

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Балаковский инженерно-технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(БИТИ НИЯУ МИФИ)**



# СБОРНИК ТРУДОВ

II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И АВТОМАТИЗАЦИЯ  
В ТЕХНИКЕ, УПРАВЛЕНИИ И ОБРАЗОВАНИИ

ТОМ I

Балаково 2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Балаковский инженерно-технологический институт

# **СБОРНИК ТРУДОВ**

**II Международной  
научно-практической конференции**

**«Современные технологии и автоматизация в технике,  
управлении и образовании»**

**Том I**

Балаково 2020

УДК 621.311, 677, 620.9

ББК 31.4+35.71+31.19

Сборник трудов II Международной научно-практической конференции «Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании» (18 декабря 2019 года). М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020. Т. I. – 348 с.

Сборник содержит статьи по итогам докладов, включенных в программу II Международной научно-практической конференции «Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании» 18 декабря 2019 года в БИТИ НИЯУ МИФИ.

Материалы сборника включают в себя широкий круг вопросов: инновационные проекты и технологии в энергетике и машиностроении; информационные технологии в науке и образовании; информационные технологии и автоматизация в технических системах и управлении; технология и переработка органических и неорганических материалов; инновационные технологии и автоматизация в строительстве зданий и сооружений; актуальные проблемы и тенденции социально-экономического развития управления и образования.

Сборник предназначен преподавателям, ученым, аспирантам, студентам и специалистам, интересующимся тематикой представленных научных направлений.

Редколлегия: В.М. Земсков (ответственный редактор),

О.В. Виштак, С.Н. Грицюк, Т.А. Голова, Т.А. Ефремова, Э.Ф. Кочеваткина, О.Н. Михайлова,  
М.А. Фролова, Н.М. Чернова, В.М. Герасимова, Е.В. Свиридова, К.А. Куклева

Статьи сборника издаются в авторской редакции.

Материалы получены до 18.12.2019

ISBN 978-5-7262-2666-8

© Балаковский инженерно-технологический  
институт (филиал)  
Национального исследовательского ядерного  
университета «МИФИ», 2019

Подписано в печать 27.03.2020. Формат 60x84 1/16

Печ. л. 21,75. Тираж 100 экз. Заказ №1

*Балаковский инженерно-технологический институт (филиал)  
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»  
Типография БИТИ НИЯУ МИФИ  
413853, Саратовская обл., г. Балаково, ул. Чапаева, д. 140*

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **II МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ТЕХНИКЕ, УПРАВЛЕНИИ И ОБРАЗОВАНИИ»**

#### **СЕКЦИЯ 1:**

#### **«ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ И МАШИНОСТРОЕНИИ»**

##### **АНТИПОВ Р.Р., ФЕСТОВЕЦ А.В., УСТИНОВ Н.А.**

Замена кожухотрубного теплообменного оборудования на кожухо-пластинчатые теплообменные аппараты..... 10

##### **БЕЗМАТЬЕВА А.Н., БОЙКО В.В., ЛАПКИС А.А., УМАНЦЕВА В.А.**

Динамика вибрационного состояния механизмов машины перегрузочной блока ВВЭР-1000 в процессе перегрузки топлива..... 14

##### **ЕЛИСТРАТОВА А.О., КРОХА А.М., УСТИНОВ Н.А.**

Сравнение паротурбинной и газотурбинной установки для комбинированной выработки энергии в ЦТП..... 18

##### **ЕФРЕМОВА Т.А.**

Исследование влияния влажности пара на характеристики проточной части турбины атомной станции..... 22

##### **ЗНАМЦЕВ Ю.М., РОГОВА М.В.**

Обобщенная теория работы емкостных гидроэлектрических преобразователей расхода жидких диэлектрических сред..... 27

##### **КОБЗЕВ Р.А., БЕЛОСТРОПОВА В.Э.**

Повышение эффективности ядерных энергетических установок за счет применения выгорающих поглотителей..... 31

##### **КОЛЕСНИКОВ А.Н.**

Об энергосбережении в ЖКХ..... 36

##### **КОСТИН Д.А., РАЗУВАЕВ А.В.**

Особенности приема нагрузки газопоршневыми мини-ТЭЦ..... 43

##### **КРУТИХИНА Т.А., РАЗУВАЕВ А.В., КОБЗЕВ Р.А.**

Универсальный теплоэнергетический комплекс на базе паропоршневой машины.... 47

<b>ЛЯПИН А.С.</b>	
Внедрение режима общего первичного регулирования частоты (ОПРЧ) на Балаковской АЭС.....	52
<b>МАГМАНОВ А.С., КРАСНОЛУДСКИЙ Н.В.</b>	
Модернизация водогрейного котла ПТВМ-180.....	58
<b>МАРКЕЛОВА О.А., ТАРАН В.М.</b>	
Исследование скорости высвобождения жидких компонентов из структуры пористого покрытия.....	62
<b>МОСТОВОЙ В.Д., БИРЮКОВ В.П.</b>	
Построение моделей процесса токарной обработки по управляющим воздействиям..	66
<b>МОСТОВОЙ В.Д., БИРЮКОВ В.П.</b>	
Анализ устойчивости многоконтурной системы управления процессом токарной обработки.....	72
<b>МОТКОВ А.Г., ЩЕГОЛЕВ С.С.</b>	
Влияние наличия дефектов свободных колец подшипников на собственные колебания.....	77
<b>МОТКОВ А.Г., ЩЕГОЛЕВ С.С.</b>	
Анализ собственных колебаний свободного кольца подшипника качения колесной пары вагонов.....	82
<b>НОВИЧКОВ С.В., РОСТУНЦОВА И.А., ЛИВАНОВА Т.В.</b>	
Оптимизация режимов получения дополнительной мощности на АЭС.....	87
<b>РАЗУВАЕВ А.В., БУРЛАКОВ В.И.</b>	
Актуальность использования вторичных энергоресурсов от мини-ТЭЦ.....	93
<b>РАЗУВАЕВ А.В., РАКОВ А.А., ЛЯПИН А.С.</b>	
Актуальность применения газопоршневых когенерационных установок для автономных объектов.....	100
<b>РАЗУВАЕВ А.В., СЫЧЕВ О.В., ЛЯПИН А.С.</b>	
Актуальность применения газогенераторных технологий.....	104
<b>РОМАНОВА А.В., КУДАШЕВА И.О.</b>	
Инструментальные материалы и покрытия для точения червяков.....	109
<b>РОСТУНЦОВА И.А., ГУБАРЬКОВ Н.С., КИЦЕЛЛО Д.В.</b>	
Оценка безопасности длительного временного хранения отработавшего ядерного топлива на ХОЯТ пристанционного типа.....	113

<b>СОКОЛОВ А.А., РОСТУНЦОВА И.А., КИЦЕЛЛО Д.В.</b>	
Оценка эффективности переоснащения городского автотранспорта с учетом фактора защиты окружающей среды.....	118
<b>САВЁЛОВ П.И., ЛИВШИЦ Ю.Е.</b>	
Мобильная автономная солнечная электростанция.....	123
<b>ТЕЛЕГИН С.В.</b>	
Морфология модифицированной поверхности титана после импульсной лазерной обработки.....	128
<b>ХРУСТАЛЕВ В.А., ГАРИЕВСКИЙ М.В.</b>	
АЭС с ВВЭР: эффективность модернизации главных циркуляционных насосов частотно-регулируемыми приводами.....	133

## СЕКЦИЯ 2:

### «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ»

<b>БАЙКОВА М.И., ХОДАКОВА Н.П.</b>	
Web-проекты в практике цифрового образования.....	139
<b>БЕЛЯЕВА В.В., МАСЛЕННИКОВА К.В., ОНТИКОВА А.Д., МИХЕЕВ И.В.</b>	
Перспективы развития антивирусных программ.....	142
<b>БУТУСОВ О.Б., РЕДИКУЛЬЦЕВА Н.И., НИКИФОРОВА О.П.</b>	
Адаптивные нейросетевые обучающие системы.....	148
<b>ВИТКОВСКАЯ Н.Г.</b>	
Применение искусственного интеллекта для построения индивидуальной образовательной траектории обучающегося.....	154
<b>ГАВРИЛОВА К.Э., ЕРМОЛАЕВА О.С., ШТЫРОВА И.А.</b>	
Использование баз данных NoSQL .....	158
<b>ГОНЧАРУК Е.А., БАГДАШИНА О.Ю., ОЛЬХОВСКАЯ Н.В.</b>	
Эффективность внедрения сетевых проектов в практику начального образования.....	161
<b>ДЖАГАРЯН Л.З., ФЕДЯШИНА О.И., ШТЫРОВА И.А.</b>	
Цифровые технологии распределенного реестра.....	166
<b>ЕРМИЛИНА Т., ХОДАКОВА Н.П.</b>	
Компьютерное моделирование в начальной школе.....	170
<b>ИВАНОВ Ю.О.</b>	
Генеративные состязательные сети: направления и перспективы использования.....	173

<b>КАРЯГИНА Т.В., КИРЕЕВА О.И.</b>	
Компьютерное моделирование как средство индивидуализации обучения в условиях магдональдизации образования.....	178
<b>КАЧКОВ М.С., ВИШТАК Н.М.</b>	
Мессенджеры: сравнительный анализ.....	183
<b>КОНДРАТЬЕВА И.А.</b>	
Успешный тандем: иностранный язык и электронная почта .....	190
<b>КРАСНОВ А.Е., ПИВНЕВА С.В.</b>	
Линейное балльно-рейтинговое оценивание успешности обучения.....	194
<b>КРАСНОВ А.Е., ПИВНЕВА С.В., ШМАКОВА Е.Г.</b>	
Нелинейное балльно-рейтинговое оценивание успешности обучения.....	198
<b>КУЛИКОВА Е.Г., ШТЫРОВА И.А.</b>	
Индивидуализация образования через проектную деятельность с использованием информационных технологий.....	201
<b>ЛУКЪЯНОВ А.С., МАМЕДОВ Р.Р., МИХЕЕВ И.В.</b>	
Анализ обеспечения критериев информационной безопасности в современных сервисах сети Интернет.....	205
<b>МОЛОТКОВА Г.В.</b>	
К вопросу использования онлайн словарей при обучении профессионально-ориентированному иностранному языку.....	210
<b>ПИВНЕВА С.В., БЛОХИНА М.В.</b>	
Декомпозиция процесса управления школой в единой информационной среде.....	216
<b>ПЛЫТНИК Е.А., САВЁЛОВ И.Н.</b>	
Цифровая метеостанция.....	220
<b>РЯБЕНКОВ Р.А., МИХЕЕВ И.В.</b>	
Машинное обучение.....	224
<b>РЯБЕНКОВ Р.А., МИХЕЕВ И.В.</b>	
Глубокое обучение.....	229
<b>САХАБУТДИНОВ А.И., ВИШТАК О.В.</b>	
Перспективные направления использования сетей передачи 5G.....	233
<b>СЕМЕНОВА Г.В.</b>	
Технологии дополненной реальности в самостоятельной работе студентов при обучении иностранному языку в неязыковом вузе.....	237

<b>СИДОРЕНКО Д.Е., МИХЕЕВ И.В.</b>	
Анализ возможности использования нейронных сетей для оценки качества программных продуктов.....	242
<b>СИДОРЕНКО Д.Е., МИХЕЕВ И.В.</b>	
Функции активации в нейронных сетях.....	247
<b>СМИРНОВ А.Р., ДОСТАНБЕКОВА Ф.Х., ВИШТАК О.В.</b>	
Python, как ведущий язык программирования.....	252
<b>ТИТОВ В.А., ШТЫРОВА И.А.</b>	
Роль информационных технологий в формировании, развитии и сохранении здоровья учащихся.....	257
<b>ШЛЯХТА Д.Н., ВИШТАК О.В.</b>	
Проблемные аспекты разработки графических приложений.....	261

### СЕКЦИЯ 3:

#### «АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И УПРАВЛЕНИИ»

<b>АНТОНОВ Ю.И.</b>	
Электронная образовательная система (ЭОС) в обучении специалистов служб МТО	266
<b>БЕЛЯКОВА Н.О., ФРОЛОВА М.А.</b>	
Особенности систем автоматического регулирования энергоблоков с реакторами на быстрых нейтронах.....	270
<b>ГЛЕБОВА Я.А., МЕФЕДОВА Ю.А.</b>	
Симметричное и ассиметричное шифрование в криптографии.....	276
<b>ДРУЖИН Д.С., ФРОЛОВА М.А.</b>	
Использование нейронных сетей для интеллектуального анализа данных в медицине.....	280
<b>ЖИРНОВ В.И., ИВАНОВ А.В.</b>	
THREAT INTELLIGENCE как основной инструмент предотвращения кибератак.....	284
<b>ЗЕРНОВ Д.С., ГРИЦЮК С.Н.</b>	
Программируемые логические контроллеры в автоматизированных системах управления технологическими процессами.....	287
<b>ИГНАТЬЕВ А.А., ДОБРЯКОВ В.А., ГАВРИЛОВА А.В.</b>	
Интеллектуальная поддержка решений при мониторинге технологического процесса на основе экспертной системы.....	292



<b>ИГНАТЬЕВ М.А., ИГНАТЬЕВ А.А.</b>	
Модель базы данных прокатных валков для участка подготовки производства сортопрокатного цеха.....	297
<b>КОРНИЛОВА Н.В.</b>	
Анализ магнитножидкостных устройств с точки зрения векторно-энергетического подхода.....	301
<b>КРАСОВИТОВ Р.А., БУРЛАКОВ В.И.</b>	
Внедрение информационных технологий в систему вещевого обеспечения в интересах вещевой службы ВС РФ.....	306
<b>МАЛИНИЧЕВ Д.М., МОЧАЛОВ В.В.</b>	
Требования к защите государственных информационных систем при использовании терминальных устройств доступа для обработки информации.....	313
<b>НЕСТЕРЕНКО В.А., ФРОЛОВА М.А.</b>	
Использование технологии BIG DATA в автоматизации технологических и бизнес-процессов.....	318
<b>ПАНКРАТОВ А.А., МИЛЯЕВА Н.В.</b>	
Моделирование нейронной сети релейной защиты в электрических сетях.....	322
<b>РЯЗАНОВ С.А.</b>	
Компьютерная геометрическая имитационная модель зуборезного инструмента, эквивалентная рабочей поверхности инструмента «долбяк» с модифицированной производящей поверхностью .....	328
<b>СЕМИН Д.С., ГРИЦЮК С.Н.</b>	
Автоматизированное проектирование печатных узлов электронной аппаратуры.....	336
<b>ТАРАНОВ А.А., ФРОЛОВА М.А.</b>	
Направления развития SCADA-систем.....	340
<b>ТРОЦЕНКО Д.Н., ФРОЛОВА М.А.</b>	
Обоснование необходимости автоматизации работы учреждения здравоохранения на основе процессного подхода.....	344

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**  
**«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ТЕХНИКЕ,**  
**УПРАВЛЕНИИ И ОБРАЗОВАНИИ»**

**СЕКЦИЯ 1**  
**«ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ И**  
**МАШИНОСТРОЕНИИ»**

УДК: 536.7

**Замена кожухотрубного теплообменного оборудования на кожухопластинчатые  
теплообменные аппараты**

Антипов Руслан Романович, студент направления «Теплоэнергетика и теплотехника»;  
Фестовец Артем Витальевич, студент направления «Теплоэнергетика и теплотехника»;

Устинов Николай Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Атомная энергетика»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*Рассмотрена проблема выхода из строя кожухотрубчатого теплообменного аппарата, представлены пути решения, их достоинства и недостатки, выбрано наилучшее решение проблемы.*

Кожухотрубчатые теплообменники являются довольно проблемными в эксплуатации, наиболее уязвимой частью являются трубки. Именно с них и начинаются проблемы.

В процессе длительной работы происходит эрозионный и коррозионный износ труб и стенок корпуса: теплопередающие поверхности загрязняются и эффективность теплопередачи падает. Характерными дефектами являются: уменьшение толщины стенки трубы, днища, корпуса, свищи в сварных швах, повреждение уплотнительных поверхностей, трещины на корпусных деталях и трубах, вмятины, неплотности и пропуски в вальцовке труб в трубных решетках, увеличение диаметра отверстий в трубных решетках, язвенная, межкристаллитная и другие виды коррозии, повреждение опор, резьбы на крепежных деталях, увлажнение или повреждение теплоизоляции.

Одной из таких проблем является разгерметизация трубок теплообменников (микротрещины, свищи). Причинами разгерметизации являются:

1. Коррозионное разрушение.
2. Механическое воздействие.
3. Абразивное разрушение.
4. Заводской дефект.

Так как все методы ремонта приводят к ухудшению работы кожухотрубчатого теплообменника, нами предлагается утилизировать только трубки. Вместо них устанавливаются диски со сфероидальными выступами.

Для достижения указанного технического результата при данной решаемой задаче в предлагаемом теплообменном аппарате используются теплообменные поверхности, выполненные в виде дисков, со сфероидальными сегментами по разным сторонам относительно плоскости дисков, впадины которых соприкасаются с соседними дисками.

Разберемся с преимуществами и недостатками теплообменных аппаратов:

Преимущества пластинчатых теплообменников:

- Компактность.
- Коэффициент теплопередачи пластинчатых теплообменников выше, а, соответственно, площадь меньше, чем у традиционных кожухотрубных.
- Меньший вес (меньшая металлоемкость).
- Легкий подбор необходимой тепловой мощности простым добавлением пластин (в расчетах необходимо предусматривать запас по поверхности нагрева 10 %).

Недостатки пластинчатых теплообменников:

- требования к чистоте сред (ставятся на химочищенную воду);
- высокая стоимость комплектующих (стоимость прокладок, требующих периодической замены, может превышать 50% стоимости теплообменника, в процессе эксплуатации уплотнения изнашиваются, трескаются или ссыхаются, они также повреждаются при очистке теплообменника);
- требуют периодической промывки специальными составами (дорогостоящими) для очистки отложений (в коммунальном теплоснабжении рекомендуется использовать только разборные пластинчатые теплообменники);
- более высокое гидравлическое сопротивление, что требует более мощных насосов;
- малая тепловая инерционность;

- плохая ремонтпригодность (при замене поврежденной пластины (например, от коррозии) требуется полная разборка теплообменника, в кожухотрубных поврежденные трубки просто заглушаются);

- нестабильность (ухудшение) характеристик (коэфф. теплопередачи, гидравлические потери) от жесткости воды.

Преимущества кожухотрубных теплообменников:

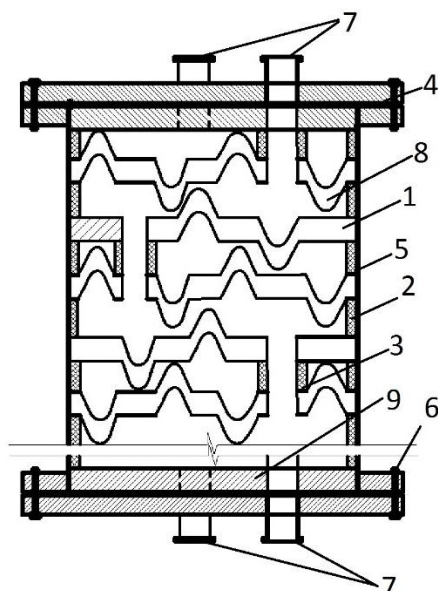
- пониженные требования к чистоте сред;
- простота изготовления;
- простота обслуживания (легко подвергаются механической очистке, не требуют специального оборудования и высококвалифицированного персонала);
- хорошая ремонтпригодность;
- теплоаккумулирующие свойства.

Недостатки кожухотрубных теплообменников:

- низкий коэффициент теплопередачи и, соответственно, высокие массогабаритные характеристики;
- огромные потери в коэффициенте теплопередачи при низких скоростях теплоносителя;
- высокая стоимость в связи с высокой металлоёмкостью;
- необходимость заглушки системы и, соответственно, сокращения площади теплообмена, при промывке и обслуживании;
- в системе «труба-в-трубе» большие сложности при прочистке межтрубного пространства.

Нами предлагается заменить трубки в кожухотрубчатом пластинчатом аппарате на теплообменные поверхности, выполненные в виде дисков, которые в свою очередь снабжены сфероидальными сегментами по разным сторонам относительно плоскости дисков, впадины которых соприкасаются с соседними дисками.

На фиг. 1 представлена конструкция пластинчатого теплообменного аппарата с поверхностями теплообмена в виде дисков, расположенных в общем корпусе для осуществления процесса теплообмена. Он состоит из поверхностей теплообмена: дисков – 1; прокладок – 2; кольцевых прокладок, образующих каналы для движения теплоносителей – 3; крышек – 4 и, соединяющих их с корпусом – 5 болтовых соединений – 6; штуцеров для подвода и отвода нагреваемой среды и греющего теплоносителя – 7; причем диски – 1 снабжены сфероидальными сегментами – 8 и упорных дисков – 9, расположенных по краям конструкции.



*Фиг. 1. Кожухопластинчатый теплообменный аппарат со сфероидальными сегментами*

Теперь рассмотрим преимущества и недостатки теплообменного аппарата при удалении из кожухотрубного аппарата теплообменных трубок и установке в него пластин.

Кожухопластинчатый теплообменник совмещает в себе все преимущества кожухотрубных и пластинчатых теплообменников. Они характеризуются высоким коэффициентом теплопередачи и стойкостью к высоким температурам и давлениям (до 900 °С и до 140 бар). В дополнение к этому достигается увеличение площади теплопередающей поверхности.

Недостатком можно считать неразборную конструкцию сварных пакетов пластин и трудности с их очисткой от накипи. Однако при работе на паре это не имеет значения, т.к. паровая сторона практически не дает отложений, а водяная сторона пригодна для чистки. Также существует технология постоянной очистки пакета пластин во время работы путем установки на корпусе специальных генераторов ультразвука.

Всё же лучшим вариантом и более экономным при выходе из строя кожухотрубного теплообменника – это удаление теплообменных трубок (самая главная причина выхода из строя теплообменника) и установка пластин со сфероидальными сегментами в кожух. Ввод пластины со сфероидальными сегментами позволит расширить возможности пластинчатых аппаратов по организации движения теплоносителей и обеспечение равномерно нагруженного по периметру аппарата силовых элементов, а также увеличения надежности и герметичности, а также значительное увеличение площади теплопередающей поверхности.

## Литература

1. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт оборудования. [Электронный ресурс] URL: <https://www.nhmt.ru/uchebnik/mg/470.php> (дата обращения: 10.12.2019).
2. Устройство и принцип действия пластинчатого теплообменника. [Электронный ресурс] URL: [https://vuzlit.ru/1869242/podbor\\_uniy\\_teploobmennikov](https://vuzlit.ru/1869242/podbor_uniy_teploobmennikov) (дата обращения: 10.12.2019).
3. Сравнение различных типов теплообменников при работе на паре. [Электронный ресурс] URL: <https://ecojour.livejournal.com/1042899.html> (дата обращения: 10.12.2019).

УДК 621.039.566.6

### **Динамика вибрационного состояния механизмов машины перегрузочной блока ВВЭР-1000 в процессе перегрузки топлива**

Безматьева Алена Николаевна, студент специальности

«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»;

Бойко Виктория Владимировна, студент специальности

«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»;

Лапкис Александр Аркадьевич, старший преподаватель кафедры

«Атомная энергетика»;

Уманцева Виолетта Александровна, студент специальности

«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Волгодонск

*В работе были проанализированы тренды параметров вибраций и гармоник спектров вибросигналов, сопровождающих перемещение захвата кластера, на основе анализа перемещений поглощающих стержней (ПС) СУЗ при перегрузке топлива первого блока Ростовской АЭС в ППР-2018. Набор предназначен для создания системы виброакустического контроля процессов перегрузки ядерного топлива энергоблоков ВВЭР-1000.*

Во время перегрузки топлива энергоблока ВВЭР существует вероятность отказа механизмов машины перегрузочной (МП) с падением тепловыделяющей сборки (ТВС) или другого изделия в зоне бассейна перегрузки. Для повышения эксплуатационной

надёжности МП была рассмотрена возможность введения системы контроля, основанной на вибромониторинге операций перегрузки ядерного топлива.

Такая система разрабатывается НИИ АЭМ ВИТИ НИЯУ МИФИ [4]. Нами рассмотрена перегрузка топлива на первом блоке Ростовской АЭС во время планово-предупредительного ремонта (ППР) в 2018 г.

Все перегрузочные циклы МП были разбиты на 32 типа элементарных движений по 5 признакам. Учитывались такие параметры, как скорость, направление, тип перегружаемого изделия или его отсутствие, количество движущихся секций рабочей штанги и тип захвата рабочей штанги (захват ТВС – 24 типа движений, захват кластера – 8 типов движений).

На основе этого был создан набор доверительных интервалов для характеристик вибросигналов, сопровождающих перемещение захвата кластера (ЗКЛ) и ТВС МП энергоблока ВВЭР-1000. Из полученных данных были сформированы эталонные значения, используемые программным обеспечением системы виброакустического контроля МП [3].

Были построены виброакустические шаблоны перемещений рабочей штанги с ТВС, поглощающими стержнями или обоих захватов без перегружаемого изделия во время перегрузки топлива [2].

При анализе трендов среднеквадратических (СКЗ) и пиковых значений виброускорений за все время перегрузки значительных изменений выявлено не было (рис. 1. и рис. 2). Все значения входят в доверительные интервалы.

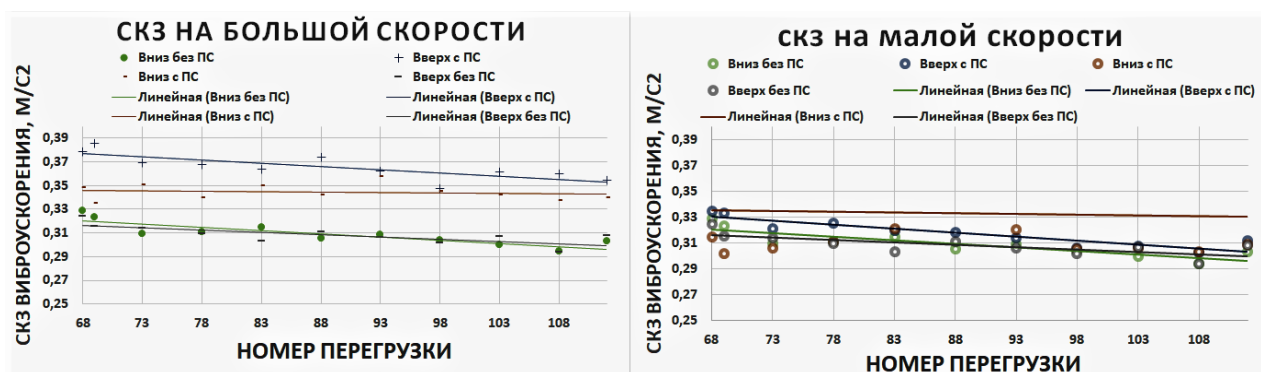


Рис. 1. Зависимость СКЗ виброускорений на участках большой и малой скорости от номера операции

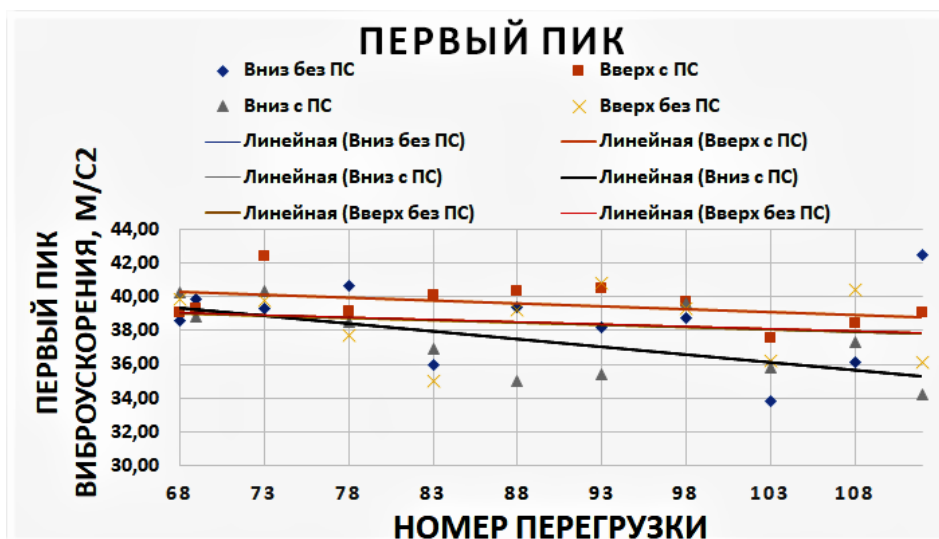


Рис. 2. Зависимость первого пика виброускорений от номера операции

Кроме того был проведен спектральный анализ движений захвата кластера рабочей штанги машины перегрузки [1]. Наблюдение производилось на участках большой и малой скорости и соотносилось с перечнем возбуждающих частот (рис. 1).

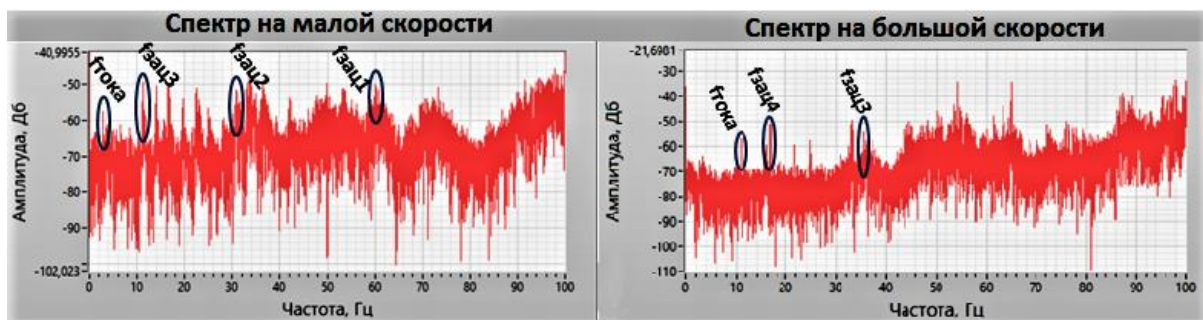


Рис. 1. Детерминированные частоты в спектре вибросигналов при движении захвата кластера

Детерминированными частотами являлись частота питающей сети и частоты вращения и зацепления зубьев редуктора привода захвата кластера.

Таблица 1

Перечень возбуждающих частот

f-частота питающего тока, ГЦ		3,3	11,1	
1 пара	$f_{\text{зац1}}$ , ГЦ	59,4	199,6	зацепление зубьев шестерни входного вала и зубчатого колеса I вала
	$f_{\text{првал1}}$ , ГЦ	1,5	5,1	частота I промежуточного вала
2 пара	$f_{\text{зуб2}}$ , ГЦ	30,5	102,4	зацепление зубьев шестерни I вала и зубчатого колеса II вала



	$f_{\text{првал}2}$ , Гц	0,5	1,7	частота II промежуточного вала
3 пара	$f_{\text{зац}3}$ , ГЦ	11,2	37,5	зубьев шестерни I вала и зубчатого колеса III вала
	$f_{\text{првал}4}$ , Гц	0,3	0,9	частота III промежуточного вала
4 пара	$f_{\text{зац}4}$ , ГЦ	5,1	17,1	зацепление зубьев шестерни III вала и барабана

В ходе работы установлено, что по мере роста наработки циклов механизмами МП Ростовской АЭС ухудшения вибрационного состояния не происходит. Как амплитуды гармоник на детерминированных частотах возбуждения, так и общий уровень вибрации склонны оставаться в пределах доверительных интервалов. Таким образом, результаты виброакустического мониторинга подтверждают высокий уровень эксплуатационной надёжности оборудования, задействованного при перегрузке ядерного топлива. Для совершенствования системы виброакустического контроля МП в части глубины поиска дефекта и оценки остаточного ресурса необходимо продолжать наблюдение за её техническим состоянием с использованием всех доступных средств.

#### Литература

1. Барков А.В., Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации: учеб. пособие. – СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2004. – 152 с.
2. Безматъева А.Н. Анализ движений перегрузочной машины энергоблока ВВЭР-1000 для построения системы вибромониторинга / А.Н. Безматъева, В.А. Уманцева // Системы обеспечения техносферной безопасности. – 2019. – С. 30.
3. Бойко В.В. Построение эталонных виброакустических портретов операций перегрузки ядерного топлива / В.В. Бойко, А.А. Лапкис // Системы обеспечения техносферной безопасности. – 2019. – С. 32.
4. Лапкис А.А. Виброакустическая паспортизация режимов работы машин перегрузочных энергоблоков ВВЭР / А.А. Лапкис, В.Н. Никифоров, Л.А. Первушин // Глобальная ядерная безопасность. – 2018. – № 2 (27). – С. 82-90.

## **Сравнение паротурбинной и газотурбинной установки для комбинированной выработки энергии в ЦТП**

Елистратова Анна Олеговна, студент направления «Теплоэнергетика и теплотехника»;

Кроха Анна Михайловна, студент направления «Теплоэнергетика и теплотехника»;

Устинов Николай Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Атомная энергетика»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*Рассмотрены недостатки и преимущества паротурбинных и газотурбинных установок, приведено сравнение одного типа турбин по отношению к другому, а также эффективность применения той или иной установки в зависимости от климатических условий.*

Паротурбинная установка – это механизм, который преобразует потенциальную энергию сжатого и нагретого до высокой температуры пара в кинетическую энергию вращения ротора турбины. Основным оборудованием является паровая турбина, а также вспомогательные оборудования. Паротурбинная установка (ПТУ) устанавливается на тепловых, электрических станциях, а также на кораблях в качестве привода гребного винта. КПД паровой турбины составляет 20-40 % [1].

Свежий пар из котельного агрегата, где он получил тепло от сгорания топлива, направляется в турбину и, расширяясь в ней, совершает механическую работу с помощью вращения электрогенератора. Далее, после выхода из турбины, пар направляется в конденсатор, где происходит его конденсация. Конденсат отработавшего пара в турбине проходит через подогреватель низкого давления в деаэрактор с помощью конденсатного насоса. Питательный насос из деаэратора подает воду через подогреватель высокого давления в котельный агрегат [2].

Преимущества паротурбинной установки [3]:

1. Работа на различных видах топлива – чтобы получить парообразное состояние воды, используют разные энергоносители, например, на теплоэлектростанциях – мазут, газ, уголь, торф, на атомных станциях – энергию распада радиоактивного топлива. Можно использовать отработанный пар металлургического, химического, а также машиностроительного производства.

2. Высокая единичная мощность.

3. Большой диапазон мощностей позволяет применять паровые турбины для различных нужд. Самые большие мощности используются на крупных атомных и тепловых станциях. Средние и малые мощности применяются для заводов, фабрик, небольших городов, поселков.

4. Высокий срок службы.

Недостатки паротурбинной установки [3]:

1. Сложность монтажа и обслуживания – перевоз и установка турбин имеют особые условия. Транспортировка осуществляется специальными автопоездами, железной дорогой в собранном виде, чтобы не было попадания пыли или же загрязнения. Чтобы погрузить или разгрузить, используют краны большой грузоподъемностью.

2. Инерционность – сложным процессом является пуск ротора, который требует много времени и энергии. Необходимо перед запуском проверить исправность всех запорных, защитных механизмов, а также регулирующих клапанов. Далее прогревают паропроводы, клапаны, ротор при определенной температуре и давлении пара.

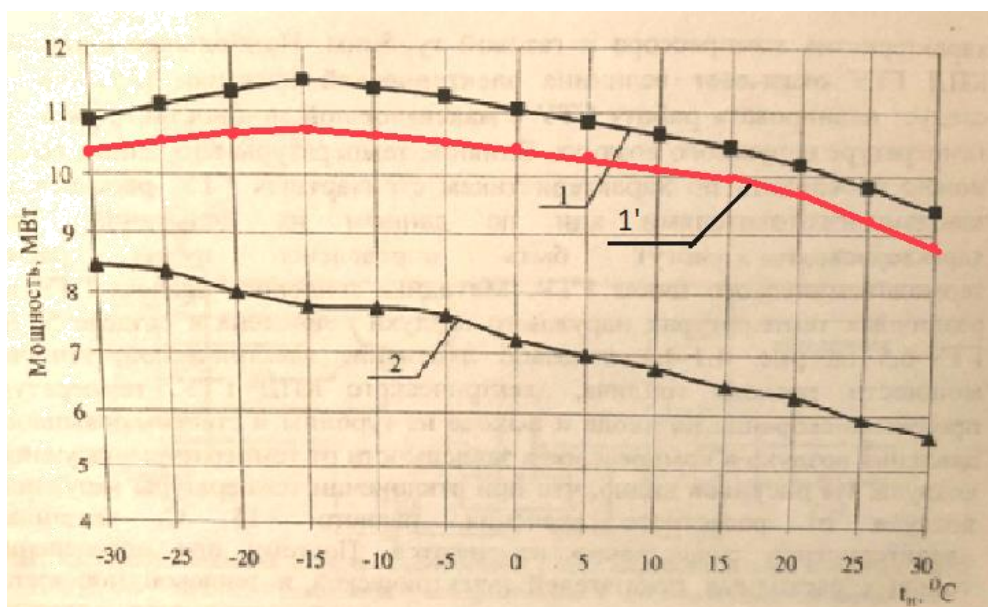
3. Загрязнение окружающей среды – для нагрева воды до состояния пара с температурой, которая достигает 400-600 °С, применяются различные виды топлива. Если используется топливо мазут, уголь, то для их сгорания необходим кислород, который забирается из воздуха, а в атмосферу выделяется большое количество продуктов горения, которые вредны как для человека, так и для природы.

4. Высокая стоимость – стоимость паровой турбины зависит от производителя, размеров мощности, то есть чем мощнее, тем дороже.

5. Низкая эффективность преобразования тепловой энергии топлива в электрическую.

Принцип действия газотурбинной установки (ГТУ) состоит в следующем: воздух, нагнетаемый компрессором в камеру сгорания, смешивается с топливным газом, формируя топливную смесь, и поджигается. Обладающие высокой температурой продукты горения, проходя через несколько рядов лопаток на валу турбины, приводят к ее вращению. Механическая энергия вала передается электрическому генератору, проходя редуктор. Тепловая энергия газов, выходящих из турбины, поступает в теплоутилизатор. Значение температур перед газовой турбиной составляет 1100...1250 °С, а выхлопных газов находится на уровне 450...550 °С. Электрический КПД установок с внутрицикловой регенерацией достигает 38-40 %, без регенерации же снижается до пределов 28-35 %. Поэтому ГТУ, выполненные по циклу без регенерации,

неэффективно использовать в целях выработки только электрической энергии. Особенностью ГТУ является зависимость годовых расходных показателей от температуры наружного воздуха (рис. 1), что вызвано изменением характеристик компрессора и газовой турбины. При определении годовых показателей нужно учитывать продолжительность стояния температур наружного воздуха в месте сооружения источника энергии.



*Рис. 1. Изменение тепловой и электрической мощности в зависимости от температуры наружного воздуха:  
1 – тепловая мощность ГТУ; 1' – тепловая мощность ПТУ; 2 – электрическая мощность ГТУ*

Из рисунка видно, что при одинаковых температурах наружного воздуха тепловая мощность ГТУ будет выше электрической. ГТУ способна отдавать потребителю значительное количество тепловой энергии – с коэффициентом  $\sim 1:2$  по отношению к электрической мощности [6]. А тепловая мощность паротурбинной установки будет в 1,5 раза меньше газотурбинной, исходя из КПД установок.

Несмотря на похожий принцип действия газовых и паровых турбин, газовые турбины имеют отличия и преимущества от паровых турбин:

1. Газовые турбины выполняются для работы при более высокой температуре рабочего тела. Это обуславливается тем, что наиболее горячие элементы газотурбинной установки – лопатки газовой турбины и детали камеры сгорания – могут быть выполнены охлаждаемыми. Именно поэтому температура рабочего тела (газа) перед газовой турбиной может быть выше максимально допустимой температуры металла охлаждаемых сопловых лопаток первой ступени газовой турбины на несколько сотен градусов. В то время как в паровой турбине температура пара на входе в турбину

должна быть на несколько десятков градусов ниже максимально допустимой температуры для металла элементов турбины.

2. Для нагретых деталей газотурбинной установки применяются высокожаропрочные материалы. А их использование для пароперегревателей котлов, паротурбинных установок, а также и для главных паропроводов ПТУ нерационально как по экономическим причинам, так и вследствие технологических трудностей. Кроме охлаждения лопаток в ГТУ используется охлаждение роторов и корпусов.

3. Газовые турбины являются малоступенчатыми. Мощные ГТУ имеют не более 5 ступеней, а ПТУ имеет более 20 ступеней. Данная особенность обусловлена различиями в оптимальных параметрах газотурбинного и паротурбинного циклов.

4. Меньшая стоимость, габариты, металлоемкость, так как для газотурбинной установки не требуется громоздкое оборудование.

5. КПД турбины влияет на экономичность ГТУ, так как изменение КПД турбины на 1 % ведет изменение КПД ГТУ на 2-3 % в ту же сторону. А у паровой турбины изменяется на 1 %.

6. Газотурбинная установка достигает высокого КПД благодаря высокой температуре рабочего тела.

Недостатками газотурбинных установок являются:

1. Чтобы установка давала полезную мощность, начальная температура газа перед входом в турбину должна быть высокой (больше 550 °С). Это доставляет определенные трудности при выполнении газовых турбин, так как требуются специальные, весьма жаростойкие материалы и специальные системы охлаждения наиболее высокотемпературных частей.

2. Полезная мощность газотурбинной установки гораздо меньше фактической мощности газовой турбины, так как на привод компрессора расходуется до 50-70 % мощности, развиваемой турбиной.

3. Применение твердого топлива исключено для ГТУ. Основным видом топлива жидкое топливо (керосин) и природный газ. Если использовать мазут, то он требует специальной подготовки для удаления шлакообразующих примесей.

4. Высокая шумность при работе.

5. КПД выработки электрической энергии достаточно низок, однако это компенсируется большой выработкой тепловой энергии [5].

Предпочтительность применения ГТУ и ПТУ в каком-либо районе, городе определяется условием потребления тепловой и электрической мощности. При этом газотурбинные установки эффективнее использовать в холодное время года, когда

потребление тепловой мощности максимально, а паровая турбина эффективна будет в теплое время года, так как максимально вырабатывается электрическая мощность.

#### Литература

1. Паровые турбины / М.Д. Потёмкина [и др.] // Молодой ученый. – 2018. – № 31. – С. 77-80.
2. Паровые турбины // Energy education. Энергетическое образование. [Электронный ресурс] URL: <http://www.eneed.ru/Engine/TurbineCh02> (дата обращения: 11.12.2019).
3. Основные плюсы и минусы паровой турбины. [Электронный ресурс] URL: <https://plusminusi.ru/osnovnye-plyusy-iturbiny/> (дата обращения: 11.12.2019).
4. Паровые и газовые турбины для электростанций / А.Г. Костюг [и др.]. – М.: Издательский дом МЭИ, 2016. – 556 с.
5. Эффективность применения малых ТЭЦ с газовыми турбинами для энергоснабжения промышленных и коммунальных потребителей / Николаев Ю.Е. [и др.]. – Саратов: Редакционно-издательский совет СГУ, 2011. – 65 с.

