, the market of nanomaterials, marketing.

SWOT-анализ – метод стратегического планирования, используемый для оценки факторов и явлений, влияющих на проект или предприятие. Все факторы делятся на четыре категории: strengths (сильные стороны), weaknesses (слабые стороны), opportunities (возможности) и threats (угрозы) [1]. Метод включает определение цели проекта, а также выявление внутренних и внешних факторов, которые способствуют ее достижению. Иллюстративно методика SWOT-анализа изображена на рис. 1.

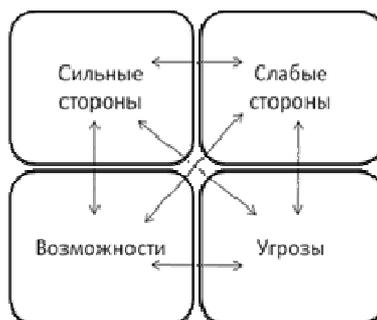


Рис. 1. Составляющие SWOT- анализа [1]

Ниже представлен SWOT-анализ проекта «Новое поколение многоцелевых функциональных графеноподобных материалов» (табл. 1).

1. SWOT-анализ проекта «Новое поколение многоцелевых функциональных графеноподобных материалов»

	Положительные факторы	Негативные факторы
	Сильные стороны (внутренний потенциал) (S)	Слабые стороны (внутренние недостатки) (W)
Внутренняя среда	<p>1) Географическое положение (центральный федеральный округ).</p> <p>2) Развитая инфраструктура ФГБОУ ВО «ТГТУ».</p> <p>3) Большой срок работы коллектива проекта в области инновационных исследований и нанотехнологий.</p> <p>4) Производство в рамках проекта экологически безопасной продукции, соответствующей самым современным стандартам качества и безопасности (наличие сертификата АНО «Наносертифика»))</p> <p>5) Широкий ассортимент промышленно производимых функциональных наноматериалов и оказываемых услуг в области НИР и ОКР.</p> <p>6) Хороший имидж ФГБОУ ВО «ТГТУ» в области НИР, ОКР в рамках реализации Федеральных целевых программ и хоздоговорных работ с предприятиями региона и РФ.</p> <p>7) Возможность осуществления выставочных мероприятий, конференций, научных школ и т.д.</p> <p>8) Оперативная работа с основными предприятиями региона и РФ в области инжиниринга нанотехнологий.</p> <p>9) Наличие собственного интернет-сайта.</p> <p>10) Выполнение постоянных маркетинговых исследований в области производства углеродных наноматериалов.</p>	<p>1) Недостаточное оснащение технологическим оборудованием и производственными площадками для изготовления функциональных графеноподобных материалов нового поколения.</p> <p>2) Не определены объемы постоянного производства наномодификаторов графеноподобных материалов.</p> <p>3) Относительно небольшие финансовые возможности, которые ограничивают осуществлять крупные производственные проекты.</p> <p>4) Небольшой опыт работы в крупнотоннажном производстве</p>

Продолжение табл. 1

	Положительные факторы	Негативные факторы
	<p>11) Индивидуальный подход к решению НИР, ОКР и производственных задач (удовлетворение потребностей в повышении качества выпускаемой продукции и запросов по улучшению, модернизации существующих технологий современного производства).</p> <p>12) Регулярное повышение квалификации персонала задействованного для реализации проекта.</p> <p>13) Более низкие цены, по сравнению с китайскими и немецкими аналогами</p>	
	Внешние возможности (О)	Имеющиеся угрозы (Т)
Внешняя среда	<p>1) Возможность выхода высокотехнологичной и конкурентоспособной продукции на российский и зарубежный рынок.</p> <p>2) Привлечение различных потребителей продукции за счет эффективного ценообразования.</p> <p>3) Рост квалификации всех сотрудников.</p> <p>4) Постоянное повышение качества продукции и оказываемых услуг.</p> <p>5) Повышение эффективности реализации проекта благодаря инновационной деятельности.</p> <p>6) Гибкие цены для постоянных клиентов, продуманное ценообразование, скидки, оказание дополнительных услуг клиентам, нацеленное на длительное сотрудничество с клиентами в будущем.</p> <p>7) Получение поддержки региональных властей (при потенциальном отсутствии в регионе конкурентов в данной рыночной нише)</p>	<p>1) Жесткая конкуренция на международном рынке.</p> <p>2) Нестабильная экономическая ситуация в стране.</p> <p>3) Усиление позиций компаний-конкурентов</p>

В ходе проведенного SWOT-анализа, для проекта «Новое поколение многоцелевых функциональных графеноподобных материалов» характерен некий баланс сильных и слабых сторон (сильных и слабых параметров, характерных проектов), а также возможностей и угроз. Процентное соотношение факторов SWOT-анализа представлено на рис. 2.