УДК 620.162

#### **Исследование влияния влажности пара на характеристики проточной части турбины атомной станции**

Ефремова Татьяна Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Атомная энергетика»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

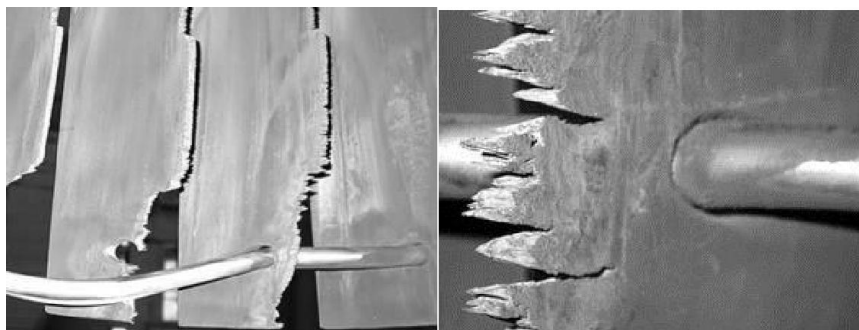
*В работе проведено моделирование конструкции участков рабочего колеса турбины атомной станции, проведена оценка влияния влажности пара на надежностные характеристики проточной части турбины, даны рекомендации по повышению надежности лопастей при их изготовлении.*

Основной путь получения электроэнергии на современных АЭС заключается в применении электрических генераторов машинного типа с механическим приводом от паровой турбины, эксплуатация которых связана со спецификой источников пара. Основное направление в развитии атомного турбостроения остается создание влажно-

паровых турбин для работы с водоохлаждаемым реактором. Особенности эксплуатации паровых турбин на АЭС с реакторами ВВЭР обусловлены влиянием влажности пара, которое сказывается на тепловой экономичности установки, так как внутренний относительный КПД турбины уменьшается при работе на влажном паре. Также образование влаги в паре относительно высокой плотности в начале его расширения до давления примерно в 1МПа, достигает 9-15 % и капли влаги, движущиеся с большой скоростью, приводят к интенсивной эрозии и размывам деталей проточной части паровой турбины. Быстрые изменения нагрузок могут привести к чрезвычайно высоким тепловым напряжениям, а в случае циклического повторения таких режимов, что неизбежно при эксплуатации турбины, привести к термоусталостному разрушению ответственных элементов турбины [1].

В работе проведено моделирование воздействия потока пара на характеристики элементов проточной части турбины типа К-1000-60/1500-2. Особенность эксплуатации турбиной установки такого типа атомной станцией, работающей с реактором типа ВВЭР, подразумевают низкие начальные параметры и влажный пар на входе в паровую турбину [2].

Вследствие того, что значительная часть проточной части цилиндра низкого давления (ЦНД) работает на влажном паре, в процессе расширения насыщенного пара в турбине, его влажность непрерывно возрастает и достигает значений, при которых возникает эрозионный износ проточной части турбины, в первую очередь рабочих лопаток турбины. Лопаточный аппарат, который является одним из самых ответственных и дорогих элементов турбины, занимает большее количество времени на восстановление. От качества материала выполнения и установки лопаток турбины в значительной степени зависит надежность и экономичность эксплуатации турбины. Влияния эрозии на лопатки представлено на рис. 1.

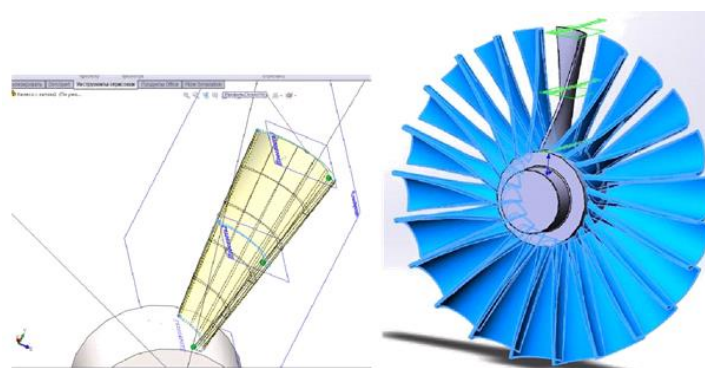


*Рис. 1. Повреждения рабочих лопаток вследствие эрозионного износа*

Создание новых эффективных проточных частей мощных паровых турбин предусматривает одновременно и обеспечение их высокой эксплуатационной надежности. Но в реальных условиях эксплуатации без правильного учета фактора

эрозионной опасности это сделать невозможно. Проблема повышения надежности последней ступени должна решаться в совокупности с проблемой достаточно точного прогнозирования характеристик эрозионного износа рабочих лопаток на весь жизненный цикл паротурбинной установки. Для решения данной проблемы проводят ряд исследований, учитывающих большой комплекс взаимосвязанных рабочих процессов турбинных установок. Программное моделирование лопаточного аппарата последней ступени цилиндра низкого давления (ЦНД) и проведение анализа повреждений, возникающих вследствие напряжений, действующих со стороны потока пара, позволят получить количественные значения различных параметров, влияющих на надежность характеристики лопастей турбины. Для моделирования объекта используется программный комплекс SolidWorks2013, необходимые исследования проведены в интегрированном продукте COSMOS Flow Simulation, который позволяет визуализировать потоки сред и переносить их воздействия на объект.

В качестве объекта моделирования будет использоваться модель лопатки рабочего колеса паровой турбины по трем сечениям. При создании эскиза модели необходимо задать материал изготовления и геометрические параметры объекта в соответствии с [1]. Сечение представляет собой плоскости, в каждой из которой построен эскиз. Плоскости располагаются параллельно друг другу, а эскиз развернут на оптимальный угол в  $120^{\circ}$  относительно предыдущего эскиза. В ходе построения эскизы автоматически нумеруются. «Эскиз 6» в дальнейшем будет представлять собой корневое сечение лопатки, «Эскиз 8» – среднее сечение, а «Эскиз 10» – верхнее сечение профиля. Исследуемая модель рабочего колеса турбины представлена на рис. 2.



*Рис. 2. Геометрическая модель лопаток последней ступени ЦНД*

Моделирование влияния влажности пара и локализация влажности пара на поверхности лопаток цилиндра низкого давления изображена на рис. 3.



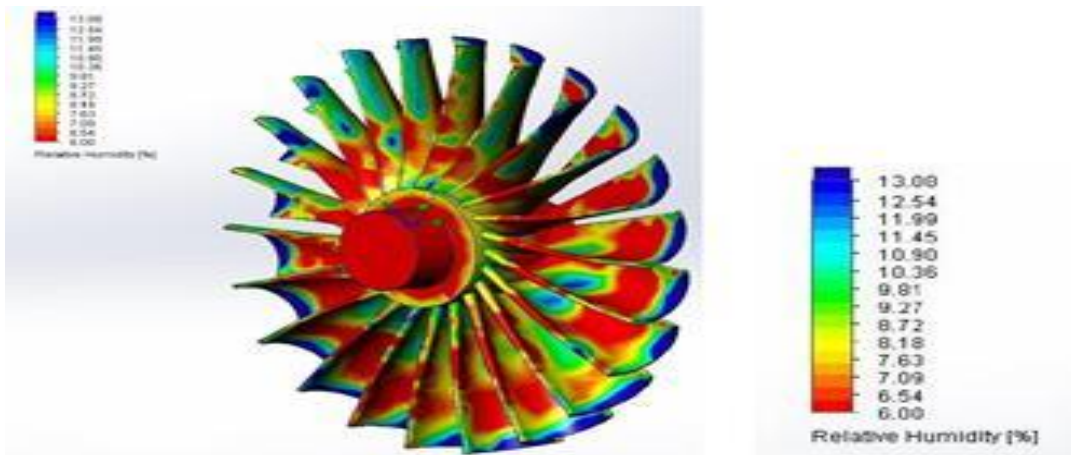


Рис. 3. Визуализация влияния относительной влажности пара на рабочих лопатках ЦНД

Для определения значения влажности пара по массиву точек на трех сечениях создана новая вкладка «Point Parameters» и добавлены эскизы, которые соответствуют среднему «Эскиз 8», верхнему «Эскиз 10» и корневому «Эскиз 6» сечению лопатки рабочего колеса турбины. На расчетной модели рис. 4. в качестве параметра выбрана относительная влажность.

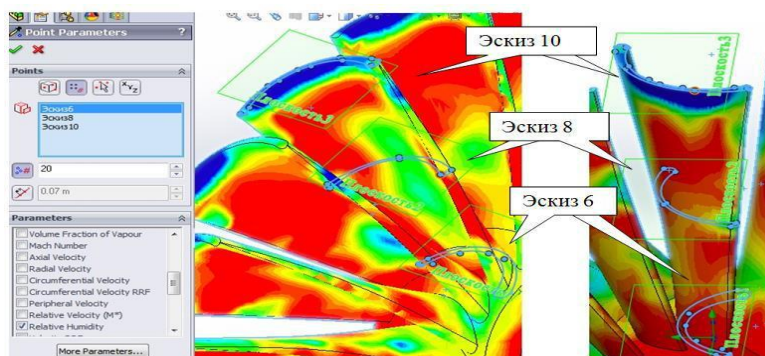


Рис. 4. Расчетная модель влияния влажности пара на рабочие лопатки

Результаты программного моделирования влажности пара на различные сечения лопатки турбины сведены в табл. 1.

Таблица 1

Значение относительной влажности на рабочих лопатках

X[m]	Y[m]	Z[m]	Влажность пара, %
Эскиз 10 Входная кромка			
0,129	0,56	-0,059	11,99
0,107	0,56	0,046	13,089
0,012	0,56	0,082	10,12
0,067	0,56	0,074	11,99
0,131	0,56	0,004	11,99

Эскиз 10 Выходная кромка			
0,075	0,56	0,077	10,99
0,138	0,56	-0,012	12,54
0,131	0,56	-0,075	10,36
0,024	0,56	0,094	10,90
Эскиз 8 Входная кромка			
0,007	0,32	0,033	7,054
0,1	0,32	0,036	9,27
0,157	0,32	-0,053	9,28
Эскиз 8 Выходная кромка			
0,169	0,32	-0,047	8,725
0,104	0,32	0,037	6,98
-0,003	0,32	0,047	10,35
Эскиз 6 Входная кромка			
0,054	0,08	0,023	7,035
0,134	0,08	0,007	6,53
0,159	0,08	-0,026	6,002
Эскиз 6 Выходная кромка			
0,176	0,08	-0,02	6
0,18	0,08	-0,034	6,523
0,89	0,08	0,024	9,27

В соответствии с табл. 1 максимальное значение достигается на входной и выходной кромке верхнего сечения и составляет 13.08 %. Это обусловлено тем, что скорость капель влаги меньше скорости пара. Номинальное значение влажности пара в соответствие с его термодинамическими свойствами при максимальном давлении  $p=0,746\text{МПа}$  (7,46 бар) составляет 10 %. Влажность на выходной кромке верхнего и среднего сечений больше номинального значения, а значит, возрастает вероятность образования микротрещин.

В качестве рекомендации по повышению надежности работы турбины можно рекомендовать сочетание легированной стали с такими материалами как титан, латунь, платина и рений в качестве напайки или напыления при изготовлении лопастей. Это позволит одновременно решить проблему влажности в паровой турбине и влияние кавитации на рабочие и на сопловые лопатки. Также предложенные сплавы, входящие в состав водоотталкивающего материала, обладают высокой эрозионной стойкостью, а значит, могут применяться в еще более агрессивной среде [3].

## Литература

1. Кириллов И.И. Паровые турбины и паротурбинные установки / И.И. Кириллов, В.А. Иванов, В.И. Кириллов. – Л.: Машиностроение, 2009.
2. Инструкция по эксплуатации К – 100-60/1500-2 1.1Э – ТЦ – 1, 2.1Э – ТЦ – 1,3.1Э – ТЦ – 2, 4.1Э – ТЦ – 2.
3. Тонконов А.В. Оптимизация работы и надежности энергетического оборудования: учеб. пособие / А.В. Тонконов, В.Н. Мукажанова; под ред. А.В. Тонконового. – Алма-Ата: КаэПТИ, 2000.

УДК 681.121.8

### **Обобщенная теория работы емкостных гидроэлектрических преобразователей расхода жидких диэлектрических сред**

Знамцев Юрий Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Атомная энергетика»

Рогова Марина Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Атомная энергетика»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*Представлена обобщенная теория электростатического емкостного преобразователя расхода диэлектрических жидкостей, позволяющая получить выражение статической характеристики для приборов с прямоугольной и цилиндрической геометрией проточной части.*

Для современного уровня развития технических систем, включая энергетику, машино- и приборостроение, информационно-измерительную технику и многие другие области, характерно широкое использование разнообразных технических жидкостей, применяемых как в качестве технологических сред, так и в качестве рабочих жидкостей (сред – энергоносителей) [1]. Все это предполагает наличие, а также разработку и совершенствование средств контроля и управления параметрами потоков технических жидких сред. К числу таких параметров относится контроль и управление расходом рабочих жидкостей. С учетом этого к настоящему времени разработано и выпускается значительное число приборов для измерения расхода и количества жидких и газообразных сред [2, 3]. Подавляющее большинство существующих расходомеров

либо содержит подвижные механические элементы (турбинные, шариковые, камерные), либо другие вспомогательные элементы [2], что усложняет конструкцию, затрудняет процесс передачи показаний вторичным измерительным прибором, а также создает инерционное запаздывание передачи данных, снижая быстродействие соответствующих контрольно-измерительных систем. Расходомеры, основанные на других немеханических принципах (тепловые, ультразвуковые, оптические, концентрационные, ионизационные и др.), также имеют свои имманентные, присущие им недостатки.

В связи с углублением процесса информатизации производственно-технологических систем усиливается потребность в разработке и использовании датчиков расхода, основанных на непосредственном преобразовании контролируемого параметра (расхода среды) в электрический выходной сигнал, пригодный для последующего использования в информационно-управляющих системах.

Учитывая, что существенная (если не большая) часть используемых технических жидкостей по своим электрическим характеристикам относится к жидким диэлектрикам, предпочтение в плане простоты конструкции и получения выходного электрического сигнала следует отдать гидроэлектрическим расходомерам [3, 4]. Однако недостатком их является необходимость применения устройства (ионизатора) для создания униполярного электрического заряда в протекающей через прибор среде, величина которого связана с контролируемым расходом. Кроме того, недостатком также является наличие сетки-коллектора для съема униполярного заряда, которая увеличивает гидравлическое сопротивление потоку.

Наибольшей простотой конструкции обладает поляризационный расходомер, содержащий плоско-параллельную систему электродов для поляризации рабочей диэлектрической среды [4].

Подобная конструкция не создает дополнительного гидросопротивления и позволяет получить статическую характеристику ГЭПР путем обработки экспериментальных данных.

К сожалению, до настоящего времени не предложено простой инженерной модели, описывающей работу подобных устройств. Кроме того, разработанные на данный момент конструкции ГЭПР предполагают использование плоско-параллельной системы электродов, но нигде, на наш взгляд, не рассматривается альтернативный вариант с коаксиальной системой электродов. Поэтому в данной работе излагается обобщенный вариант конструкции расходомера.

Вне зависимости от конкретной конфигурации электродов, соответствующий электростатический (емкостной) преобразователь расхода характеризуется напряжением  $U$  между обкладками и зарядом  $q$

$$q=CU, \quad (1)$$

где  $C$  – емкость измерительной ячейки, равная для плоско-параллельной конфигурации электродов.

$$C_{пл}=\varepsilon_0\varepsilon S/d, \quad (2)$$

где  $\varepsilon_0$  – электрическая постоянная,  $\varepsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ ;  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды,  $S$  – площадь пластин-электродов,  $\text{мм}^2$ ;  $d$  – расстояние между электродами,  $\text{мм}$  [5].

Для коаксиальной системы электродов (в виде цилиндрического конденсатора) [5]:

$$C_{ц} = 2\pi\varepsilon_0\varepsilon l/\ln(b/a), \quad (3)$$

где  $l$  – длина электрода,  $\text{мм}$ ;  $b$  и  $a$  – соответственно внешний и внутренний радиусы цилиндрического электрода датчика,  $\text{мм}$ .

При отсутствии жидкости в датчике емкость будет равна:

- для плоской ячейки

$$C_{пл}^{(0)} = \frac{\varepsilon_0 S}{d}. \quad (4)$$

- для цилиндрической

$$C_{ц}^{(0)} = \frac{2\pi\varepsilon_0 l}{\ln(b/a)}. \quad (5)$$

При протекании через измерительную ячейку диэлектрической среды с проницаемостью  $\varepsilon$ , имеющей скорость  $V_{ср}$ , произойдет изменение электроемкости датчика на величину  $\Delta C_l = C - C_0$ . Соответственно, для плоской ячейки имеем с учетом (4):

$$\Delta C_{пл} = \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)S}{d} = \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)lh}{d}, \quad (6)$$

где  $l$  – продольный размер электродов,  $\text{мм}$ ;  $l_l$  – поперечный размер электродов,  $\text{мм}$ .

Соответственно, для цилиндрической ячейки:

$$\Delta C_{ц} = \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)l}{\ln(b/a)}. \quad (7)$$

Поскольку заряд конденсатора связан с его емкостью соотношением  $q=CU_{num}$ , то при изменении электроемкости датчика на величину  $\Delta C$  его заряд изменится на величину:

$$\Delta q = \Delta C U_{num} \quad (8)$$

и через датчик пройдет ток

$$I_1 = \frac{\Delta q}{\Delta t} U_{\text{пит}}. \quad (9)$$

где  $\Delta t = l/V_{\text{ср}}$  – время прохождения среды через датчик со скоростью  $V_{\text{ср}}$ ;  $l$  – продольный размер (длина) ячейки.

Из (9) с учетом (6) и (7) получим:

- для плоского датчика

$$I_{\text{пл}} = U_{\text{пит}} \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)hV_{\text{ср}}}{d}. \quad (10)$$

- для цилиндрического

$$I_{\text{цд}} = U_{\text{пит}} \frac{2\pi\varepsilon_0(\varepsilon-1)V_{\text{ср}}}{\ln(b/a)}. \quad (11)$$

Для расходомеров объемный расход среды связан с ее скоростью соотношением [3]:

$$Q_V = V_{\text{ср}} S_{\text{д}}, \quad (12)$$

где  $S_{\text{д}}$  – площадь поперечного сечения ячейки датчика.

В рассматриваемых случаях:

- для плоской ячейки  $S_{\text{дпл}} = dh$ ;

- для цилиндрической ячейки  $S_{\text{дц}} = \pi b^2 - \pi a^2 = \pi(b^2 - a^2)$ .

Тогда из (10) с учетом (12) можно получить выражение статической характеристики расходомера в виде функции тока датчика от расхода:

- для плоской геометрии измерительной ячейки

$$I_1^{\text{пл}} = \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)U_{\text{пит}}}{d^2} Q_V; \quad (13)$$

- для цилиндрической геометрии ячейки

$$I_1^{\text{ц}} = \frac{2\varepsilon_0(\varepsilon-1)U_{\text{пит}}}{\ln(b/a)(b^2 - a^2)} Q_V. \quad (14)$$

В заключении отметим, что емкостные поляризационные преобразователи расхода могут работать либо на постоянном токе (как рассмотрено выше), либо на переменном токе (на несущей частоте), что, как правило, ранее не рассматривалось. При работе на несущей частоте  $\omega_{\text{н}}$  преобразователь нужно запитывать напряжением  $U = U_m \sin \omega_{\text{н}} t$ , причем частота несущей  $\omega_{\text{н}} \gg \omega_{\text{р}}$  ( $\omega_{\text{р}}$  – частота изменения емкости датчика  $C_{\text{д}}$ ).

Например,  $C_{\Delta} = C_0 + \Delta C \sin \omega_{\text{р}} t$ , тогда [6]:

$$\begin{aligned} i_j &= \frac{d(CU)}{dt} = \frac{dU}{dt} + U \frac{dC_{\Delta}}{dt} \\ &= U_m (\omega_{\text{н}} C_0 \cos \omega_{\text{н}} t + \omega_{\text{н}} \Delta C \cos \omega_{\text{н}} t \sin \omega_{\text{р}} t + \omega_{\text{р}} \Delta C \sin \omega_{\text{н}} t \cos \omega_{\text{р}} t). \end{aligned}$$

Для измерения выходного параметра преобразователя могут применяться мостовые и резонансные схемы с питанием токами повышенной частоты (~10 МГц).

## Литература

1. Знамцев Ю.М. Автоматизация процессов управления расходом технических жидкостей в гидрофицированном технологическом оборудовании на основе электрогидродинамических усилителей-преобразователей мощности с минимальной энергетической избыточностью управления: автореф. дисс.... канд. тех. наук (05.13.06 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в машиностроении)) / Ю.М. Знамцев; рук. работы В.В. Власов. – Саратов: СГТУ, 2004. – 16 с.
2. Нагорный В.С. Устройства автоматики гидро- и пневмосистем / В.С. Нагорный, А.А. Денисов. – М.: Высшая школа, 1991. – 367 с.
3. Рогова М.В. Измерители параметров жидких сред: учеб. пособие / М.В. Рогова. – Саратов: Сар. гос. техн. ун-т, 2013. – 80 с.
4. Виштак О.В. Расчет и проектирование гидроэлектрических расходомеров в САУ: учеб. пособие. – Саратов: Сар. гос. техн. ун-т, 1997. – 84 с.
5. Трофимова Т.И. Физика. 500 основных законов и формул: справочник для студентов вузов / Т.И. Трофимова. – 4 изд. – М.: Высшая школа, 2003. – 60 с.
6. Электрические измерения неэлектрических величин / под ред. П.В. Новицкого. – 5-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергия, 1975.

УДК 621.039.5

### **Повышение эффективности ядерных энергетических установок за счет применения выгорающих поглотителей**

Кобзев Роман Анатольевич, заместитель руководителя БИТИ НИЯУ МИФИ,  
доктор технических наук;

Белостропова Вероника Эдуардовна, студент специальности  
«Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В статье рассмотрены основные виды выгорающих поглотителей, целесообразность их применения в активной зоне реактора, способы размещения, а также получаемые преимущества от их использования.*

Выгорающие поглотители (ВП) – это изотопы с умеренным сечением поглощения нейтронов, расположенные в активной зоне реактора. Процесс компенсации изменения реактивности энергетической ядерной установки на протяжении топливной кампании происходит за счет действия системы борного регулирования, но размещение внутри реакторов ВП позволяет дополнительно повысить уровень обогащения топлива в начале кампании без ущерба для безопасности установки. В свою очередь применение топлива с большим содержанием  $^{235}\text{U}$  позволяет продлить топливную кампанию реакторов ВВЭР с года до полутора лет, что приводит к значительному экономическому эффекту [1].

ВП поступают в сборки и помещаются непосредственно в реактор в виде блоков. При процессе выгорания топлива в ядерном реакторе снижается реактивность, но за счет одновременного выгорания поглотителей удается поддерживать реактивность на относительно стабильном уровне.

Доля поглощения тепловых нейтронов и впоследствии потеря реактивности определяется:

1. Типом поглотителя.
2. Загрузкой поглотителя.
3. Способом размещения.

От типа поглотителя зависит величина запаса реактивности, которую выгорающий поглотитель может задерживать в себе и высвободить при выгорании [2].

Начальная загрузка влияет на величину концентрации ядер ВП. Чем меньше величина концентрации, тем больше разбавлен поглотитель раствором оксида бериллия.

За счет применения того или иного способа размещения можно регулировать скорость выгорания, а следовательно, и скорость высвобождения реактивности в реакторе.

Кроме того, проблемы, которые могут возникать из-за увеличенной реактивности, например, в больших реакторах-конвертерах, также могут быть решены с помощью внедрения выгорающих поглотителей. При этом ВП не применяются для полного управления системой ядерного реактора, а используются в сочетании с различными способами управления.

Наиболее часто встречаются борный и гадолиниевый поглотители. Для того чтобы обеспечить термостойкость, борные выгорающие поглотители изготавливаются



из карбида бора. В случае с гадолиниевым выгорающим поглотителем используется оксид бериллия для создания необходимой скорости выгорания.

Главные способы размещения ВП:

- 1) Гомогенный.
- 2) Гетерогенный.

При гомогенном способе размещения происходит перемешивание с ядерным топливом. Поглотители располагаются в материале кожухов оболочек тепловыделяющих элементов. Такой способ размещения борных или гадолиниевых ВП не получил широкого применения, т.к. относительная скорость выгорания ВП при загрузке топлива получается недостаточно высокой, чтобы компенсировать потери реактивности, которые происходят за счет того, что топливо выгорает.

При гетерогенном способе размещения ВП помещается в стержни, которые называются борно-бериллиевыми или гадолиний-бериллиевыми. Эти стержни имеют надежную и безопасную оболочку из сплавов стали, предотвращающую выход наружу продуктов реакций. Кроме того, при гетерогенном способе размещения топливная кампания изолирована от замедлителя и теплоносителя, что предотвращает вымывание элементов топливной композиции и распространения радиоактивности по первому контуру ядерного реактора [3].

При размещении ВП гетерогенным способом характерны два случая применения:

1. Неблокированный случай ВП. Он создается путем большого разбавления ВП оксидом бериллия. Весь запас реактивности высвобождается в первой половине кампании реактора.

2. Блокированный случай ВП. Его можно получить при небольшом разбавлении ВП оксидом бериллия. Блокированные выгорающие поглотители представляют собой стержни, которые размещают непосредственно внутри ТВС. В таких поглотителях наружные слои экранируют внутренние, что в конечном итоге приводит к медленному обгоранию блоков. У стержней возрастает поглощающая способность, при этом тепловые нейтроны не могут глубоко проникать внутрь стержней из-за внутреннего блок-эффекта, и поглотитель работает только периферийной частью объема в большом потоке нейтронов. По мере того, как стержень начинает «обгорать», происходит его разблокировка, и скорость высвобождения реактивности становится больше, чем суммарная скорость потерь реактивности.

В зависимости от того, какой тип поглотителя и способ его размещения, используют кривую энерговыработки, которая может иметь положительный или

отрицательный выбег реактивности  $\rho$  (рис. 1). В случаях 1 и 3 необходимо иметь дополнительный компенсатор реактивности КР, который может быть подвижным или жидким, чтобы компенсировать положительный выбег. В случаях 2 и 4 нужен дополнительный запас реактивности, скомпенсированный в начале кампании компенсатором реактивности.

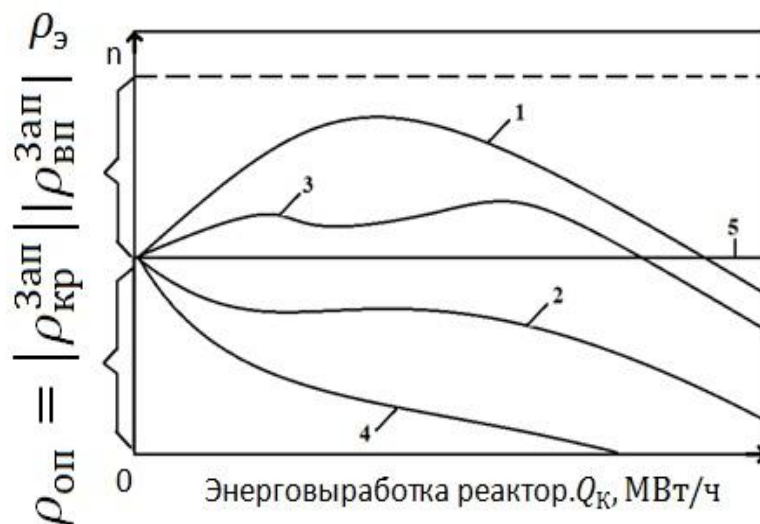


Рис. 1. Варианты кривых энерговыработки:

1 – скорость выгорания поглотителя больше скорости выгорания топлива в начале кампании; 2 – скорость выгорания поглотителя замедлена; 3 – комбинированное расположение СВП; 4 – без стержней выгорающих поглотителей; 5 – скорость уменьшения реактивности из-за выгорания и шлакования топлива равна скорости увеличения реактивности из-за выгорания поглотителя

Оператор, используя кривую энерговыработки, может найти решения задачи по изменению запаса реактивности реактора с учетом указанных выше процессов. Каждый процесс зависит исключительно от момента кампании и может быть определен кривой энерговыработкой реактора и ее приращением:

$$\Delta gw = gw_2 - gw_1,$$

где  $gw_1$  и  $gw_2$  – приращения, которые снимаются с кривой энерговыработки в предыдущие и последующий моменты кампании.

Если процесс происходит при высвобождении запаса реактивности, то  $gw_2 > gw_1$  и величина  $\Delta gw$  получается положительной. При потере запаса реактивности знак  $\Delta gw$  получается отрицательный.

В идеальном варианте при работе реактора концентрация ВП уменьшается так, что скорость высвобождения реактивности становится равной скорости уменьшения начального запаса реактивности, которые расходуются на процессы выгорания и шлакования топлива. В реакторах ВВЭР рассмотренной компенсации изменения реактивности достичь не удастся, однако введение ВП позволяет снизить стартовую

концентрацию борной кислоты, а также уменьшить неравномерность распределения плотности энерговыделения в тепловыделяющих сборках [4].

Подводя итог, нужно сказать, что использование выгорающих поглотителей позволяет:

- Увеличить срок службы активной зоны реактора.
- Значительно выровнять нейтронное поле.
- Повысить мощность.
- Увеличить экономические показатели системы.

#### Литература

1. Альдавахра С. Анализ применения различных выгорающих поглотителей в реакторах ВВЭР / С. Альдавахра, Н.И. Белоусов, В.И. Савандер // Материалы XIII семинара по проблемам физики реакторов ВОЛГА-2004. – Москва: МИФИ, 2004. – С. 9-11.

2. Альдавахра С. Влияние формы зависимости коэффициента размножения от выгорания на параметры установившегося режима перегрузки топлива / С. Альдавахра, В.И. Савандер // Сборник научных трудов научной сессии МИФИ. – Москва: МИФИ, 2006. – Т. 8. – С. 86-88.

3. Альдавахра С., Методика расчета и анализ применения гранулированных поглотителей в ВВЭР / С. Альдавахра, Н.И. Белоусов, В.И. Савандер // Атомная энергия. – 2006. – № 1. – С. 8-13.

4. Альдавахра С. Анализ различных схем перегрузок топлива в реакторах типа ВВЭР-1000 / С. Альдавахра, В.И. Савандер // Сборник научных трудов научной сессии МИФИ. – Москва: МИФИ, 2004. – Т. 8. – С. 107.

### Об энергосбережении в ЖКХ

Колесников Александр Николаевич, <sup>1</sup>кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Реакторного материаловедения и радиационной безопасности»;

<sup>2</sup>ведущий специалист

<sup>1</sup>Дмитровградский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Дмитровград;

<sup>2</sup>АО «Промсервис», г. Дмитровград

*Рассмотрены последние нормативно-правовые акты, регулирующие проведение энергосберегающих мероприятий в МКД (многоквартирный дом). Показана целесообразность сохранения требования об обязательном порядке оснащения при новом строительстве жилых помещений индивидуальными приборами учета и регулирования и необходимость установки АИТП (автоматизированный индивидуальный тепловой пункт).*

Минстрой России представил в Правительство РФ предложения по механизмам, направленным на стимулирование потребителей энергетических ресурсов к их эффективному и рациональному использованию [1].

Предлагается отменить обязательность установки индивидуальных приборов учета тепловой энергии, предусмотренную Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», оставив это правом самих собственников помещений в многоквартирном доме. Основным же тезисом этого документа стало предложение оснащать многоквартирные дома системами автоматического регулирования потребления тепловой энергии (САРПТЭ) в системах отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха (далее – система автоматического регулирования).

Для подготовки соответствующего Постановления Правительства РФ было разослано циркуляционное письмо [2].

Учитывая, что Минстрой РФ является основным куратором выполнения национальных проектов в области повышения энергоэффективности ЖКХ, рассмотрим, насколько стратегически правильны данные установки.

1. Нужен ли поквартирный учет потребления тепловой энергии?

Общеизвестно, что реальная экономия энергоресурсов возможна только тогда, когда потребитель имеет возможность повлиять на процесс экономии. Пример этому –

достигнутые успехи в снижении водопотребления при установке квартирных узлов учета. В целом по данным НП «Совет производителей энергии», общее потребление тепловой энергии в России с 2010 по 2016 год снизилось на шесть процентов, в том числе потребление тепла населением – на 21 процент. В случае теплоснабжения поквартирный учет потребления тепла реально возможен при так называемой горизонтальной разводке. Системы отопления с горизонтальной разводкой, хотя и включены в проекты ряда многоэтажных жилых зданий массовых строительных серий, все еще не нашли широкого распространения. Опыт монтажа и эксплуатации в Москве и ряде городов Московской области показывает, что существенно снижаются ежемесячные платежи за отопление и ГВС. Данное оборудование окупается уже через 2-3 года.

Обязательная установка индивидуальных теплосчетчиков при новом строительстве не вызывает никаких принципиальных проблем [3, 4]. Что же касается потенциальной возможности отдельных суперэкономных жильцов обогреваться за счет соседей, то достаточно способов ограничить подобную инициативу на приборном уровне.

А вот собственники жилья с вертикальной разводкой (а это главным образом старый жилфонд) не обязаны устанавливать квартирные теплосчетчики: во-первых, дорого, во-вторых, очень большая погрешность определения тепловой энергии, в-третьих, очень сложно добиться решения, по меньшей мере, 50% собственников об установке приборов поквартирного учета.

Более того, их установку следовало бы запретить, если собственниками не достигнута договоренность установить квартирные теплосчетчики не менее, чем в 50% помещений. Но и здесь государство смогло внести сумятицу в мнение профессионального сообщества: Постановлением от 20.12.2018 № 46-П Конституционный суд узаконил право жильцов устанавливать индивидуальные приборы учета и платить с учетом их показаний. Решение спорное и непродуманное.

## 2. Достоинства ИТП.

Изначально тепловые сети большинства городов России спроектированы под постоянный гидравлический режим с качественным регулированием. Предполагалось, что при неизменном расходе теплоносителя за счёт изменения его температуры будет осуществляться регулирование количества отпускаемой теплоты. Российская система центрального теплоснабжения имеет ряд недостатков, а элеваторная схема присоединения абонентов давно изжила себя. В настоящее время принята концепция качественно-количественного регулирования, то есть изменение не только

температурных параметров, но и расхода теплоносителя от источника (как следствие – снижение количества прорывов и тепловых потерь, повышение эффективности работы сети и т.д.). Таким образом, в связи с переходом на переменный гидравлический режим возникает необходимость балансирования расхода на каждом участке.

Сбалансировать расход возможно, установив регулирующие устройства на каждое здание. Однако к тепловым сетям подключены здания со значительной разницей в оснащённости внутренних инженерных систем. В относительно новых домах регулирующие устройства установлены, но большинство зданий не автоматизировано. Соответственно, уменьшение расхода в зданиях, оснащённых современной автоматикой, приводит к его увеличению в неавтоматизированных зданиях. В результате теплопотребление увеличивается, температура возвращаемого теплоносителя завышается. Одно из наиболее перспективных решений проблемы – установка автоматизированной системы регулирования потребления тепла. Поэтому предлагать, как Минстрой, что при потреблении тепловой энергии в системах отопления требуется регулирование в зависимости от изменения температуры наружного воздуха, значит сказать очевидное. Надо четко высказаться в пользу регулирования с применением автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (АИТП) с системой погодного регулирования (САРТЭ). Блочные тепловые пункты заводского изготовления – современные готовые решения АИТП.

### 3. Порядок реализации.

В очередном рейтинге Минэнерго сообщается, что в целом по России общедомовые приборы учёта (ОПУ) электрической энергии установлены в 60 % многоквартирных домов (МКД), общедомовыми приборами учета холодной воды оснащено 45 % МКД, теплопотребления – 61 % [5]. В деле установки ОПУ наблюдается ведомственная несогласованность: Водоканалы, теплоснабжающие организации, Межрегионгаз, Электроснабы – все ставят свои ОПУ независимо друг от друга, тем самым повышая стоимость работы. А оплачивать это приходится потребителю.

Во многом медленный темп работ по энергосбережению вызван недостаточной информированностью населения. Если же ведется системная работа, то потребители, убедившись на опыте в достоинствах приборного учета, задумываются о регулировании с целью экономии [5].

Кроме сорванных сроков установки ОПУ существуют проблемы в переходе к 2022 году от открытых систем теплоснабжения и ГВС к закрытым [6, 7]. На сегодняшний день нет сомнений, что сроки будут отодвинуты.

В 2017 г. заявлялось, что Минстрой с Минпромторгом и Росстандартом прорабатывают возможность внедрения автоматизированных систем снятия показаний со счетчиков в онлайн-режиме [8]. Так почему же в последнем документе о системах диспетчеризации потребления энергоресурсов ничего не сказано?

На всех отраслевых конференциях («Коммерческий учет теплоносителей», «Энергоресурсосбережение. Диагностика» и т.д.) отмечается, что цель Закона об энергосбережении – гармонизация отношений поставщиков и потребителей энергоресурсов. У массы активов – разные собственники и конфликты интересов, но задача федеральных и региональных властей эти интересы учесть, продумать программы и схемы финансирования. Задачи эти вполне решаемы, и комплексная модернизация всех систем теплоснабжения вполне возможна. АИТП может исполнять функции учета по возможности большего числа энергоресурсов, погодного регулирования потребления тепла, приготовления ГВС и автоматизированной системы диспетчеризации. Но для этого работы необходимо выполнять только в рамках комплексной программы, которая должна включать энергетическое обследование всех затрагиваемых объектов, разработку технического проекта, гидравлическую наладку сетей, исходя из заложенных параметров потребления, подготовку внутридомовых сетей, согласование с поставщиками энергоресурсов, муниципальными и региональными властями, решение вопросов финансирования.

Сегодня только получение ТУ и соответствующего согласования по теплу, на увеличение нагрузки электроснабжения (для циркуляционных насосов ГВС) и подачи холодной воды в ИТП, а также согласование системы водоотвода требуют больших усилий.

#### 4. Финансирование

Важнейшая и нерешенная в целом проблема – финансирование работ по энергосбережению. Расчет Минстроя на энергосервисные контракты чрезмерно оптимистичен из-за непроработанности и несогласованности нормативно-правовых актов [9]. В настоящее время нет прозрачных механизмов для обеспечения возврата инвестиций.

Энергосервисный контракт – это длительные сроки возврата инвестиций, особенно при необходимости проведения общестроительных работ. Не только дороговизна и сложность получения кредитов, но и всеобщая перекредитованность энергосервисных предприятий усугубляют проблему. В итоге использование заемных средств приходится оплачивать рядовым потребителям, потому как банковская маржа закладывается в конечный тариф.

В Татарстане были задействованы средства регионального фонда капитального ремонта, в итоге за несколько лет удалось установить индивидуальные тепловые пункты (ИТП) практически во всех многоквартирных жилых домах Казани и Набережных Челнов. Частично программу профинансировали из бюджета и средств «Татэнерго». Выиграли от этого все: население получает услуги заметно более высокого качества за те же деньги, ресурсники теперь отпускают меньше тепла и работают с инфраструктурой совершенно другого уровня качества.

#### 5. Пример исполнения.

Приведем пример реально выполненной комплексной программы модернизации системы теплоснабжения отдельного населенного пункта [10].

В 2011 г. собственником РСО «Елабужское Предприятие Тепловых сетей» (ЕПТС) стал «КЭР-Холдинг» г. Казань. У него была программа превращения убыточного предприятия в прибыльное. Программа была рассчитана на несколько лет и включала в себя:

- замену сетей с использованием современных материалов;
- перевод открытой системы теплоснабжения на закрытую;
- внедрение ИТП с установкой приборов учета, регулирования системы отопления и подготовка ГВС с использованием теплообменного оборудования;
- контроль и управление системой теплоснабжения объектов и города.

АО «Промсервис» участвовало в данной программе по части установки ИТП и диспетчеризации. Всего было установлено 88 ИТП. В состав ИТП входили:

- блочные модули учета (БМУ), регулирования (БМР) и водоподготовки (БМВ);
- система диспетчеризации «САДКО-Тепло».

В домах без подвалов ИТП устанавливались рядом с домом в специальных утепленных контейнерах.

Система диспетчеризации – это не только средство обеспечения прозрачности в операциях продажи-покупки энергоресурсов, но, в первую очередь, инструмент для анализа состояния всей системы теплоснабжения и дистанционного оперативного управления параметрами теплоснабжения на каждом объекте, включая общедомовые сети. Доступ к информации (без функций управления) имеет также администрация города, УК и даже потребители.

Система «САДКО-Тепло» позволяет получать информацию с каждого объекта и управлять температурным режимом здания, параметрами теплоносителя и горячей воды. Наличие системы диспетчеризации – один из важных факторов повышения



эффективности работы ЕПТС с одновременным повышением качества оказания услуг по снабжению теплом и горячей водой населения.

При замене ЦТП на АИТП:

- снижены затраты РСО на обслуживание трубопроводов за счет отказа от лишних труб ГВС;

- уменьшены потери воды для ГВС и расход электроэнергии на циркуляцию воды в системе ГВС;

- повышено качество оказания услуг населению по тепловодоснабжению.

В табл. 1 приведены результаты установки АИТП в типовых домах новой и старой построек в г. Димитровграде. Экономия налицо во всех случаях.

Таблица 1

Экономия потребления тепловой энергии в стандартных домах  
г. Димитровграда при установке САРПТЭ

Характеристики здания	Адрес	Общая площадь, м <sup>2</sup>	Потребление ТЭ в сезон, руб.		Экономия, %
			2016-2017 (без ПР)	2017-2018 (ПР)	
МКД (5 этажей, «хрущевка»)	Ленина, д.48	2 582	774 686	486 900	37
МКД (9 этажей, новостройка)	Ленина, д.37в	4 403	1 189 659	928 356	28
МКД (5 этажей, «хрущевка»)	Димитрова, д.9	2 605	914 600	685 950	25
МКД (9 этажей)	Циолковского, д.7	4 389	1 165 296	827 360	29
МКД (5 этажей)	Ленина, д.29	5 569	1 376 585	1 115 034	19

Заключение.

Руководству министерства строительства и ЖКХ следует лучше координировать законотворческие инициативы в плане непротиворечивости нормативно-правовых актов и консультироваться с профессиональным сообществом при принятии стратегических решений по развитию отрасли. Не хотелось бы, чтобы в целом полезные начинания из-за некомпетентной реализации постигла участь ранее проваленных проектов.

## Выводы.

1. Работы по повышению энергоэффективности ЖКХ следует вести на основании региональных/муниципальных программ, максимально учитывающих реализацию действующих нормативно-правовых актов.

2. Целесообразно провести модернизацию наружных и внутренних сетей, подготовив их к переходу от ЦТП к ИТП.

3. При новом строительстве в обязательном порядке оснащать жилые помещения индивидуальными приборами учета и регулирования.

4. В МКД, не оснащенных до 01.01.2019 г. общедомовыми приборами учета, рекомендуется приступить к установке АИТП, обеспечивающих по максимуму учет потребляемых энергоресурсов, автоматическое регулирование потребления тепловой энергии, закрытие системы ГВС и онлайн-диспетчеризацию.

5. Фонду/фондам капитального ремонта МКД необходимо законодательно разрешить выступать в качестве инвестора при реализации энергосервисных контрактов.

## Литература

1. Письмо Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 6 февраля 2019 г. № 3680-ОГ/04 «О стимулировании потребителей энергетических ресурсов к их эффективному и рациональному использованию». [Электронный ресурс] URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72067760> (дата обращения: 26.11.2019).

2. Письмо Аппарата Правительства РФ «14» февраля 2019 г. № П9-8253.

3. Горизонтальная разводка в новых домах. [Электронный ресурс] URL: <https://razned.ru/management-house/article/the-horizontal-wiring-networks-in-new-homes> (дата обращения: 26.11.2019).

4. Огородников Е. У кого труба лучше / Е. Огородников // Эксперт. – 2018. – № 40 (1091).

5. Рейтинг энергоэффективности субъектов РФ. [Электронный ресурс] URL: <http://sro150.ru/novosti/1633-18-10-2018-opublikovan-rejting-energoeffektivnosti-sub-ektov-rf-v-byudzhethnoj-sfere-i-zhkkh-v-2017-godu> (дата обращения: 26.11.2019).

6. Федеральный закон от 27 июля 2010 года N 190-ФЗ «О теплоснабжении».

7. Колесников А.Н. О переходе от открытых систем теплоснабжения и ГВС к закрытым (в трактовке 190-ФЗ) / А.Н. Колесников // Новости Теплоснабжения. – 2014. – № 11 (171).

8. Минстрой считает интересным эксперимент по централизованной проверке счетчиков воды в РФ. [Электронный ресурс] URL: <https://realty.ria.ru/201788876.html> (дата обращения: 26.11.2019).

9. Колесников А.Н. Энергосервисный контракт: состояние на 2016 год / А.Н. Колесников // Энергосовет. – 2016. – № 2 (44).

10. Экономическая эффективность массового внедрения индивидуальных тепловых пунктов в городе Елабуга / В.К. Жуков [и др.] // Энергосовет. – 2014. – № 5 (36).

УДК 621.43.013

### **Особенности приема нагрузки газопоршневыми мини-ТЭЦ**

Костин Дмитрий Александрович, кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Атомная энергетика»;

Разуваев Александр Валентинович, доктор технических наук,  
профессор кафедры «Атомная энергетика»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*Статья посвящена описанию особенностей процесса приема нагрузки газопоршневыми двигателями, лежащими в основе энергетических установок – мини-ТЭЦ. Авторы выделяют, что данные установки являются эффективными для более широкого диапазона потребителей, нежели их основные конкуренты – мини-ТЭЦ на базе газотурбинных установок.*

В современных условиях развития мировых экономических отношений одним из перспективных направлений энергетики становится применение когенерационных установок, осуществляющих совместное производство электрической и тепловой энергии. Одним из вариантов таких установок являются мини-ТЭЦ, в основе работы которых лежит принцип утилизации теплоты от двигателей внутреннего сгорания. Наиболее широко представлены установки на базе газопоршневых и газотурбинных двигателей. Сравнение турбинных и поршневых двигателей для применения на мини-ТЭЦ показывает, что установка газовых турбин наиболее выгодна на крупных промышленных предприятиях, которые имеют значительные электрические нагрузки,

собственную производственную базу, высококвалифицированный персонал для эксплуатации установки, ввод газа высокого давления.

В свою очередь мини-ТЭЦ на базе газопоршневых двигателей перспективны в качестве основного источника электроэнергии и теплоты на предприятиях самого широкого диапазона деятельности, а именно: в сфере обслуживания – в гостиницах, санаториях, пансионатах и предприятиях пищевой промышленности; в промышленности – на деревообрабатывающих и химических предприятиях; в сельском хозяйстве – в тепличных хозяйствах, на птицефермах и животноводческих комплексах [1].

Таким образом, мини-ТЭЦ предоставляют возможности выбора наиболее эффективного пути решения проблемы энергоснабжения за счет широкого диапазона режимов эксплуатации, большого выбора вспомогательного оборудования и систем, различных вариантов компоновок, что позволяет точно и оптимально приспособить установку к работе в любых условиях применения. При невысоких капитальных и эксплуатационных затратах эти электростанции обеспечивают максимальную эффективность инвестиций за счет производства электроэнергии и тепла по весьма конкурентным ценам.

В диапазоне применяемых единичных мощностей от 20 кВт до 3 МВт, с учетом типа и количества устанавливаемых агрегатов, обеспечивается оптимальная конфигурация для получения необходимой мощности мини-ТЭЦ в зависимости от режимов ее использования.

Немаловажным параметром является возможность принятия и сброса нагрузки различными типами газопоршневых двигателей, применяемых в мини-ТЭЦ. Рассмотрим этот процесс на примере установок с двигателями фирмы MWM. Ступени нагрузки обычно задаются в виде таблиц (табл. 1) или диаграмм (рис. 1) [2].

Таблица 1

Ступени нагрузки газопоршневых двигателей фирмы MWM

Модель двигателя	Текущая нагрузка, PN [%]	Время процесса регулирования, t f,in [s]	Уменьшение частоты вращения, n [%]
1	2	3	4
TCG 2016 C	0 - 23	15	10
	23 - 43	15	10
	43 - 58	15	10
	58 - 73	15	10
	73 - 86	15	10
	86 - 100	15	10

Продолжение таблицы 1

TCG 2020	0 - 20	15	11
	20 - 30	15	10
	30 - 40	15	9
	40 - 45	15	9
	45 - 50	15	8
	50 - 55	15	7
	55 - 60	15	7
	60 - 65	15	7
	65 - 70	12	7
	70 - 80	12	7
	80 - 90	12	7
	90 - 100	12	7
TCG 2020 К	0 - 27	15	10
	27 - 45	15	9
	45 - 60	15	8
	60 - 70	15	8
	70 - 80	15	5
	80 - 90	15	4
	90 - 100	15	4
TCG 2032	1 - 16	10	8
	16 - 29	10	8
	19 - 39	10	8
	39 - 48	10	8
	48 - 59	10	8
	59 - 71	10	8
	71 - 82	10	8
	82 - 91	10	8
	91 - 100	10	8

В табл. 1 первый столбец показывает, как двигатель постепенно принимает нагрузку – от ненагруженного состояния до 100 %-й нагрузки. Во втором столбце указано необходимое время процесса регулирования между отдельными ступенями нагрузки. В третьем столбце содержится уменьшение частоты вращения. Приведенные ступени также следует учитывать и при разгрузке двигателя. Например, тип двигателя TCG 2016 С допускает подключение нагрузки 23 % на первой ступени нагрузки. На второй ступени возможно подключение 20 %, а на третьей ступени – 15 %. На последней ступени нагрузка равна 14 % (от 86 %-й нагрузки к 100 %-й нагрузке). Между отдельными ступенями нагрузки двигателю требуется 15 секунд для процесса регулирования.

На рис. 1 показаны диаграммы ступеней нагрузки для различных модельных рядов двигателей германской фирмы MWM [2].

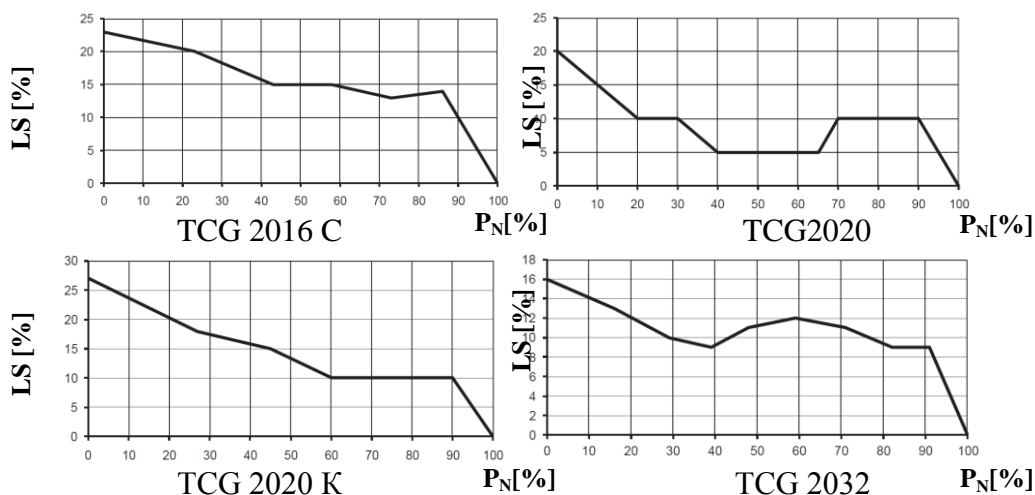


Рис. 1. Диаграммы принятия нагрузки двигателями

Приведенные диаграммы представляют ограничение величины мощности, которую может принять двигатель-генератор при работе на соответствующей мощности.

На оси абсцисс указывается текущая нагрузка двигателя, а на оси ординат – возможное подключение нагрузки относительно текущей нагрузки.

Например, на диаграмме для двигателя TCG 2016 C показана снижающаяся кривая в диапазоне нагрузки двигателя от 0 % до 43 % . В этом диапазоне нагрузки возможное подключение нагрузки уменьшается с 23 % до 15 % по мере увеличения мощности двигателя. В диапазоне нагрузки 43 % – 58 % возможное подключение нагрузки составляет 15 %. В диапазоне нагрузки 58 % – 73 % продолжается снижение возможного подключения нагрузки. По достижении нагрузки 100 % дальнейшее подключение нагрузки невозможно.

Из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы: при прочих равных условиях газопоршневые установки более приемистые, у них меньшее влияние температуры наружного воздуха, меньше влияние электрической мощности на удельный расход топлива (даже при снижении электрической мощности вплоть до 50 %), меньшее время пуска и приема нагрузки. Но при мощности выше 30 МВт эффективнее использование газотурбинных установок, поскольку у них изменение нагрузки происходит более плавно [3].

## Литература

1. Газопоршневая электростанция (газовый генератор) MWM TCG 2020 V20 (2000 КВТ). [Электронный ресурс] URL: <http://www.energo-motors.com/gazoporshneva-elektrazovyy-generator-mwm-tcg-2020-v20-2000-kvt> (дата обращения: 15.12.2019).
2. Замоторин Р.В. Малые теплоэлектроцентрали – поршневые или турбинные / Р.В. Замоторин // Энергосбережение в Саратовской области. – 2001. – № 2.
3. Петрущенко В.А. К определению технико-экономических показателей мини-ТЭЦ / В.А. Петрущенко, В.В. Васькин // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». – 2008. – № 3.

УДК 536.7

### **Универсальный теплоэнергетический комплекс на базе паропоршневой машины**

Крутихина Татьяна Александровна, студент направления

«Теплоэнергетика и теплотехника»;

Разуваев Александр Валентинович, доктор технических наук, профессор кафедры

«Атомная энергетика»;

Кобзев Роман Анатольевич, заместитель руководителя БИТИ НИЯУ МИФИ,

доктор технических наук

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В статье рассматривается использование мини-ТЭЦ, их достоинства. Описывается принцип действия паропоршневой машины в теплоэнергетическом комплексе, подбирается оборудование по результатам расчётов.*

По данным на 2016 год выработка электроэнергии в России распределилась следующим образом: из суммарной мощности энергогенерации 244,1 гигаватт тепловыми станциями на горючих ископаемых было выработано 160,2 ГВт мощности; из суммарной произведенной электроэнергии 1064,1 ТВт\*ч тепловыми станциями было выработано 628,0 ТВт\*ч, что составляет 60 %. В 2018 году из 246 867,5 МВт общей мощности электростанций 162 779,7 МВт выработано тепловыми станциями, что составило 65 %. [1] Действительно, ТЭС территориально может быть расположена в

любой точке, не привязываясь географически к месту добычи топлива, так как оно может доставляться из любой точки мира с помощью транспорта [4].

Технология, являющаяся энергосберегающей и уменьшающей отрицательное влияние на окружающую среду — комбинированное производство тепла и электроэнергии, — решает многие проблемы выработки электрической энергии и служит инструментом в повышении экологичности используемого топлива по сравнению с отдельной выработкой тепловой и электрической энергий. В результате топливо используется экономичнее и меньше загрязняет воздушный бассейн.

Когенерация повышает эффективность использования топлива, преобразуя большее количество содержащейся в нём энергии в полезную. Когенерационные установки, например, мини-ТЭЦ, обеспечивают частные дома или другие объекты тепловой энергией, идущей на отопление и горячее водоснабжение, и электричеством. В последние годы всё чаще для бесперебойного тепло- и электроснабжения применяются установки малой энергетики, мини-ТЭЦ. Такие установки с малой электрической мощностью могут оснащаться паропоршневыми машинами.

Рассмотрим некоторые преимущества мини-ТЭЦ над ТЭЦ:

1. Возможность избежать строительства дорогостоящих высоковольтных линий электропередач.

2. Значительно уменьшаются потери при передаче энергии за счёт минимального расстояния между потребителем и мини-ТЭЦ.

3. Исключается необходимость транспортирования топлива на дальние расстояния [5].

Универсальность теплоэнергетического комплекса, во-первых, объясняется широким выбором используемого топлива. Отходы лесозаготовки и деревообработки, пеллеты, дрова, уголь, газ, торф могут служить топливом, однако использование отходов лесозаготовки и деревообработки и с экологической и с экономической точек зрения будет наиболее эффективным.

На рентабельность энергоснабжения влияют 3 фактора: эффективность производства, транспортировка, эффективность потребления энергии. Рассматривая второй, можно точно сказать, что при транспортировке на дальние расстояния имеют место достаточно большие потери. Трубопроводы большой протяжённости увеличивают потери и затраты электричества на перемещение теплоносителя. Одно из главных преимуществ комплекса в том, что он может располагаться в непосредственной близости с потребителем энергии, что делает потери минимальными. Кроме того, имея свободу в выборе топлива, есть и возможность применять местное



топливо, не прибегая к транспортированию его на длинные дистанции, от места его подготовки до места сжигания [3].

Паросиловой агрегат включает в себя паровой котёл, паровую машину, электрогенератор и вспомогательные устройства. Установка может быть выполнена стационарной или передвижной, что делает её ещё более универсальной. Работа паросилового агрегата на местных низкосортных видах топлива, дешевизна и простота его эксплуатации, возможность использования тепла отработавшего пара для хозяйственных и технологических нужд обеспечат широкое применение агрегата в эпоху импортозамещения в сельском хозяйстве и промышленности. При включении комплекса в работу сельскохозяйственного производства большое значение играет возможность использования остаточного тепла отработавшего пара. Это тепло может применяться для отопления животноводческих ферм, сушки зерна, всех первичных процессов по переработке сельскохозяйственных продуктов.

При запуске программы «Дальневосточный гектар» появилась проблема электрификации участков. Так как программа действует недавно, электрификация от крупных электростанций займёт немало времени, тогда как строительство теплоэнергетического комплекса занимает порядка 3 месяцев [2].

Принцип действия паровой машины основан на превращении тепловой энергии пара в механическую работу вращения вала.

В рассматриваемом теплоэнергетическом комплексе используется паропоршневая двухцилиндровая машина типа компаунд многократного расширения. Она имеет 2 параллельно расположенных цилиндра высокого и низкого давлений. Цилиндры соединены между собой ресивером.

Полученный в котле пар по паропроводу поступает сначала в цилиндр высокого давления паропоршневой машины, затем в цилиндр низкого давления. Пар в цилиндре приводит в движение поршень, совершающий механическую работу. Кривошипно-шатунный механизм превращает возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение вала.

В машине имеют место потери тепла. Во-первых, из-за того, что после совершения работы уходит не вода с температурой 20 °С, а пар, имеющий определённое теплосодержание  $i_2$ . Чтобы снизить эти потери и используется теплота отработавшего пара, например, на отопление. Также, применяя перегретый пар с высоким давлением на входе в машину с увеличенным теплосодержанием  $i_1$ , и выпуская пар при более низком давлении, с уменьшенным теплосодержанием  $i_2$ , можно

значительно понизить величину теплотер, но полностью избежать их нельзя, так как совершенная паром работа зависит от разности ( $i_1 - i_2$ ).

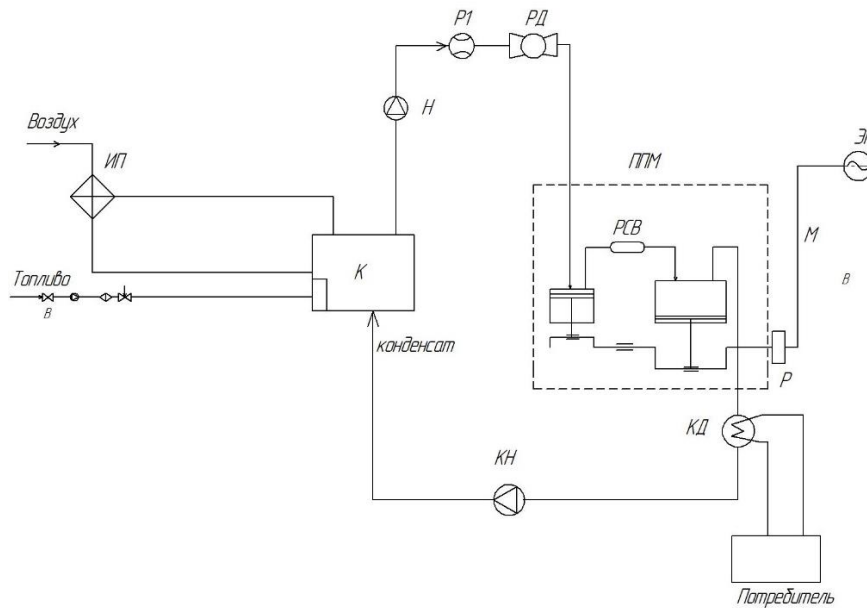


Рис. 1. Схема теплоэнергетического комплекса на базе паропоршневой машины

На рис. 1 приняты обозначения:

К – паровой котёл; ТК – теплообменник-конденсатор; ППМ – паропоршневая машина; ЦВД – цилиндр высокого давления; ЦНД – цилиндр низкого давления; РСВ – ресивер; ЭГ – электрогенератор; М – маховик; Р – редуктор; КД – конденсатор; КН – конденсационный насос; В – запорный вентиль; Н – насос; Р1 – расходомер; РД – регулятор давления.

При разработке паропоршневой машины использовались следующие исходные данные (табл. 1).

Таблица 1

Исходные данные для расчёта паропоршневой машины

№ п/п	Характеристика	Условное обозначение	Единицы измерения	Значение
1.	Мощность эффективная	$N_e$	кВт	100
2.	Число оборотов	$n$	об/мин	300
3.	Давление впуска	$p_1$	атм.	12
4.	Давление выпуска	$p_2$	атм.	1,5
5.	Температура перегретого пара	$t_1$	°С	323

Были рассчитаны основные размеры поршневой машины, мощности, теплоиспользование на основании исходных данных. В результате расчёта теплоиспользования в паровой машине было получено значение необходимого количества потребляемого машиной пара – 1552 кг/ч. Механический КПД машины – 82 %.

Был подобран паровой котёл Clayton E(SE)-100, работающий на газе, жидком топливе, биотопливе со следующими характеристиками:

- Номинальная паропроизводительность – 1,566 т/ч.
- Рабочее давление воды – до 26 атм.
- КПД – 95 %.
- Тепловая производительность – 981 кВт.
- Потребляемая электрическая мощность питательного насоса – 2,4 кВт.
- Потребляемая электрическая мощность вентилятора горелки – 5,5 кВт.
- Объём котловой воды – 47л.
- Масса – 1695 кг.

По каталогу подобран генератор БГ-100М-4 с характеристиками:

- Напряжение сети – 400 В.
- Частота тока 50 Гц.
- Номинальная частота вращения 1500 об/мин.
- Ток статора – 181 А.

Передаточное число ремённой передачи от паровой машины к генератору составит 5 единиц.

На основании представленных выше материалов можно сделать следующие выводы:

- предлагается универсальный теплоэнергетический комплекс для применения на автономных объектах, нуждающихся в эффективном электро- и теплоснабжении;
- улучшаются экологические показатели за счёт возможного использования твёрдых бытовых отходов в качестве топлива;
- возможность работы УТЭК на местных сортах топлива;
- простота применения оборудования и минимальная трудоёмкость технического обслуживания при эксплуатации;
- минимальные сроки введения в эксплуатацию;
- невысокие требования к профессиональным компетенциям обслуживающего персонала.

## Литература

1. Энергетика России. [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.g/wiki/Энергетика\\_России#\\_Генерация\\_электроэнергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/Энергетика_России#_Генерация_электроэнергии) (дата обращения: 11.12.2019).
2. Общие сведения о мини-ТЭЦ – описание. [Электронный ресурс] URL: <https://manbw.ru/analytics/minitec.html> (дата обращения: 11.12.2019).
3. Большие перспективы мини-ТЭЦ. [Электронный ресурс] URL: [http://www.vasm.ru/artis/kamstrup\\_4.htm](http://www.vasm.ru/artis/kamstrup_4.htm) (дата обращения: 11.12.2019).
4. Плюсы и минусы тепловых электростанций. [Электронный ресурс] URL: <https://plusiminishi.ru/plyusy-i-minusy-teplovyyh-elestanjtes/> (дата обращения: 11.12.2019).

УДК 62-50

### **Внедрение режима общего первичного регулирования частоты (ОПРЧ) на Балаковской АЭС**

Ляпин Алексей Сергеевич, <sup>1</sup>исполняющий обязанности заведующего кафедрой «Атомная энергетика», <sup>2</sup>заместитель начальника турбинного цеха № 2

<sup>1</sup>Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерного университета «МИФИ», г. Балаково;

<sup>2</sup>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Балаковская атомная станция», г. Балаково

*В статье рассматриваются опыт внедрения и особенности режимов общего первичного регулирования частоты на атомных электростанциях России, в частности на Балаковской АЭС. Приводятся результаты испытаний энергоблоков в режиме ОПРЧ на соответствие требованиям нормативных документов.*

В соответствии с п. 3 приказа Минэнерго России от 07.09.2010 № 429 при неиспользовании энергоблоков АЭС с реакторами типа ВВЭР в общем первичном регулировании частоты (ОПРЧ), применяются понижающие коэффициенты определения объёма мощности (оплата штрафов в размере 4 % от стоимости мощности энергоблока). С целью соблюдения обеспечения экономических интересов АО «Концерн Росэнергоатом» на рынке электрической энергии организованы работы по внедрению режима общего первичного регулирования частоты на всех энергоблоках Балаковской АЭС.

Требования к работе энергоблоков АЭС в энергосистеме сводятся к требованиям поддержания баланса мощностей – текущая суммарная мощность (нагрузка)

генераторов в энергосистеме в каждый момент времени должна равняться текущей суммарной мощности её потребителей. При недостатке производимой турбинами мощности частота снижается, при избытке – растёт. Индикатором баланса мощностей является постоянство скорости вращения турбогенератора. Для обеспечения баланса мощностей энергоблок должен постоянно участвовать в общем первичном регулировании частоты и быть способен участвовать в нормированном первичном регулировании частоты.

Требуемая первичная мощность энергоблока ( $\Delta N_{п}$ ) при участии в первичном регулировании частоты рассчитывается по формуле:

$$\Delta N_{п} = - (2N_{ном} \cdot \Delta f_{р}) / S \text{ [МВт]}, \quad (1)$$

где  $N_{ном}$  – номинальная мощность энергоблока, МВт;

$\Delta f_{р}$  – величина отклонения частоты от ближайшей границы «мертвой зоны», Гц;

$f_{ном}$  – номинальная частота, Гц;

$S$  – статизм первичного регулирования энергоблока, %,

$$S = 100(\Delta f_{р} / f_{ном}) / (\Delta N_{п} / N_{ном})$$

( $\Delta f_{р} > 0$  при повышении частоты и  $\Delta f_{р} < 0$  при понижении частоты).

Статизм в режимах нормированного первичного регулирования частоты (НПРЧ) и ОПРЧ – от 4 % до 6 %.

«Мертвая полоса» первичного регулирования:

- $\pm 0,02$  Гц – для режима НПРЧ;
- $\pm 0,075$  Гц – для режима ОПРЧ.

Ограничения со стороны технического проекта энергоблока:

- скорость изменения мощности РУ в режиме ОПРЧ при увеличении и сбросе мощности должны укладываться в регламентные параметры ограничений для ядерного топлива и РУ;
- число циклов ОПРЧ – с изменением мощности энергоблока на величину от минус 2 %  $N_{ном}$  до минус 8 %  $N_{НОМ}$  – не более 12 в год.

Для обеспечения участия энергоблока в режиме ОПРЧ в программно-техническом комплексе (ПТК) электронной части системы регулирования турбины (ЭЧ СРТ) реализован алгоритм коррекции активной мощности по частоте вращения (далее частотный корректор (ЧК)). Коррекция мощности ТГ по частоте вращения должна осуществляться при работе ЭЧ СРТ в режиме «РМ» (режим поддержания мощности).

Переходный процесс при первичном регулировании должен иметь апериодический характер без перерегулирования (не более 5 МВт). При этом время

выдачи требуемой первичной мощности при текущем отклонении частоты не должно ограничиваться.

Закон регулирования ЭЧ СРТ в режиме поддержания «РМ» при реализации алгоритмов работы ЧК имеет следующий вид:

$$EA(B) = PI \left( N_{зад} - N_{тек} + \left( \frac{2 * P_{ном} * \Delta f}{S} \right) \right) + \frac{\Delta f}{S} \quad (2)$$

$PI$  – пропорционально-интегральный закон регулирования.

$EA(B)$  – управляющий сигнал для формирования тока, поступающего на ЭГП;

$N_{зад}$  – значение мощности ТГ, установленное на задатчике регулятора мощности, МВт;

$P_{ном}$  – номинальная электрическая мощность энергоблока, МВт;

$N_{тек}$  – текущее значение мощности ТГ, МВт;

$\Delta f$  – величина отклонения частоты от ближайшей границы «мертвой полосы», Гц;

$S$  – статизм первичной составляющей по частоте регулирования, %.

Компонента I данного закона регулирования отвечает за формирование рассогласования при работе ЭЧ СРТ в режиме «РМ».

Компонента II данного закона регулирования отвечает за расчет требуемой величины первичной мощности в режимах ОПРЧ и НПРЧ, обеспечиваемой генерирующим оборудованием при отклонениях частоты вращения, превышающих зону нечувствительности первичного регулирования (выход частоты за установленную «мертвую полосу» первичного регулирования), для НПРЧ « $\pm 0,02$  Гц» и для ОПРЧ « $\pm 0,075$  Гц».

Компонента III данного закона регулирования – это пропорциональная составляющая постоянно функционирующего РЧВ, который обеспечивает регулирование частоты вращения во всех режимах работы ЭЧ СРТ (первичная составляющая по частоте вращения). При включении в работу режима ОПРЧ зона нечувствительности РЧВ автоматически устанавливается равной «мертвой полосе» ОПРЧ « $\pm 0,075$  Гц». При включении в работу режима НПРЧ зона нечувствительности РЧВ автоматически устанавливается равной «мертвой полосе» НПРЧ « $\pm 0,02$  Гц».

Обеспечена возможность оперативного изменения величины «мертвой полосы» и статизма первичного регулирования без отключения функции первичного регулирования.

В диапазоне частот  $0,075 \text{ Гц} < \Delta f < 0,02 \text{ Гц}$  реализуется режим НПРЧ с максимальным отклонением мощности  $\pm 2 \% N_{ном}$  (при  $N_{тек РУ}$  не более  $98 \% N_{ном РУ}$ ).

В диапазоне частот  $\Delta f > 0,075 \text{ Гц}$  реализуется режим ОПРЧ с максимальным отклонением мощности:

- от  $\pm 2 \% N_{ном}$  до  $- 8 \% N_{ном}$  – при значении  $N_{тек РУ}$  не более  $98 \% N_{ном РУ}$ ;
- от  $0 \% N_{ном}$  до  $- 8 \% N_{ном}$  – при значении  $N_{тек РУ}$  от  $98 \%$  до  $104 \% N_{ном РУ}$ .

В режиме ОПРЧ после скачкообразного изменения частоты вращения:

- должно выдаваться  $50 \%$  требуемой первичной мощности за время не более  $10 \text{ с.}$ ;
- должна выдаваться полная требуемая первичная мощность за время не более  $2 \text{ мин.}$

В случае изменения величины выдаваемой первичной мощности на разгрузку в диапазоне от  $20$  до  $80 \text{ МВт}$ , при восстановлении частоты ЭЧ СРТ восстанавливает исходный уровень мощности со скоростью не более  $10 \text{ МВт/мин.}$

В случае если по истечении  $15$  минут работы ЭЧ СРТ в режиме ОПРЧ отклонение частоты от номинального значения не устранилось, оператор энергоблока может отключить режим ОПРЧ.

Повторное включение режима ОПРЧ возможно только при возврате частоты вращения ротора ТГ в «мертвую полосу» ОПРЧ.

Примеры реализуемых статических характеристик при работе энергоблока в режиме ОПРЧ с учетом вышеуказанных диапазонов показаны на рис. 1- 2.

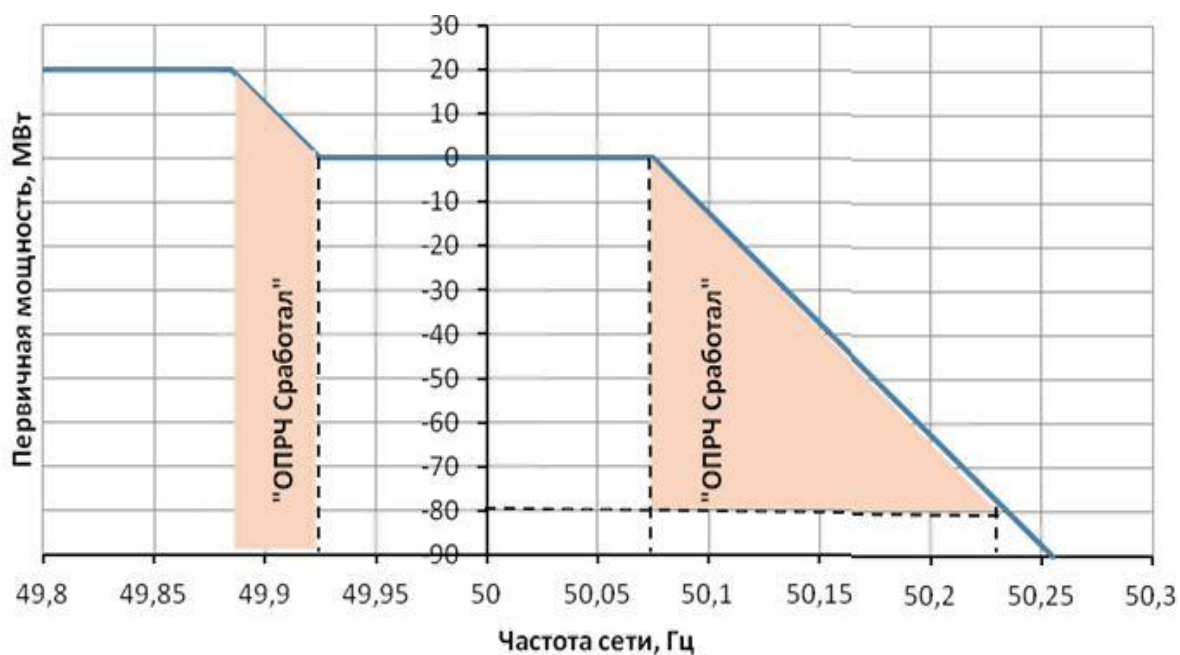


Рис. 1. Пример статической характеристики «частота-мощность» при работе энергоблока в режиме ОПРЧ и статизме 4 % при мощности  $P_U < 98 \%$

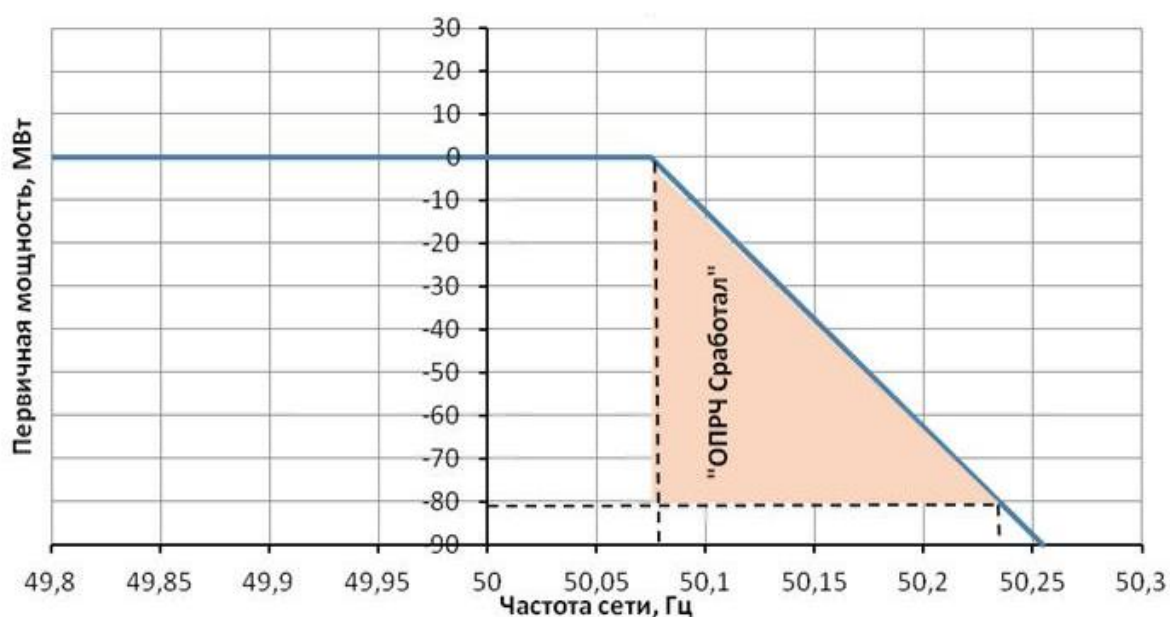


Рис. 2. Пример статической характеристики «частота-мощность» при работе энергоблока в режиме ОПРЧ и статизме 4 % при мощности  $P_U > 98 \%$

По результатам проведенных испытаний энергоблоков в режиме ОПРЧ подтверждена динамическая устойчивость энергоблока при переходе на новый уровень мощности в режимах ОПРЧ и ОПРЧ+НПРЧ, вызванном имитацией скачкообразного изменения частоты в энергосистеме. Результаты испытаний энергоблока в режимах ОПРЧ, ОПРЧ+НПРЧ соответствуют требованиям нормативных документов [1, 2].

Анализ результатов проведенных испытаний показывает, что:



1) при отклонениях частоты обеспечивается гарантированное участие генерирующего оборудования в ОПРЧ в пределах регулировочного диапазона (+2 %...-8 %)  $P_{ном}$ , определенного стандартом [1];

2) текущая мощность энергоблока при фактическом отклонении от заданной мощности в ходе переходного процесса не превышает 0,5 % от  $P_{ном}$  (5 МВт), что удовлетворяет требованиям стандарта [1];

3) при изменении величины выдаваемой первичной мощности на разгрузку в диапазоне (+2 %...-8 %)  $P_{ном}$  ЭЧ СРТ в автоматическом режиме восстанавливает исходный уровень мощности в соответствии со статической характеристикой со скоростью 1 %/мин.

Динамические характеристики переходных процессов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Динамические характеристики изменения мощности

Изменение мощности ТГ, %	Время изменения мощности ТГ на 50 % от требуемой, с		Величина изменения мощности ТГ через 10 с, МВт		Время стабилизации, с	
	требования стандарта	результат испытания	требования стандарта	результат испытания	требования стандарта	результат испытания
+2 (ОПРЧ)	≤ 10	≈ 10	≥ 10	≈ 10	< 120	≈ 60
-8 (ОПРЧ)	≤ 10	8	> 40	45	< 120	≈ 60

#### Литература

1. Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС». Регулирование частоты и перетоков активной мощности в ЕЭС России. СТО 59012820.27.100.003-2012.

2. Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС». Нормы участия энергоблоков атомных электростанций в нормированном первичном регулировании частоты. СТО 59012820.27.120.20.004-2013.

3. Рабочий технологический регламент безопасной эксплуатации энергоблока №3 Балаковской АЭС с реактором ВВЭР-1000 (В-320). Р.3.ОУБ/03.

4. Технический отчет по испытаниям оборудования энергоблока №3 Балаковской АЭС на готовность к участию в общем первичном регулировании частоты. ОТ АТЭ.805.0959-2015.

### **Модернизация водогрейного котла ПТВМ-180**

Магманов Аяз Сергеевич, студент направления «Теплоэнергетика и теплотехника»;  
Краснолудский Николай Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Атомная энергетика»

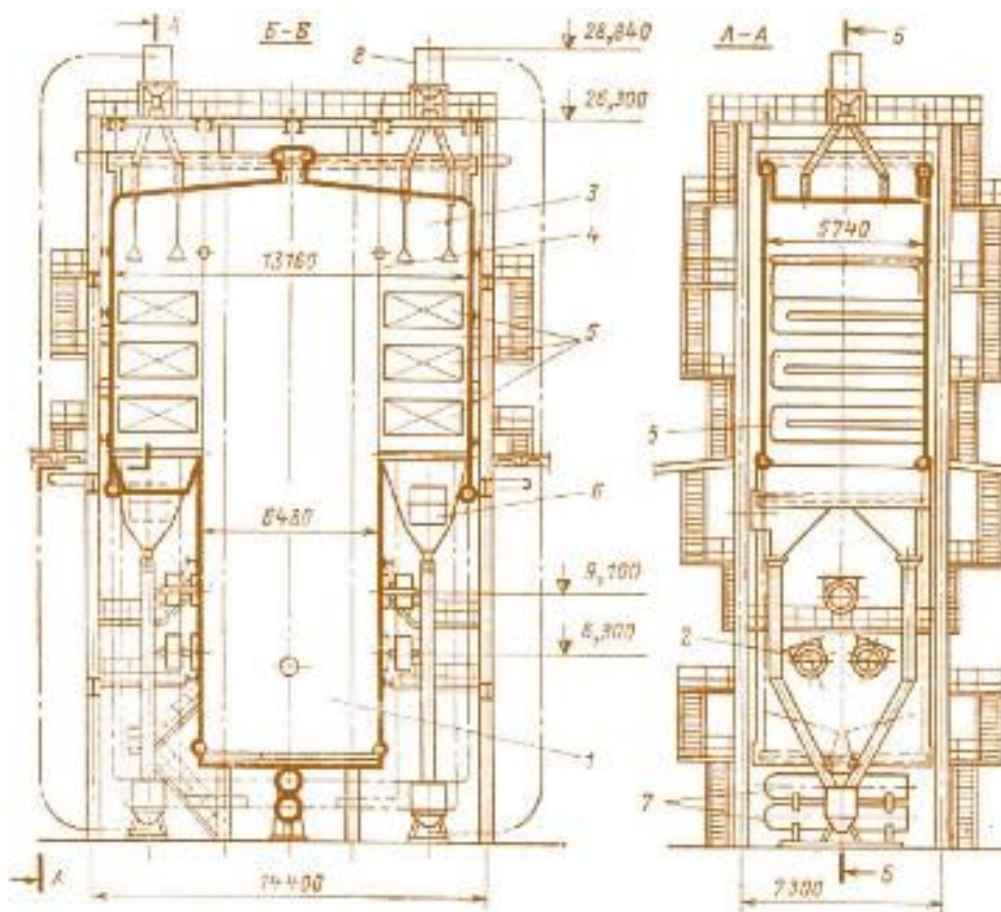
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В статье рассмотрены вопросы, связанные с проблемами эксплуатации газомазутных водогрейных котлов типа ПТВМ, и приводятся возможные варианты их решения.*

Водогрейный котел – устройство, имеющее топку, обогреваемое продуктами сжигаемого в ней топлива, и предназначенное для нагревания воды, находящейся под давлением выше атмосферного и используемой в качестве теплоносителя вне самого устройства.

Теплота, вырабатываемая водогрейными котлами, может направляться на нужды отопления, вентиляции или горячего водоснабжения. Также теплота может использоваться для различных технологических нужд. При этом максимальная температура воды на выходе из водогрейных котлов может составлять 95, 115, 150 и 200 °С, в зависимости от теплопроизводительности самого котла.

Водогрейные котлы типа ПТВМ (рис. 1) предназначены для работы на газообразном топливе, которое является основным, и жидком топливе, используемом для кратковременной работы. Эти котлы имеют башенную компоновку, т.е. конвективные поверхности нагрева располагаются непосредственно над топочной камерой, выполненной в виде прямоугольной шахты. Топочная камера котла ПТВМ-180 полностью экранирована трубами диаметром 60×3,5 мм. Топка, помимо фронтального, заднего и двух боковых экранов, имеет два ряда двухсветных экранов из труб диаметром 83×3,5 мм, которыми она разделяется на три сообщающиеся камеры, ширина крайних составляет 4000 мм и 8000 мм – ширина средней камеры. Сама топочная камера в плане имеет размер 6230×11526 мм, при этом высота призматической части составляет 6000 мм.



*Рис. 1. Водогрейный котел ПТВМ-180:*

*1 – топка; 2 – горелки; 3 – поворотный газоход; 4 – разделительный экран сомкнутых радиационной и конвективной шахт; 5 – конвективные нагревательные пакеты; 6 – выход продуктов сгорания; 7 – камеры сетевой воды; 8 – дробеочистка*

Особенностью котлов башенной компоновки является применение большого количества горелок небольших размеров с принудительным подводом воздуха от дутьевых вентиляторов. В качестве основных горелочных устройств используются газомазутные горелки с периферийным подводом газа и механическим распыливанием мазута. В топке котла устанавливают 20 горелочных устройств, расположенных в два яруса по 10 штук на фронтальной и задней стенах. Конструкция горелки предусматривает периферийный подвод газа, закрутка воздуха осуществляется осевыми регистрами. Производительность такой горелки по газу равна  $0,35 \text{ м}^3/\text{с}$  ( $1265 \text{ м}^3/\text{ч}$ ). Регулирование производительности котла осуществляется включением и отключением горелок при постоянном расходе сетевой воды. Котлы данного типа работают на естественной тяге, поэтому каждый котел должен иметь собственную дымовую трубу.

Газомазутный водогрейный котел ПТВМ-180 (рис. 1) имеет теплопроизводительность 180 Гкал/ч и предназначен для покрытия теплофикационной нагрузки. По своей конструкции он является водотрубным, прямоточным, башенного типа, с принудительной циркуляцией.

Объем топочной камеры котла ПТВМ-180 [1] равен 461 м<sup>3</sup>, лучевоспринимающая поверхность установленных экранов составляет 479 м<sup>2</sup>. Конвективные поверхности нагрева расположены в верхней части топочной камеры. При этом конвективная часть состоит из двух пакетов, каждый из которых выполнен из 176 секций, разделенных по ходу газов ремонтным проемом. Каждая секция изготовлена из U-образных змеевиков, изготовленных из труб 28×3 мм, сваренных своими концами в стояки из труб диаметром 83×4 мм. Змеевики расположены в шахматном порядке.

Одним из самых больших недостатков в работе таких котлов является их значительная уязвимость от наружной и внутренней коррозии металла. В реальных условиях, при разрегулированных режимах работы тепловых сетей и стремлении к «экономии» топлива, температура сетевой воды снижается до 45-55 °С, что ниже чем температура «точки росы». Интенсивная конденсация влаги с последующим образованием серной кислоты из дымовых газов приводит к неуправляемой ситуации с последующими большими экономическими потерями в будущем. Интенсивность коррозии металла также напрямую зависит от качества используемого топлива.

В связи с этим целью модернизации крупных водогрейных котлов является внедрение новых технических решений, которые в наибольшей мере удовлетворяют потребностям рынка и увеличивают срок службы водогрейных котлов с одновременным уменьшением времени и средств, затрачиваемых на проведение модернизации.

Для достижения поставленной цели на водогрейных котлах типа ПТВМ [2] могут использоваться следующие изменения в конструкции основных рабочих поверхностей и узлов:

1. конвективная поверхность нагрева выполняется из труб увеличенного диаметра и большей толщиной стенки (трубы 38×4 мм) с наружным оребрением;
2. в топку устанавливаются трубы увеличенного диаметра с наружным продольным и поперечным оребрением;
3. устанавливаются малотоксичные газомазутные вихревые горелки повышенной единичной мощности;
4. производится замена устаревших дутьевых вентиляторов на современные дутьевые машины большой единичной производительности;
5. устанавливается оборудование для организации рециркуляции продуктов сгорания с целью снижения выбросов оксидов азота и подогрева дутьевого воздуха до положительной температуры, что можно использовать на газовых котлах;

б. устанавливается калориферная установка для подогрева дутьевого воздуха до температуры 60-80 °С, что можно использовать на котлах, работающих на мазуте.