Рис. 2. Процентное соотношение сильных и слабых факторов, влияющих на реализацию проекта «Новое поколение многоцелевых функциональных графеноподобных материалов»

Как видно из рис. 2 сильные стороны преобладают над слабыми, причем особо следует подчеркнуть наличие у проекта возможности постоянного повышение качества продукции и оказываемых услуг, производства в рамках проекта экологически безопасной продукции, привлечения различных потребителей продукции за счет эффективного ценообразования и выхода высокотехнологичной и конкурентоспособной продукции на российский и зарубежный рынок.

Маркетинговое исследование рынка, проведенное на виртуальных торговых площадках: ООО «НаноТехЦентр», sigma-Aldrich.com, aliexpress.com, показало следующую среднюю стоимость на многостенные углеродные нанотрубки (МУНТ) и оксид графена (рис. 3).

Рисунок 3 показывает, что продукция ООО «НаноТехЦентр» имеет более низкие цены, по сравнению с китайскими и немецкими производителями. В частности, цены на отечественные углеродные нанотрубки в 4,5 и в 100 раз ниже, чем на китайские и немецкие соответственно. Оксид графена дешевле в 100 и в 1500 раз ниже, чем на китайские и немецкие соответственно.

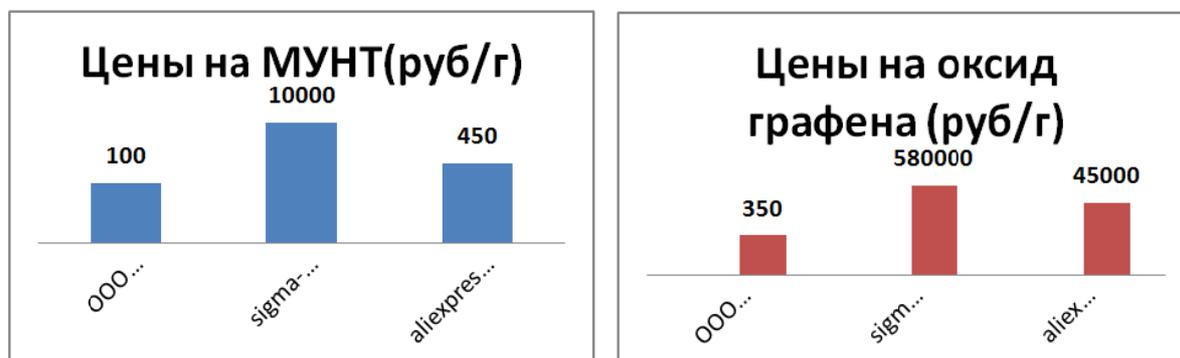


Рис. 3. Цены на МУНТ и оксид графена (руб/г)

Таким образом, реализация проекта будет происходить в достаточно стабильных условиях, однако для получения дополнительных конкурентных преимуществ проекту необходимо получить дополнительное финансирование для оснащения технологическим оборудованием и производственными площадками, эффективной продажи разработанной и опробованной технологии и продукции, тем самым упрочить свои позиции на внутреннем и внешнем рынках.

Список использованных источников

1. **Аругюнова, Д. В.** Стратегический менеджмент : учебное пособие / Д. В. Аругюнова. – Таганрог : Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – 122 с.
2. **AliExpress** // AliExpress.com [сайт]. – URL : <https://ru.aliexpress.com/>
3. **Sigma-Aldrich** // Sigma-Aldrich.com [сайт]. – URL : <https://sigmaaldrich.com/>
4. **ООО «НаноТехЦентр».** – URL : <http://www.nanotc.ru/>