После проведения комплексной модернизации газомазутных водогрейных котлов планируется получить:

1. повышение теплопроизводительности газовых котлов на 20 % сверх номинальной и готовность котлов длительно работать на мазуте без ограничения теплопроизводительности, чем обеспечить экономию в капитальных вложениях по удельной стоимости 1 Гкал вновь вводимой мощности;

2. экономию топлива до 4 % в газовых котлах и до 3 % в мазутных;

3. повышение надежности и долговечности конвективной поверхности нагрева и экранов примерно в 3 раза (ресурс до первой замены 100 тыс. ч.) – обеспечивается экономия одновременных затрат на ремонт и восстановление преждевременно исчерпавших ресурс поверхностей нагрева в базовом котле;

4. снижение выбросов в атмосферу за счет применения малотоксичных горелок и рециркуляции продуктов сгорания;

5. небольшой срок окупаемости при проведении комплексной модернизации.

Существенным достоинством предлагаемых технических решений по модернизации водогрейных котлов является возможность их реализации в период планового или капитального ремонтов, поскольку сохраняются компоновка котлов, габаритные и присоединительные размеры, каркас, естественная тяга (котлы ПТВМ), гидравлическая схема, система крепления поверхностей нагрева и др., а также допускается поэтапное внедрение рассмотренных технических решений.

#### Литература

1. РД 34.26.703 (ТХ 34-70-015-85, СО 153-34.26.703) Типовая энергетическая характеристика водогрейного котла ПТВМ-180 при сжигании природного газа.

2. РосТепло.ru – Информационная система по теплоснабжению, 2003-2019. [Электронный ресурс] URL: [https://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/](https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/) (дата обращения: 05.12.2019).

**Исследование скорости высвобождения жидких компонентов  
из структуры пористого покрытия**

Маркелова Ольга Анатольевна, ассистент кафедры  
«Материаловедение и биомедицинская инженерия»;

Таран Владимир Маркович, доктор технических наук, профессор кафедры  
«Материаловедение и биомедицинская инженерия»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

*Предложена технология пропитки пористых покрытий, полученных методом плазменного напыления жидкими веществами под действием ультразвуковых колебаний. Экспериментально установлено влияние структурно-морфологических параметров покрытия на скорость выхода жидких компонентов из пористой структуры.*

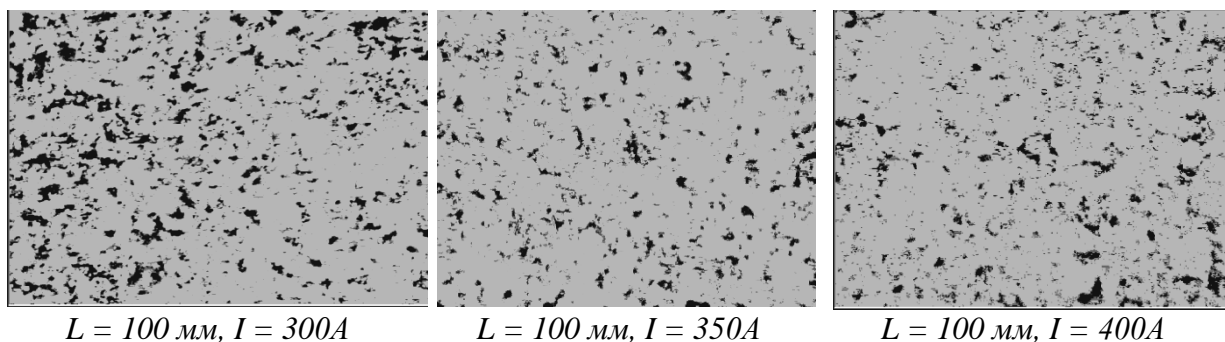
В современном машиностроении применение находят детали или узлы, имеющие пористые покрытия, выполняющие определенную функциональную нагрузку. Перспективной технологией является введение в пористую структуру, в т.ч. в покрытия, жидкое вещество, например, лекарственные вещества, различные смазки, электролит и др. [1-4].

Известной технологией для формирования пористых покрытий является плазменное напыление [5]. Пористость покрытий является важным технологическим параметром с точки зрения последующей пропитки жидких веществ в структуру. Для регулирования параметров пористой структуры плазменное покрытие формировалось из порошка гидроксиапатита на установке УПН-28 при токах дуги 300, 350, 400 А, дистанции напыления 50, 100, 150 мм, дисперсности порошка 70-90 мкм, расход плазмообразующего газа  $20 \pm 2$  л/мин, расход транспортирующего газа  $5 \pm 2$  л/мин. [6].

Для интенсификации процесса введения жидкости предлагается использовать ультразвуковые колебания. Данная технология обладает рядом преимуществ таких, как простота реализации процесса, возможность регулирования параметров пропитки. К недостаткам технологии можно отнести неизбежную размерную обработку покрытий вследствие кавитации [7]. Ультразвуковая пропитка раствором повидаргола (коллоидное серебро) в воде проводилась при продолжительности 60-300 с использованием ультразвуковой ванны «УЗУМИ-2».

Скорость высвобождения жидкого вещества из структуры покрытия исследовалось методом колориметрического титрования для выявления в растворе частиц серебра.

Анализ структурно-морфологических параметров полученных покрытий с использованием комплекса «АГПМ-6М» показывает, что изменение тока дуги и дистанции напыления влияет на пористость покрытий (рис. 1). Так, при токе 300 А покрытие обладает наибольшими показателями открытой пористости 50-55 %, при 350 А показатели открытой пористости снижаются до 30-45 %, при токе 400 А до 15-25 %. При уменьшении дистанции напыления со 150 до 50 мм открытая пористость покрытий также снижается в среднем на 15-20 %.



*Рис. 1. Поверхность гидроксиапатитовых покрытий, полученных методом плазменного напыления*

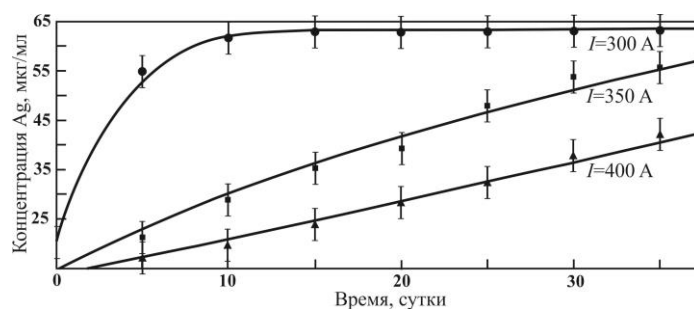
Полученные экспериментальные данные о влиянии режимов напыления на пористость покрытий дают возможность предположить возможность формирования покрытий, способных служить емкостью для хранения жидких веществ и возможности регулирования продолжительности выхода жидкости посредством изменения пористости покрытий.

Продолжительность высвобождения жидкого вещества из пористого покрытия составляет от 5 до 35 суток (рис. 2).

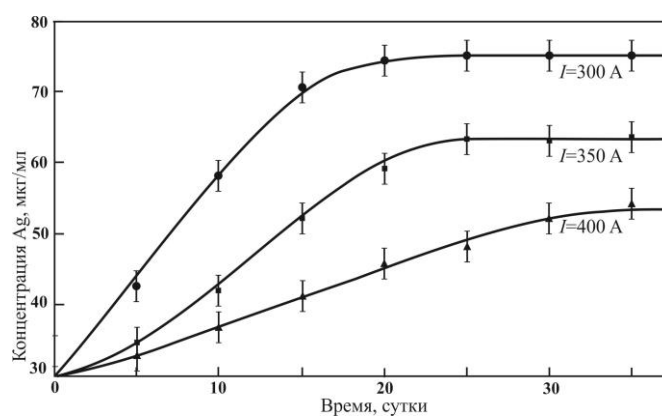
При дистанции напыления 50 мм и токе дуги 400 А наблюдается практически линейное измерение концентрации частиц серебра в растворе, максимум концентрации 40 мкг/мл достигается на 35 сутки взятия проб. При токе 350 А максимальная концентрация 55 мкг/мл достигается также на 35 сутки. При токе 300 А вещество достигает максимальной концентрации 65 мкг/мл на 10 сутки взятия проб (рис. 2а).

Для дистанции напыления 100 мм (рис. 2б) наибольшей концентрацией жидкого вещества обладает покрытие, полученное при токе 300 А 70-75 мкг/мл, наименьшей при токе 400 А 50 мкг/мл. Положительность высвобождения жидкого вещества варьируется от 15 до 25 суток.

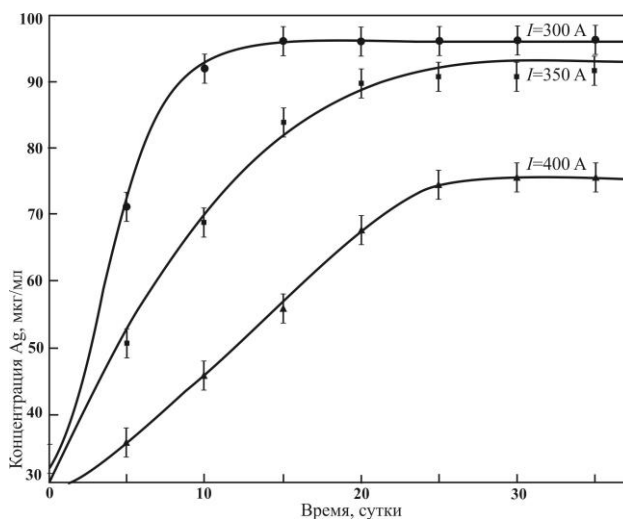
При дистанции 150 мм также наблюдается наибольшая интенсивность выхода жидкого вещества в покрытие, полученном при токе 300 А (рис. 2в) на 10 сутки в концентрации 95 мкг/мл. При токах 350 и 400 А максимальная концентрация частиц серебра наблюдается на 20-25 сутки – 70-90 мкг/мл.



*a*



*б*



*в*

*Рис. 2. Скорость выхода 3 % водного раствора повидаргола в воде из пористого покрытия:*  
*a* – дистанция напыления 50 мм; *б* – дистанция напыления 100 мм; *в* – дистанция напыления 150 мм



Таким образом, установлено, что технология плазменного напыления позволяет сформировать покрытия, обладающие прогнозируемыми характеристиками пористости. Последующее применение ультразвуковой пропитки позволяет интенсивно вводить жидкое вещество во весь объем покрытия. Полученные композиционные покрытия обладают функцией пролонгированного высвобождения жидкого вещества в место необходимого функционального контакта.

#### Литература

1. Patent US8402978B2. Coated impregnated porous filter plug / K. Georgios, Z. Shuzhong, Z. Yi, L. Hongwei, W. Daqing, 2013.
2. Кокцинская Е.М. Влияние вакуум-нагнетательной пропитки на свойства нелинейного полупроводящего ленточного покрытия для высоковольтных электрических машин / Е.М. Кокцинская, Б.Д. Ваксер // Электричество. – 2007. – № 5. – С. 71-74.
3. Модифицирование поверхности керамических теплозащитных покрытий на основе оксида циркония методом пропитки / А.М. Ахметгареева [и др.] // Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2014. – № 5 (206). – С. 15-19.
4. Андрюшкин А.Ю. Пропитка волокнистого наполнителя при формовании армированного полимерного покрытия для техники специального назначения / А.Ю. Андрюшкин, М.В. Коньшев, М.В. Охапкин // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2017. – № 11-12 (113-114). – С. 63-69.
5. Калита В.И. Плазменные покрытия с нанокристаллической и аморфной структурой: монография / В.И. Калита, Д.И. Комлев. – М.: «Лидер М», 2008. – 388 с.
6. Маркелова О.А. Исследование электротехнологических процессов формирования покрытий с прогнозируемой пористостью / О.А. Маркелова, А.В. Лясникова // Вопросы электротехнологии. – 2018. – № 4 (21). – С. 109-114.
7. Новицкий Б.Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах / Б.Г. Новицкий. – М.: «Химия», 1983. – 192 с.

**Построение моделей процесса токарной обработки  
по управляющим воздействиям**

Мостовой Владимир Дмитриевич, заведующий лабораторией;

Бирюков Владимир Петрович, доктор технических наук, профессор кафедры  
«Атомная энергетика»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В работе приведены материалы по построению математических моделей процесса токарной обработки на токарно-винторезном станке 16К20Ф3.*

В настоящее время одним из актуальных направлений развития металлообрабатывающей отрасли является создание систем адаптивного управления токарной обработкой, которые выполняются в виде надстройки над системой с числовым программным управлением (ЧПУ). Адаптивные системы позволяют корректировать режимные параметры в процессе обработки для устранения влияния случайных возмущений [1, 2]. Таким образом, возможно повысить производительность обработки при неизменных качественных параметрах или точность обработки при сохранении производительности.

Для синтеза систем управления процессами резания необходимы математические модели объекта управления, от качества которых зависит точность моделирования процесса и эффективность построенных систем.

Целью данной работы является построение математических моделей процесса токарной обработки на токарно-винторезном станке 16К20Ф3.

Построение моделей по управляющему воздействию по каналу: продольная подача – тангенциальная сила резания и модели взаимосвязи каналов продольной и поперечной подачи; по каналу: глубина резания – тангенциальная сила резания проводилось на основании результатов активных экспериментов.

Эксперимент состоял в измерении тангенциальной силы резания при продольном тчении на токарно-винторезном станке 16К20 Ф3 цилиндрических заготовок при ступенчатых изменениях продольной подачи и глубины резания. Заготовки – валы из стали 45 длиной 270 мм, имели две ступени, первая длиной 10 мм диаметром 16 мм, вторая длиной 260 мм диаметром 19 мм. Базирование валов

производилось в центрах токарного станка с применением поводка у левого торца заготовки.

Обработка велась одним токарным отогнутым проходным резцом с неперетачиваемой быстросменной пластиной из твёрдого сплава со следующими значениями углов:

- передний угол  $\gamma = 10$ ;
- главный задний угол  $7$ ;
- угол заострения  $\beta = 73$ ;
- угол резания  $\delta = 80$ ;
- главный угол в плане  $\phi = 93$ ;
- вспомогательный угол в плане  $\phi_1 = 7$ ;
- угол при вершине  $\epsilon = 80$ ;
- угол наклона главной режущей кромки = 3-5;

-Материал пластины – Т5К10. Твёрдосплавная пластина, полученная методами порошковой металлургии – основа карбид вольфрама 85 %, карбид титана 5 %, 10 % карбид кобальта. СОЖ не применялась.

При первом эксперименте производилась обработка участка длиной 30 мм от начала ступени диаметром 19 мм с глубиной резания  $t = 0.5$  мм (рис. 1а). Значения подачи и скорости вращения шпинделя, соответственно,  $s = 0.35$  мм/об,  $n = 500$  об/мин.

При втором эксперименте производилась обработка того же вала на участке длиной 30 мм, удалённого от начала ступени диаметром 18 мм на 30 мм, с глубиной резания  $t = 0.5$  мм при подаче  $s = 0.25$  мм/об и скорости вращения шпинделя  $n = 500$  об/мин (рис. 1б).

Третий эксперимент – обработка второго вала на участке длиной 30 мм от начала ступени диаметром 19 мм с глубиной резания  $t = 0.8$  мм, при подаче  $s = 0.35$  мм/об, скоростью вращения шпинделя  $n = 500$  об/мин (рис. 1в).

Четвертый эксперимент – обработка второго вала на участке длиной 30 мм удалённого от начала ступени диаметром 17.4 мм на 30 мм с глубиной резания  $t = 0.8$  мм при подаче  $s = 0.25$  мм/об и скорости вращения шпинделя  $n = 500$  об/мин (рис. 1г).

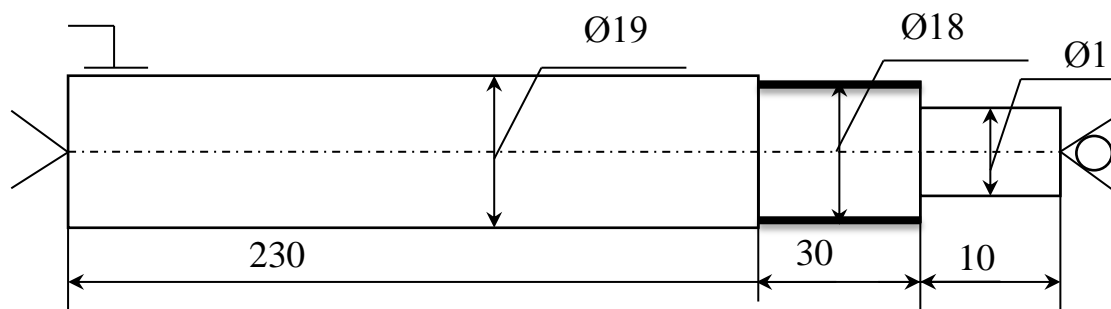


Рис. 1а. Схема обработки участка первого вала  $t=0.5\text{мм}$   $s=0.35\text{ мм/об}$

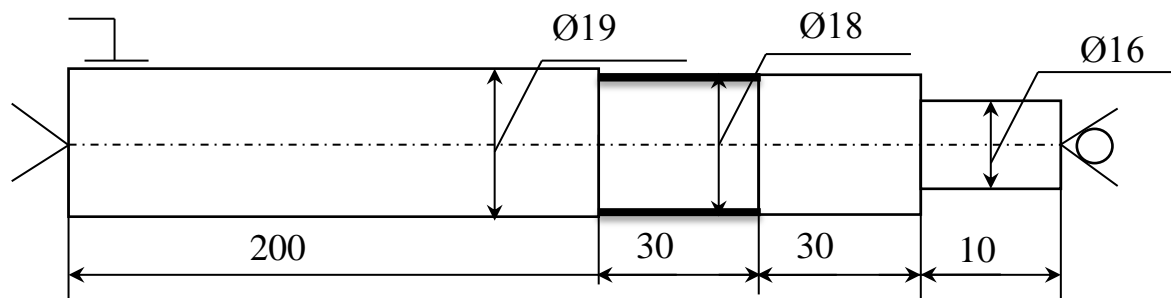


Рис. 1б. Схема обработки участка первого вала  $t=0.5\text{мм}$   $s=0.25\text{ мм/об}$ .

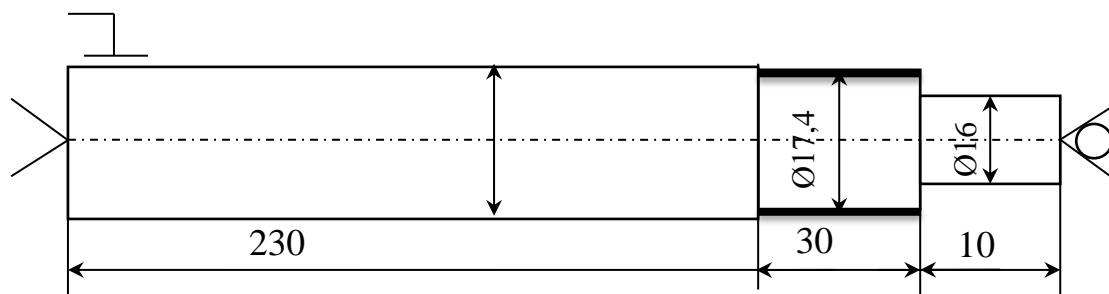


Рис. 1в. Схема обработки участка второго вала  $t=0.8\text{мм}$   $s=0.35\text{ мм/об}$ .

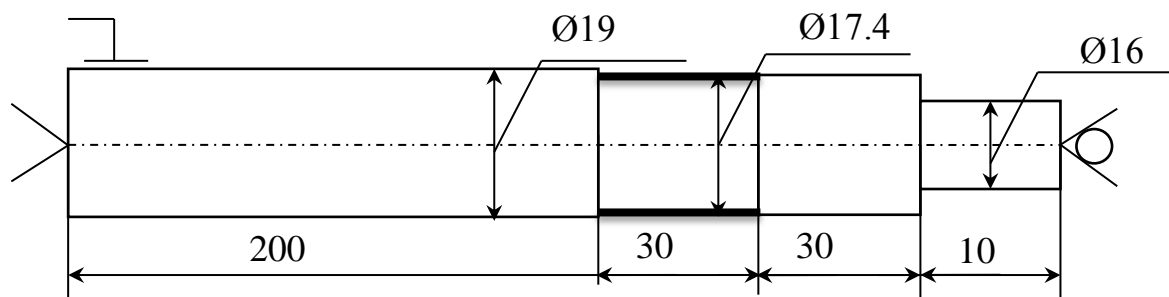


Рис. 1г. Схема обработки участка второго вала  $t=0.8\text{мм}$   $s=0.25\text{ мм/об}$ .

В процессе обработки с помощью компьютерной системы измерения силы резания производилось периодическое снятие показаний датчика силы резания. После окончания переходного процесса временной ряд силы резания продолжал фиксироваться для исследования характеристик возмущающих воздействий.

На рис. 2. представлены графики изменения силы резания, полученные в четырёх экспериментах.

На рис. 2 эксперименты по резанию обозначены цифрами:

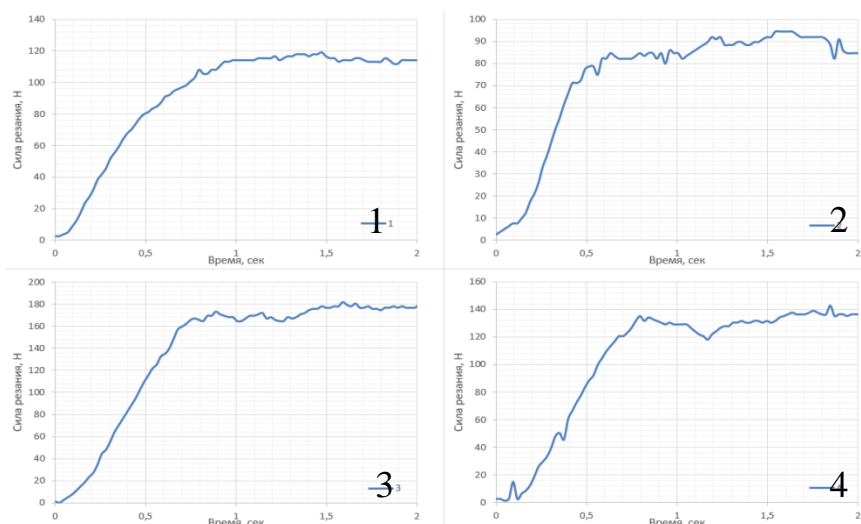


Рис. 2. Временные ряды силы резания

1 – первый эксперимент при  $t=0.5\text{mm}$ ,  $s=0.35\text{mm/об.}$ ;

2 – первый эксперимент при  $t=0.5\text{mm}$ ,  $s=0.25\text{mm/об.}$ ;

3 – второй эксперимент при  $t=0.8\text{mm}$ ,  $s=0.35\text{mm/об.}$ ;

4 – второй эксперимент при  $t=0.8\text{mm}$ ,  $s=0.25\text{mm/об.}$

Каждый эксперимент определял суммарную реакцию процесса по силе резания на ступенчатые входные воздействия по подаче и глубине резания. Для выделения влияния отдельных входных сигналов выбирались два эксперимента с одним изменяющимся параметром при постоянном значении другого и производилось относительное вычитание временных рядов. Графики переходных процессов при приращении одного параметра приведены на рис. 3а.

Анализ кривых переходных процессов (рис. 3а) показал, что процесс резания имеет экспоненциальный вид, поэтому процесс может быть описан дифференциальными уравнениями первого порядка. Построение моделей на рис. 3б.

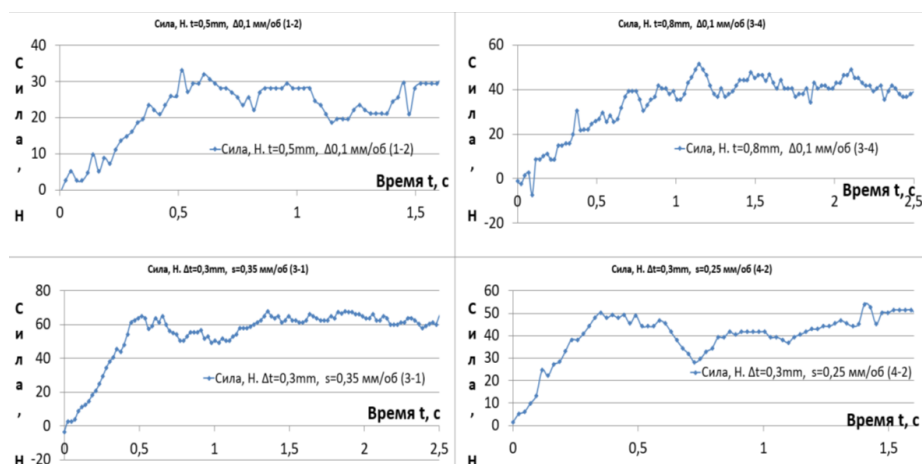
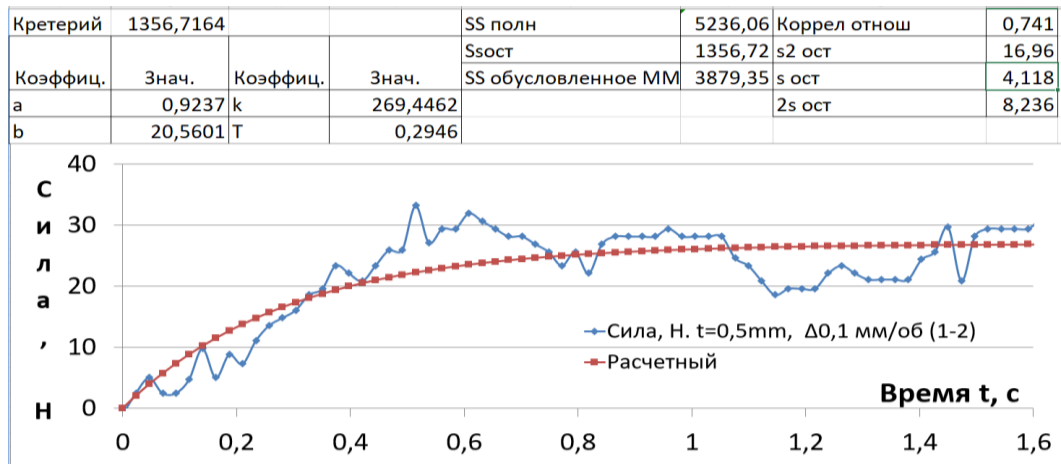
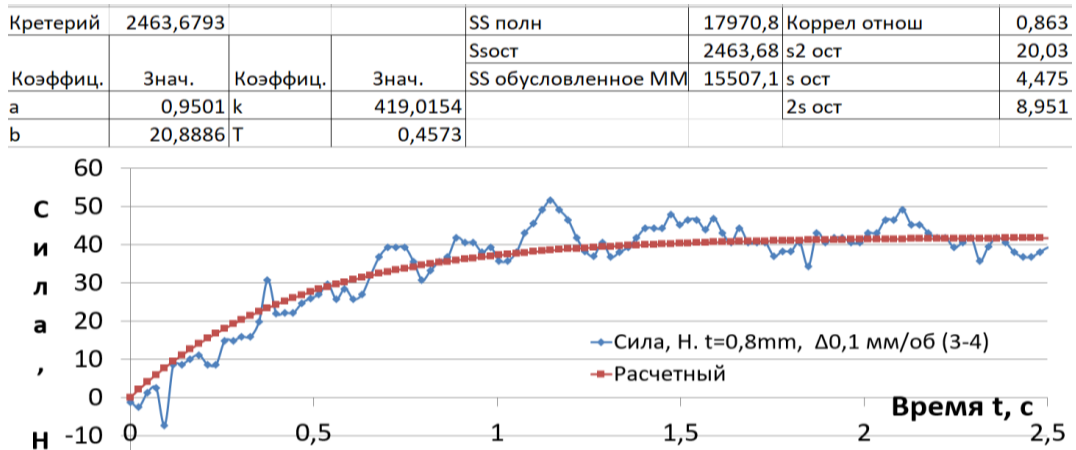


Рис. 3а. Графики переходных процессов при приращении одного параметра

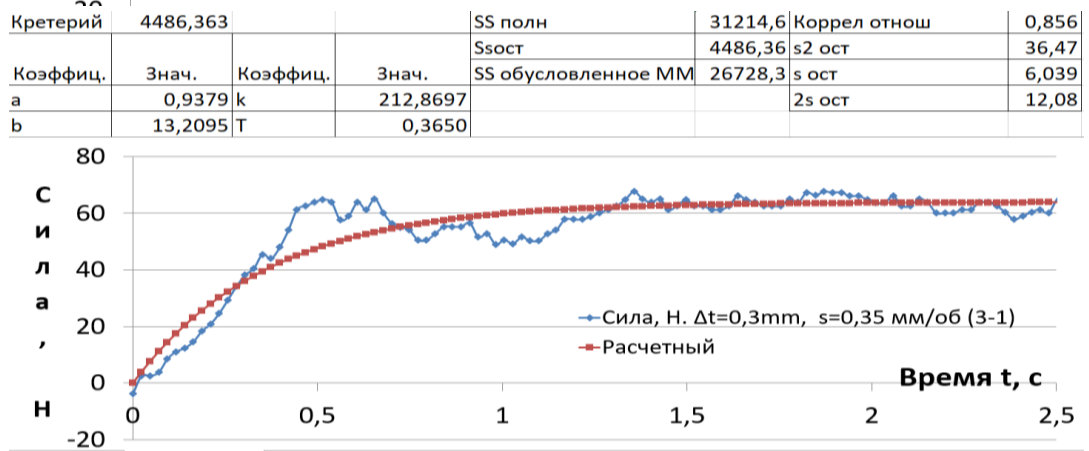
1-2



3-4



3-1



4-2

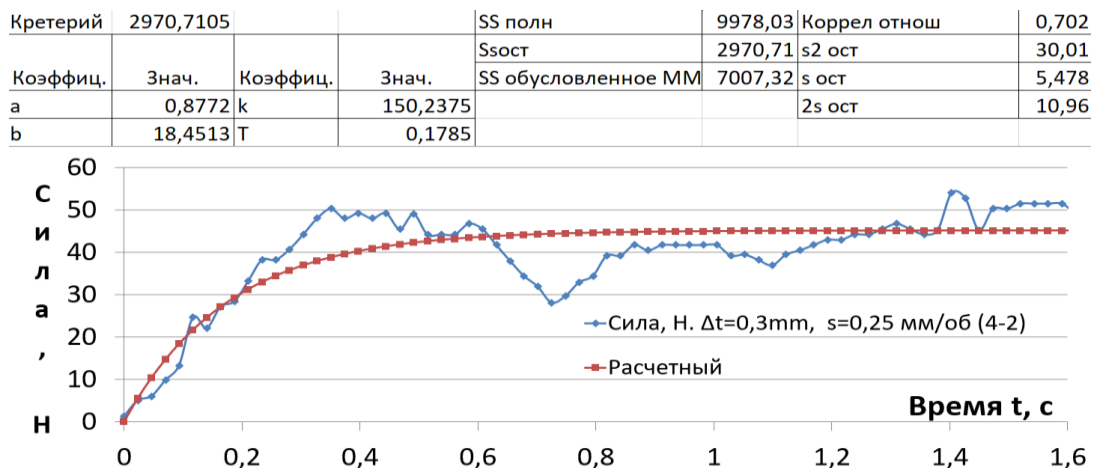


Рис. 3б. Фрагмент программы идентификации модели процесса резания

На рис. 3б приведены программы построения моделей для следующих кривых переходных процессов:

1-2 – разница первого и второго временных рядов  $t=0.5\text{mm}$ ,  $\Delta s=0.1\text{mm/об}$ , для построения модели по продольной подаче;

3-4 – разница третьего и четвертого временных рядов  $t=0.5\text{mm}$ ,  $\Delta s=0.1\text{mm/об}$ , для построения модели по продольной подаче;

3-1 – разница третьего и первого временных рядов  $\Delta t=0.3\text{mm}$ ,  $s=0.35\text{mm/об}$ , для построения модели по глубине резания;

4-2 – разница четвертого и второго временных рядов  $\Delta t=0.3\text{mm}$ ,  $s=0.25\text{mm/об}$ , для построения модели по глубине резания.

Параметрическая идентификация моделей производилась путем решения задачи нелинейного программирования в Excel, алгоритм которой вызывается командой «Поиск решения».

На рис. 3, б в таблицах также приведены оценки параметров и показатели адекватности построенных моделей. Параметры моделей для графиков 1-2, 3-4, 3-1, 4-2 представлены в табл. 1.

Таблица 1

Таблица показателей математических моделей ОУ

Обозначение	Вход	Выход	Значения	
			k	T
1 – 2	$\Delta s=0.1\text{mm/об}$	Сила резания	270	0.30
3 – 4	$\Delta s=0.1\text{mm/об}$	Сила резания	419	0.46
3 – 1	$\Delta t=0.3\text{mm}$	Сила резания	213	0,36
4 – 2	$\Delta t=0.3\text{mm}$	Сила резания	150	0,18

Выводы.

1. Построены математические модели объекта управления по каналам продольная подача – сила резания и глубина резания – сила резания.

2. Оценки погрешностей построенных моделей по каналу продольная подача – сила резания равны  $2s_{\text{ост}}=8,2\text{H}$  и  $9\text{H}$ , для канала по глубине резания  $2s_{\text{ост}}=11\text{H}$  и  $12,1\text{H}$ , что является удовлетворительными показателями для описания процесса токарной обработки.

#### Литература

1. Балакшин Б.С. Адаптивное управление станками / Б.С. Балакшин, Б.М. Базаров, И.М. Баранчукова. – М.: Машиностроение, 1973. – 687 с.

2. Основы расчета и проектирования систем автоматического управления в машиностроении / О.И. Драчев [и др.]. – М. Старый Оскол: ТНТ. – 2009. – 167 с.

УДК 681.514

### **Анализ устойчивости**

#### **многоконтурной системы управления процессом токарной обработки**

Мостовой Владимир Дмитриевич, заведующий лабораторией кафедры

«Атомная энергетика»;

Бирюков Владимир Петрович, доктор технических наук, профессор кафедры

«Атомная энергетика»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В работе приведены материалы по анализу устойчивости многоконтурной системы управления процессом токарной обработки в Simulink на основании переходных процессов и критерия Найквиста.*

Современные математические системы, в том числе среда имитационного моделирования «Simulink» пакета программ «Matlab», позволяют проводить моделирование сложных систем управления на ранних этапах проектирования, что позволяет выявлять особенности закономерностей работы систем и уменьшать количество реальных экспериментов, в процессе которых могут возникать неустойчивые режимы, способные привести к аварийным ситуациям.

Анализ устойчивости особо актуален для многоконтурных систем управления, в которых по каналам взаимосвязей контуров генерируются дополнительные возмущения и создаются контуры с положительной обратной связью, приводящие систему к расходящимся автоколебаниям. Промышленные системы также характеризуются изменением в широких диапазонах параметров объекта управления [1], поэтому анализ их устойчивости является важным этапом исследования.

Целью данной работы является анализ устойчивости многоконтурной системы управления процессом токарной обработки [2] в Simulink на основании переходных процессов с предварительно настроенными регуляторами при единичном задании и годографов Найквиста.



Настройка ПИД-регуляторов проводилась в PID-Tuner Simulink по графикам переходных процессов при ступенчатых изменениях задающих воздействий с целью получения классических количественных показателей переходного процесса.

Параметры ПИД-регуляторов низкочастотного контура управления силой резания для системы с пьезоэлементом, контура управления пьезоэлементом и высокочастотного контура управления силой резания, а также графики переходных процессов этих контуров по заданию представлены на рис. 1.

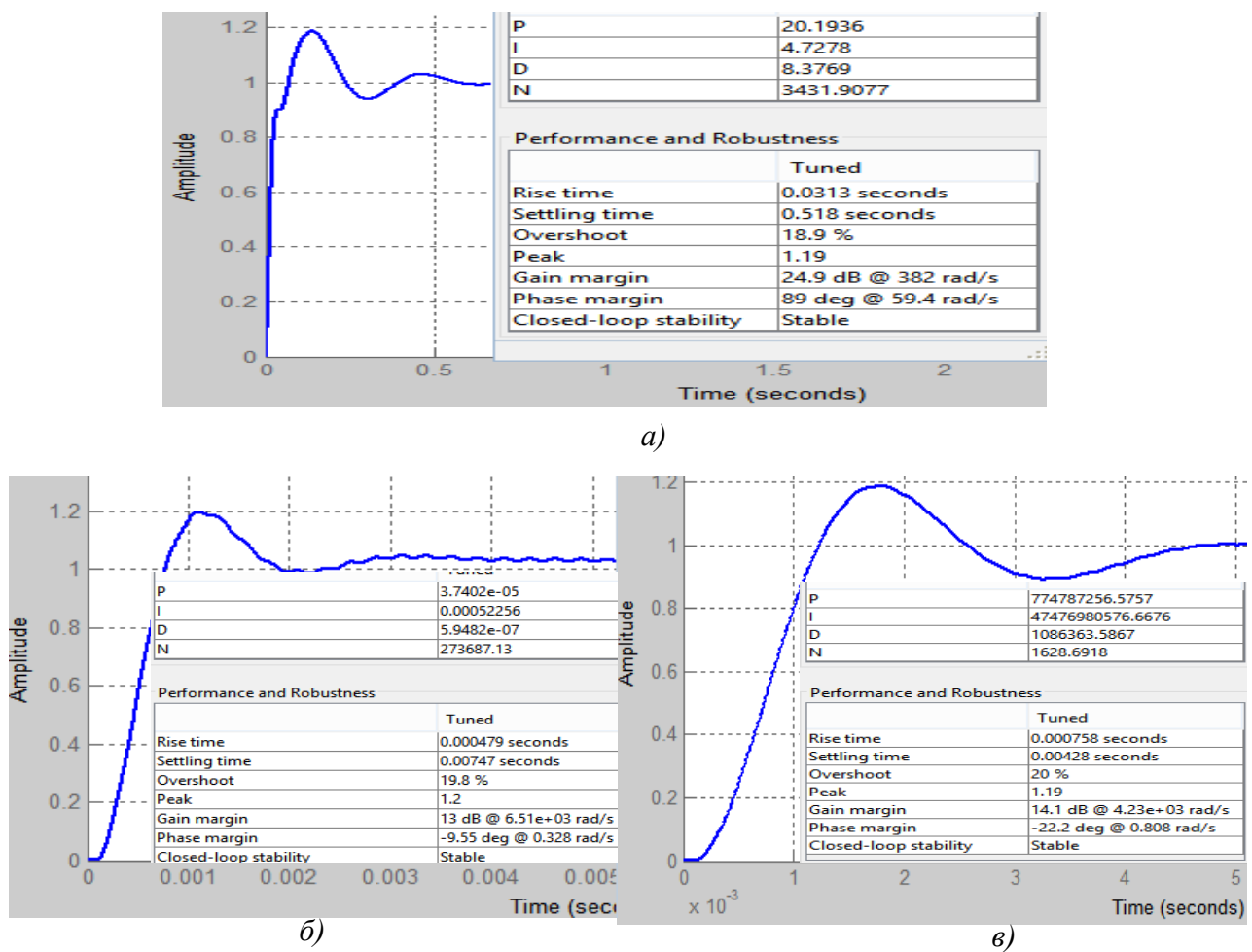


Рис. 1. Параметры настройки ПИД регулятора для низкочастотного контура управления силой резания с двигателем продольной подачи (а) регулятора пьезоактюатора (б) и высокочастотного контура (в)

Затухающий характер колебательных переходных процессов, величина перерегулирования и количество колебаний показывают, что данные контуры управления устойчивые и имеют требуемый запас устойчивости.

Кроме того, в процессе настройки параметров системы Simulink постоянно производит анализ устойчивости для каждого настраиваемого контура, результаты которого выводятся в последней строке диалогового окна (Closed-loop stability). На всех

рисунках выходная информация в последней строке «stable» означает, что система устойчивая.

Дополнительно проведен анализ устойчивости системы управления поперечным положением режущего инструмента по критерию Найквиста.

Для этого в Simulink на структурной схеме системы обозначались точки «linear analysis point» ввода «Input perturbation» и фиксации «Output measurement» сигналов для построения при помощи встроенного пакета анализа систем «Control design» Linear analysis» диаграмм Найквиста.

Последовательность исследования системы управления положением режущего инструмента по поперечной оси:

1. На выходе задатчика следящего контура устанавливалась точка ввода сигнала III (рис. 2), а на выходе объекта управления после сумматора, который прибавляет возмущение от силы резания точка фиксации сигнала IV. Точки I и II убирались.

2. На первом этапе разрывалась обратная связь 7 (рис. 2), отключался контур управления силой резания 8 и прямые каналы управления 5 и 6. Запускался пакет линейного анализа, строилась диаграмма Найквиста (рис. 3). Результат – система устойчивая.

3. На втором этапе подключался контур управления силой резания 8. Строилась диаграмма Найквиста (рис. 3). Система устойчивая.

4. На третьем этапе дополнительно подключались прямые каналы 5 и 6. При этом диаграмма Найквиста не изменилась (рис. 3). Система сохранила устойчивость.