УДК 532.2:537.311:539.125

**Богатов Н. М.¹, Григорьян Л. Р.²,
Кленевский А. В.³, Коваленко М. С.⁴, Нестеренко И. И.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. (+7962)8800110, e-mail: klenevsky@icloud.com),
⁴(Тел. (+7918)4694954, e-mail: m.s.kovalenko@ya.ru),
⁵(Тел. (+7929)8516796, e-mail: ii.nesterenko78@gmail.com)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЛАСТЕЙ РАЗУПОРЯДОЧЕНИЯ В КРЕМНИИ, ОБЛУЧЕННОМ ПРОТОНАМИ

**Bogatov N. M.,¹ Grigoryan L. R.,²
Klenevsky A. V.,³ Kovalenko M. S.,⁴ Nesterenko I. I.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. (+7962)8800110, e-mail: klenevsky@icloud.com),
⁴(Tel. (+7918)4694954, e-mail: m.s.kovalenko@ya.ru),
⁵(Tel. (+7929)8516796, e-mail: ii.nesterenko78@gmail.com)

MODELLING OF DISORDERING REGIONS IN PROTON-IRRADIATED SILICON

Аннотация. Построена модель образования областей разупорядочения в результате разделения пар междоузельных атомов и вакансий в кластере дефектов с учетом нейтрального и заряженного состояния пары. Модель позволяет определить радиус и среднее количество вакансий области разупорядочения. Рассчитаны профили распределения междоузельного кремния, вакансий, дивакансий, областей разупорядочения, созданных низкоэнергетическими протонами в кремнии, а также зависимости параметров областей разупорядочения от энергии протонов. Показано, что максимум распределения областей разупорядочения, созданных протонами, пространственно отделен от максимумов распределения междоузельного кремния, вакансий и дивакансий, что позволяет дифференцировано изменять поверхностные и объемные свойства полупроводниковых структур.

Ключевые слова: области разупорядочения, радиационные дефекты, протоны, кремний, n-p-переход.

Abstract. A model of disordering regions generation as a result of interstitial atom- vacancy pairs separation in view of neutral and charged pair states was developed. The model allows to define the radius and the mean number of vacancies of a disordering region. Distribution profiles of interstitial silicon, vacancies, divacancies, disordering regions created by low-energy protons in silicon were calculated, as well as the disordering regions parameters dependencies on proton

energies. It was shown that the disordering region distribution maximum is spatially separated from interstitial silicon, vacancies and divacancies distribution maximums. This allows to differentially modify superficial and volumetric properties of semiconductor structures.

Keywords: disordering regions, radiation defects, protons, silicon, n-p-junction.

Введение. Облучение протонами позволяет контролируемо изменять свойства материала на глубине от 0,1 мкм до 1 мм [1]. Структура и свойства радиационных дефектов (РД) зависят от дозы облучения протонами, температуры отжига, концентрации исходных примесей [1]. Характеристики приборов микро и наноэлектроники чувствительны к изменению состояния поверхностной области. Численное моделирование процесса радиационного дефектообразования актуально, так как позволяет предсказать закономерности изменения свойств полупроводниковых материалов и структур [2].

Цель работы – моделирование распределения областей разупорядочения (ОР), формирующихся в кремнии при облучении протонами.

1. Модель образования первичных радиационных дефектов. Атом решетки кремния (Si) получает кинетическую энергию T_k при столкновении с налетающей частицей. Если $T_d \leq T_k < T_{dm}$, то образуется связанная пара Френкеля, которая существует только при гелиевых температурах. При более высокой температуре вакансия (V) и междоузельный атом кремния (Si_i) либо аннигилируют, преодолев энергетический барьер E_R , либо разделяются, преодолев энергетический барьер E_L . Первично смещенный атом Si, получивший энергию $T_k > T_{dm}$, создает разделенную пару Френкеля, преодолевает энергетический барьер E_L , сталкивается с другими атомами решетки и при $T_k \geq 2 T_{dm}$ выбивает их из узлов. В результате образуется каскад смещений. Среднее число разделенных пар Френкеля в каскаде смещений характеризуется каскадной функцией $\nu(T_k)$. В модели Линдхарда-Нельсона-Шарфа-Томсона [3], каскадная функция имеет вид:

$$\nu(T_k) = \begin{cases} 0, & T_k < T_{dm}, \\ 1, & T_{dm} \leq T_k \leq 2T_{dm}/g(T_k), \\ g(T_k)T_k/2T_{dm}, & 2T_{dm}/g(T_k) \leq T_k. \end{cases} \quad (1)$$

Коэффициент $g(T_k)$ в (1) характеризует долю энергии первично смещенного атома, которая идет на упругие столкновения.