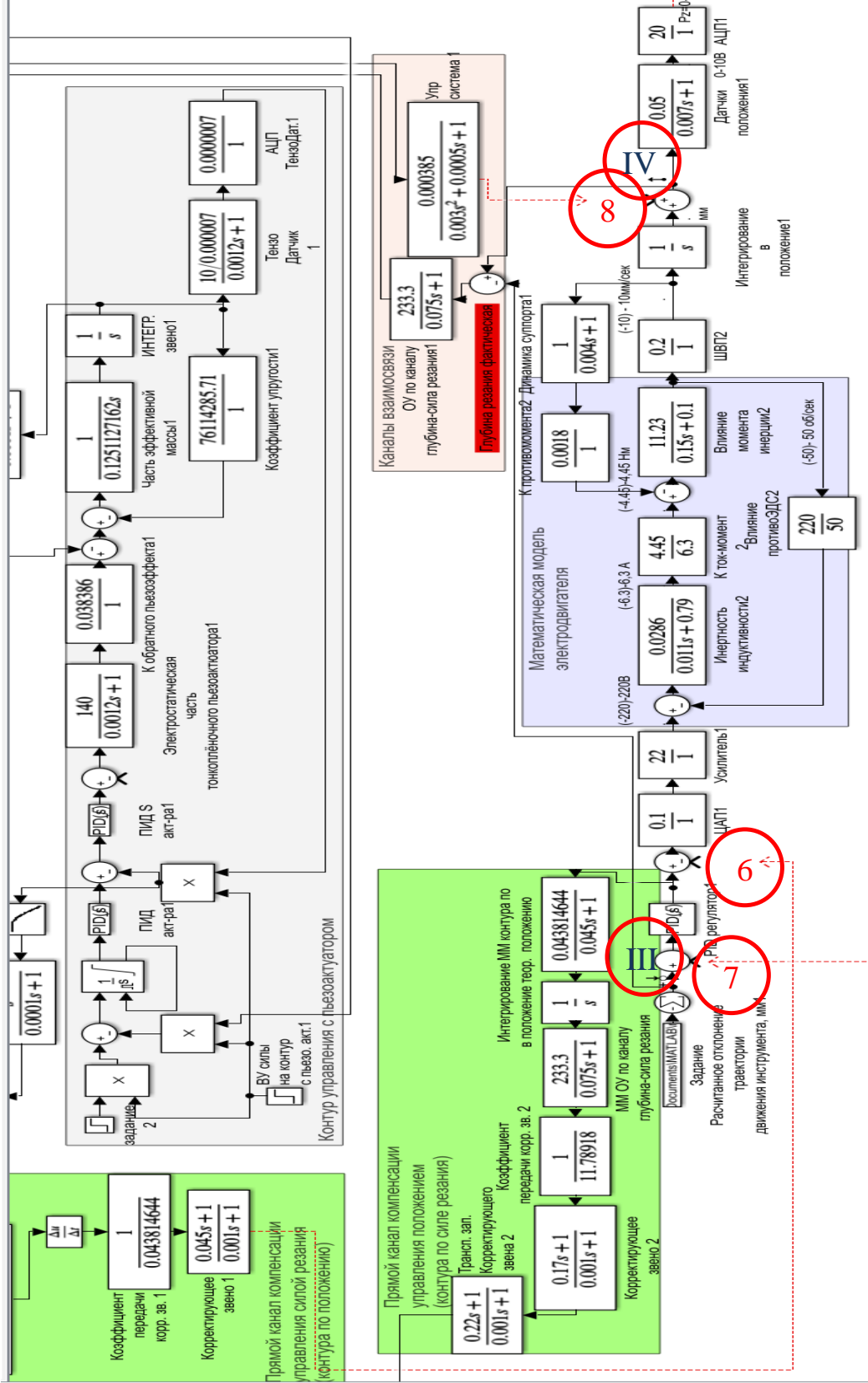
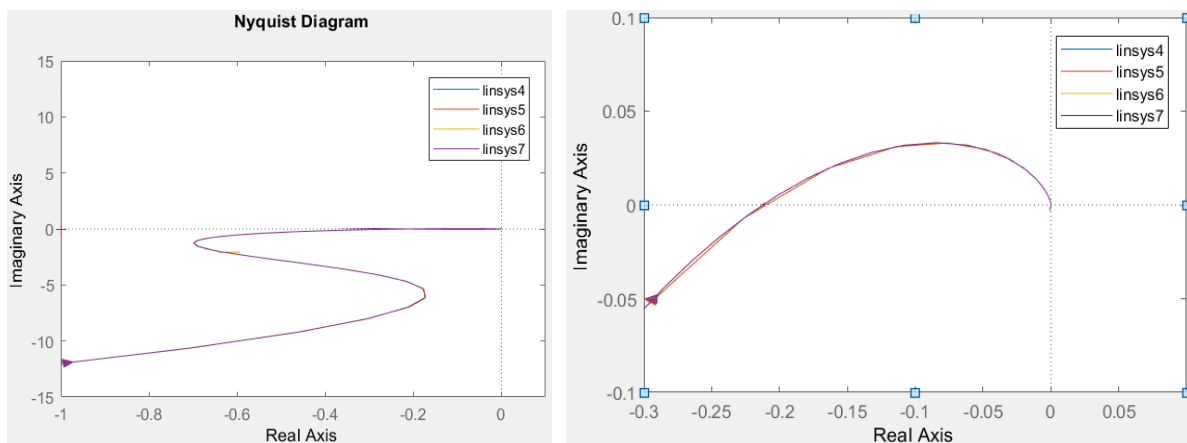


Рис. 2. Структурная схема системы управления



*Рис. 3. Диаграмма Найквиста для разомкнутой системы управления положением режущего инструмента по поперечной оси. Система устойчива  
\* на графиках шкалы указаны в разных масштабах*

При анализе следует учитывать, что при построении АЧХ пакетом «Control design > Linear analysis» практически не учитываются ограничения по управляющему воздействию исполнительного механизма. Поэтому для данной системы является обязательной проверка работоспособности и устойчивости методом математического моделирования и анализ выхода системы и исполнительного устройства непосредственно во временной области.

#### Выводы.

Следящий контур управления положением режущего инструмента сохраняет устойчивость при подключении всех связей разрабатываемой системы управления. При этом запас устойчивости составляет порядка 0,8 по модулю.

#### Литература

1. Основы расчета и проектирования систем автоматического управления в машиностроении / О.И. Драчев [и др.]. – М. Старый Оскол: ТНТ. – 2009. – 167 с.
2. Мостовой В.Д. Система управления процессом токарной обработки нежестких валов / В.Д. Мостовой, В.П. Бирюков // Сборник трудов V Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. – С. 32-38.

**Влияние наличия дефектов свободных колец подшипников  
на собственные колебания**

Мотков Александр Геннадьевич, ассистент кафедры

«Информатика и управление в технических системах»;

Щеголев Сергей Сергеевич, доцент кафедры «Атомная энергетика»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*Рассмотрено влияние наличия дефектов на импульсную переходную характеристику свободного кольца подшипника и получены импульсные переходные функции колец подшипника с дефектом и без него.*

При использовании импульсного возмущающего воздействия на кольцо подшипника можно получить импульсную переходную функцию на основании измерения его свободных виброакустических колебаний [1].

В реальных условиях свободные колебания в объекте протекают под действием сил сопротивления, в результате чего происходит уменьшение амплитуды колебаний, то есть колебания являются затухающими.

Самым распространённым является случай, когда сила сопротивления пропорциональна скорости движения упругой среды [2]:

$$F_c \sim v, F_c = -rv; \quad (1)$$

где  $r$  – коэффициент сопротивления, знак минус показывает разнонаправленность скорости  $v$  и силы  $F_c$ .

Рассмотрим точку, совершающую колебания в упругой среде, имеющей коэффициент сопротивления  $r$ . Запишем уравнение по второму закону Ньютона, описывающее колебания [2]:

$$ma = -kx - rv; \quad (2)$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{r}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = 0; \quad (3)$$

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m}; \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{r}{2m}, \quad (5)$$

где  $\alpha$  – коэффициент затухания, определяющий скорость затухания колебательного процесса. С затуханием колебаний энергия колебательного процесса постепенно убывает.

Уравнение затухающего колебательно процесса может быть представлено в дифференциальной форме:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\alpha \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0; \quad (6)$$

а его решение – в виде:

$$x = A \cdot e^{-\alpha t} \cos(\omega t + \varphi_0). \quad (7)$$

Данное выражение представляет собой импульсную переходную функцию  $w(t)$  (ИПФ).

Одними из основных параметров колебательного процесса являются частота и период. Для затухающих колебаний они будут иметь вид:

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2}; \quad T = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2}} \quad (8)$$

При  $\alpha \rightarrow 0, T \rightarrow T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ , причем амплитуда затухающих колебаний изменяется по закону:

$$A = A_0 e^{-\alpha t}. \quad (9)$$

Рассмотрим случай, при котором амплитуда уменьшилась в  $e$  раз в течение некоторого времени  $\tau$ :

$$A(t) = A_0 e^{-\alpha t}; \quad (10)$$

$$A(t + \tau) = A_0 e^{-\alpha(t+\tau)}; \quad (11)$$

$$\frac{A(t)}{A(t+\tau)} = \frac{A_0 e^{-\alpha t}}{A_0 e^{-\alpha(t+\tau)}} = e^{\alpha\tau}; \quad (12)$$

$$\frac{A(t)}{A(t + \tau)} = e = e^{\alpha\tau} \rightarrow \alpha\tau = 1; \quad (13)$$

$$\alpha = \frac{1}{\tau}, \quad (14)$$

где  $\tau$  – время релаксации.

На основании формулы можно сделать вывод, что коэффициент затухания обратно пропорционален времени, за которое амплитуда уменьшится в  $e$  раз.

В качестве ещё одной характеристики колебательного процесса выступает декремент затухания  $D$ , равный отношению двух амплитуд сигнала, разница во времени между которыми равна периоду колебаний.

$$D = \frac{A(t)}{A(t+T)} = \frac{A_0 e^{-\alpha t}}{A_0 e^{-\alpha(t+T)}} = e^{\alpha T}; \quad (15)$$

На основании декремента затухания можно получить логарифмический декремент затухания, равный логарифму от  $D$ . Значение логарифмического декремента затухания определяется числом колебаний, за которые амплитуда уменьшилась в  $e$  раз.

(16)

$$\lambda = \ln D = \alpha T = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)};$$

$$\lambda = \alpha T = \frac{T}{\tau} = \frac{1}{N_e}. \quad (17)$$

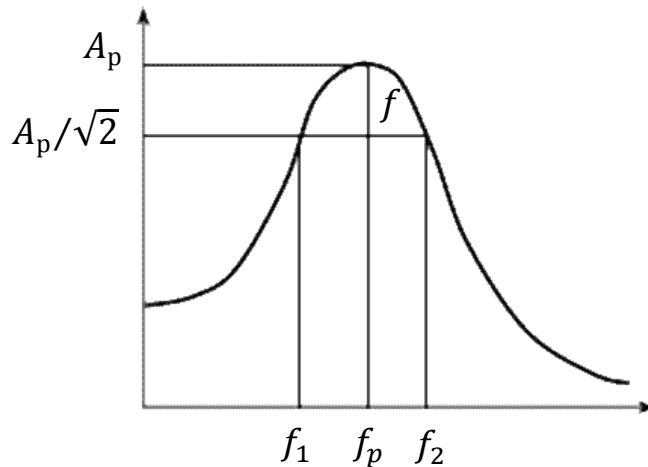
Одной из самых важных характеристик колебательной системы является добротность. Она показывает, во сколько раз силы упругости больше сил сопротивления, то есть представляет собой меру относительной диссипации энергии в системе:

$$Q = \frac{\pi}{\lambda} = \pi N_e = \frac{\pi}{\alpha T}; \quad (18)$$

В нашем случае рассеивание энергии ВА колебаний будет увеличиваться по мере увеличения трещины, а добротность кольца снижаться, на что указывается в работах Л.М. Гельмана [3, 4].

Добротность механической системы определяется по её резонансной кривой, или, что тоже самое, по амплитудно-частотной характеристике (АЧХ) (рис. 1).

Для кольца подшипника добротность определяется из АЧХ, которую можно получить из передаточной функции. Передаточная функция, в свою очередь, определяется из импульсной переходной функции (ИПФ).



*Рис. 1. Определение добротности колебательной системы по резонансной кривой*

Для определения добротности необходимо определить ширину резонансной кривой на уровне  $0,707 A_p$ . Граничные значения частот на АЧХ равны  $f_2$  и  $f_1$ . Полученные частоты связаны с шириной следующим соотношением:

$$\Delta f = f_2 - f_1. \quad (19)$$

Добротность определяется отношением резонансной частоты к ширине резонансной кривой [5]:

$$Q = \frac{f_p}{\Delta f} = \frac{f_p}{2\alpha}. \quad (20)$$

Наличие трещин обуславливает, как известно [3, 4], повышенное рассеяние энергии ВА колебаний. Таким образом, добротность является показателем качества динамической системы, которая зависит от основных её характеристик, таких как резонансная частота и декремент затухания. Следовательно, добротность может служить идентификатором состояния кольца подшипника качения как динамической системы.

Типичная импульсная переходная функция для кольца без дефекта представлена на рис. 2.

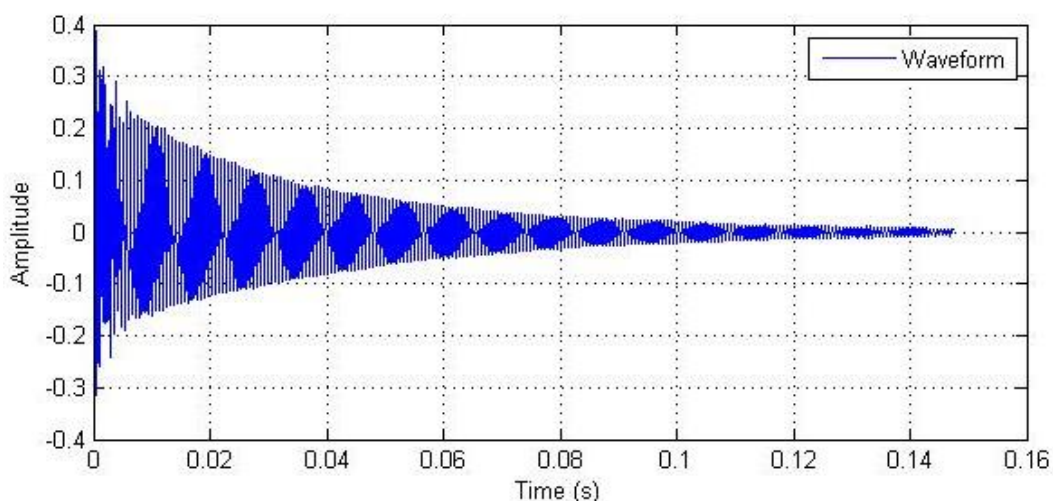


Рис. 2. Импульсная переходная функция для кольца подшипника без дефекта

Данная импульсная переходная функция описывается выражением:

$$w(t) = a_0 \cdot e^{-\alpha t} \cdot \sin(\omega_0 \cdot t), \quad (21)$$

где  $\alpha$  – коэффициент затухания;

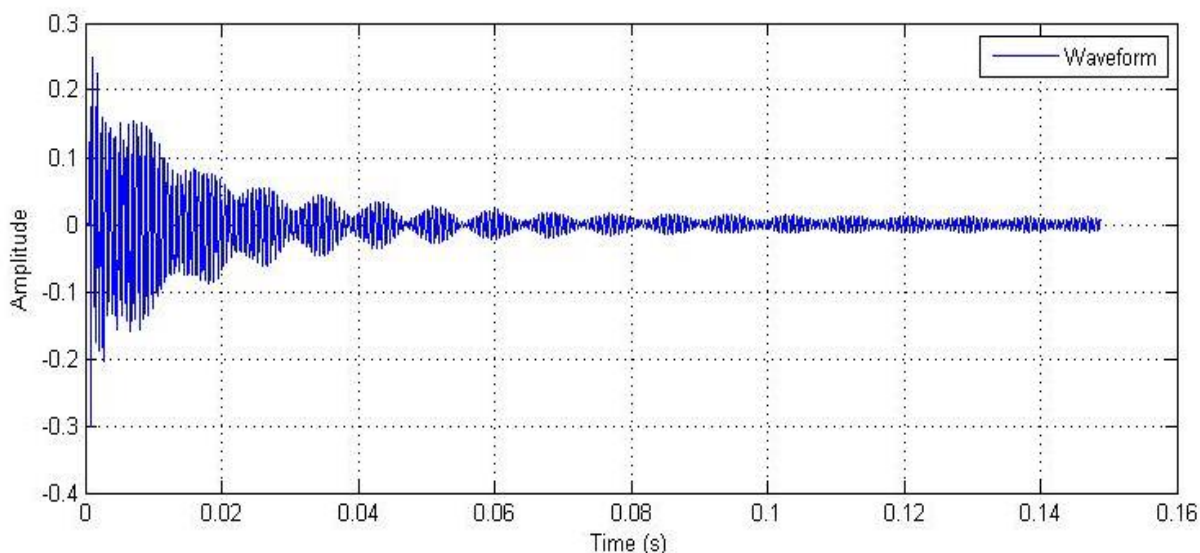
$\omega_0$  – круговая частота колебаний системы;

$a_0$  – начальная амплитуда переходного процесса.

Применяя преобразование Лапласа к импульсной переходной функции, получим передаточную функцию кольца как динамической системы:

$$W(p) = \frac{k}{T^2 p^2 + 2T\gamma p + 1}. \quad (22)$$





*Рис. 3. Импульсная переходная функция для кольца подшипника, содержащего дефект*

Типичная импульсная переходная функция для кольца с трещиной представлена на рис. 3. В этом случае импульсная переходная функция содержит две близкие гармоники.

При исследовании спектра ИПФ с учетом выделения области спектра в работе основной частоты установлено, что рядом с этой составляющей появляется другая составляющая спектра, отличающаяся по частоте на десятки герц:

$$w(t) = e^{-\alpha t} (a_0 \cdot \sin(\omega_0 \cdot t) + a_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t)), \quad (23)$$

где  $\alpha$  – коэффициент затухания;

$\omega_0, \omega_1$  – частоты первой и второй составляющих переходного процесса, соответственно;

$a_0, a_1$  – начальные амплитуды составляющих переходного процесса.

На основании полученной импульсной переходной функции получаем:

$$W(p) = W_1(p) + W_2(p) = \frac{2\omega_0 \cos(\varphi)}{(p+\alpha)^2 + \omega_0^2} + \frac{2\omega_1 \sin(\varphi)}{(p+\alpha)^2 + \omega_1^2}. \quad (24)$$

В соответствии с работой Л.М. Гельмана [3], на трещине происходит дополнительное рассеяние энергии ВА колебаний по сравнению с кольцом без трещины, поэтому следует ожидать, что добротность кольца с дефектом будет ниже, чем у кольца без дефекта.

Таким образом, кольцо с трещиной как динамическая система представляется в виде двух параллельно соединенных колебательных звеньев с соответствующими передаточными функциями, что ранее в известной литературе не рассматривалось.

## Литература

1. Игнатъев А.А. Идентификация кольца подшипника как динамической системы / А.А. Игнатъев, А.Г. Мотков, С.С. Щеголев // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2014. – № 2 (75). – С. 172-178.
2. Андронов А.А. Теория колебаний / А.А. Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хейкин. – М.: Физматлит, 1959. – 916 с.
3. Гельман Л.М. Виброакустический метод свободных колебаний для неразрушающего контроля трещин / Л.М. Гельман, С.В. Горпинич // Акустичний вісник. – 1999. – Т. 2. – № 4. – С. 13-22.
4. Гельман Л.М. Адаптация в виброакустическом методе свободных колебаний / Л.М. Гельман, С.В. Горпинич, В.Т. Широков // Акустичний вісник. – 2000. – Т. 3. – № 2. – С. 17-25.
5. Добрынин С.А. Метод автоматизированного исследования вибрации машин / С.А. Добрынин, М.С. Фельдман, Г.И. Фирсов. – М.: Машиностроение, 1987. – 224 с.

УДК 681.5

### **Анализ собственных колебаний свободного кольца подшипника качения колесной пары вагонов**

Мотков Александр Геннадьевич, ассистент кафедры

«Информатика и управление в технических системах»;

Щеголев Сергей Сергеевич, доцент кафедры «Атомная энергетика»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*Рассмотрен анализ собственных колебаний свободного кольца подшипника качения колесной пары вагонов.*

Применение виброакустического метода с воздействием одиночным импульсом для выявления дефектов колец подшипников подразумевает изучение и анализ виброакустических сигналов, полученных при импульсном воздействии на объект контроля. В частности, необходимо обратить внимание на волны, распространяющиеся в кольце подшипника после импульсного воздействия.

Для проведения виброакустического контроля различных объектов используют линейную акустику, то есть деформация пропорциональна приложенной силе. В неограниченном твердом теле распространяются два вида волн, продольные и поперечные.

В случае совпадения направления и распространения колебаний волны её называют продольной. Если же направление колебаний перпендикулярно распространению волны, а деформации являются сдвиговыми, то такие волны имеют название поперечные. Из-за отсутствия упругости формы в жидкостях и газах поперечных волн не существует.

Объёмные волны – обобщенное название продольных и поперечных волн. Основной областью применения таких волн является выявление дефектов в материалах различного рода. При этом обязательным условием является нормальное падение объёмных волн на поверхность контроля.

Также существуют головные и поверхностные (рэлеевские) волны, которые, как следует из названия, распространяются по поверхности твёрдого тела (рис. 1). Волны Рэлея весьма успешно применяют для выявления дефектов на поверхностном и подповерхностном слое. В зависимости от глубины расположения дефектов она реагирует на них избирательно, то есть происходит выявление поверхностных дефектов, при этом внутренние дефекты остаются незамеченными. С помощью головной волны можно выявить дефекты в подповерхностном слое на глубине порядка 1-2 мм, при этом регистрация неровностей и дефектов на поверхности не осуществляется. Тонкие изделия такими волнами проконтролировать довольно сложно, так как исследованию мешают поперечные боковые волны, которые отражаются от противоположной поверхности объекта контроля и вызывают ложные сигналы.

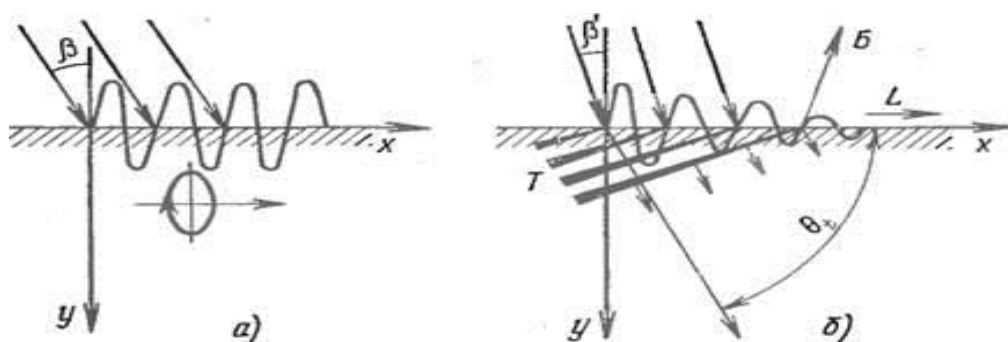


Рис. 1. Схематическое изображение волн на свободной поверхности твердого тела:  
а – рэлеевской; б – головной

Таким образом, для получения наиболее полной информации об объекте контроля и его внутренних дефектах необходимо использовать продольные или поперечные волны.

Для того чтобы получить плоские продольные и поперечные волны, согласно Б.А. Глаговскому [1], «при использовании колебаний диска с отверстием изделие устанавливается вертикально на плоской опоре и ударником наносится удар по периферии диска в области, расположенной на диаметре, составляющем угол  $45^\circ$  с диаметром, проходящим через точку опоры диска. Приём колебаний может быть произведён, например, микрофоном, расположенным на продолжении одного из диаметров, составляющих угол  $45^\circ$  с диаметром, проходящим через точку опоры изделия». Данный способ получения плоских колебаний в объекте исследования имеет ряд недостатков: сложность автоматизации; проблема повторяемости при проведении исследований; слабая помехозащищённость.

Для проведения экспериментальных исследований и построения математической модели кольца подшипника как динамической системы необходимо рассмотреть начальные предпосылки и ограничения, основанные на известных работах М.Д. Генкина [2], В.Л. Бидермана [3], В.В. Ключева [4]:

1. При анализе свободных колебаний механических систем при импульсном воздействии значение имеют измерения вблизи резонансной частоты. При этом вопросы физического обоснования возникновения дополнительных составляющих рассматриваются в акустической динамике машин.

2. При соударении механических объектов возникают виброакустические колебания. При ударе возмущающие силы возникают в результате взаимодействия соударяющихся объектов и могут быть найдены только в связи с изучением динамической деформации последних.

При соударении двух тел (в данном случае бойка и кольца) их общей деформацией можно пренебречь из-за крайней незначительности по сравнению с местной. Основанная на этом теория удара разработана Г. Герцем [3]. Вследствие того, что взаимодействие между кольцом и бойком занимает крайне незначительное время (1,5...6 мс), то при условии, что время переходного импульсного процесса в нашем случае 160...200 мс, входной импульс силы можно рассматривать как  $\delta$  – функцию [5].

3. Импульс силы при проведении экспериментальных исследований подбирается такой величины, при котором в спектре полученного ВА сигнала будет минимум частотных составляющих, при этом стоит иметь в виду, что слабый импульс силы

вызовет в кольце подшипника механические колебания малой амплитуды, что не позволит в полной мере оценить качество ИПФ.

4. В справочнике В.В. Клюева [4] указывается, что для реализации условий, обеспечивающих свободные колебания в кольцах, они располагаются на опорной поверхности из мягких, пористых материалов (поролон, губчатой резины). Все эксперименты проводятся с использованием одной опорной поверхности и с одинаковым расположением колец на ней.

5. Для получения стабильных результатов в одинаковых условиях при проведении экспериментальных исследований необходимо обеспечить минимальную шероховатость поверхности соударяющихся тел. В данной работе рассматривается кольцо подшипника, поверхность которого является шлифованной и имеет параметр шероховатости  $Ra \leq 0,16$  мкм; в свою очередь, боёк имеет  $Ra \leq 0,08$  мкм. Таким образом, соударяющиеся поверхности, имеющие описанные выше шероховатости и твердость 60-65 HRC, не могут существенно повлиять на результаты экспериментальных исследований.

6. Расположение датчика на объекте контроля (рис. 2) при свободных колебаниях при импульсном воздействии не имеет значения при наличии местной деформации.

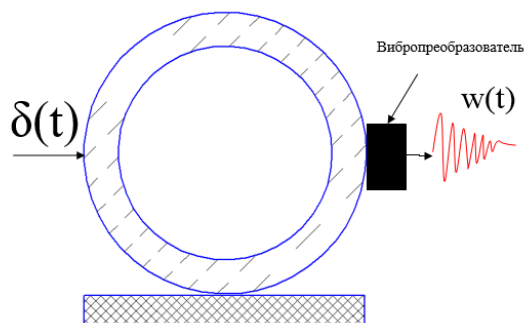


Рис. 2. Возбуждение колебаний в кольце подшипника импульсным воздействием и их приём вибропреобразователем

Существует множество путей аппроксимации ударных воздействий классическими функциями. Наиболее часто используемые:

– прямоугольный импульс используется при описании ударных воздействий:

$$y(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t \leq \tau; \\ 0 & \text{при } t \geq \tau. \end{cases} \quad (1)$$

– полуволна синусоиды является одной из самых распространённых при описании ударов:

(2)

$$y(t) = \sin(\omega t); 0 \leq \omega t \leq 180^\circ;$$

– экспоненциальный импульс применяется для описания высокодинамичных возмущений, в том числе и ударных воздействий:

$$y(t) = \begin{cases} e^{-\beta t} nput \geq 0; \\ 0 nput \leq 0. \end{cases} \quad (3)$$

– колоколообразный импульс:

$$y(t) = Ae^{-\beta t^2} | -\infty < t < +\infty; \quad (4)$$

–  $\delta$  – функция, широко используемая для решения задач автоматического управления, также применяется для описания ударных возмущающих воздействий, отвечает условию:

$$\begin{aligned} \delta(t) &= 0 \text{ при } t \neq 0, \\ \delta(t) &= \infty \text{ при } t = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \delta(t) dt = 1. \quad (6)$$

На основании приведенной классификации наиболее подходящим для описания ударного импульса на поверхность кольца подшипника является применение  $\delta$  – функции, так как она представляет собой импульс бесконечно малой длины и описывает ударное воздействие с продолжительностью намного меньшей длительности переходного процесса.

С точки зрения теории автоматического управления зарегистрированные при этом колебания в кольце являются импульсной переходной функцией  $\omega(t)$ .

Дельта-импульс применяется при описании процессов, протекающих быстро во времени, таких как ударные, взрывные, силовые нагрузки или короткие замыкания. При использовании дельта-импульса для описания ударных процессов описываемая сила за малый промежуток времени возрастает до максимальных значений, а затем также быстро возвращается к нулевому значению. При этом за время возрастания и убывания силы совершается некоторая работа.

Таким образом, использование дельта-импульса позволяет производить анализ быстропротекающих процессов. При известной продолжительности сигнала и закона изменения амплитуды с течением времени имеется возможность идентифицировать переходный процесс системы, и, следовательно, получить необходимую информацию о его параметрах [6]. Одним из таких переходных процессов являются собственные колебания кольца подшипника при воздействии на него импульсным ударным возмущением в виде  $\delta$  – импульса.

## Литература

1. Глаговский Б.А. Низкочастотные акустические методы контроля в машиностроении / Б.А. Глаговский, И.Б. Московенко. – Л.: Машиностроение, 1977. – 208 с.
2. Генкин М.Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов / М.Д. Генкин, А.Г. Соколова. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.
3. Бидерман В.Л. Прикладная теория механических колебаний / В.Л. Бидерман. – М.: Высш. шк., 1972. – 416 с.
4. Клюев В.В. Неразрушающий контроль: справочник. – Т. 1. Визуальный и измерительный контроль Кн. 1 / В.В. Клюев. – М.: Машиностроение, 2003. – 560 с.
5. Добрынин С.А. Метод автоматизированного исследования вибрации машин / С.А. Добрынин, М.С. Фельдман, Г.И. Фирсов. – М.: Машиностроение, 1987. – 224 с.
6. Игнатъев А.А. Идентификация кольца подшипника как динамической системы / А.А. Игнатъев, А.Г. Мотков, С.С. Щеголев // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2014. – № 2 (75). – С. 172-178.

УДК 621.311

### **Оптимизация режимов получения дополнительной мощности на АЭС**

Новичков Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Тепловая и атомная энергетика» имени А.И. Андрющенко»;

Ростунцова Ирина Алексеевна, ассистент кафедры

«Тепловая и атомная энергетика» имени А.И. Андрющенко»;

Ливанова Татьяна Витальевна, магистрант

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

образования «Саратовский государственный технический университет

имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

*Предлагается решение покрытия пиковой части графика электрической нагрузки путём форсировки энергоустановок.*

Во всём мире происходит повышение цен на органическое топливо, а одним из факторов сдерживания роста цен на электрическую энергию в энергосистемах является выравнивание графиков электрических нагрузок энергосистемы. Повышение темпов прироста пиковых нагрузок выдвигает задачу проведения специальных системных

исследований для нахождения оптимальных способов покрытия графиков нагрузок и соответствующие усовершенствования различных типов установок, в том числе повышение их маневренных свойств. Опыт эксплуатации станций показывает, что для покрытия пиковой части графика электрических нагрузок, можно использовать базовые энергоустановки, применяя кратковременные форсировки. Поэтому становится актуально привлечение АЭС для покрытия переменной части графика нагрузки за счет обеспечения дополнительной, сверхноминальной мощности в пиковые для энергосистемы периоды.

Проблема участия АЭС в регулировании нагрузки возникла в связи с непригодностью тепловых электростанций к работе в условиях глубокой разгрузки энергоблоков со сверхкритическими параметрами.

Выравнивание графиков нагрузок состоит в возможном снижении максимумов нагрузок с сохранением неизменной площади графика, т. е. суммарного (суточного и годового) расхода электроэнергии.

Условия работы энергосистемы страны, а именно входящих в ее состав электростанций, определяются режимом тепло- и электропотребления района, куда они поставляют тепло и электроэнергию. Эти режимы описываются графиками электрических нагрузок. Непрерывное обеспечение баланса предложения и спроса на электроэнергию является главным законом функционирования каждой системы. Это происходит путем оперативного покрытия графика электрической нагрузки выработкой нужного количества электроэнергии с её гарантированной поставкой в узлы потребления. Если этот закон нарушается, в энергосистеме изменяются частота, расчетные уровни напряжения и сети переменного тока.

С помощью графиков электрических нагрузок можно правильно подобрать основное оборудование станций и подобрать наиболее экономичный режим их работы.

На действующем предприятии графики электрических нагрузок могут помочь выявить основные показатели электрических нагрузок, что необходимо для проектирования электроснабжения аналогичных производств.

Максимумы нагрузки растут, а относительные минимумы падают, что объясняется как ростом электрификации быта, так и уменьшением числа работающих предприятий в ночное время.

По зависимостям от общих графиков потребления электроэнергии в системах определяются оптимальные режимы работы энергоблока, находящегося на стадии проектирования, структуры генерирующих мощностей систем и технических возможностей регулирования электрической мощности всех единиц оборудования.



График электрических нагрузок делится на четыре зоны, каждая из которых имеет свою плотность: базовую, полубазовую, полупиковую, пиковую. В каждой зоне графика используются свои типы энергоустановок. Благодаря этому достигается наименьший расход топлива при получении электроэнергии. Выравнивание графика электрических нагрузок можно осуществить, используя гидроаккумулирующие электростанции: в часы провала нагрузки.

Помимо этого существует другой способ выравнивания графика электрических нагрузок – это регулирование электропотребления промышленного предприятия. Оно требует повышения уровня организации производства, при этом способствуя понижению расхода электропотребления на выпуск продукции. Но минусом этого способа является то, что регулирование электропотребления требует, например, остановки агрегатов в часы максимального потребления мощности в энергосистеме или перенос работы в часы провала потребления мощности. В целом требуется разработка и выполнения дополнительных организационно-технических мероприятий, что требует, в свою очередь, времени и денег.

Встроенный вращающийся резерв – это дополнительная мощность, которую можно использовать в качестве аварийного резерва. Эту мощность можно получить, используя коэффициенты, которые были приняты при проектировании. Однако для этого нужно использовать дополнительные капиталовложения.

Параметры рабочего тела, принятые для номинального режима, допускают некоторые отклонения в связи с форсировочными режимами, на которых снижается КПД энергоблока, снижается надежность работы оборудования и повышается износ энергоблока. Однако из-за снижения потребных мощностей специальных пиковых установок увеличивается экономия средств.

Форсировка – это кратковременное повышение мощности в сверхноминальном режиме за счёт повышения интенсивности происходящих на станции процессов и её можно получить несколькими путями (однако расход теплоносителя в реакторе принимаем неизменным, а подогрев теплоносителя увеличенным):

- 1) повышением пропуска пара в конденсатор за счет отключения подогревателя высокого давления;

- 2) применение принципа получения дополнительной мощности с помощью частичного увеличения поверхности ПГ и частичного снижения параметров пара в парогенераторе при росте среднего температурного напора;

- 3) при включении ВПП с подходящей дополнительной поверхностью нагрева. В этом случае режим работы основного парогенератора и параметры пара турбины не

изменяются, пропуск всего пара обеспечивают перегрузочным клапаном. При этом он рассчитывается на меньший расход, чем в первом случае. Так принято из-за того, что давление пара не снижается и остаётся постоянным, однако его недостаточно для пропуска увеличенного расхода пара через часть высокого давления турбины;

4) при неизменной поверхности теплопередачи в парогенераторе уменьшают параметры насыщенного пара перед турбиной, при этом пропуск всего расхода пара через турбину возможен только путем байпасирования проточной части.

Во время форсировки блоков возникают новые режимы работы энергоблоков. Они оказывают некоторое влияние на оптимальные значения параметров их эксплуатации, отличающихся от изначальных.

Первым пунктом в расчёте выгоды форсировки является выбор оптимального эксплуатационного вакуума  $P_{\text{эф}}$ . Его нужно поддерживать в режимах форсировки энергоблока. Ещё один параметр, который необходимо рассмотреть – экономия от оптимизации эксплуатационного вакуума. Исследование проводится на режимах с повышенным пропуском пара в конденсатор.

Критерием оптимального эксплуатационного вакуума является максимум отпуска электроэнергии с шин станции:

$$\Delta N_{\text{ТФ}} - \Delta N_{\text{Н}} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $\Delta N_{\text{Н}}$  – дополнительный расход электроэнергии на привод циркуляционных насосов, связанный с увеличением расхода циркуляционной воды для достижения оптимального давления пара в конденсаторе на форсировочном режиме  $p_{\text{эф}}$ , кВт;

$\Delta N_{\text{ТФ}}$  – изменение мощности турбины, которое связано с получением максимального эксплуатационного вакуума, кВт.

Максимум отпуска электроэнергии с шин станции необходимо поддерживать в режимах форсировки энергоблока.

Главный критерий, к которому стремится любое современное исследование, – это определение экономического эффекта от проводимой оптимизации. В данном случае – оптимизации эксплуатационного вакуума. Экономический эффект можно определить по формуле:

$$\mathcal{E}_i = (\Delta N_{\text{ТФ}} - \Delta N_{\text{Н}}) \cdot \tau_{\text{Ф}} \cdot T_{\text{ЭЭ}} \text{ руб./год}, \quad (2)$$

где  $T_{\text{ЭЭ}}$  – тариф на электроэнергию, руб./кВт·ч;

$\tau_{\text{Ф}}$  – число часов использования установки на форсировочных режимах, ч/год.

Расчет оптимальной величины эксплуатационного вакуума произведен в зависимости величины относительного расхода пара:

$$d_{\phi} = \frac{D_{\kappa}^{\phi}}{D_{\kappa}} \quad (3)$$

и давления в конденсаторе.

В зависимости от режимов форсировки основные параметры блока изменяются.

Графики изменения приведены на рис. 1.

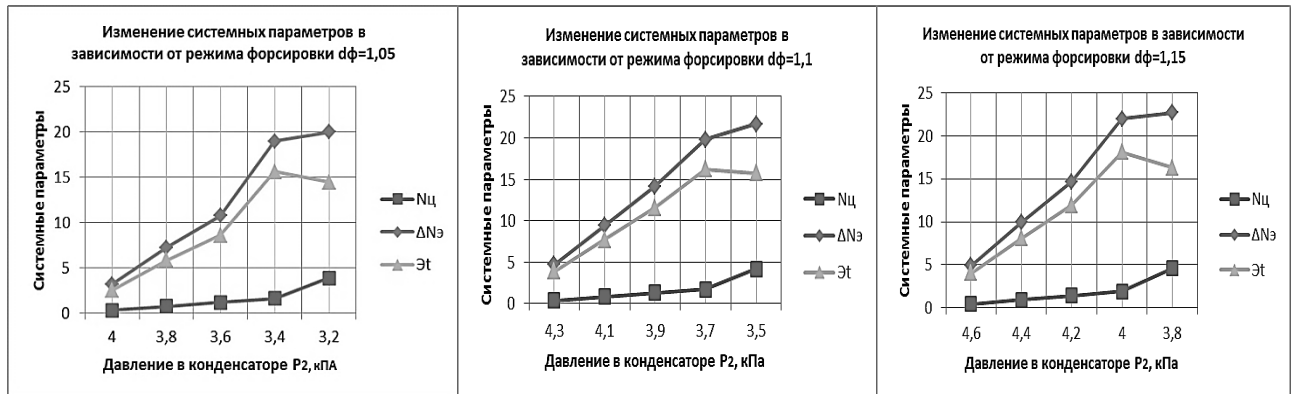


Рис. 1. Изменения системных параметров в зависимости от режимов форсировки:

$N_{\text{ц}}$  - мощность циркуляционного насоса, МВт;  $\Delta N_{\text{э}}$  - изменение электрической мощности блока, МВт;  $\text{Эт}$  - эффект от оптимизации, млн. руб./год

При рассмотрении режимов форсировки выяснилось, что при приросте электрической мощности (по расчётам – до 20 МВт), также растёт и расход электроэнергии на собственные нужды, а за счёт повышения расхода охлаждающей воды увеличивается и мощность циркуляционных насосов ( $N_{\text{ц}}=3,9-4,5$  МВт).

По результатам расчётов ясно, что на каждом режиме форсировки существует оптимизационный максимум годового экономического эффекта с оптимальным абсолютным давлением в конденсаторе.

Сравнение зависимостей годового экономического эффекта от оптимального давления пара в конденсаторе показано на рис. 2.

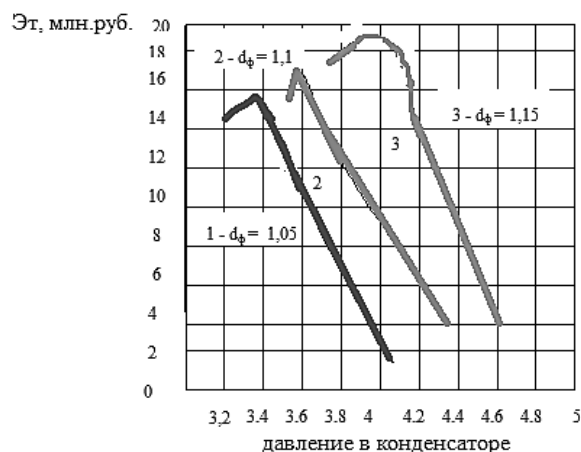


Рис. 2. Зависимости годового экономического эффекта от оптимального давления в конденсаторе

Как видно из рис. 2, давление в конденсаторе в режиме форсировки растет с увеличением оптимальной величины эксплуатационного вакуума. Это объясняется увеличением удельной нагрузки выходного сечения последней ступени турбоустановки, а также повышением потерь с выходной скоростью, причём оптимальные значения эксплуатационного вакуума получаются глубже соответствующих исходных значений Рэф.

В табл. 1 представлена зависимость экономического эффекта от продолжительности работы блока в режиме форсировки от прибавления к изначальной оптимальной величине эксплуатационного вакуума вначале на 10 %, затем доходя до 15 %.

Таблица 1

Изменение максимального годового экономического эффекта

Режим форсировки, $d\phi$	Тариф на э/э, Тээ, [руб./кВт·ч]	Продолжительность форсировки, $\tau$ , [ч/год]			
		500	1000	1500	2000
1,1	2,9	8,1	16,21	24,32	48,64
1,15	2,9	9,57	19,16	28,74	57,48
1,1	3,1	9,90	19,81	29,72	59,45
1,15	3,1	11,70	23,41	35,13	70,26

Из табл. 1 видно, что с повышением продолжительности режима форсировки  $\tau$  также повышается и экономический эффект  $\Delta i$  от форсировки. Это подтверждает экономическую выгоду получения в часы прохождения максимума электрической нагрузки дополнительной пиковой мощности на действующей установке за счет углубления вакуума до экономически оптимальных значений.

#### Литература

1. Аминов Р.З. Исследование форсировочных режимов работы турбоустановки К-1000-60/1500 / Р.З. Аминов, В.А. Хрусталева, Б.Ф. Калугин // Известия вузов. Энергетика. – 1983. – № 4. – С. 76-79.
2. К организации форсировочных режимов турбин АЭС / Р.З. Аминов [и др.] // Известия вузов. Энергетика. – 1990. – № 11. – С. 102-105.
3. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции / В.Я. Рыжкин. – М.: Энергия, 1976. – 448 с.

4. Трояновский Б.М. Турбины для атомных электростанций / Б.М. Трояновский – М.: Энергия, 1978. – 232 с.

УДК 620.9

#### **Актуальность использования вторичных энергоресурсов от мини-ТЭЦ**

<sup>1</sup>Разуваев Александр Валентинович, доктор технических наук, профессор кафедры  
«Атомная энергетика»;

<sup>2</sup>Бурлаков Владимир Иванович, кандидат технических наук, профессор кафедры  
«Технология и товароведение формы и обуви»

<sup>1</sup>Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерного университета «МИФИ», г. Балаково

<sup>2</sup>Филиал федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования

«Военная академия материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А.В. Хрулева»

Министерства обороны Российской Федерации в г. Вольске

*В работе предложен алгоритм расчета экономической эффективности применения когенерационной установки для отопления автономного полевого палаточного лагеря в зимних условиях, оборудуемого для военных и служб спасения.*

В настоящее время в условиях нестабильной геополитической обстановки и наличии техногенных катастроф возникают особые условия, в которых требуется наличие временных или на некоторое время, но быстровозводимых объектов для проживания личного состава спасательных или вооруженных сил и некоторого контингента гражданского населения.

Поэтому есть необходимость в сооружении вооруженными силами автономных полевых лагерей (АПЛ) для решения любых задач, которые не связаны с нахождением личного состава в пунктах постоянной дислокации.

Кроме этого, в настоящее время есть и задачи для поддержания и проверки боевой подготовки войск, что также немаловажно в настоящее мирное время, а это требует перемещение войск с мест постоянной дислокации на место проведения учений или полигонов.

При этом АПЛ должен представлять собой универсальный комплект необходимых модулей и оборудования, которые должны способствовать успешному решению поставленных перед личным составом различных задач, в том числе и боевых.

А это достигается включением в состав АПЛ необходимых систем жизнеобеспечения воинских и спасательных подразделений, которые находятся в полевых условиях, а это относится в первую очередь к электро- и теплоснабжению временных объектов жилья и помещения штабов. Эти объекты, как правило, состоят из палаток, причем вид которых весьма разнообразен.

Такой лагерь использует в качестве источника электроэнергии дизель-генератор.

Для определения количества палаток, которых можно обеспечить теплом, необходимо знать количество теплоты, получаемого от системы утилизации, применяемого дизель-генератора и теплопотери от одной палатки.

Для этого необходимо знать теплопотери объекта, в данном случае палатки вполне конкретных размеров.