Вакансии и междоузельные атомы Si, образовавшиеся в результате разделения пар Френкеля, называются простыми радиационными дефектами [4]. Простые радиационные дефекты взаимодействуют на стадии каскадного размножения. Многовакансионные комплексы играют роль зародышей аморфной фазы или ОР. Нерекombинировавшие междоузельные атомы Si_i и вакансии V, а также дивакансии W, многовакансионные комплексы и ОР, образовавшиеся в каскаде смещений, называются первичными радиационными дефектами (ПРД) [4].

Влияние зарядового состояния и температуры на вероятность ω_f разделения пары Френкеля и образование ПРД в кремнии с различной концентрацией доноров, акцепторов проанализировано в [5]. Вероятность разделения пар Френкеля возрастает при увеличении температуры, а также снижении положения уровня Ферми от дна зоны проводимости до середины запрещенной зоны.

Феноменологическая модель образования ПРД в кремнии построена в [6]. Два интервала экспериментально наблюдаемых значений пороговой энергии [7] отождествим с образованием связанной $T_d = 12,9$ эВ и разделенной $T_{dm} = 21$ эВ пары Френкеля, пороговую энергию образования ОР выберем $T_{do} = 20$ КэВ [4].

Вероятность объединения k случайно расположенных вакансий в объеме зоны неустойчивости v_w (сфера реакции) определяется распределением Пуассона:

$$\omega_k = \frac{(N_{vr}v_w)^k}{k!} \exp\{-N_{vr}v_w\}. \quad (2)$$

В формуле (2) N_{vr} – средняя концентрация вакансий в области каскада.

Пусть T_m – максимальная энергия, передаваемая узловому атому налетающей частицей. Среднее число междоузельных атомов кремния и вакансий, созданных одной ионизирующей частицей на единице длины проективного пробега, при $T_{dm} \leq T_k \leq T_m < 2T_{dm}$ определяется формулой (3):

$$G_{Si} = G_V = N_0 \left(\omega_f \int_{T_d}^{T_{dm}} \frac{d\sigma_d}{dT_k} dT_k + \omega_d \int_{T_{dm}}^{T_m} v(T_k) \frac{d\sigma_d}{dT_k} dT_k \right). \quad (3)$$

В формуле (3) N_0 – концентрация атомов Si в решетке кристалла, $d\sigma_d(E, T_k)$ – дифференциальное сечение рассеяния, характеризующее вероятность передачи узловому атому энергии T_k от налетающей частицы с энергией E , ω_d – вероятность избежать аннигиляции для разделившихся V, Si_i, расположенных на расстоянии $r \leq r_{vi} = 2,8a$ (r_{vi} – средний радиус реакции, a – период решетки).

Область каскада, возникающая, если энергия атома отдачи $T_k \geq 2T_{dm}$, характеризуется понятием «средний кластер» [8], который приближенно имеет форму эллипсоида [9]. Без учета эффекта каналирования средний кластер имеет вид сферы диаметром R_p , равным среднему проективному пробегу первоначально выбитого атома Si [10]. Междоузельный кремний Si_i распределен в поверхностной области, а вакансии V в объеме среднего кластера [9].

В среднем кластере выделим сферическое ядро, содержащее вакансии, радиусом $r_c = (R_p/2 - r_{vi})$ и поверхностную область с $r_c \leq r < R_p/2$, где находятся атомы Si_i. Вероятность избежать аннигиляции для разделившихся вакансии V и междоузельного атома Si_i, расположенных друг от друга на расстоянии $d \leq r_{vi}$, равна ω_d . Тогда вероят-

ность аннигилировать в оболочке атомам Si_l, оказавшимся на поверхности кластера, равна 1 – ω_d. Среднюю плотность вакансий N_{vr} в ОР, количество вакансий K_{ve} и междоузельного кремния K_{ie} в поверхностной области найдем по формулам (4):

$$N_{vr} = \frac{6v(T_k)}{\pi R_p^3}, K_{ve} = v(T_k) \left(1 - \left(1 - \frac{2r_{vi}}{R_p} \right)^3 \right), K_{ie} = v(T_k)(1 - \omega_d). \quad (4)$$

Функция R_p(T_k), входящая в формулы (4), при T_k ≥ 10⁴ эВ рассчитана в работе [10], при T_k < 10⁴ эВ использовались значения R_p, полученные экстраполяцией.

Рассмотрим два случая, соответствующих неравенствам K_{ie} ≥ K_{ve} и K_{ie} < K_{ve}. В первом случае аннигилируют K_{ve} пар V, Si_l, остальные атомы Si_l отделены от вакансий расстоянием r > r_{vi} и дают вклад в концентрацию первичных дефектов. Во втором случае аннигилируют K_{ie} пар V, Si_l, объем ядра v_c увеличивается за счет внутренней части оболочки, занятой не аннигилировавшими вакансиями (формула (5)):

$$v_c = \pi(R_p - 2r_{vi})^3 / 6 + \Delta v_c, \quad \Delta v_c = \begin{cases} 0 & \text{при } K_{ie} \geq K_{ve}, \\ (K_{ve} - K_{ie}) / N_{vr} & \text{при } K_{ie} < K_{ve}. \end{cases} \quad (5)$$

Среднее количество междоузельных атомов, избежавших аннигиляции:

$$v_i = \begin{cases} v(T_k) \left(1 - 2r_{vi} / R_p \right)^3 & \text{при } K_{ie} \geq K_{ve}, \\ v(T_k) \omega_d & \text{при } K_{ie} < K_{ve}. \end{cases} \quad (6)$$

В образовании дивакансии участвует вакансия, ближайшая к данной в пределах объема v_w. Вероятность ω_w обнаружить ближайшую вакансию в объеме v_w найдем из формулы (2): ω_w = 1 – exp{–N_{vr}v_w}. Значение v_w = 4πa³/3. В каскаде, созданном атомом с энергией T_k < T_{do}, N_{vr}v_w << 1, поэтому образованием многовакансионных комплексов в этом случае можно пренебречь. Используя ω_w, найдем среднее количество дивакансий v_w и оставшихся вакансий v_v в среднем кластере:

$$v_w = 0,5N_{vr}v_c(1 - \exp\{-N_{vr}v_w\}), \quad v_v = N_{vr}v_c \exp\{-N_{vr}v_w\}. \quad (7)$$

Формулы (7) верны также в ОР при условии v_c > v_w, выполняющемся для всех параметров расчета. Среднее число ПРД, созданных одной ионизирующей частицей на единице длины ее проективного пробега, при энергии атома отдачи 2T_{dm} ≤ T_k ≤ T_m ≤ T_{do} получим, используя формулы (6, 7):

$$\begin{pmatrix} G_{Si} \\ G_V \\ G_W \end{pmatrix} = N_0 \int_{2T_{dm}}^{T_m} \begin{pmatrix} v_i \\ v_v \\ v_w \end{pmatrix} \frac{d\sigma_d}{dT_k} dT_k. \quad (8)$$

При $T_k > T_{do}$ вакансии и дивакансии не дают вклад в G_V , G_W , так как находятся в пределах ядра ОР. Значение G_{Si} вычисляется аналогично (8), где заменим $2T_{dm}$ на T_{do} .

Для ОР определим следующие средние значения:

$$R_{do} = \frac{\int_{T_{do}}^{T_m} \left(\frac{3v_c}{4\pi}\right)^{1/3} \frac{d\sigma_d}{dT_k} dT_k}{\int_{T_{do}}^{T_m} \frac{d\sigma_d}{dT_k} dT_k}, \quad N_{vdo} = \frac{\int_{T_{do}}^{T_m} N_{vr} v_c \frac{d\sigma_d}{dT_k} dT_k}{\int_{T_{do}}^{T_m} \frac{d\sigma_d}{dT_k} dT_k}, \quad G_{do} = N_0 \int_{T_{do}}^{T_m} \frac{d\sigma_d}{dT_k} dT_k. \quad (9)$$

В формуле (9) R_{do} – радиус, N_{vdo} – количество не аннигилировавших вакансий в ОР, G_{do} – число ОР, созданных одной ионизирующей частицей на единице длины проективного пробега:

Дифференциальное сечение рассеяния $d\sigma_d(E, T_k)$ классического протона рассчитывалось по формуле Линдхарда–Нельсона–Шарфа [11] с учетом энергетических зависимостей ионизационных потерь, электронного и ядерного торможения в области низких и высоких энергий.