Вспользуемся работой А.Е. Алейникова, А.Б. Федорова, А.И. Тютюнникова «Методики расчета теплопотерь и теплопоступлений через ограждающие конструкции каркасно-тентовых и надувных сооружений», где есть обоснование расчета теплопотерь через ограждение палатки. По анализу данных по этому вопросу можно использовать эту методику для расчета, но здесь надо иметь в виду, материал палаток разный, количество слоев разное. В работе представлен расчет для конкретной палатки с материалом из поливинилхлорида – ПВХ, который имеет один слой.

Для определения сопротивления теплопередаче  $R_0$  ограждающих конструкций каркасно-тентовых и надувных сооружений могут быть применены следующие формулы:

– для схем ограждающих конструкций:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_v}, \quad (1)$$

где:  $\alpha_n$  и  $\alpha_v$  – коэффициенты теплоотдачи, соответственно, от наружной и внутренней поверхностей ограждения,  $Вт/м^2 \cdot ^\circ C$ ;

$\delta_c$  – толщина слоя ПВХ, м;

$\lambda_c$  – коэффициент теплопроводности слоя ПВХ,  $Вт/м \cdot ^\circ C$ .

Рассмотрим составные части сопротивления теплопередаче  $R_0$  рассматриваемых ограждающих конструкций  $\frac{1}{\alpha_n}; \frac{1}{\alpha_v}; \frac{\delta_c}{\lambda_c}$ ; и оценим их вклад в теплозащитные характеристики ограждений.

Значения коэффициентов теплоотдачи  $\alpha_n$  и  $\alpha_v$  рекомендуется принимать:

- для зимних условий –  $\alpha_n=23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ ;
- для внутренних поверхностей стен и потолков –  $\alpha_v=8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ .

При этом суммарное сопротивление теплопередаче от наружного воздуха к наружной поверхности ограждения и теплопередаче от внутренней поверхности ограждения к внутреннему воздуху сооружения будет равно:

$$R_\alpha = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_v} = \frac{\alpha_v + \alpha_n}{\alpha_v \cdot \alpha_n} = \frac{8,7 + 23}{8,7 \cdot 23} \approx 0,158 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/ Вт} \quad (2)$$

Известны следующие теплотехнические характеристики поливинилхлоридного материала:

- коэффициент теплопроводности –  $\lambda_c = 0,16 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$ ;
- объемный вес –  $\gamma_c=1350 \text{ кг/м}^3$ .

При толщине слоя ПВХ в ограждающей конструкции  $\delta_c=0,001 \text{ м}$  его термическое сопротивление составит:

$$R_c = \frac{\delta_c}{\lambda_c} = \frac{0,001}{0,16} = 0,0063 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/ Вт}, \quad (3)$$

т.е. значение  $R_c$  весьма мало и вклад слоя ПВХ в теплозащиту ограждающих конструкций составит не более 4 %. Следовательно, для ограждающих конструкций  $R_0=R_\alpha=0,164 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/ Вт}$ . Это значение и примем для оценочных расчетов теплотерь.

$$Q_{\text{пот}} = K * S * \Delta T, \quad (4)$$

где:  $Q_{\text{пот}}$  – теплотери палатки, Вт;

$K$  – коэффициент теплопередачи,  $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$  (величина обратная термическому сопротивлению –  $1/R_c$ );

$S_{\text{пал}}$  – площадь ограждений палатки,  $\text{м}^2$ ;

$\Delta T$  – разность температур между наружным и внутренним воздухом,  $\text{°C}$ .

Для предварительных расчетов за прототип возьмем палатку УСБ-56 с её габаритами и характеристиками.

Общий вид представлен на рис. 1.



*Рис. 1. Общий вид палатки типа УСБ-56*

Вместимость армейской палатки УСБ-56

- Вместимость на армейских одноярусных кроватях, не менее 20 чел.
- Вместимость на армейских двухъярусных кроватях, не менее 40 чел.
- Вместимость при размещении на полу или на общих нарах, не менее 40 чел.
- Вместимость при размещении на двухъярусных нарах, не менее 80 чел.

Технические характеристики УСБ-56

- Длина, не менее 9,76 м.
- Ширина, не менее 6,26 м.
- Высота по гребню, не менее 3,55 м.
- Высота по боковой стенке, не менее 1,75 м.
- Длина (от стенки до стенки по внутреннему намету), не менее 9,6 м.
- Ширина (от стенки до стенки по внутреннему намету), не менее 6,1 м.
- Высота по гребню, не менее 3,5 м.
- Высота по боковой стенке, не менее 1,7 м.
- Полезная площадь пола, не менее 53,5 м<sup>2</sup>.
- Кубатура воздуха, не менее 138,0 м<sup>3</sup>.

$K$  – коэффициент теплопередачи – величина, обратная термическому сопротивлению –  $1/R_c$  м<sup>2</sup>·°C/Вт составляет  $1/0,158=6,329$  Вт/м<sup>2</sup> гр (данный параметр может быть уточнен по свойству полотна, используемой для изготовления палатки);

$\Delta T$  – разность температур между наружным и внутренним воздухом, при этом примем минимальную наружную температуру  $-40$  °C, а внутреннюю температуру воздуха в палатке  $+18$  °C, тогда сумма будет равна  $58$  °C;

$S_{\text{пал}}$  – площадь ограждений палатки, м<sup>2</sup>.

Пол палатки:  $9,76 \cdot 6,26 = 61,1$  м<sup>2</sup>.



Потолок палатки больше (примем) на ~ 30 % ,чем пол,  $61,1*1,3 = 79,43 \text{ м}^2$ .

Стороны палатки:  $6,26*2*1,75 = 21,91 \text{ м}^2$ .

Стороны палатки:  $9,76*1,75*2 = 34,16 \text{ м}^2$ .

Итого площадь всех сторон палатки:  $S_{\text{пал}} = 196,6 \text{ м}^2$ .

Теперь рассчитаем теплопотери от палатки по представленному выше алгоритму:

$$Q_{\text{пал}} = K * \Delta T * S_{\text{пал}} = 6,33 \text{ Вт/м}^2 \text{ гр} * 58 \text{ гр} * 196,6 \text{ м}^2 = 72 179,7 \text{ Вт} = 72,2 \text{ кВт}.$$

Далее следует определить тепловую мощность системы утилизации тепла от дизель–генератора электрической мощностью 520 кВт [1]. По статистическим и экспериментальным данным она составляет  $\sim 520*0,9 = 468 \text{ кВт}$ .

Тогда определим количество палаток, возможных для отопления только от системы утилизации теплоты ДГ электрической мощностью 520 кВт.

$N_{\text{пал}} = 468 \text{ кВт} / 72,2 \text{ кВт} = 6,49 \text{ ед}$ , учитывая потери при транспортировке теплоты, можно сказать, что это количество палаток будет равно шести. Т.е., электротеплостанция может обеспечивать теплом шесть палаток, в которых размещаются порядка 240 человек.

В работе [2] пункт 8.7.1 говорит «Для базовых электростанций (ЭС) наличие системы комплексной утилизации теплоты (СКУТ) является обязательным» и далее «ЭС и СКУТ представляют собой единый энергокомплекс – электротеплостанцию (ЭТС) – источник электрической и тепловой энергии».

В состав электротеплостанции входит основное оборудование:

- дизель-генератор ДГ 520/1000, электрической мощности 520 кВт;
- система утилизации тепла, отводимого от ДГ в составе водо-водяного теплообменника, водо-газового теплообменника, водяного насоса и различной арматуры в виде труб, вентиляей, газовой заслонки, это техническое решение защищено патентом на полезную модель [3];
- тепловой аккумулятор, который представляет металлическую термоизолированную емкость, в нижней части которой расположен водо-водяной теплообменник между горячей водой от системы утилизации к воде теплового аккумулятора;
- автоматизированная котельная, обеспечивает резерв теплоты при вынужденной или штатной остановке ДГ, а тепловая мощность равна утилизируемой от СКУТ ЭТС;
- щит управления всем технологическим оборудованием по алгоритму, заложенному в электронной системе;

- всё оборудование размещается в одном блок-контейнере или спаренном, либо в двух рядом стоящих блок-контейнерах.

В палатках расположены по два тепловых прибора – горячая вода от теплового аккумулятора поступает в радиатор теплового прибора и с помощью электрического двигателя нагнетает горячий воздух в помещение палатки.

Электрическая мощность ДГ рассчитывается исходя из суммарной мощности потребителей электрического оборудования, входящего в состав палаточного лагеря/городка. К ним относятся освещение территории, приборы кухонного оборудования, системы слежения, связи и других.

Для повышения эксплуатационной экономичности работы ДГ рекомендуется подбирать их количество по формуле:

$$n = P_e / 3 + 1, \quad (4)$$

где  $n$  – количество ДГ, ед.;

$P_e$  – суммарная электрическая мощность всего электрооборудования на объекте, кВт;

3 – количество работающих ДГ, кВт;

1 – резервный ДГ, кВт, той же мощности, что и основные – работающие.

Согласно п 5.9 [2], «для районов северной строительно-климатической зоны количество резервных агрегатов должно быть равно количеству рабочих».

Для предварительных расчетов принят ДГ электрической мощностью 520 кВт, производства АО «Волгодизельмаш» г. Балаково, который специализируется на выпуске двигателей внутреннего сгорания типа 6 ЧН 21/21, как в рядном, так и V-образном исполнении, мощностью от 375-956 кВт.

Для этих типов двигателей имеется производство, необходимая документация и в том числе инструкция по его эксплуатации и системы утилизации тепла.

Исходные данные для расчета экономической эффективности:

1. Теплота, от СКУТ на отопление палаток от ДГ –  $Q_T = 468$  кВт.
2. Теплотворная способность дизельного топлива –  $r = 43,6$  Мдж/кг.
3. Удельный вес дизельного топлива – 0,85 кг/л или 1,18 л/кг.
4. Оптовая стоимость дизельного топлива 31950 руб./тонн ~ 32 руб./кг.

$$Q_T = 468 \text{ кВт} = 402480 \text{ ккал/час.}$$

$$r = 43,6 \text{ Мдж/кг} = 10380 \text{ ккал/кг.}$$

Тогда экономия топлива (дизельного)  $Q_T / r = 402480 \text{ ккал/час} / 10380 \text{ ккал/кг} = 39 \text{ кг/час}$  или  $39 \cdot 30 \cdot 24 = 28\,080 \text{ кг/месяц} \sim 28 \text{ тонн/месяц}$ ,

т.е.  $\Delta_T = 39 \text{ кг/час}$  или  $28\,080 \text{ кг/месяц}$ .

Экономия топлива в зимний период:  $39 \text{ кг/час} * 1,18 \text{ л/кг} = 46 \text{ л/час}$  или  $33\ 120 \text{ л/мес.}$

При оптовой стоимости дизельного топлива  $31950 \text{ руб./тон} \sim 32 \text{ руб./кг}$   
экономический эффект составит  $\Theta = 39 * 32 = 1248 \text{ руб./час}$  или  
 $28\ 080 \text{ кг/месяц} * 32 \text{ руб./час} = 898\ 560 \text{ руб./мес.}$

Учитывая, что отапливаемый период (примем) 6 мес., тогда экономический эффект составит  $898\ 560 \text{ руб./мес.} * 6 \text{ мес.} = 5\ 391\ 360 \text{ руб.}$

На самом деле в этот период не всегда наружная температура воздуха является -  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Поэтому и экономический эффект будет несколько меньше.

Поэтому оценочно можно принять эконом-эффект  $\sim$  более 4 млн. рублей.

С учетом времени действия палаточного лагеря и применения предлагаемой ЭТС возможно с уточнением всех параметров, входящих в этот алгоритм расчета (это и теплотехнические параметры палаток, размеры палаток, электрическая мощность необходимая для жизнедеятельности лагеря, район дислокации, время отопительного периода в лагере и ряд других).

Представленный алгоритм расчета позволяет рассчитать экономию дизельного топлива в зимних условиях на отопление жилья и в летний период на получение горячего водоснабжения.

### Литература

1. Агафонов А.Н. Совершенствование характеристик энергетических установок на базе двигателей ЧН 21/21 объектов малой энергетики / А.Н. Агафонов, А.В. Разуваев. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т. – 2006. – 148 с.
2. Ведомственный свод правил ВСП 43-02-05/МО РФ: Правила проектирования стационарных электростанций с двигателями внутреннего сгорания объектов военной инфраструктуры / В.О. Сайданов [и др.]. – М.: Изд-во Минобороны, 2005. – 93 с.
3. Пат. 139178 Российская Федерация. МПК F01P 7/16 (2006.01) Система жидкостного охлаждения тепловой машины / А.В. Разуваев, Л.А. Сорокина, Д.А. Костин, К.Г. Серебрякова, М.А.. Кельплер; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (СГТУ имени Гагарина Ю.А.) № 2013144495/02; заявл. 03.10.2013; опубл. 10.04.2014, Бюл. № 10 – 8 с.

**Актуальность применения газопоршневых когенерационных установок  
для автономных объектов**

<sup>1</sup>Разуваев Александр Валентинович, доктор технических наук, профессор кафедры  
«Атомная энергетика»;

<sup>1</sup>Раков Арсений Анатольевич, студент направления «Теплоэнергетика и теплотехника»;  
Ляпин Алексей Сергеевич, <sup>1</sup>исполняющий обязанности заведующего кафедрой  
«Атомная энергетика», <sup>2</sup>заместитель начальника турбинного цеха № 2

<sup>1</sup>Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково;

<sup>2</sup>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Балаковская атомная станция», г. Балаково

*В статье рассматривается альтернатива централизованному теплоэлектроснабжению. Основное внимание уделено преимуществам автономных источников энергии на примере газопоршневых когенерационных установок. Также рассматриваются их достоинства и недостатки.*

Затраты на тепловую и электрическую энергию – это весомая доля затрат в себестоимости выпускаемой продукции промышленного сектора экономики и в бюджете простого жителя нашей страны. Действующая тарифная политика производителей энергии всё больше вынуждает задумываться об альтернативах централизованному энергоснабжению. Соответственно, техническое совершенствование автономных источников энергии приводит не только к повышению экономической эффективности их использования, при этом постепенно разрушая стереотип о том, что производимая централизованно энергия дешевле, но и к повышению энергетической безопасности самого объекта. По причине этого проекты с использованием автономных источников энергии на базе когенерационных установок становятся всё более актуальными.

Малая энергетика – это не только альтернатива централизованной системе производства энергетических ресурсов, но и фундамент для прорывного развития вновь осваиваемых районов и открывающихся новых производственных мощностей различного профиля. Использование автономных когенерационных энергоисточников с комбинированным производством электрической и тепловой энергии гарантирует необходимый энергетический резерв в системе централизованного энергоснабжения, а

также повышает её надежность. Формирование данного направления в энергетике способствует целому ряду факторов, основными из них являются:

- снижение надежности и качества центрального электроснабжения;
- потребность в резервировании электрогенерации для централизованных источников по причине увеличения в них аварийных ситуаций и связанных с этим экономических потерь;
- крупные затраты на ввод мощных электростанций и долгий срок строительства;
- небольшие сроки и затраты на ввод малых электростанций – тепло-энергетических комплексов с возможностью увеличения их мощности на последующих этапах.

Сегодня экспертами отмечается, что недостаточное и некачественное электроснабжение промышленных объектов различного назначения – один из факторов сдерживания экономического роста.

Когенерация на базе ДВС, как показывает зарубежный опыт, является самым оптимальным вариантом обеспечения надежного снабжения электрической и тепловой энергией. Экономика для своего развития требует всё больше и больше энергии для работы предприятий и организаций. При традиционном энергообеспечении появляется много организационных, финансовых и технических трудностей для увеличения мощностей уже действующего предприятия, поскольку зачастую необходимы:

- прокладка новых линий электропередач;
- строительство новых трансформаторных подстанций;
- подготовка земель к различным трассам.

В это же время использования технологии, когенерация предлагает весьма гибкие и быстрые в плане увеличения энерго мощностей. Нарращивание энерго мощностей может осуществляться как небольшими, так и весьма крупными долями. Этим поддерживается четкая взаимосвязь между генерацией и потреблением энергии. Подобным способом обеспечиваются все энергетические потребности, которые всегда сопровождают экономический рост.

В особенности эффективны энергетические установки, работающие на природном и ещё в большой степени на «бросовом» попутном газе, который на сегодняшний момент в большинстве случаев сжигается на факелах и только загрязняет атмосферу, выделяя при этом никому не нужное тепло. Это обстоятельство весьма важно при эксплуатации газовых двигателей, в этом случае их применение

способствует улучшению экологических условий в данном конкретном месте и в целом на местности.

Положительным фактором для использования газопоршневых установок является возможность установки нескольких агрегатов. Секционирование когенераторных установок из нескольких блоков помогает достичь эффективности такой же, как у большой установки, при этом получая ряд значительных преимуществ. К ним можно отнести четкое управление мощностью (максимальный КПД имеется при загрузке в 100 % – это значит, что при секционировании, в минимальные часы энергопотребления, существует возможность нагрузить часть блоков, а часть оставить в нерабочем состоянии). Всё это способствует увеличению ресурса и срока службы всего оборудования и в целом самого энергоблока.

Газопоршневые установки предусмотрены для использования в качестве основного и резервного источника электроэнергии и теплоты для промышленных организаций различного направления деятельности. Данные установки рассчитаны для работы на различных составах газа, кроме природного газа установки могут использовать в качестве топлива: пропан, бутан, попутный нефтяной газ, газы химической промышленности, коксовый газ, включая газ, получаемый из промышленных отходов с учетом настройки работы самого двигателя.

Характерной особенностью таких газовых установок является высокая производительность и низкое содержание вредных веществ в выхлопном газе по сравнению с дизельными установками.

Использование в качестве топлива упомянутых выше газов – есть важный вклад в сохранение окружающей среды и также возможность использовать регенеративные источники энергии. Газопоршневые установки отличает надежность, простота и высокий КПД.

Удельный расход топлива на произведённый кВт/ч энергии ниже у газопоршневой установки, причем это при любом режиме нагрузки. Всё это объясняется тем, что КПД поршневых машин равно 36–45 %, а газовых турбин составляет 25–34 %.

Эксплуатационные затраты на мини-ТЭС с поршневыми двигателями меньше, чем на электростанцию с газовыми турбинами, потому что затраты на капитальный ремонт газотурбинного двигателя несколько выше, чем на ремонт газопоршневых установок.

Газопоршневая установка может останавливаться и запускаться неограниченное количество раз, это не отражается на ее моторесурсе. К тому же для газопоршневой

установки даже 50-процентное понижение нагрузки никак не влияет ни на общий, ни на электрический КПД самой установки (в то время как электрический КПД газовой турбины при данных условиях снижается чуть ли не в 2 раза). Поэтому газопоршневой двигатель наиболее приспособлен для покрытия пиковых нагрузок при работе на экономичном режиме.

В заключение отмечаются достоинства газопоршневых установок:

- газопоршневые электростанции превосходно адаптированы к ситуациям с кратковременной эксплуатацией и частыми запусками, а также прекрасно переносят перепады воздушного температурного режима;
- низкая стоимость и простота обслуживания на месте эксплуатации, что снижает эксплуатационные издержки;
- на рынке газопоршневых электростанций присутствуют модели и отечественных производителей, что увеличивает не только адаптацию агрегатов к местным условиям эксплуатации, но и их ремонтпригодность;
- относительно невысокие выбросы в окружающую среду.

Также следует отметить и недостатки газопоршневых установок:

- Необходимость использования наиболее сложной системы отвода отработанных газов в сочетании с фильтрами и катализаторами.
- Высокая скорость двигателя является причиной возникновения вибрации, это следует учитывать при монтаже газопоршневой установки, чтобы уменьшить вибрации используют дополнительные опоры.

Преимущества когенерации на базе газопоршневых установок представляют особый интерес для жилищно-коммунальных хозяйств. Например, использование этих установок способствует уменьшению затрат на строительство коммуникаций (в 1,5-4 раза в сравнении с подведением централизованного тепла и электроэнергии), так как не требует подведения отдельно электричества и водопровода с горячей водой, нужен только газопровод и водопровод с холодной водой. И, надо сказать, данные преимущества успешно используются в жилищно-коммунальных хозяйствах европейских стран. Зачастую эти станции устанавливаются на базе бывших котельных, из которых убирается старое оборудование. Поэтому тепло отпускается жителям близ лежащих домов, а электроэнергия – в централизованную сеть.

#### Литература

1. Газопоршневые установки. [Электронный ресурс] URL: <https://www.ros-energy.ru/scripts/1.html> (дата обращения: 12.12.2019).

2. Автономное энергоснабжение. [Электронный ресурс] URL: <https://www.m.egrussia.ru/egr/27/1809.htm> (дата обращения: 12.12.2019).

3. Газопоршневые мини - ТЭС. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.akom.ru/ininieporsh/ate.com>12.03.77987766656TES/sranene (дата обращения: 12.12.2019).

4. Абдрахманов Р.Р. Внедрение децентрализованных источников энергии на основе газопоршневых двигателей в республике Башкортостан / Р.Р. Абдрахманов, А.А. Салихов, Р.М. Фаткуллин // Вопр. теории и расчета раб. процессов тепл. двигателей. – 2002. – № 19. – С. 123-128.

УДК 62-664.2

#### **Актуальность применения газогенераторных технологий**

<sup>1</sup>Разуваев Александр Валентинович, доктор технических наук, профессор кафедры «Атомная энергетика»;

<sup>1</sup>Сычев Олег Владимирович, студент направления «Теплоэнергетика и теплотехника»;  
Ляпин Алексей Сергеевич, <sup>1</sup>исполняющий обязанности заведующего кафедрой «Атомная энергетика», <sup>2</sup>заместитель начальника турбинного цеха № 2

<sup>1</sup>Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково;

<sup>2</sup>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Балаковская атомная станция», г. Балаково

*В работе рассматриваются газогенераторные технологии, которые способствуют снижению параметров экологической обстановки на территории их реализации, а также способствуют использованию местных сортов топлива.*

Деятельность человека меняет характер окружающей среды, причем в большинстве случаев эти изменения оказывают негативное воздействие на человека.

Выбросов, которые загрязняют окружающую среду, будет тем меньше, чем лучше будут использоваться отходы одного производства в качестве сырья для другого. И одним из примеров является производство генераторного газа, главным оборудованием которого является газогенератор.

В качестве твердого топлива можно использовать практически все материалы природного и техногенного происхождения, содержащие углерод, а именно: горючие ископаемые, углеродсодержащие отходы производства и потребления, биомассу.



Использование в качестве топлива отходов производства вместо покупки дорогого топлива с экономической точки зрения представляет собой снижение финансовой нагрузки, а с экологической точки зрения – улучшение экологической обстановки (за счет уничтожения твердых бытовых отходов, что способствует утилизации мусора и уменьшению загрязнений).

Генераторный газ, полученный из различных видов твердого топлива, может использоваться для различных нужд: для получения горячей воды для отопления и ГВС, для газопоршневых машин, которые вырабатывают электроэнергию, для работы автомобилей и тракторов в районах, удаленных от мест переработки нефти.

Вредоносность отработавших газов при работе на генераторном газе ниже вредоносности при работе на традиционном топливе.

Таким образом, использование генераторного газа не только экономически целесообразно, но и выгодно с экологической точки зрения.

Рассмотрим принцип работы слоевого газогенератора.

Слоевой газогенератор обычно представляет собой вертикальную шахту, обмурованную внутри огнеупорным материалом. Общий вид газогенератора представлен на рис. 1.

При прямом процессе газификации воздушное дутье (воздух, водяной пар, чистый кислород) подается в газогенератор снизу под колосниковую решетку, а генераторный газ отводится из верхней части газогенератора над слоем топлива. Слой топлива поддерживается колосниковой решеткой.

Поступающее через колосниковую решетку в шахту газогенератора дутье, поднимаясь вверх, вначале проходит через зону золы и шлака и при этом немного подогревается, а затем поступает в зону горения, где кислород дутья и горючие элементы топлива вступают в реакцию. Образовавшиеся продукты сгорания проходят снизу вверх через весь слой топлива в шахте газогенератора, последовательно проходя зону газификации (восстановление до окиси углерода и водорода) и пиролиза. Таким образом при обогащении продуктами газификации ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ) образуется несколько охлажденная смесь газов, которая проходит через среднюю часть слоя топлива в шахте газогенератора, где происходит процесс термического разложения сухих частиц топлива с выделением разнообразных продуктов пиролиза (кислот, смол, газов). Далее генераторный газ, представляющий собой химически активную парогазовую смесь продуктов сгорания, газификации и термического разложения, проходит через верхний слой топлива, в котором происходит его сушка, в следствие чего обогащается влагой, охлаждается и затем выходит из верхней части шахты газогенератора. В

зависимости от характеристик исходного топлива температура генераторного газа при газификации топлива составляет 100–300 °С.

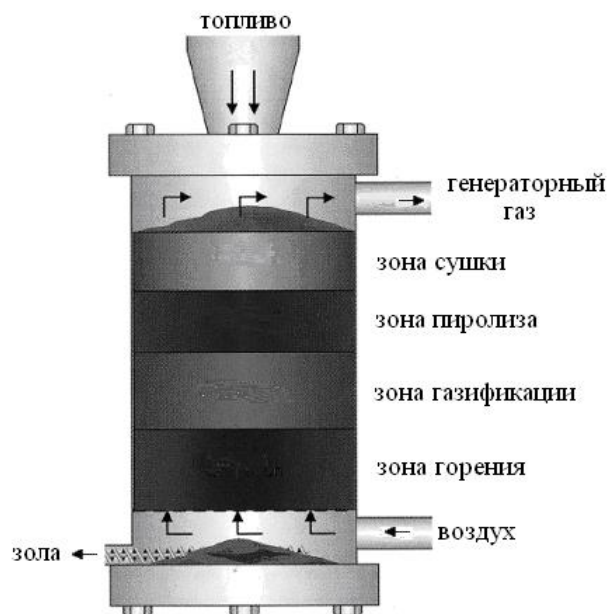


Рис. 1. Общий вид газогенератора

Далее на рис. 2 представлен алгоритм расчета газогенератора.

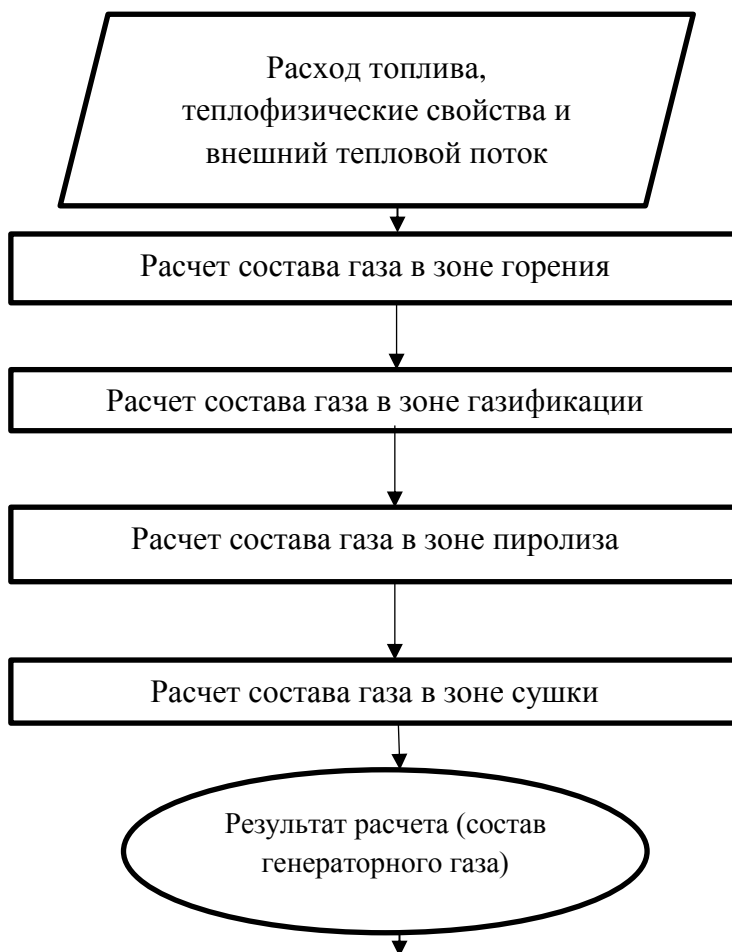


Рис. 2. Алгоритм расчета газогенератора и параметров газа

Процессы слоевого горения и газификации твердого топлива, происходящие в газогенераторе, включают в себя как химические превращения, так и процессы переноса в условиях фильтрации. Поэтому расчет состава газа каждой зоны газогенератора представляет собой расчет процессов химического превращения и тепломассопередачи.

Генераторный газ является одним из экологических видов топлива. Следует подчеркнуть, что в качестве сырья для создания генераторного газа могут использоваться практически все углеродосодержащие материалы, поэтому никакой сложности в выборе топлива для газификации нет. Одним из преимуществ генераторного газа является то, что генераторные газы сгорают, развивая почти всё возможное тепло, при смешении лишь с соответствующим количеством воздуха, тогда как другие виды твердого топлива для такого сгорания требуют огромного избытка топлива.

Рассмотрим один из газогенераторов прямого процесса – Г-3 «СПБГПУ».

Данный газогенератор был сконструирован по заказу Пологовского маслоэкстракционного завода (Украина). Его предназначение – газификация лузги семян подсолнечника и отходов маслоэкстракционных заводов. Основное топливо – подсолнечная лузга.

Конструктивно газогенератор Г-3 представляет собой шахту газогенератора, узел загрузки топлива, узел выгрузки золы, систему подачи воздуха, систему отбора газа и КИП.

В табл. 1 приведены его основные характеристики.

Таблица 1

Основные характеристики газогенератора

№	Показатели работы	Единицы	Значения
1	Номинальная тепловая мощность по сжиганию газа	МВт	5,0
2	Номинальная производительность по газу (сухому)	м <sup>3</sup> /ч	3200
3	Номинальный расход лузги при влажности 12%	кг/ч	1250
4	Теплота сгорания сухого газа	МДж/ч	5,9
5	Номинальный расход воздуха на фурмы, на колосники	м <sup>3</sup> /ч	1500 500
6	Рабочее давление в шахте	кПа	1,5

7	Номинальный расход пара	м <sup>3</sup> /ч	200
8	Температура газа на выходе из газогенератора	°С	350
9	Коэффициент полезного действия	%	92
10	Габаритный размеры, (высота×диаметр)	м	8,3×4,5
11	Масса газогенератора с футеровкой, не более	т	21
12	Количество остаточного продукта (зола, кокс)	кг/ч	30

В экологическом отношении использование бытовых и производственных отходов в качестве топлива для газификации позволяет улучшить экологическую обстановку за счет уменьшения загрязнений, создаваемых этими же отходами.

Основываясь на этом анализе, можно сделать следующие выводы:

- Технология получения газогенераторного газа способствует улучшению экологической обстановки на территории эксплуатации этого оборудования.

- Проведение дальнейших работ в этом направлении в плане детального изучения методики расчета газогенератора и параметров газогенераторного газа с последующим ее использованием для расчета энергетических комплексов на его базе.

#### Литература

1. Алешина А.С. Газификация твердого топлива: учеб. пособие / А.С. Алешина, В.В. Сергеев. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 202 с.

2. Донской И.Г. Моделирование и оптимизация режимов работы газогенератора плотного слоя для парогазовой мини-ТЭС: автореф. дис. ... канд. техн. наук (05.14.01 – энергетические системы и комплексы) / И.Г. Донской; рук. работы А.В. Кейко. – Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева. – Иркутск, 2011. – 148 с.

3. К вопросу об использовании газогенераторов. [Электронный ресурс] URL: <http://web.snauka.ru/issues/2017/02/78452> (дата обращения: 14.12.2019).

4. Сущность процесса газификации и применение генераторного газа. [Электронный ресурс] URL: <https://studfile.net/preview/5351935/page:16/> (дата обращения: 14.12.2019).

### **Инструментальные материалы и покрытия для точения червяков**

Романова Анастасия Владимировна, студент направления «Машиностроение»;

Кудашева Ирина Олеговна, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Атомная энергетика»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» г. Балаково

*В данной статье рассматривается влияние инструментальных материалов и покрытий при точении червяков. Подробно рассмотрен метод физического нанесения покрытий на инструмент. Выполнен анализ использования инструмента с покрытием  $(Ti,Al)N$ , а также без его использования.*

Червячная передача (зубчато-винтовая) – механическая передача, движение в которой преобразуется по принципу винтовой пары с присущим ей повышенным скольжением, осуществляющаяся зацеплением червяка и сопряжённого с ним червячного колеса. Применяется для передачи вращательного движения между валами, оси которых перекрещиваются в пространстве под углом  $90^\circ$  [1].

Процесс нарезания витков червяка аналогичен выполнению резьб. Изготавливают червяки преимущественно из углеродистых и легированных сталей с соответствующей термической обработкой, а также закаленных сталей. К основным преимуществам червячных передач можно отнести: компактность конструкции, бесшумность и плавность работы, возможность получения очень большого передаточного числа в одной сцепляющейся паре (до 1000). К недостаткам большинства червячных передач относится: повышенная стоимость, большие потери на трение и, соответственно, низкий КПД, необходимость использования дорогостоящих антифрикционных цветных металлов.

Состав инструментальных материалов при обработке витков червяка практически такой же, как и при обычной токарной обработке. Основным инструментальным материалом является быстрорежущая сталь и твердый сплав с различными видами износостойкого покрытия, а также без него.

Витки червяков обрабатывают резцами или фрезами. Резцы используют при относительно небольших размерах партий червяков, в мелкосерийном и серийном производстве. Фрезы – при крупносерийном производстве, а также при крупных модульных червяках.

Для фрез применяют, как правило, быстрорежущую сталь, для резцов – как быстрорежущую сталь, так и твердосплавные материалы.

При обработке червяков необходимы повышенные требования к инструменту, так как при нарезании резьбы возникают большие термические и механические нагрузки.

Ранее используемые инструментальные материалы, особенно быстрорежущие стали (Р6М5), не позволяли вести обработку с высокими режимами резания. Появление износостойких покрытий позволило решить эту проблему.

За последнее время появилось множество технологий и методик упрочнения режущего инструмента. Одним из методов упрочнения является нанесение покрытия методом испарения электрической дугой. Этот способ упрочнения является методом физического осаждения (Physical Vapour Deposition – PVD).

Схема одного из основных методов физического нанесения покрытия – испарения электрической дугой представлена на рис. 1.

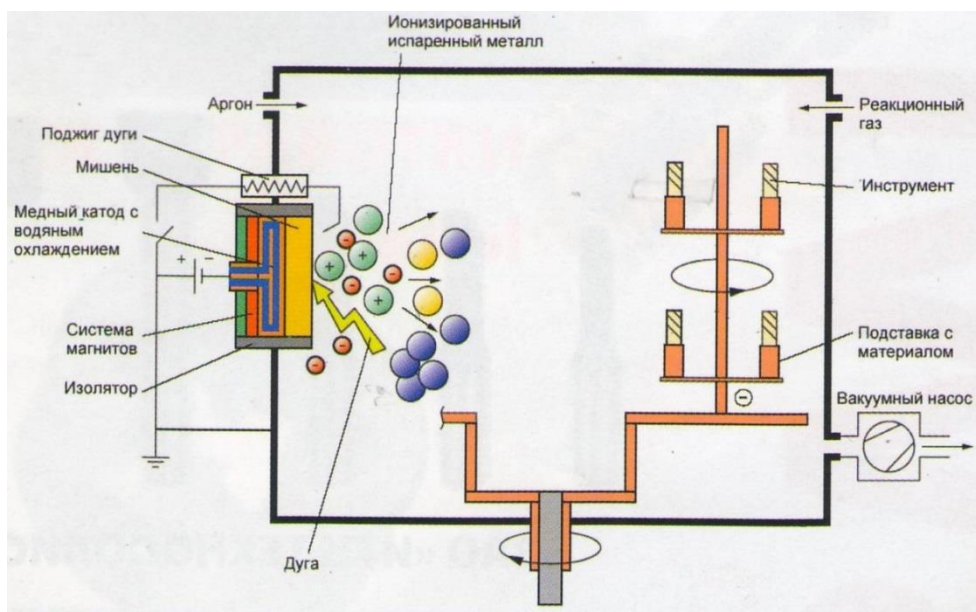


Рис. 1. Схема процесса нанесения покрытия методом физического осаждения (PVD)

Для метода физического осаждения твердый исходный материал превращается в газовую фазу за счет тепловой или кинетической энергии. Из газовой фазы материал покрытия осаждается тонким слоем на изделие. При подаче в камеру покрытия рабочего газа (азота или углеродосодержащих газов) образуются нитриды и карбиды исходного вещества. Процесс происходит в вакууме с образованием плазмы, то есть газа, состоящего из ионов, электронов и нейтральных частиц. Плазма электропроводна, диамагнитна и в то же время нейтральна за счет почти равного количества частиц,

несущих позитивный и негативный заряды. При этом методе покрытия бомбардируются ионами.

Для обработки червяков мы рассматриваем метод PVD, потому что этим можно наносить покрытие как на инструменты из твердого сплава, так и из быстрорежущей стали. Преимуществом данного метода является достаточно высокое рабочее давление (больше  $10^2$  Па), в результате покрытие распределяется равномерно даже на изделиях сложной формы. Температура основы меньше  $500\text{ }^\circ\text{C}$  (быстрорежущая сталь не отпускается), которая обеспечивает хорошую сцепляемость с изделием.

В качестве оборудования для нанесения покрытий можем предложить установку фирмы PLATIT AG (Швейцария). На данной установке могут быть реализованы следующие виды покрытий: однослойные; многослойные (с нанесением нескольких слоев покрытия); композитные (содержащие 2 и более компонента).

Типы наносимых покрытий могут быть: TiN; TiCN; (Ti,Al)N; AlTiN.

Для упрочнения инструмента нас в первую очередь интересует покрытие (Ti, Al)N, имеющее фиолетово-черный цвет, твердость 3500 HV, толщину 1-4 мкм, коэффициент трения (по стали, сухой) 0,45 и максимальную температуру применения  $500\text{ }^\circ\text{C}$  [2].

Преимущество этого покрытия в высокой стойкости к окислению при очень высокой твердости и низкой теплопроводности. Покрытие создает тепловой барьер, практически изолирующий инструментальный материал от воздействия тепла, образующегося при резании. Происходит перераспределение тепловых потоков, и большая часть тепла уходит в стружку. Кроме того, в отличие от других видов покрытия, на поверхности этого образуется пленка оксида алюминия, обладающая более низким коэффициентом трения. В результате снижаются усилия при обработке. Как следствие, областью применения инструментов с покрытием (Ti,Al)N является обработка с большими термическими нагрузками на инструмент. К таким операциям относится высокопроизводительная обработка, когда повышение режимов резания приводит к увеличению температуры в зоне контакта между заготовкой и инструментом, и обработка без применения СОЖ. Именно с появлением и распространением этого покрытия получило промышленное распространение «сухое» резание [3].

Также покрытие (Ti, Al)N позволяет решить проблему образования нароста, так как в процессе обработки не возникает значительного температурного воздействия. Оно создает тепловой барьер на поверхности инструмента, не давая возможности теплу, образовавшемуся в процессе резания и трения, проникнуть внутрь

твердосплавной основы. В результате существенно снижается опасность пластической деформации инструмента из-за избыточно высокой температуры в зоне резания. Одновременно практически полностью отсутствует проблема образования нароста, так как приваривание материала к покрытию практически исключено. Даже при возникновении нароста на покрытии, его срыв не приводит к выкрашиванию режущей кромки.

На рис. 2 представлен график, где показана зависимость использования инструмента без покрытия и с использованием TiN, (Ti,Al)N покрытий.

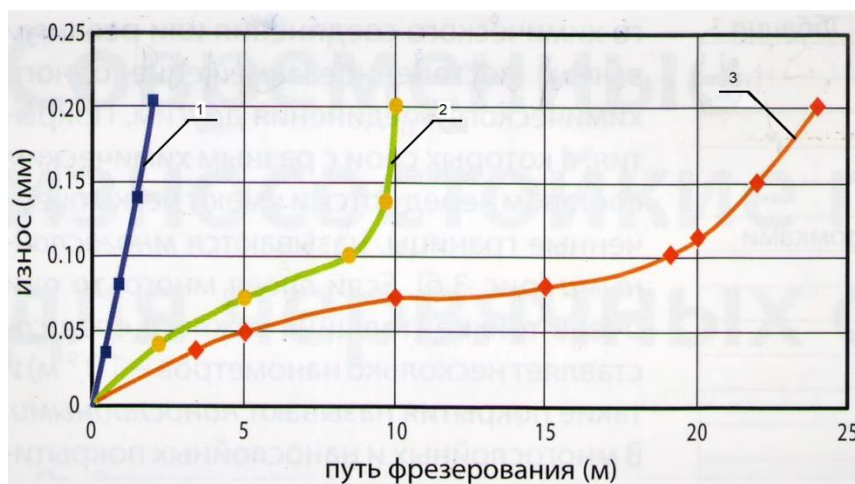


Рис. 2. Показатели эффективности покрытия TiN:  
1 - без покрытия; 2 - TiN; 3 - (Ti,Al)N

По графику мы видим, что обработка с использованием покрытия (Ti,Al)N оказывает положительное влияние на инструмент, уменьшает износ инструмента и увеличивает стойкость дисковой и модульной фрезы.

Таким образом, доля покрытий (Ti,Al)N в общей доле износостойких покрытий должна быть увеличена, так как позволяет увеличить производительность труда, сократить расходы на изготовление, повысить культуру производства, а, следовательно, и технологичность изделия.

#### Литература

1. Википедия (Wikipedia). [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/>. Червячная\_передача (дата обращения: 08.12.19).
2. Локтев Д. Обработка резьбы токарными резцами / Д. Локтев // Журнал по металлообработке СТРУЖКА. – 2005. – № 5 (8). – С. 11.
3. Локтев Д. Современные износостойкие покрытия для червячных фрез / Д. Локтев // Журнал по металлообработке СТРУЖКА. – 2007. – № 4 (19). – С. 42.



**Оценка безопасности длительного временного хранения отработавшего ядерного топлива на ХОЯТ пристанционного типа**

Ростунцова Ирина Алексеевна, ассистент кафедры

«Тепловая и атомная энергетика» имени А.И. Андрющенко»;

Губарьков Никита Сергеевич, студент направления

«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»;

Кицелло Дмитрий Викторович, студент направления

«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

*Представлен анализ метода хранения отработавшего ядерного топлива на территории АЭС на основе данных об облучении топлива, а также его радиационных характеристик. Проводится расчет коэффициента подкритичности ХОЯТ для АЭС с энергоблоком ВВЭР-1200. Приведены классификации хранилищ. Получены результаты расчета эффективного коэффициента размножения ХОЯТ на основе нейтронно-физического расчета, позволяющего судить о безопасности эксплуатации хранилища.*

Одной из основных экологических проблем атомной энергетики является накопление отработавшего ядерного топлива. Поэтому эксплуатация атомных электростанций требует решения проблемы хранения, транспортировки и утилизации отработавшего ядерного топлива.

Транспортно-технологическая схема обращения ядерного топлива при работе АЭС состоит из следующих этапов:

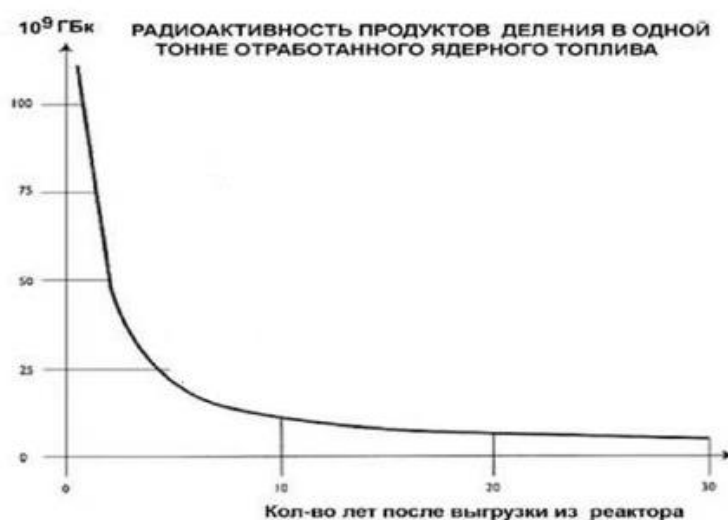
- 1) доставка свежего топлива на станцию;
- 2) загрузка и отработка топлива в реакторе;
- 3) выдержка выгоревшего топлива в приреакторных бассейнах;
- 4) дальнейшее обращение с выгоревшим топливом: хранение, переработка и утилизация.

Долговременное хранение ОЯТ на территории АЭС имеет ряд важных преимуществ, к наиболее существенным относятся: использование готовых транспортных коммуникаций, сокращение расстояний для перевозок; частичное объединение инфраструктуры станции и хранилища; отсутствие необходимости в геотехнических исследованиях в полном объеме. Сооружение промежуточного контейнерного хранилища на АЭС позволит долговременно хранить ОЯТ на АЭС и

производить вывоз ОЯТ вне зависимости от времени начала перегрузки топлива в реакторе.

Система хранения отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) в хранилище отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ) контейнерного типа предназначена для долговременного хранения на площадке АЭС отработавшего ядерного топлива в двухцелевых транспортных упаковочных комплектах (ТУК), предназначенных для хранения отработавшего ядерного топлива в хранилище и перевозки на утилизацию и захоронение.

Перед отправкой на долгосрочное хранение или переработку требуется выдержать топливо в бассейне выдержки в течение 3-5 лет для снижения активности топлива, в результате распада короткоживущих изотопов. Снижение происходит по закону радиоактивного распада (рис. 1). После бассейнов выдержки отработавшее топливо может быть отправлено в хранилища на более длительный срок (до 100 лет).



*Рис. 1. Снижение радиоактивности ОЯТ со временем по данным НИЦ «Курчатовский институт»*

Для долговременного хранения облученного топлива используются технологии мокрого и сухого хранения. К наиболее существенным плюсам хранения ОЯТ на территории АЭС относятся: использование готовых транспортных коммуникаций, объединение инфраструктуры, а также малое расстояние для перевозок; подчинение администрации АЭС, оперативная локализация аварийных ситуаций в пределах станции. Сравнительные показатели долговременного мокрого и сухого хранения приведены в табл. 1.

Сравнительные показатели долговременного хранения ОЯТ АЭС

Наименование показателей	Единицы измерения	«Мокрое» хранилище	«Сухое» хранилище
Объем хранения ОЯТ	тонн U	6000	37785
Объем воды в бассейнах	тыс. м <sup>3</sup>	606,6	-
Испарение воды	м <sup>3</sup> /год	15284	-
Расход электроэнергии на собственные нужды	тыс. кВт·ч/год·т U	56,8	2,5
Стоимость строительства (в ценах 1991 г.)	млн руб.	180,0	428,0

Для расчета выбран сухой метод хранения отработавшего топлива контейнерного типа на площадке станции. Метод сухого хранения наиболее эффективен, поскольку при предварительном хранении ОТВС в бассейне выдержки в течение 3-5 лет распадается большая часть короткоживущих нуклидов, за счет чего остаточное энерговыделение каждой ОТВС снижается до 1кВт и ниже, что позволяет отводить избыточное тепло путем естественной циркуляции воздуха вокруг корзины с ТВЭЛ. Такое топливо можно безопасно хранить сухим способом в специальных контейнерах, обеспечивающих эффективный теплосъем с ОТВС и достаточную биологическую защиту от радиационного воздействия на персонал АЭС и окружающую среду.

Основными функциями системы ХОЯТ являются:

- прием транспортно-упаковочного контейнера (ТУК) с ОЯТ из реакторного здания;
- хранение ТУК в хранилище ОЯТ;
- вывоз ТУК с отработавшим ядерным топливом из хранилища АЭС.

Когда активность снизится до норм, определяющих безопасность транспортировки ОЯТ по железной дороге, ТВС извлекают из хранилища и перемещают либо в долговременное хранилище, либо на завод по переработке топлива. Здесь сборки хранят до тех пор, пока их не направляют на переработку. Перемещение отработавшего ядерного топлива осуществляют с помощью транспортно-упаковочного комплекта (ТУК).

Согласно современным требованиям [1] критерием выполнения ядерной безопасности средств обращения топлива для условий нормальной эксплуатации и при проектных авариях является обеспечение подкритичности на уровне Кэфф. < 1. Общий принцип обеспечения подкритичности в устройствах хранения и транспортировки топлива – максимально возможное поглощение нейтронов. Шаг при размещении топлива в чехле принят, исходя из обеспечения подкритичности при хранении ОТВС не менее 0,05.

Целесообразность сооружения промежуточного хранилища на территории АЭС обоснована тем, что наличие такого хранилища позволяет долговременно хранить и производить вывоз вне зависимости от времени начала перегрузки топлива в реакторе.

Для подкритичного режима Кэфф. < 1, когда процесс размножения нейтронов затухает, определены следующие параметры:

1. Коэффициент размножения для бесконечной среды определяется как:

$$K_{\infty} = \eta \cdot \varepsilon \cdot \theta \cdot \varphi, \quad (1)$$

где  $\eta$  – коэффициент размножения тепловых нейтронов в топливе;

$\varepsilon$  – коэффициент размножения на быстрых нейтронах;  $\varphi$  – вероятность избежать резонансного захвата;  $\theta$  – коэффициент использования тепловых нейтронов.

2. Эффективный коэффициент размножения рассчитывается по формуле:

$$k_{\text{эф}} = \frac{k_{\infty} \cdot \exp[-B^2 \cdot \tau_p]}{1 + B^2 + L_p^2}, \quad (2)$$

где  $L_p^2$  – длина диффузии, которая определяется по формуле:

$$L_p^2 = L_{\text{зам}}^2 \cdot \frac{\left[1 + \frac{S_{\phi} \cdot 1}{S_{\text{зам}} \cdot F}\right] \cdot S_{\text{яч}}}{\left[1 + \frac{S_{\phi} \cdot 1}{S_{\text{зам}} \cdot F}\right] \cdot S_{\text{зам}}} \cdot (1 - \theta'_{\phi}), \quad (3)$$

$\tau_p$  – возраст нейтронов в решетке, определяется по формуле Фейнберга:

$$\tau_p = \tau_{\text{зам}} \cdot \left(\frac{S_{\text{яч}}}{S_{\text{зам}}}\right)^{0.5}, \quad (4)$$

где  $B^2$  – геометрический параметр, определяется по формуле:

$$B^2 = \left(\frac{\pi}{H_3}\right)^2 + \left(\frac{2,405}{R_3}\right)^2 \quad (5)$$

Расчет эффективного коэффициента размножения выполнен автоматизировано в среде EXCEL для блока с реактором ВВЭР-1200. Результаты представлены в табл. 2.

Результаты расчета эффективного коэффициента размножения  
на основе нейтронно-физического расчета

Число нейтронов, испускаемых при одном акте деления	1,6	1,4	1,2	1
Коэффициент размножения тепловых нейтронов	1,251	1,095	0,938	0,782
Коэффициент использования тепловых нейтронов	0,7730	0,773	0,773	0,773
Коэффициент размножения бесконечной среды Кбескон	0,9439	0,8262	0,7077	0,59
Эффективный коэффициент размножения Кэфф	0,9432	0,8256	0,7072	0,5896

Получено, что при условии нормальной эксплуатации СХОЯТ является подкритичной системой, при этом  $K_{эфф} < 0,9432$ , что говорит о её ядерной безопасности хранилища.

#### Литература

1. Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов. TS-R-1 (ST-1). МАГАТЭ. 2005 г.
2. Сафутин В.Д. Решение проблемы хранения ОЯТ при продлении сроков службы АЭС / В.Д. Сафутин // Развитие атомной энергетики и возможности продления сроков службы атомных энергоблоков: конф. / Ядерное общество России. – СПб., 1999 г. – С. 1-30.

**Оценка эффективности переоснащения городского автотранспорта  
с учетом фактора защиты окружающей среды**

Соколов Андрей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Тепловая и атомная энергетика» имени А.И. Андрющенко;

Ростунцова Ирина Алексеевна, ассистент кафедры

«Тепловая и атомная энергетика» имени А.И. Андрющенко;

Кицелло Дмитрий Викторович, студент направления

«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

*В работе исследуются причины сокращения доли общественного электротранспорта в городах РФ, оценивается текущий экологический ущерб от использования общественного транспорта с двигателями внутреннего сгорания на примере МО «Город Саратов». Предлагается эколого-экономически целесообразный вариант решения данной проблемы путем замещения топливных энергоносителей в сфере городского автотранспорта за счет роста мощности АЭС, оценивается прирост рынка электроэнергетики.*

Чем выше вместимость транспортной единицы, тем меньше расходы земельных, экологических ресурсов, потери в дорожно-транспортных происшествиях, затраты времени на передвижение. Исторически сложилось, что всем крупным городам России характерна высокая плотность застройки и низкая плотность уличной дорожной сети. В таких условиях использование общественного транспорта является жизненно важной задачей для города, поскольку перевозка всего населения личным транспортом физически нереализуема по территориальным ограничениям.

По итогам последних трёх десятилетий в РФ самым сильным сокращениям подверглись наиболее эффективные из имеющихся в городах виды транспорта. Речь идёт об электротранспорте – схема представлена на рис. 1. Почему это произошло:

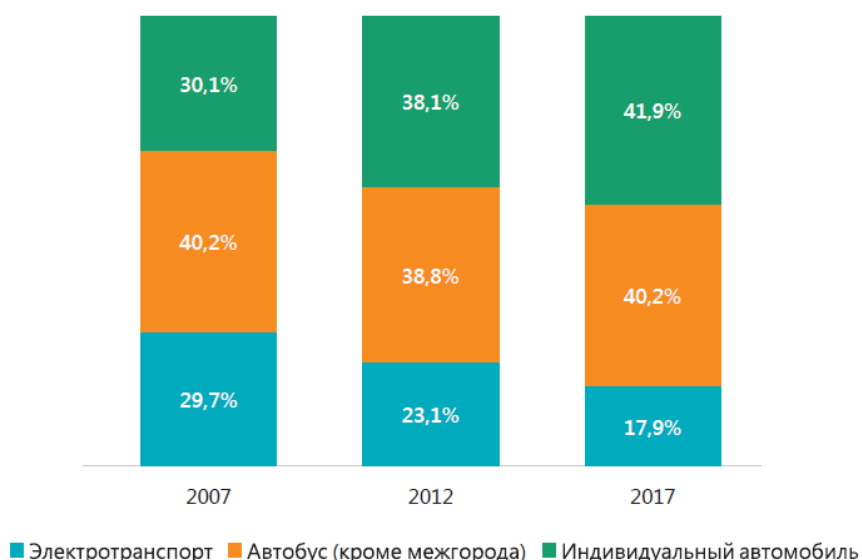
1. Незаинтересованность муниципалитетов в инвестировании средств в городскую инфраструктуру, отсутствие транспортного планирования на городском и региональном уровнях.

2. Дублирование существующих муниципальных трамвайных и троллейбусных линий множеством частных перевозчиков (автобусы, микроавтобусы), что обусловило предбанкротное состояние предприятий электротранспорта.

3. Возрастающий износ основных фондов электротранспорта, как следствие уменьшение линейной скорости, шум, снижение качества, комфорта и привлекательности услуг.

Эти обстоятельства обуславливают не только снижение качества, комфорта и безопасности перевозок, но и серьёзный ущерб экологии крупных агломераций. В данном исследовании проводится оценка удельного экологического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух общественным транспортом с двигателями внутреннего сгорания. Предложен вариант решения данных проблем, посильный для муниципальных и региональных бюджетов.

На сегодняшний день на маршрутах общего пользования города Саратова эксплуатируются 954 автобуса, среди которых 230 – большой вместимости и 694 – малой [5]. К автобусам большого класса относятся транспортные средства (далее – ТС) вместимостью от 100 человек, к автобусам малой вместимости относятся ТС вместимостью до 25 человек.



*Рис. 1. Изменение доли электротранспорта в городах.  
Расчёты ЦЭИ по данным Росстата*

Рассчитаем потенциальный объём сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу парком городских дизельных автобусов общего пользования.

Поскольку движение общественного транспорта практически полностью осуществляется в черте города, общий выброс автотранспортного средства (АТС)  $M_n$  будет найден по формуле:

$$M_n = M_{di} + M_{pi} \quad , \quad (1)$$

где  $M_{di}$  – выброс  $i$ -го загрязняющего вещества при движении АТС по городу, т;

$M_{pi}$  – выброс  $i$ -го загрязняющего вещества при прогреве АТС, т.

Городские дороги г. Саратова отнесены к дорогам первой группы. Тогда выброс  $i$ -го загрязняющего вещества при движении АТС по городу будет равен:

$$M_{di} = m_{dij}L_j, \quad (2)$$

где  $m_{dij}$  – пробеговой выброс  $i$ -го вещества  $j$ -го расчётного типа АТС по городским дорогам, г/км;

$L_{jk}$  – пробег  $j$ -го расчётного типа АТС, км.

Для Саратова за базовый расчётный тип АТС большого класса примем автобус модели Mercedes-Benz O 405 с дизельным двигателем M447hG рабочим объёмом 12 литров (экологический стандарт Евро-2). За базовый расчётный тип АТС малого класса примем микроавтобус модели ГАЗ-А64R42-10 с дизельным двигателем Cummins рабочим объёмом 2,8 литра (экологический стандарт Евро-3).

Среднегодовой пробег найдём исходя из средней маршрутной скорости и количеству часов на линии,  $L_j$  одинаков для обоих типов АТС и равен [1]:

$$L_j = V_{cp}t_{год} = 81760 \text{ км} \quad (3)$$

где  $V_{cp}$  – средняя скорость АТС (16 км/ч);

$t_{год}$  – время, проведенное в пути за год.

$$t_{год} = 365N \frac{\text{ч}}{\text{день}} = 5110 \text{ ч.}$$

Проведем оценку выбросов загрязняющих веществ при прогреве АТС по формуле:

$$M_{pi} = m_{pijn}t_{прn}n_ja_jN_jt_n10^{-3}, \text{ т} \quad (4)$$

где  $m_{pijn}$  – выброс  $i$ -ого вещества  $j$ -го АТС для  $n$ -ого периода года, г/мин;

$t_{прn}$  – время прогрева, мин;

$N_j$  – количество АТС  $j$ -го типа, тыс.;

$t_n$  – продолжительность периода года, сут;

$n_j$  – количество холодных пусков в день, шт.

Сводные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Общий годовой выброс загрязняющих веществ АТС обоих классов

Вещество	Выброс, т	Вещество	Выброс, т
CO	2434,5	CH4	8,11
NOx	1467,05	CO2	45880,3
VOC	995,6	NMVOС	65,49
PM	59,84	N2O	3,97
SO2	134,65	NH3	0,17



Используя полученные значения выбросов загрязняющих веществ, мы можем рассчитать величину экономической оценки удельного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Для расчета определим приведенную массу выбросов загрязняющих веществ соответственно на начало и конец расчетного периода (года) в рассматриваемом регионе (МО «Город Саратов»). Она рассчитывается по формуле:

$$M_k^a = \sum_{i=1}^N m_i^a K_{эi}^a = 46457,7 \text{ т/год} \quad (5)$$

Величина экономической оценки удельного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух рассчитывается:

$$Y_{\text{прг}}^a = Y_{\text{удг}}^a (M_1^a - M_2^a) K_э^a J_d = 4\,512\,710 \text{ млн/год}, \quad (6)$$

где  $M_1^a$ ,  $M_2^a$  – приведенная масса выбросов загрязняющих веществ соответственно на начало и конец расчетного периода в рассматриваемом регионе, усл. т.;

$K_э^a$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха территорий экономических районов России;

$J_d$  – индекс-дефлятор по отраслям промышленности, устанавливаемый Минэкономикой России на рассматриваемый период и доводимый Госкомэкологии России до территориальных природоохранных органов.

Таким образом, в результате линейной эксплуатации автобусов с ДВС на территории МО «Город Саратов» ежегодно наносится ущерб экологии на сумму более 4,5 миллионов рублей. В качестве варианта решения данной проблемы город может рассмотреть переход на современную технику с электрическим приводом, в частности – троллейбусы с автономным ходом (электробусы).

Например, в качестве замены транспортным средствам с ДВС можно рассматривать троллейбус Тролза-5265.08 «Мегаполис» с увеличенным автономным ходом до 30 км с технологией литий-железо-фосфатного аккумулирования электроэнергии [3] (иное название – электробусы с динамической подзарядкой от контактной сети) вместимостью 100 чел. Примем замену автобусам большого класса в пропорции 1 к 1, автобусам малого класса в пропорции 1 к 3 (исходя из вместимости с запасом). В последнем случае учтем коэффициент замены  $\alpha=0,8$ , поскольку не все дороги общего пользования могут пропустить ТС большого класса. Тогда необходимое количество электробусов  $K$  для МО «Город Саратов» будет равно:

$$K = N_{\text{БВ}} + 0,8 \frac{N_{\text{МВ}}}{3} = 445 \text{ ед.} \quad (7)$$

## Выводы.

На данный момент обыкновённой картиной в час пик в российском городе является перегрузка дорог дизельными автобусами и микроавтобусами. Это неэффективные виды транспорта, не отвечающие требованиям экологии и доступной среды. Из проведенного анализа видно, что рынок городских перевозок имеет огромный потенциал на оптимизацию в сторону электротранспорта. Преимущества электрического транспорта очевидны: при большей провозной способности получаем меньшие эксплуатационные расходы. Это достигается за счёт эффекта масштабируемости, а также простоте, дешевизне и большом ресурсе электропривода, в отличие от ДВС. Кроме того, при переводе городского пассажирского транспорта на электропривод предотвращается серьёзный экологический ущерб (на сумму 4,5 млрд. руб./год) и увеличивается рынок электроэнергии, что благополучно сказывается на экономике атомной отрасли.

## Литература

1. Коссой Ю.М. Экономика и управление на городском электрическом транспорте / Ю.М. Коссой. – М.: Мастерство, 2002.
2. Интегрированная транспортная система / под науч. рук. П. Чистякова. – М.: Центр стратегических разработок, 2018. – 278 с.
3. Данилов Э.Е. Троллейбус пассажирский низкопольный Тролза-5265 «Мегаполис» / Э.Е. Данилов. — Энгельс: ЗАО «Тролза», 2009. — 109с.
4. Распоряжение Минтранса РФ от 18.04.2013 N НА-37-Р 5. [Электронный ресурс] URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=249183> (дата обращения: 15.12.2019).
5. Извещение о проведении открытого конкурса на право получения свидетельств об осуществлении перевозок по одному или нескольким муниципальным маршрутам регулярных перевозок на территории муниципального образования «Город Саратов». [Электронный ресурс] URL: <http://www.saratovmer.ru/otborperevozchikov2010/> (дата обращения: 15.12.2019).
6. Расчётная инструкция по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух. – Министерство транспорта РФ: ОАО «НИИАТ», 2006.

### **Мобильная автономная солнечная электростанция**

Савёлов Павел Игоревич, студент кафедры «Робототехнические системы»;

Лившиц Юрий Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Робототехнические системы»

«Белорусский национальный технический университет», г. Минск

*Приведены результаты разработки и оптимизации конструкции мобильной солнечной электростанции при помощи компьютерного анализа её твердотельной модели. Определены величины внешних воздействий при ветровой нагрузке до 25 м/с и критические участки конструкции.*

В ряду альтернативных источников генерации электроэнергии солнечная энергетика занимает особое положение, т.к. количество солнечной энергии, поступающей на поверхность земли за неделю превышает энергию всех разведанных полезных ископаемых. Ещё одним главным преимуществом солнечной энергетики является её повсеместное распространение и доступность к источнику солнечного излучения, что позволяет рассматривать солнечные элементы как самый удобный способ снабжения электрической энергией районов без собственной энергосети.

Строительство стационарной солнечной электростанции занимает много времени и, как правило, они должны быть интегрированы в электрическую сеть. Существуют районы, где отсутствует централизованная энергосеть, а также ситуации, которые требуют обеспечения экстренного энергоснабжения. Наиболее распространёнными являются мобильные электростанции на основе двигателей внутреннего сгорания. В некоторых случаях их применение невозможно из-за отсутствия возможности доставки топлива, ограничениями по величине шума, выбросов отработанных газов в атмосферу и т.д., поэтому использование мобильной автономной солнечной электростанции является оптимальным вариантом.

Основным недостатком солнечной энергетики является непостоянство во времени плотности энергетических потоков, применение дорогостоящего оборудования для преобразования и аккумуляции энергии, низкого коэффициента полезного действия (КПД) солнечных батарей. Максимальный КПД солнечной батареи достигается при её инсоляции под углом  $90^\circ$  к поверхности. Для поддержания оптимального угла инсоляции солнечных батарей используются устройства позиционирования [1], которые применяются только на некоторых стационарных солнечных электростанциях.

Нами ранее была разработана конструкция мобильной солнечной электростанции [2, 3]. Поэтому целью данной работы является оптимизация конструкции мобильной автономной солнечной электростанции (МАСЭ) с автоматическим позиционированием солнечных элементов и встроенной системой преобразования и аккумуляции электроэнергии.

Для принятия конструктивных решений МАСЭ был разработан алгоритм её функционирования. Принцип функционирования МАСЭ, следующий:

- определяется географическое местоположение МАСЭ на месте эксплуатации при помощи установленного в блок управления GPS-ГЛОНАСС модуля;

- автоматически производится ориентирование относительно сторон света при помощи электронного компаса и приводится в рабочее положение;

- запускается режим слежения за положением солнца на небесной сфере в зависимости от географических координат;

- осуществляется круглосуточный автоматический контроль параметров окружающей среды (температуры, влажности, скорости ветра);

- при увеличении скорости ветра свыше 15 м/с МАСЭ переходит в режим транспортировки (солнечные панели складываются в защитный корпус) для предотвращения повреждения солнечных элементов и конструкции в целом;

- при допустимой скорости ветра осуществляется выработка и аккумуляция электроэнергии;

- после достижения солнцем линии горизонта МАСЭ переходит в режим ожидания, а положение солнечных элементов переводится в положение, соответствующее восходу солнца следующего дня.

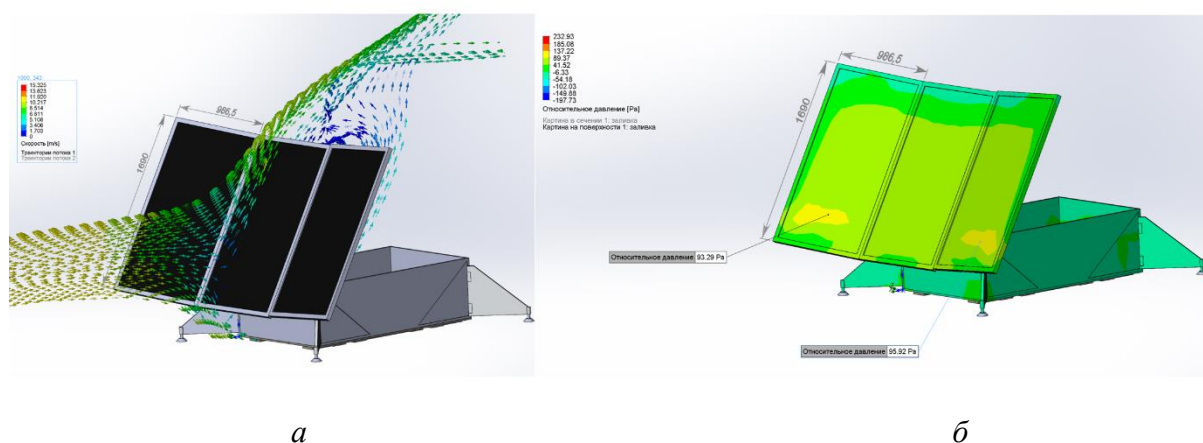
Разработана электрическая структурная схема мобильной автономной солнечной электростанции, которая включает в себя элементы, необходимые для обеспечения функционирования разрабатываемого устройства в соответствии с алгоритмом её работы.

Эксплуатация мобильной автономной солнечной электростанции предусматривается в условиях В1 (по ГОСТ 15150 – 69), поэтому необходимо учитывать влияние окружающей среды не только с точки зрения типов материалов конструкции, но и устойчивости конструкции при воздействии ветровой нагрузки на несущие элементы. Для проведения исследований влияния воздействия ветровой нагрузки на устойчивость и прочность конструкции при помощи САПР SolidWorks разработана твердотельная расчётная модель конструкции МАСЭ. Определены конструктивное исполнение и материалы несущих конструкций с учётом обеспечения минимальных

массогабаритных параметров, прочностных характеристик и удобства транспортировки.

Исследования влияния воздействия на несущие конструкции МАСЭ ветра скоростью до 7 баллов по шкале Бофорта (средняя скорость ветра 15 м/с) производились при возможных максимальной и минимальной устойчивости конструкции. Компьютерные исследования выполнялись при помощи САЕ модуля Flow Simulation САПР SolidWorks.

Конструктивно МАСЭ представляет собой контейнер, в котором установлены накопители электроэнергии, блок управления, механизм, обеспечивающий приведение солнечных батарей в рабочее положение. Солнечные батареи закреплены на опоре при помощи механизма двухкоординатного позиционирования. Для обеспечения дополнительной устойчивости защитный контейнер МАСЭ оборудован дополнительными складывающимися опорами. Кроме того, исследования проводились с учётом того, что в процессе функционирования солнечные батареи поворачиваются на 180 градусов относительно оси контейнера и максимального угла наклона к горизонту до 90 градусов.



*Рис. 1. Исследование влияния ветровой нагрузки на МАСЭ (скорость ветра 15 м/с): а – изменение скорости и направления воздушных потоков; б – давление воздушных потоков на поверхности МАСЭ*

Установлено, что при величине угла наклона солнечных батарей к горизонту 75 градусов и скорости ветра 15 м/с поток ветра неравномерно разделяется. Скорость ветра, обтекающего поверхность солнечной батареи (рис. 1) снижается до 8 м/с.

Данный поток формирует область пониженного давления и турбулентность с тыльной стороны поверхности солнечных элементов. Это может создавать нежелательные вибрации, что требует дополнительного усиления конструкции. Также определено, что поток ветра создаёт неравномерное давление на поверхности

солнечных батарей в интервале от 40 до 100 Па. Области максимального давления расположены на краях солнечных батарей, что также требует конструктивного усиления несущих конструкций.

Кроме того, были проведены исследования конструкции в экстремальной ситуации: скорость ветра 25 м/с (10 баллов по шкале Бофорта), максимальной парусности и минимальной устойчивости МАСЭ.

Исследование ветрового воздействия выявили участки максимального давления на поверхности солнечных батарей  $P = 500$  Па (рис. 2а), а также изменение направления и скорости воздушных потоков.

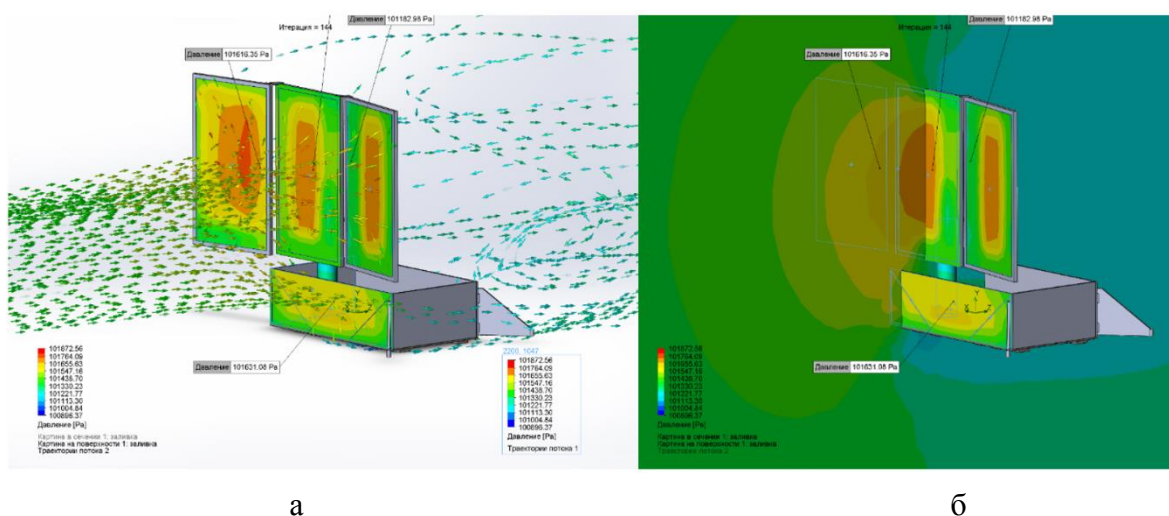


Рис. 2. Исследование ветрового воздействия при максимальной парусности (скорость ветра 25 м/с):

а – давление и направление воздушных потоков, б – области давления

Установлено, что величина разрежения, возникающего с подветренной стороны солнечных батарей, достигает  $P = 100$  Па (рис. 2б).

В соответствии с установленными величинами давлений, воздействующих на поверхность несущих конструкций МАСЭ, были проведены исследования их статической прочности (рис. 3).

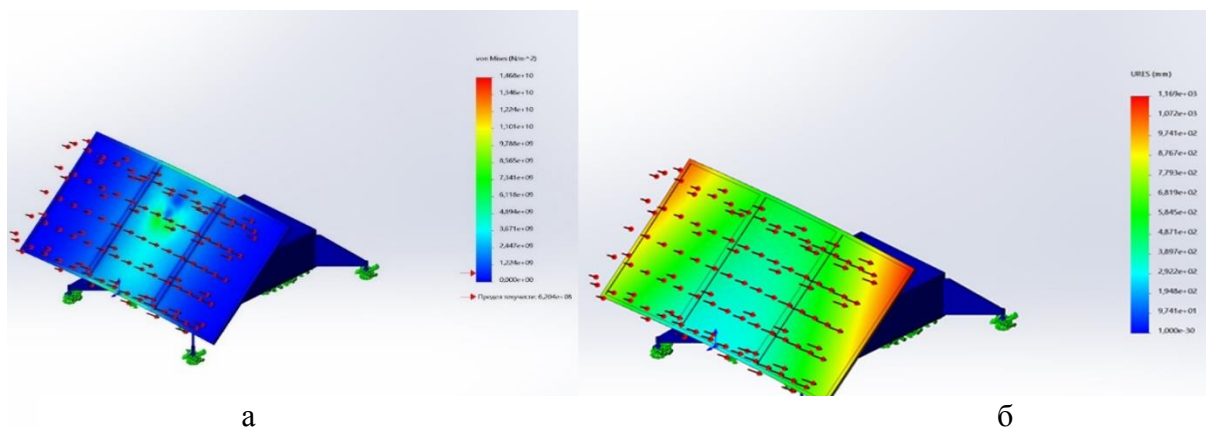


Рис. 3. Статические исследования прочности конструкции МАСЭ ( $P = 500 \text{ Па}$ ):  
 а – эквивалентные напряжения; б – деформация конструкции

Установлено, что при величине распределённого давления на несущие конструкции  $P = 500 \text{ Па}$  в месте крепления солнечных батарей к механизму позиционирования возникают эквивалентные напряжения, превышающие предел текучести выбранного конструкционного материала (сплав алюминия АК 8). Деформация несущих конструкций в крайних точках солнечных панелей не превышает допустимых.

Таким образом, проведенные исследования позволили определить:

- зоны повышенного давления и турбулентности, возникающие в процессе эксплуатации МАСЭ;
- величину эквивалентных напряжений и деформаций в несущих конструкциях при воздействии ветровой нагрузки при скорости ветра  $15 \text{ м/с}$ ;
- определить критические участки конструкции, требующие выработки конструктивных решений для их устранения.

### Литература

1. Prinsloo, G. Solar Tracking / G. Prinsloo, R. Dobson. – Stellenbosch: SolarBooks, 2015. – 542 p.
2. Савёлов П.И. Автономная солнечная электростанция / П.И. Савёлов, Ю.Е. Лившиц // Конструирование элементов и узлов электронной техники: материалы 74-й студенческой научно-технической конференции. – Минск, 2018. – С. 13.
3. Савёлов П.И. Мобильная роботизированная солнечная электростанция для чрезвычайных ситуаций / П.И. Савёлов, Ю.Е. Лившиц // Материалы 75-й студенческой научно-технической конференции. – Минск, 2019. – С. 73-75.

**Морфология модифицированной поверхности титана  
после импульсной лазерной обработки**

Телегин Сергей Владимирович, ассистент кафедры  
«Материаловедение и биомедицинская инженерия»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

*Проведено исследование морфологии и физико-механических характеристик поверхности технического титанового сплава ВТ1-00 после импульсной лазерной модификации. Установлено, что морфология и физико-механические свойства металлокерамических покрытий зависят от энергетических параметров процесса лазерной модификации, изменение которых позволит формировать покрытия с заданными свойствами.*

В настоящее время улучшение морфологии и физико-механических характеристик изделий осуществляется за счет нанесения различных по природе покрытий. В этом случае, одним из главных свойств выступает микротвердость и адгезионная прочность сцепления покрытия и материала основы [1]. С целью снижения веса готовых изделий без потери функциональных характеристик широкое распространение получили титан и сплавы на его основе [1-3]. В качестве материала основы для последующего формирования покрытий предпочтения отдаются техническому титану ВТ1-00 и ВТ1-0. В дальнейшем на их поверхности путем различных воздействий наносятся металлокерамические композиционные покрытия, в том числе электроплазменное напыление, различные виды электрохимического и химического оксидирования [3-5].

Нами предлагается достичь требуемой морфологии и физико-механических характеристик покрытий титановых изделий по средствам термической лазерно-упрочняющей обработки с одновременным формированием металлокерамических композиционных оксидных покрытий.

Цель исследования заключается в установлении закономерностей формирования металлокерамических композиционных оксидных покрытий импульсной лазерной обработкой (ИЛО) за счет установления влияния параметров технологического процесса на морфологию и физико-механические характеристики покрытий.

Исследование осуществлялось на плоских титановых образцах из ВТ1-00 размером 20×20×2,5 мм. Очистка и обезжиривание производились с использованием



ультразвуковой ванны УЗУМИ-2 при частоте 22 кГц. Концентрированное энергетическое воздействие лазерным лучом на поверхность титана осуществлялось на лазерном технологическом комплексе LRS-50. Управляющими факторами технологического процесса являлись: напряжение лампы накачки лазера; длительность импульса; частота следования импульсов, а также число импульсов в одну зону воздействия. При варьировании данных параметров происходило изменение энергетических параметров: плотности мощности и плотности энергии лазерного излучения с использованием измерителя мощности Laserstar Orphi. Режимы лазерной обработки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Варьирование технологических параметров ИЛО

№ п/п	Технологические параметры	Диапазон варьирования
1	Напряжение лампы накачки U, В	от 250 до 450
2	Длительность импульса $\tau$ , мс	от 2,5 до 10,0
3	Частота следования импульсов f, Гц	от 1 до 2
4	Число импульсов в пятне облучения, шт.	от 2 до 5

Лазерная модификация поверхности технического титана осуществлялась с оплавлением и без оплавления поверхности. Было выявлено, что при обработке с оплавлением при плотности энергии свыше  $1 \times 10^7$  Дж/м<sup>2</sup> формируется более развитая морфология поверхностного слоя. При обработке без оплавления (до  $1 \times 10^7$  Дж/м<sup>2</sup>) на топографию покрытия оказывает влияние качество предварительной обработки поверхности, т.е. её шероховатость, полученная пленка покрывает тонким металлокерамическим слоем исходную поверхность. Использование плотности энергии более  $4 \times 10^7$  Дж/м<sup>2</sup> приводит к образованию трещин в металлокерамическом покрытии, вызванных высокими внутренними напряжениями.

Количество импульсов в одну зону воздействия приводит к увеличению зоны температурного влияния как на поверхности обрабатываемого материала, так и в его объеме. При использовании более 5 импульсов происходит увеличение температурных полей в объеме твердого тела, а при наличии низкой интенсивности теплоотвода определенного количества приводит к разрушению поверхностного слоя.

Анализ изображений оптической микроскопии установил, что на конечную морфологию металлокерамических покрытий оказывают влияние все выше описанные технологические параметры процесса ИЛО (рис. 1). На рис. 1 по оси абсцисс отложен размер частиц покрытия, а по оси ординат – их процентное содержание. При обработке с

плотностью энергии  $3,03 \times 10^7$  Дж/м<sup>2</sup> металлокерамическое покрытие состоит из частиц размером порядка 0,62 мкм, а при плотности энергии  $1,62 \times 10^7$  Дж/м<sup>2</sup> – порядка 0,79 мкм.

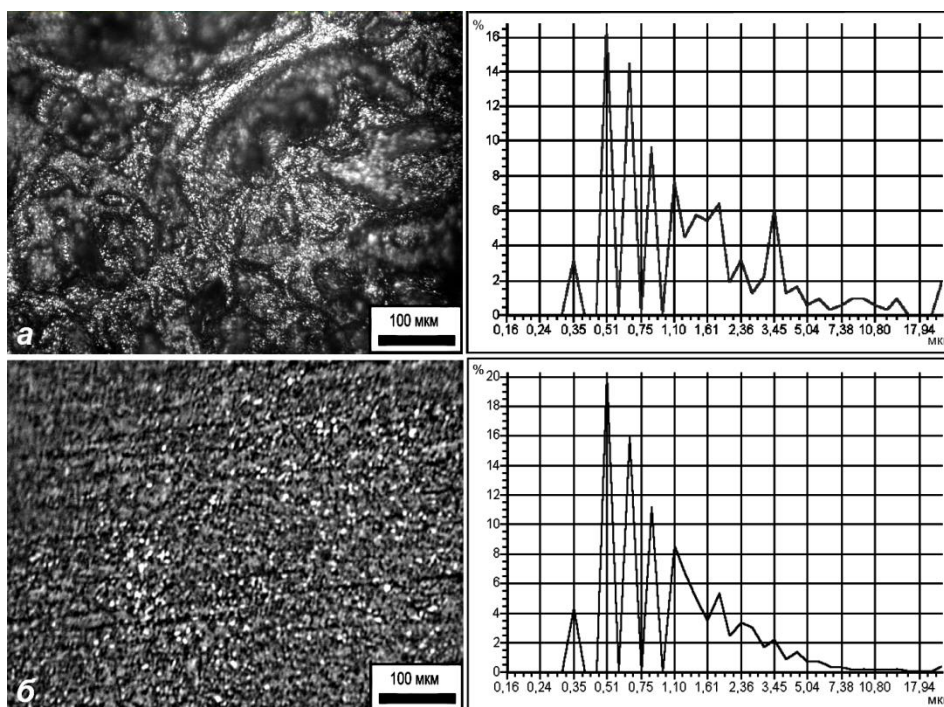


Рис. 1. Гранулометрический анализ металлокерамических покрытий:  
 а -  $U=400$  В,  $\tau=8$  мс,  $f=1$  Гц,  $N=5$ ,  $Q=3,0 \times 10^7$  Дж/м<sup>2</sup>; б -  $U=400$  В,  $\tau=3$  мс,  $f=1$  Гц,  $N=5$ ,  
 $Q=1,6 \times 10^7$  Дж/м<sup>2</sup>

На микротвердость металлокерамических покрытий оказывают влияние энергетические параметры процесса (рис. 2).

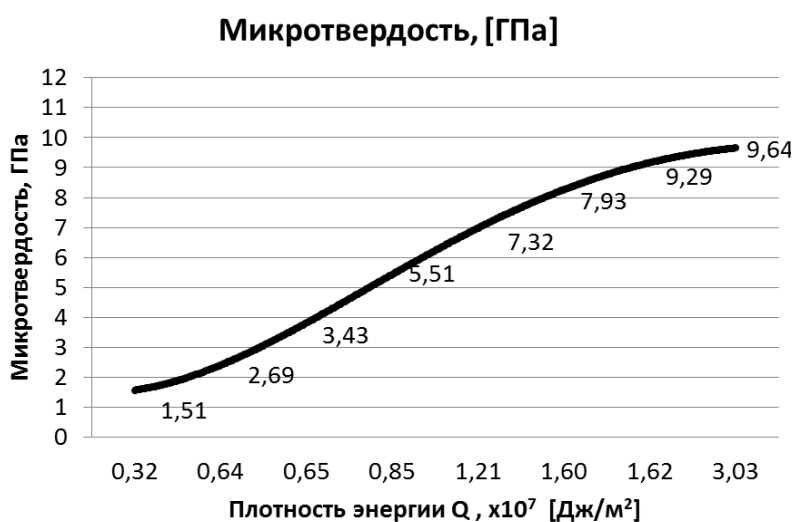


Рис. 2. Влияние плотности энергии ИЛЮ на микротвердости металлокерамических покрытий

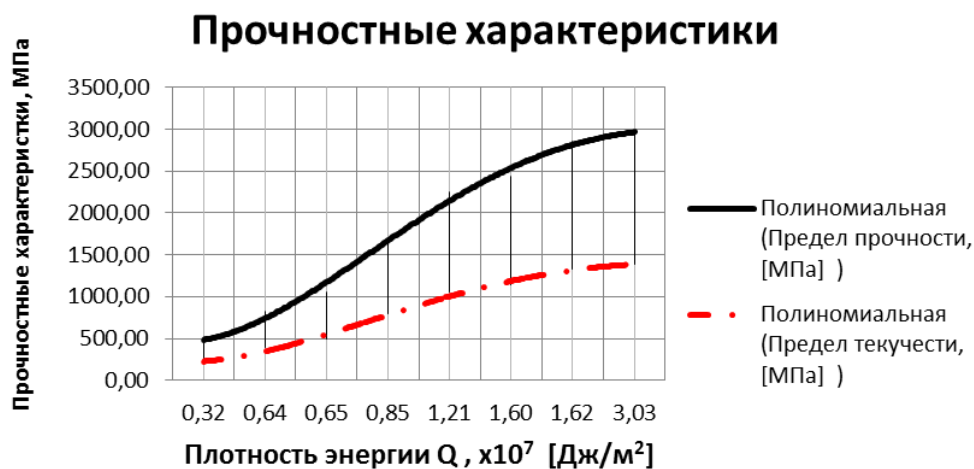
Микротвердость исходного титана, не подвергнутого обработке, составляла  $1,8 \pm 0,2$  ГПа и изменялась по поверхности, что объясняется технологией изготовления титановых пластин на металлургическом предприятии. Лазерная модификации от

$0,32 \times 10^7$  до  $0,85 \times 10^7$  Дж/м<sup>2</sup> способствует выравниванию распределения значения микротвердости в поверхностном слое, при этом выявлено увеличение микротвердости на 30 % по сравнению с исходной. Это объясняется термической обработкой титана, которая не приводит к фазово-структурным превращениям в поверхностном слое. При высокоэнергетической обработке, начиная с  $1,00 \times 10^7$  Дж/м<sup>2</sup>, происходит плавление поверхностного слоя, активная диффузия жидкой фазой кислорода и азота из окружающей атмосферы, что приводит к фазо-структурным преобразованиям. При этом происходит значительное увеличение величины микротвердости до 10 ГПа, что в 6 раз больше, чем у титана в необработанном состоянии.

Значение предела прочности  $\sigma_b$  металлокерамического покрытия характеризует величину допустимых максимальных нагрузок, прикладываемых к покрытию до начала его разрушения.

Предел текучести  $\sigma_m$  металлокерамического покрытия характеризует напряжение, при котором начинает развиваться пластическая деформация материала.

По результатам исследования прочностных характеристик были построены графики зависимости (рис. 3).