2. Расчет образования областей разупорядочения в кремнии. На рисунке 1 показано рассчитанное по формулам (3), (8), (9) распределение по глубине среднего числа ПРД, созданных в кремнии при температуре 300 К.

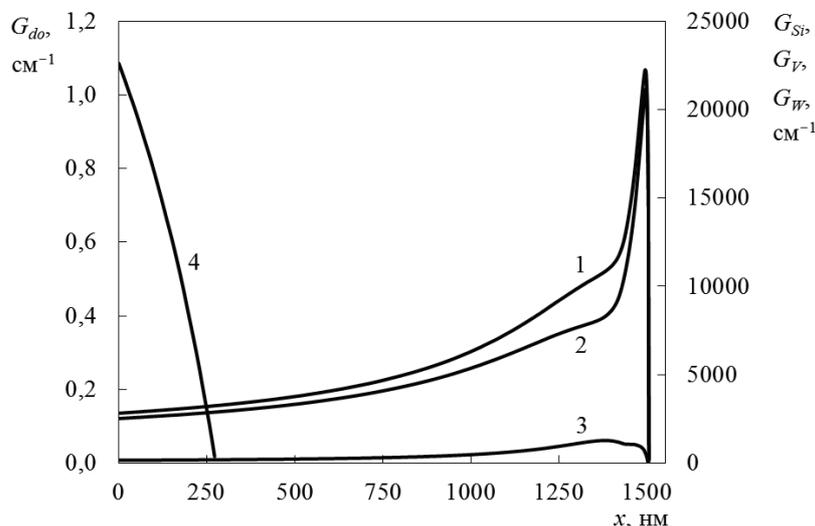


Рис. 1. Количество ПРД, созданных на единице длины проективного пробега протоном с энергией $E_p = 180$ КэВ:

- 1 – междуузельного кремния G_{Si} ; 2 – вакансий G_V ;
- 3 – дивакансий G_W ; 4 – областей разупорядочения G_{do}

Протоны с энергией $E_p = 180$ КэВ создают в кремнии ОР с максимумом распределения на поверхности. Максимумы распределения междуузельного кремния и вакансий

расположены в объеме при $x = 1490$ нм. ОР расположены на расстоянии от поверхности $x \leq 272$ нм. ОР являются наномасштабными объектами со средним радиусом $R_{do} \leq 15$ нм и средним количеством вакансий $N_{vdo} \leq 111,8$. Зависимость параметров ОР от энергии протона показана на рис. 2.

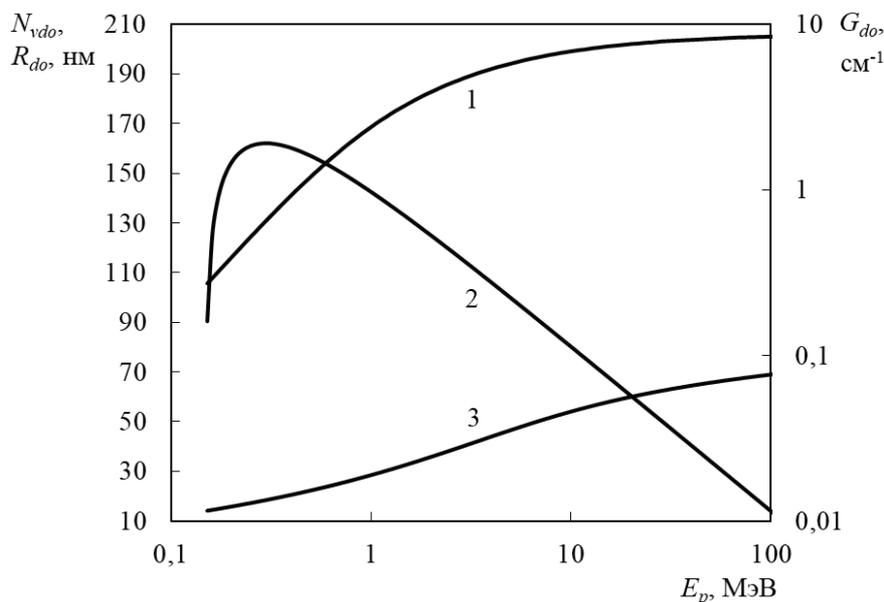


Рис. 2. Зависимость N_{vdo} , G_{do} , R_{do} от энергии протона:

1 – N_{vdo} ; 2 – G_{do} ; 3 – R_{do}

Протоны с $E_p < 150$ КэВ не создают ОР. Зависимость числа ОР G_{do} от энергии протона имеет максимум при $E_p = 300$ КэВ, максимальное значение $G_{do\max} = 1,9 \text{ см}^{-1}$. Значение G_{do} убывает от $G_{do\max}$ до $0,011 \text{ см}^{-1}$ при $E_p = 100$ МэВ. Средние значения радиуса R_{do} и количества вакансий N_{vdo} в ОР монотонно возрастают с увеличением энергии протона от 150 КэВ до 100 МэВ.

Заключение. Максимум распределения областей разупорядочения, созданных протонами, пространственно отделен от максимумов распределения междуузельного кремния, вакансий и дивакансий, что позволяет дифференцированно изменять свойства полупроводниковых структур.

Список использованных источников

1. **Козлов, В. А.** Легирование полупроводников радиационными дефектами при облучении протонами и α -частицами / В. А. Козлов, В. В. Козловский // Физика и техника полупроводников. – 2001. – Т. 35. – В. 7. – С. 769 – 795.

2. **Effect of Radiation-Induced Defects Produced by Low-Energy Protons in a Heavily Doped Layer on the Characteristics of $n^+ \text{-p-p}^+$ Si Structures** / Y. A. Agafonov, N. M. Bogatov,

L. R. Grigorian et al. // Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – 2018. – V. 12, No 3. – P. 499 – 503.

3. **Integral** equations covering radiation effects (notes an atomic collision, III) / J. Lindhard, V. Nielson, M. Scharff et al // Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Mathematisk-fysiske Meddelelser. – 1963. – V. 33, No. 10. – 42 p.

4. **Кузнецов, Н. В.** Радиационная стойкость кремния / Н. В. Кузнецов, Г. Г. Соловьев. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 96 с.

5. **Bogotov, N. M.** Calculation of Frenkel Pairs Separation, Formed in Silicon as a Result of Ionizing Particles Irradiation / N. M. Bogotov, M. S. Kovalenko // AASCIT Journal of Physics. – 2017. – V. 3, No. 3. – P. 13 – 17.

6. **Bogotov, N. M.** Radiation defects in silicon grown by the Czochralski method / N. M. Bogotov // Surface Investigation X-Ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – 1999. – V. 15, No. 3. – P. 561 – 571.

7. **Вавилов, В. С.** Механизмы образования и миграции дефектов в полупроводниках / В. С. Вавилов, А. Е. Кив, О. Р. Ниязова. – М. : Наука, 1981. – 368 с.

8. **Van Lint, V. A.** Energy dependence of displacement effects in semiconductors / V. A. Van Lint, R. E. Leadon, J. F. Colwell // IEEE Trans. of Nucl. Sci. – 1972. – V. NS-19, No. 6. – P. 181 – 185.

9. **Van Lint, V. A.** Implications of cluster model of neutron effects in silicon / V. A. Van Lint, R. E. Leadon // Lattice Defects in Semiconductors. Conf. 1974. London-Bristol. Institute of Physics. – 1975. – P. 227 – 232.

10. **Tables** of Ion Implantation Spatial Distributions / A. F. Burenkov, F. F. Komarov, M. A. Kumakhov et al. – New York ; London ; Paris : Gordon and Breach, 1986. – 462 p.

11. **Lindhart, J.** Approximation method in classical scattering by screened Coulomb fields / J. Lindhart, V. Nielsen, M. Scharff // Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Mathematisk-fysiske Meddelelser. – 1968. – V. 36, No. 10. – 32 p.

Научное электронное издание

**ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,
ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН**

**Материалы VI Международной
научно-практической конференции**

Выпуск 6, Том II

Компьютерное макетирование И. В. Евсеевой, М. Н. Рыжковой

ISBN 978-5-8265-2193-9



Подписано к использованию 20.12.2019

Упаковка и тиражирование 21.01.2020.

Тираж 100 шт. Заказ № 158

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14.

Телефон (4752) 63-81-08.

E-mail: izdatelstvo@admin.tstu.ru