*Рис. 3. Влияние плотности энергии ИЛО на прочностные характеристики металлокерамических покрытий*

В ходе анализа полученных данных видно, что предел прочности и предел текучести металлокерамических покрытий зависят от теплофизического воздействия лазерного излучения, которое складывается исходя из энергетических параметров излучения. С увеличением энергетического воздействия на поверхность титановой основы происходит увеличение прочностных характеристик покрытия.

Установлено, что адгезия металлокерамических покрытий, сформированных с помощью лазерного излучения на поверхности титана, составляет 25–32 МПа, что

достигается при плотностях энергии от  $1,25 \times 10^7$  Дж/м<sup>2</sup> до  $3,00 \times 10^7$  Дж/м<sup>2</sup>, что соответствует требованиям, предъявляемым к металлокерамическим покрытиям.

Обобщая выше описанное, можно сделать вывод, что управляя энергетическим воздействием в ходе импульсной лазерной обработки, существует возможность формировать металлокерамические композиционные покрытия с заданными характеристиками, исходя из области применения покрытия: медицина, машино- и приборостроение.

#### Литература

1. Лясников В.Н. Плазмонапылённые материалы и покрытия. Свойства, технология, оборудование и применение: учеб. пособие / В.Н. Лясников, Н.В. Протасова, К.С. Толмачёв. – Саратов. гос. техн. ун-т, Саратов. 2012. – 489 с.
2. Хаскин В.Ю. Процессы упрочнения и нанесения покрытий с использованием лазерного излучения: (обзор) / В.Ю. Хаскин // Автомат. Сварка. – 2008. – № 12. – С.24-32.
3. Митрофанов А.А. Обработка газотермических покрытий с использованием лазерного излучения / А.А. Митрофанов, Е.А. Чащин, С.А. Балашова // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2011. – № 1 – С. 103-105.
4. Шишковский И.В. Селективное лазерное спекание и синтез функциональных структур: автореф. дис. ... д-р. физ.-мат. наук (01.04.17 – химическая физика, в т.ч. физика горения и взрыва) / И.В. Шишковский; рук. работы Ю.Г. Морозов. – Самара: СФ ФИАН, 2005. – 38 с.
5. Морозова Е.А. Структура и свойства титана и его сплавов при лазерном легировании: автореф. дис. ... канд. техн. наук (01.04.07 – физика твердого тела) / Е.А. Морозова; рук. работы Л.Н. Бекренев. – Самара: СамГТУ, 1992. – 21 с.

**АЭС с ВВЭР: эффективность модернизации главных циркуляционных насосов частотно-регулируемыми приводами**

Хрусталеv Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор;

Гариевский Михаил Васильевич, научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Саратовский научный центр Российской академии наук, г. Саратов

*Представлена предварительная методика оценки эффективности модернизации главных циркуляционных насосов мощных энергоблоков АЭС с ВВЭР частотно-регулируемыми приводами. Показано, что установка частотно-регулируемых приводов главных циркуляционных насосов на АЭС с ВВЭР целесообразна в перспективе не только для экономии расхода энергии на привод ГЦН на частичных режимах, но и для повышения мощности энергоблоков АЭС выше номинальной, а также для участия АЭС в частотном регулировании.*

По техническим и экономическим причинам существующие атомные электростанции оптимизированы для работы в базовой части графика электрических нагрузок. Увеличение доли атомной генерации в общем производстве электроэнергии, неравномерные графики электропотребления и рост доли возобновляемых энергоисточников (ветра, солнца и др.) вынуждают АЭС работать в переменном режиме и участвовать в регулировании частоты в энергосистеме, несмотря на очевидно невыгодное снижение коэффициента использования установленной мощности. Проблема маневренности АЭС сегодня актуализируется, прежде всего, в тех ОЭС, где их доля уверенно растет, например, в центре Европейской части РФ. Ранее эта задача обозначилась в атомной энергетике Франции и Германии, где АЭС относительно давно участвуют в регулировании частоты и мощности [1]. Кроме того, системный оператор ЕЭС РФ принял решение о принятии требования к энергоблокам АЭС с ВВЭР-1000, 1200 об обязательном участии в первичном регулировании частоты в отечественных ОЭС путем реализации требуемой первичной мощности в пределах регулировочного диапазона: на загрузку величиной до 2 % или на разгрузку величиной до 8 % номинальной электрической мощности энергоблока.

Одной из наиболее эффективных технологий, позволяющих принципиально решить проблему маневренности водо-водяных реакторных установок, является плавное изменение расхода теплоносителя в главных контурах реактора регулированием частоты вращения электроприводов главных циркуляционных насосов (ГЦН) [2, 3]. Отметим, что регулирование частоты приводов ГЦН в РФ уже выполнено

на АЭС с быстрыми натриевыми реакторами с целью стабилизации работы петель натриевых контуров [4, 5].

Работа АЭС при дефиците активной мощности вызывает снижение числа оборотов ГЦН и уменьшение расхода теплоносителя. Это приводит к противоречию, которое может быть преодолено использованием спецпреобразователей частоты электроприводов ГЦН, так как работа тиристорных преобразователей не зависит от частоты питания сети. При их использовании мощность блока можно увеличивать до сверхноминального значения для регулирования частоты в энергосистеме и ликвидации системных аварий, без уменьшения запаса до кризиса теплообмена в активной зоне реактора [6]. В предлагаемой работе показывается бóльшая целесообразность переноса области регулирования отечественных АЭС в до- и сверхноминальный (т.е. в «околобазовый» диапазон).

Исследования показали, что плавное изменение расхода теплоносителя регулированием частоты вращения электроприводов ГЦН позволяет получать спецификационные параметры пара и за счет этого эффективные энергетические характеристики турбин в режимах частичной мощности, пуска и останова энергоблока АЭС, значительно снизить колебания температур и давлений в главных контурах [7]. При этом достигается ресурсная экономия внутрикорпусных устройств, повышается надежность, долговечность и экономичность за счет снижения малоциклового усталости металла энергооборудования и роста КПД нетто блока в диапазоне мощности 60–100 %  $N_{ном}$  и выше номинальной. Наиболее важным, достигаемым при частотно-регулируемом приводе (ЧРП) ГЦН преимуществом является возможность дополнительного (к уже сегодня достигнутому 4 %  $N_{ном}$ ) повышения мощности до 7–10 % выше номинального уровня. При этом возможно поддержание того же коэффициента запаса до кризиса теплообмена путем соответственного расхода теплоносителя [8].

Также при установке ЧРП ГЦН необходимо учитывать следующие системные эффекты: повышение общей надежности и безопасности АЭС с ВВЭР в энергосистемах из-за возможности быстрого повышения нагрузки на энергоблоках АЭС с ВВЭР; замещение нового строительства АЭС (с очень высокими сегодня удельными затратами в сооружение новой АЭС и существенно меньшие затраты в повышение мощности выше номинальной на действующих энергоблоках, несмотря на то, что при установке частотно-регулируемого привода потребуются дополнительная модернизация); социальный эффект из-за высвобождаемого из энергетического баланса РФ природного газа и его продажи за рубеж в результате роста мощности действующих АЭС [9, 10].

При технико-экономическом обосновании установки ЧРП ГЦН необходимо принимать во внимание следующие основные факторы: экономию электроэнергии на привод ГНЦ при использовании частотно-регулируемого привода (на пониженных нагрузках), соответственный перерасход энергии на привод ГЦН в режиме нагрузок выше номинальной, дополнительную выручку от продажи электроэнергии, изменение затрат на топливо при изменении КИУМ и затраты в модернизацию ГЦН. Формулу суммарной выручки для предварительной экономической эффективности установки ЧРП ГЦН запишем следующим образом:

$$\begin{aligned} \Delta \mathcal{E}_{\text{год}} = & \tau_{>1} \cdot (N_{>1} + \Delta N_{\text{ГЦН}>1}) \cdot T_{>1}^{\text{э}} + \\ & + \tau_{<1} \cdot (N_{<1} + \Delta N_{\text{ГЦН}<1}) \cdot T_{<1}^{\text{э}} - \frac{(\Delta N_{>1} + \Delta N_{\text{ГЦН}>1}) \cdot C_{\text{я}}}{24 \cdot V \cdot \eta_{\text{АЭС}}}, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $\tau_{>1}$ ,  $\tau_{<1}$  – число часов, осредненное по годам с выработкой мощности более и менее номинальной в исследуемых графиках нагрузок, соответственно;

$T_{>1}^{\text{э}}$ ,  $T_{<1}^{\text{э}}$  – отпускные тарифы для этих графиков нагрузки;  $N_{>1}$ ,  $N_{<1}$  – отпускаемые по графикам нагрузки дополнительная мощность выше номинальной и мощность ниже ее;  $\Delta N_{\text{ГЦН}>1}$ ,  $\Delta N_{\text{ГЦН}<1}$  – соответственно потери и выигрыш мощности ГЦН на этих же режимах;

$C_{\text{я}}$  – цена ядерного топлива;

$V$  – глубина выгорания ядерного топлива.

Затраты в частотно-регулируемый привод и повышение расчетной мощности насоса должны приводиться по самой высокой требуемой частоте (обоснованной расчетами):

$$\Delta K_{\text{ГЦН}}^{\text{ЧРП}} = K_{\text{ГЦН}}^{\text{баз}} \Delta \bar{N}_{\text{ГЦН}} k_{\text{м}} = K_{\text{ГЦН}}^{\text{баз}} \left[ 1 - (f / f_{\text{ном}})^3 \right] k_{\text{м}}, \quad (2)$$

где  $K_{\text{ГЦН}}^{\text{баз}}$  – базовая стоимость ГЦН (ГЦН-195М, ГЦНА-1391 или др.), включая электрическую часть;

$\Delta \bar{N}_{\text{ГЦН}}$  – относительное увеличение мощности ГЦН;

$f$ ,  $f_{\text{ном}}$  – повышенная и номинальная (50 Гц) частоты, соответственно;

$k_{\text{м}}$  – коэффициент удорожания, связанный с реализацией дополнительного ЧРП привода: в antivибрационные мероприятия, в байпасные контакторы, электромагнитную совместимость, охлаждение, согласующий входной трансформатор и др., принят 1,3.

По данным ЦКБМ, единственного в РФ разработчика и изготовителя ГЦН (ГЦН-195М и ГЦНА-1391), стоимость 4-х ГЦНА с электродвигателями в сборе для АЭС с ВВЭР-1200 «Ханхикиви-1» (Финляндия) составит 3 млрд. руб. (РИА Новости <https://ria.ru/20160526/1439695428.html>). Примем базовую стоимость 1 ГЦНА в сборе с электродвигателем – 0,75 млрд. рублей (3 млрд. руб. за 4 ГЦНА-1391). Результаты расчета капитальных затрат в модернизацию ГЦН при повышении расчетной частоты и установке частотно-регулируемого привода приведены в табл. 1.

Результаты расчетов работы энергоблока АЭС с ВВЭР-1200 в базово-маневренных графиках нагрузки (6000 ч/год на сверхноминальных нагрузках и 2000 ч/год на пониженной мощности) выполнены при глубине выгорания 55 МВт•сут./кг UO<sub>2</sub>, цене ядерного горючего 70000 руб./кг и представлены в табл. 2.

Таблица 1

Капитальные затраты в модернизацию ГЦН частотно-регулируемыми приводами

Частота f, Гц	Относительная мощность ГЦН	Рост стоимости ГЦН, %	Затраты в модернизацию одного/четырех ГЦН, млн. руб.
50	1	–	–
51	1,061	38,0	59,7 / 238,7
52	1,125	46,2	121,7 / 487,0
53	1,191	54,8	186,2 / 745,0
54	1,260	63,8	253,2 / 1012,9
55	1,331	73,0	322,7 / 1290,9

Таблица 2

Результаты технико-экономических расчетов модернизации ГЦН РУ ВВЭР-1200

Показатели	Режимы				
	Работа энергоблока на сверхноминальной мощности				
Относительная мощность АЭС	1,02	1,04	1,06	1,08	1,1
Число часов работы, ч/год	6000	6000	6000	6000	6000
Увеличение мощности АЭС, МВт	24	48	72	96	120
Увеличение мощности 4 ГЦН, МВт	1,4	2,9	4,4	6,0	7,6
Выручка от продажи доп. электроэнергии, млн. руб.	194	387	581	774	968
Увеличение затрат на электроэнергию, потребляемой ГЦН, млн. руб.	8	17	26	36	46



Работа энергоблока на мощности ниже номинальной					
Относительная мощность АЭС	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Число часов работы, ч/год	2000	2000	2000	2000	2000
Снижение мощности АЭС, МВт	216	216	216	216	216
Снижение мощности 4 ГЦН, МВт	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3
Уменьшение затрат на электроэнергию, потребляемой ГЦН, млн. руб.	21	21	21	21	21
Годовые показатели энергоблока					
КИУМ, %	88,6	90,0	91,3	92,7	94,1
Увеличение затрат на ядерное топливо, млн. руб.	22	45	67	90	112
Увеличение выручки за год, всего, млн. руб.	183	346	508	669	830
Затраты в модернизацию 4 ГЦН, млн. руб.	239	487	745	1013	1291
Срок окупаемости, лет	1,30	1,41	1,47	1,51	1,55

#### Выводы.

1. Представлена предварительная методика оценки эффективности модернизации главных циркуляционных насосов мощных энергоблоков АЭС с ВВЭР частотно-регулируемыми приводами.

2. Показано, что для АЭС с ВВЭР на ближайшую перспективу выгоднее использовать частотно-регулируемый привод ГЦН в комбинированных базоманевренных режимах. В этом случае возможно получить значительно больший эффект за счет выработки дополнительной мощности. Углубленный анализ затрат в модернизацию ГЦН с установкой частотно-регулируемого привода и оценка достигаемой экономии позволили оценить срок окупаемости от 1,3 до 1,6 года в зависимости от уровня повышения мощности энергоблока.

3. Предполагаемые решения позволят также увеличить приемистость энергоблоков АЭС, получить экономию от замещения нового строительства АЭС, вытеснить газовое топливо как ценный экспортный ресурс и реализовать требования по участию энергоблоков АЭС в противоаварийном и частотном регулировании.

#### Литература

1. Non-baseload Operation in Nuclear Power Plants: Load Following and Frequency Control Modes of Flexible Operation, Nuclear Energy Series, No. NP-T-3.23. – Vienna: International atomic energy agency, 2018. – 173 p.

2. Башарат А. Регулирование энергоблоков АЭС с ВВЭР при изменении производительности ГЦН / А. Башарат, И.И. Лошаков // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. – 2002. – № 1. – С. 53–60.
3. Хрусталеv В.А. Вопросы эффективности высоковольтных частотно-регулируемых приводов ГЦН энергоблока АЭС с ВВЭР / В.А. Хрусталеv, Д.О. Башлыков, М.В. Гариевский // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетикИ. – 2017. – № 7-8. – С. 98-108.
4. Черемисин В.В. Опыт эксплуатации регулируемых электроприводов главных циркуляционных насосов реактора БН-600 / В.В. Черемисин, Е.А. Шилов, Е.Ю. Анишев // Электрические станции. – 2005. – № 5. – С. 19-21.
5. Лазарев Г.Б. Энергоэффективное управление расходом теплоносителя в главных контурах реакторных установок энергоблоков АЭС / Г.Б. Лазарев, А.Н. Новаковский, А.Т. Султанов // Энергия единой сети. – 2015. – № 4 (21). – С. 70-88.
6. Хрусталеv В.А. Повышение мощности действующих энергоблоков с водородными реакторами: состояние, проблемы и перспективы / В.А. Хрусталеv, М.В. Гариевский // Труды АкадемэнергО. – 2017. – № 4. – С. 77-88.
7. Хрусталеv В.А. О применении частотно-регулируемого привода главного циркуляционного насоса на энергоблоках АЭС с реактором ВВЭР / В.А. Хрусталеv, Д.О. Башлыков, М.В. Гариевский // Энергетик. – 2018. – № 1. – С. 17-22.
8. Лазарев Г.Б. Перспективы и проблемы применения частотного регулирования главных циркуляционных насосов реакторных установок ВВЭР в маневренных режимах работы АЭС / Г.Б. Лазарев, В.А. Хрусталеv, М.В. Гариевский // Энергетик. – 2018. – № 9. – С. 9-14.
9. Хрусталеv В.А. Системные преимущества модернизации главных циркуляционных насосов АЭС с ВВЭР установкой частотно-регулируемых приводов / В.А. Хрусталеv, М.В. Гариевский // Труды АкадемэнергО. – 2019. – № 1. – С. 36-45.
10. О возможности участия АЭС с ВВЭР в противоаварийном частотном регулировании в энергосистемах / В.А. Хрусталеv [и др.] // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетикИ. – 2019. – Т. 21. – № 3. – С. 99–108.

## СЕКЦИЯ 2

### «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ»

УДК 373.3

#### **Использование электронных образовательных ресурсов для активизации познавательной учебной деятельности**

Байкова Марина Ивановна, студент направления

«Начальное образование, информатика»,

Ходакова Нина Павловна, доктор педагогических наук, профессор департамента

«Методика обучения»

Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
города Москвы «Московский городской педагогический университет», г. Москва

*В статье раскрывается проблема использования электронных образовательных ресурсов (ЭОР) на уроках в начальной школе. Дополнение уроков ЭОР не исключает традиционные методы обучения, а их интеграция становится необходимой на всех этапах обучения.*

Сейчас, в век информационных технологий, каждый человек живёт в мире электронных средств и большого потока информации. Интернет стал неотъемлемой частью окружающей нас действительности. Это отражается и на процессе обучения. Увеличение объема информации заставляет педагога задуматься над тем, как поддержать у учащихся интерес к изучаемым предметам, их активность на протяжении всего урока. В этом случае необходимо проявление истинного педагогического мастерства, которое будет соответствовать современному уровню развития науки и техники. Учитель должен стать и тьютором, и координатором информационного потока. Значит, педагогу нужно владеть современными методиками и образовательными технологиями, чтобы общаться на одном языке с ребёнком информационного века.

Электронные образовательные ресурсы важны и необходимы не только для педагога, но и для учащихся [1, 2, 4]. Например, для учителя электронные образовательные ресурсы позволяют решить проблему заинтересованности детей учебным предметом и учебным процессом в целом [3, 5]. А для учащегося это возможность действительно научиться. Использование электронных образовательных

ресурсов позволяет сделать занятие более увлекательным, а подачу информации интересной и доступной.

Уроки с использованием электронных образовательных ресурсов (ЭОР) особенно необходимы, по нашему мнению, в начальной школе. Обучающиеся данного возраста обладают наглядно-образным мышлением, поэтому очень важно строить их обучение, применяя иллюстративный материал, вовлекая в процесс восприятия нового не только зрение, но и слух, эмоции, воображение. Дополнение уроков электронными образовательными ресурсами не исключает традиционные методы обучения, а их интеграция становится гармоничной на всех этапах обучения: усвоение нового материала, закрепление, обобщение, контроль.

Данный деятельностный подход способствует осознанному усвоению знаний каждым учеником. Учащиеся могут выполнять разнообразные задания у обычной доски, у смарт-доски, у компьютера либо сидя за партами под комментариями учителя. Однако педагогу нужно найти ту тонкую и необходимую грань, которая позволит сделать урок по-настоящему развивающим и наиболее познавательным. Использование электронных образовательных ресурсов позволяет осуществить задуманное, сделать урок более эффективным, продуктивным и результативным.

Для того чтобы учебный процесс был более доступным для восприятия, содержательным и интересным, необходимо тщательно планировать, как, где и когда лучше включить в работу электронные образовательные средства: для проверки домашнего задания, актуализации знаний и постановки учебной проблемы, совместного открытия знаний, поиска решения проблемы, самостоятельного применения знаний или контроля за усвоением. К каждой из изучаемых тем подбираем разнообразные формы и виды работ: видеофильмы, тренажеры, тесты, презентации и проекты. Для этого функционирует большое количество специализированных порталов, на которых каждый учитель может выбрать для себя самое нужное и необходимое.

Необходимо соблюдать правильную интеграцию электронных ресурсов на уроке, чтобы не перегрузить учащихся информацией. Именно поэтому важно опираться на основные дидактические принципы и определять допустимый объем учебного материала с учетом норм, установленных санитарно-эпидемиологическими службами, которые характеризуют длительность работы ученика за компьютером и экраном смарт-доски.

Использование электронных образовательных ресурсов в начальной школе помогает педагогу совершать индивидуальный подход к каждому учащемуся, так как

формы работы ученик может выбирать для себя самостоятельно в соответствии с темой урока, а также эта технология даёт возможность проявить себя любому из учащихся. У младших школьников велико желание учиться новому, проявлять себя, и именно с помощью электронных образовательных ресурсов можно обучить не только теоретическим и фундаментальным истинам, но и прочно закрепить имеющиеся умения в практической деятельности.

Таким образом, применение электронных образовательных ресурсов в начальной школе позволяет решать одну из важнейших задач обучения – активизация познавательной деятельности. Использование электронных образовательных ресурсов делает уроки увлекательными, современными, организованными, а также позволяет разнообразить формы деятельности обучающихся.

#### Литература

1. Бовтенко М.А. Электронные образовательные ресурсы: современные возможности. [Электронный ресурс] URL: <http://bit.edu.nstu.ru/> (дата обращения: 11.12.2019).

2. Ильин В.А. Электронные образовательные ресурсы. Виды, структуры, технологии образования. [Электронный ресурс] URL: <http://swsys-web.ru/electronic-educational-resources.htm> (дата обращения: 11.12.2019).

3. Федосов А.Ю. Современные проблемы информатизации начального образования: монография / А.Ю. Федосов, Н.П. Ходакова. – Ульяновск: Изд-во «Зебра», 2019.

4. Дауленбаева Т. Инновационные технологии как фактор активизации познавательной деятельности обучающихся / Т. Дауленбаева, Н.П. Ходакова, Н.М. Виштак // Сборник трудов III Международной научно-практической конференции «Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2016. – С. 77-78.

5. Виштак Н.М. Игровые технологии в учебном процессе компьютерной школы / Н.М. Виштак, В.П. Петченко // Сборник трудов III Международной научно-практической конференции «Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. – С. 69-75.

### **Перспективы развития антивирусных программ**

Беляева Валерия Валерьевна, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Масленникова Ксения Витальевна, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Онтикова Анастасия Дмитриевна, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Михеев Иван Васильевич, старший преподаватель кафедры

«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» г. Балаково

*В статье представлены типы и назначение антивирусных программ, а также рассмотрены основные проблемы информационной безопасности в современном мире и соответствующие перспективы развития антивирусных программ.*

В век технологий каждый день создается большое количество различных «вирусных» программ, которые уничтожают файлы компьютера, зачастую безвозвратно. Но иногда «заражение» компьютера не ограничивается одним лишь удалением файлов. При помощи различных вирусных программ, их разработчики могут вымогать деньги в обмен на файлы из компьютера, что несет за собой уголовную ответственность в соответствии с Уголовным кодексом Российской Федерации.

Компьютерный вирус – это особый вид созданных программ, которые направлены в основном на уничтожение любых данных с персонального компьютера или порчу самого компьютера. Такие программы занимают очень мало памяти, а также могут копировать сами себя и таким образом распространяться по компьютеру, «заражая» все большее количество различных файлов.

«Заражение» – это момент, когда компьютерный вирус попадает на компьютер с каким-либо файлом или программой, а сам такой файл называется «зараженным». Заражение компьютера чаще всего происходит при скачивании различных файлов или программ из сети Интернет. Но заразить компьютер вирусом можно и без интернета, достаточно лишь скопировать зараженный файл с другого компьютера на съемный носитель и переместить файл на компьютер, при этом съемный носитель тоже «заражается» и есть вероятность потери всех файлов со съемного носителя.

На одном компьютере может быть большое количество вирусов. Так как вирусы заражают одни и те же файлы, в результате «множественное заражение» может привести к ускоренной поломке компьютера. Так как файлы, испорченные первым вирусом, подвергаются повторному искажению других вирусов, система компьютера начинает либо зависать, либо заикливаться намного быстрее, чем при наличии одного вируса.

Обнаружить вирус на компьютере можно при наличии следующих признаков:

– частые сбои в работе компьютера, в том числе частые «зависания» программ и самого компьютера;

– медленная работа компьютера;

– исчезновение файлов;

– искажение файлов;

– изменение размеров файлов;

– изменение даты редактирования файлов;

– увеличение количества неизвестных файлов на жестком диске компьютера;

– значительное уменьшение свободной памяти компьютера.

На данный момент науке известно более 30 тысяч различных компьютерных вирусов. Но не все вирусы опасны, существуют так называемые «полезные». Такие вирусы создаются не для заражения компьютеров, а специально для тестирования различных программ, чтобы выявить слабые места программ и уменьшить шанс программы заразиться каким-либо вирусом.

После возникновения первых вирусов появилась необходимость в программах, которые защищали бы компьютеры от них. Так и были созданы программы, которые называются антивирусными программами и защищают компьютер от вирусов и вредоносных файлов.

Антивирус – это программа, защищающая персональный компьютер от вирусов. Работа такой программы заключается в сканировании всех файлов компьютера и выявлении опасных файлов. Если на компьютере нашелся «зараженный» файл, то программа сразу сообщит вам об этом и предложит или удалить этот файл или вылечить его (по возможности). Также можно отправить файл в «карантин». «Карантин» – это некоторая защищенная антивирусом область, которая позволяет понаблюдать за действиями предположительно зараженного файла, а также за работой программ и операционной системы в отсутствие этого файла на прежнем месте.

Существует несколько типов антивирусных программ:

–Программы-детекторы – это программы, позволяющие сканировать файлы и жесткий диск, что позволяет обнаружить новые, неизвестные программе вирусы. Некоторые такие программы иногда могут «лечить» зараженные файлы, удаляя из них вирусы.

–Программы-доктора (фаги) – такие программы не только находят зараженные вирусами файлы, но и «лечат» их, то есть удаляют из файла тело программы-вируса, возвращая файлы в исходное состояние. В начале своей работы фаги ищут вирусы в оперативной памяти, уничтожая их, и только затем переходят к «лечению» файлов.

–Программы-фильтры (мониторы) – такой вид программ проверяет на наличие вирусов все запускаемые файлы, диски и дискеты. Такие программы способны обнаружить вирус до того, как он успеет испортить файлы и распространится по компьютеру.

–Программы-ревизоры (инспектора) – такие программы запоминают сведения файлов и при последующем сканировании компьютера они сравнивают эти данные и если некоторые данные не совпадают, то программа сразу сообщит об этом. Ревизоры тоже умеют «лечить» зараженные файлы. Программы-ревизоры относятся к самым надежным средствам защиты от вирусов.

На сегодняшний день остро стоит проблема информационной безопасности. Наиболее серьезную опасность представляют компьютерные вирусы и другие вредоносные программы.

Уязвимость компьютерных систем является следствием их недостаточной защищенности. Пользователи компьютеров чаще всего страдают от повреждений или даже полного уничтожения важных файлов и документов, которые являются воздействием различных вирусных программ. Некоторые вредоносные программы не разрушают файлы, они действуют иначе, пытаясь выкрасть важную для пользователя информацию [1].

В последнее время вирусные угрозы стали распространяться с огромной скоростью. Согласно теоретическим прогнозам, распространение угрозы по сети может произойти как минимум за 15 минут, а максимум за несколько часов. Также время на разработку компьютерных вирусов значительно сокращается [2]. Именно поэтому необходимо разрабатывать новые и улучшать уже существующие антивирусные программные обеспечения.

Наиболее полноценная антивирусная программа должна защищать устройство от вирусов постоянно. Такие программы обычно начинают свою работу одновременно



с запуском операционной системы, а также сразу сканируют все файлы на наличие вирусов.

Все современные антивирусы должны иметь антивирусную базу данных. Именно в ней содержатся сигнатуры (участки кода, характерные для той или иной вредоносной программы) всех известных на данный момент вирусов. Работа антивируса заключается в том, чтобы сверять сканируемый файл с имеющейся антивирусной базой. В случае соответствия какого-либо участка кода просматриваемого файла известному коду (сигнатуре) вируса в антивирусной базе, антивирус при возможности блокирует данный файл.

В настоящее время для защиты персонального компьютера существует огромное количество антивирусного ПО (программного обеспечения). Выбрать наиболее эффективную программу довольно сложная задача.

Так, Роскачество совместно с ICRT (International Consumer Research and Testing Ltd) – Международной ассамблеей организаций потребительских испытаний провело исследование антивирусных программ для компьютеров [3]. Согласно исследованию, в 10 лучших антивирусных программ вошли:

- Bitdefender Internet Security.
- Kaspersky Internet Security.
- Bitdefender Antivirus Free Edition.
- BullGuard Internet Security.
- Norton Security Deluxe.
- Trend Micro Internet Security.
- ESET Internet Security.
- Avira Antivirus Pro.
- Avast Internet Security.
- Avast Free Antivirus.

Для выбора наилучшего программного обеспечения существует сравнительная характеристика всех особенностей современных антивирусных программ, представленная на рис. 1.









Антивирус	 G DATA Antivirus for Mac OS	 Norton Security Deluxe	 KASPERSKY Internet Security	 Bitdefender Antivirus for Mac	 Avira Free Antivirus for Mac	 ESET Multi-Device (Mac)	 avast Free Mac Security	 AVG Antivirus for Mac
Общий рейтинг	4,05	3,98	3,90	3,81	3,57	3,48	3,04	2,93
Платный	✓	✓	✓	✓		✓		
Бесплатный					✓		✓	✓
Защита от программ-шпионов		✓	✓			✓	✓	✓
Защита от фишинга	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Защита от программы вымогателей				✓				
Защита от спама								
Родительский контроль			✓			✓		
Безопасный банкинг			✓					
Тонкая настройка								
Резервное копирование данных								
Защита почтового клиента							✓	
Блокировка навязчивой рекламы								
Менеджер паролей							✓	
Сетевой сканер безопасности							✓	

Рис. 1. Сравнительный анализ современных антивирусных программ

Сейчас антивирусные компании заняты тем, что собирают и описывают все виды вредоносных программ и их поведение, чтобы затем блокировать эти программы и исправлять последствия их работы. Поэтому развитие антивирусного ПО состоит в обновлении антивирусной базы [4]. Чаще всего программа обновляется сама, обычно каждый день, поскольку постоянно появляются новые угрозы, требующие немедленного вмешательства. Сигнатуры новых вредоносных программ заносятся в базу. Таким образом, антивирусная база постоянно пополняется, что позволяет программе всегда контролировать безопасность компьютера.

На данный момент средства коммуникации достигли высочайшего уровня развития. Мы живем в век технологий и уже не можем обойтись без них. Интернет значительно экономит время, позволяет связаться практически с любой точкой мира. Однако наравне с быстрым развитием технологий также быстро развиваются и вирусные программы. Поэтому разрабатывать усовершенствованные антивирусные программы необходимо еще быстрее.

Таким образом, перспективы развития антивирусных программ заключаются в том, что создателям антивирусных программ необходимо постоянно расширять и обновлять антивирусные базы, чтобы идентифицировать и удалять новые угрозы, требующие немедленного вмешательства. Так как в нашем мире «копилка» вирусов пополняется каждый день, разработчикам антивирусного ПО необходимо

прикладывать наибольшие усилия для разработки более новых путей защиты от вирусов.

Существуют и другие альтернативные способы защиты компьютера от внешних угроз. К примеру, такой метод защиты, как файервол, не похож на антивирус, хотя назначение у них схоже. Файервол автоматически блокирует наиболее опасный сетевой трафик, чтобы не допускать атак из сети Интернет. Таким образом, на компьютер пользователя не попадает угроз, а значит, важные файлы будут защищены. В случае же с антивирусом, вредоносное ПО может быть обезврежено уже попав на компьютер, и, если антивирус не вовремя распознает угрозу, важные файлы могут быть утеряны [5].

Пока в мире существуют компьютерные вирусы, антивирусные программы будут только совершенствоваться, чтобы противостоять вирусам. Главная сложность состоит в том, что количество вирусов постоянно растет и не все антивирусные программы могут распознать новую угрозу. Именно поэтому важно, чтобы антивирусное ПО имело возможность подстраиваться под вирусы, тем самым обеспечивая полную защиту компьютера.

#### Литература

1. Необходимость защиты компьютеров от вирусов. [Электронный ресурс] URL: [https://www.mv.org.ua/press/244neobhodimost\\_zashity\\_kompyuterov\\_ot\\_virusov.html](https://www.mv.org.ua/press/244neobhodimost_zashity_kompyuterov_ot_virusov.html) (дата обращения: 10.12.2019).
2. Тенденции развития антивирусного рынка. [Электронный ресурс] URL: <https://mirznanii.com/a/111953/tendentsii-razvitiya-antivirusnogo-rynka> (дата обращения: 10.12.2019).
3. Перспективы развития антивирусного ПО. [Электронный ресурс] URL: <https://www.sites.google.com/site/moiknigiilekcii/lekcii/> (дата обращения: 10.12.2019).
4. Рейтинг самых эффективных антивирусов. [Электронный ресурс] URL: <https://3dnews.ru/968667> (дата обращения: 10.12.2019).
5. Назначение файервола. [Электронный ресурс] URL: <https://www.cloudav.ru/> (дата обращения: 10.12.2019).

### **Адаптивные нейросетевые обучающие системы**

<sup>1</sup>Бутусов Олег Борисович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры  
«Информатика и прикладная математика»;

<sup>2</sup>Редикульцева Нина Ивановна, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Прикладная информатика»;

<sup>3</sup>Никифорова Ольга Павловна, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Математика»

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Российский государственный социальный университет», г. Москва;

<sup>2</sup>Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«Московский гуманитарный университет», г. Москва;

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Государственный университет управления», г. Москва

*Рассмотрены вопросы применения нейросетевых информационных технологий для построения адаптивных обучающих систем. Предложена методика адаптивного обучения, основанная на использовании функции успеваемости, с помощью которой описывается зависимость результатов обучения от параметров адаптивной системы. В качестве основного модуля адаптивной обучающей системы предложено использовать многослойную нейронную сеть с учетом сигналов смещения. Также предложено использовать смещение специального вида в функциях активации выходных нейронов. Сделан вывод о важности индивидуального подхода в развитии информационных обучающих систем.*

Количество учебных материалов (УМ) постоянно растёт, что предъявляет новые, повышенные требования к качеству УМ и простоте доступа к нему. Обучающие системы (ОС), построенные по старым шаблонам и в сущности являющиеся гипертекстовыми аналогами учебной литературы, на практике позволили убедиться в необходимости искать новые пути развития автоматизированных обучающих систем.

В статье будут рассмотрены некоторые аспекты методики построения адаптивных обучающих систем (АОС) на примере модельной системы дистанционного обучения (МСДО). В каждой ОС важную роль играет пользовательский интерфейс, так как через него пользователь получает доступ к УМ. Во многом форма подачи УМ и способы взаимодействия обучающихся с ОС через пользовательский интерфейс определяют успешность усвоения УМ [7]. При создании ОС стремятся сделать её пользовательский интерфейс максимально удобным для большей части её потенциальных пользователей. Но обучаемость пользователей достаточно сильно

различается. Для одного пользователя предложенные средства изучения УМ могут способствовать учебному процессу, для другого, наоборот, только мешать [2].

Один из вариантов решения этой проблемы – адаптировать пользовательский интерфейс под каждого пользователя индивидуально. При этом необходимо ответить на два вопроса: «Каким образом проводить адаптацию пользовательского интерфейса?» и «Как узнать, какая адаптация предпочтительна для конкретного пользователя?»

Адаптивная среда ОС.

Ответ на первый вопрос «Каким образом проводить адаптацию пользовательского интерфейса?» можно получить множеством различных способов. Один из способов будет рассмотрен ниже. Рассмотрим МСДО, которая состоит из связанных между собой модулей. Каждый модуль имеет набор параметров  $(p_1, p_2, \dots, p_n)$ , которые могут изменяться в некоторых ограниченных пределах и могут оказывать влияние на форму подачи информации ОС. Совокупность этих параметров определяет адаптивную среду (АС). Определение оптимальных значений параметров для конкретного пользователя будет определять текущее состояние АС этого пользователя. Обозначим вектор оптимальных значений параметров модуля  $j$   $\bar{a}_j = (p_{1j}, p_{2j}, \dots, p_{nj})$ . АС всей обучающей системы можно представить как многомерное евклидово пространство, размерность которого равна сумме размерностей адаптивных сред всех модулей ОС. Состояние такой АС будет определяться вектором параметров всех модулей обучающей системы. Количество комбинаций различных вариантов параметров работы модулей системы очень велико. Среди этого множества вариантов необходимо найти оптимальное сочетание, являющееся индивидуальным для каждого пользователя и в конкретный момент его обучения.

Личностная характеристика пользователя и функция успеваемости.

Ответ на второй вопрос «Как узнать, какая адаптация предпочтительна для конкретного пользователя?» также можно получить множеством способов. Один из них будет рассмотрен далее.

Для каждого пользователя система заполняет «карточку пользователя», в которой собирается вся индивидуальная информация о данном пользователе. ОС собирает информацию о том, какие материалы просматривает пользователь, в какой последовательности он это делает, сколько времени отводит на тот или иной раздел УМ, какими функциями пользуется и другие сведения об индивидуальных особенностях пользователя. Все эти данные определяют личностную характеристику обучаемого [1]. Выявить зависимость между значениями параметра модуля  $p$  и его влиянием на процесс обучения можно с помощью функции успеваемости (ФУ)

пользователя  $R = f(p)$ , где  $R$  – показатель успеваемости, например, баллы в сто-балльной шкале. Для примера на рис. 1 представлены модельные графики ФУ.

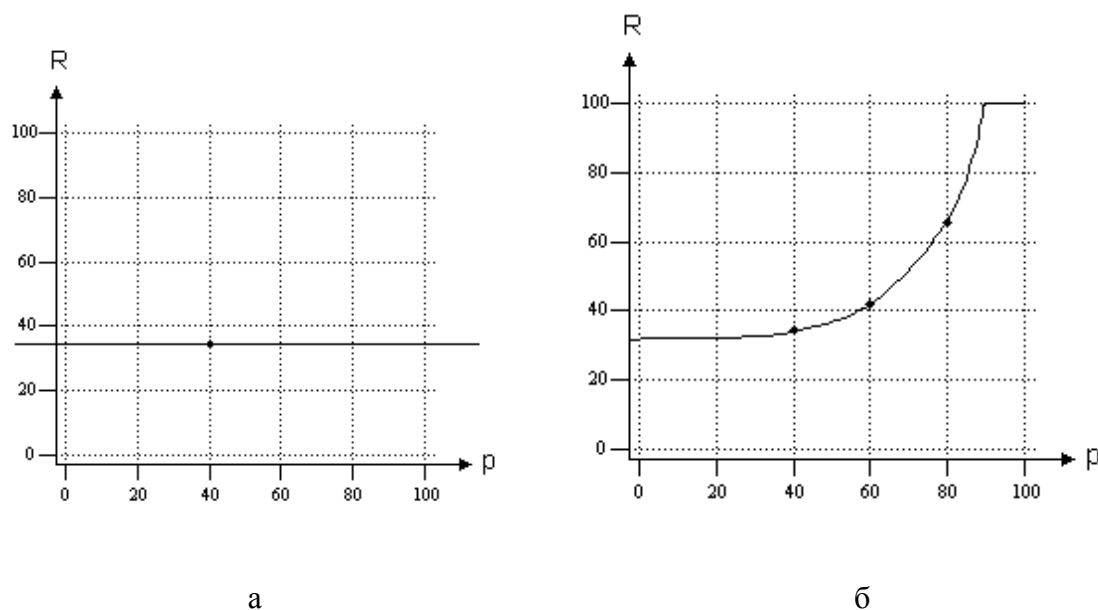


Рис. 1. Модельные графики функции успеваемости:  
*а* – после поступления начальных данных о результатах обучения; *б* – после получения результатов о трех последовательных тестированиях пользователя

Для каждого пользователя зависимость  $R = f(p)$  будет индивидуальная. Между двумя функциями  $R = f(p)$  можно ввести понятие расстояния. Для этого длину адаптируемого параметра следует разделить на  $n$ -интервалов. На границах каждого интервала вычисляются значения показателя успеваемости ( $R$ ), среднеарифметическое значение которых принимается за успеваемость на данном интервале. Тогда расстояние между двумя функциями  $f(p)$  и  $\bar{f}(p)$  можно вычислить по формуле  $D = \sum_{i=1}^n |R_i - \bar{R}_i|$ , где:  $R_i, \bar{R}_i$  – показатели успеваемости, соответствующие различным параметрам функций  $f(p)$  и  $\bar{f}(p)$ ;

$n$  – число интервалов деления адаптируемого параметра на части.

В результате проведенных исследований установлено, что для пользователей с близкими личностными характеристиками оптимальные значения адаптируемых параметров тоже близки. Таким образом, для уточнения функции  $f(p)$  можно использовать данные других пользователей, для которых расстояние  $D$  между их функцией успеваемости  $\bar{f}(p)$  и уточняемой функцией  $f(p)$  мало.

Нейросетевой метод определения ФУ.

В качестве одного из вариантов определения ФУ можно использовать обучаемые нейронные сети, задача которых установить зависимость между личной

предрасположенностью пользователя к определенным процедурам подачи информации и конкретными значениями параметров модулей обучающей системы. Нейронные сети (НС) представляют собой исключительно мощный метод моделирования, позволяющий воспроизводить чрезвычайно сложные зависимости [8]. Как правило, НС используется тогда, когда неизвестен точный вид связей между входами и выходами, если бы он был известен, то связь можно было бы моделировать непосредственно. С математической точки зрения, искусственный нейрон – это сумматор всех входящих сигналов, применяющий к полученной сумме некоторую простую нелинейную функцию, называемую активационной функцией. Полученный результат посылается на единственный выход. Такие искусственные нейроны объединяют в сети – соединяющие выходы одних нейронов с входами других, при этом полученные связи ранжируются (то есть коэффициент связи может быть разным) [5].

На рис. 2 представлено множество входных сигналов, обозначенных  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , которые поступают на искусственный нейрон. Эти входные сигналы в совокупности обозначаются вектором  $X$ . Каждый сигнал умножается на соответствующий весовой коэффициент  $w_1, w_2, \dots, w_n$  и поступает на суммирующий блок. Множество весовых коэффициентов в совокупности обозначается вектором  $W$ . Суммирующий блок складывает взвешенные входы алгебраически, создавая выход  $NET$ . В векторных обозначениях это может быть записано следующим образом:  
 $NET = X \cdot W$ .

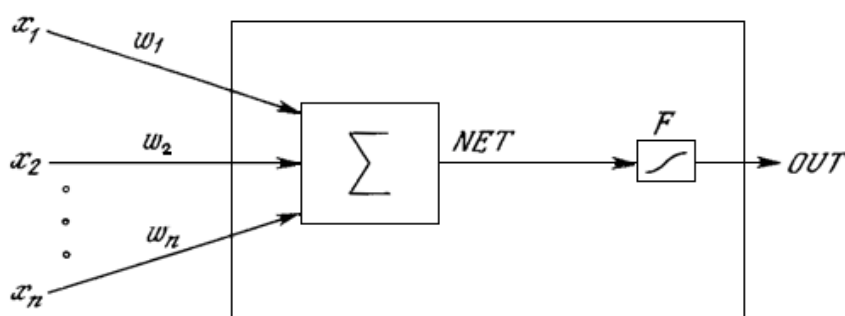


Рис. 2. Искусственный нейрон с активационной функцией

Сигнал  $NET$  далее преобразуется функцией активации  $F$  в выходной сигнал нейронной сети  $OUT$ . Если блок  $F$  сужает диапазон изменения величины  $NET$ , то  $F$  называется «сжимающей» функцией. В качестве такой функции часто используется логистическая или «сигмоидальная» функция. Активационная функция и её производная, используемые в ОС «ОНД-90», математически выражаются как:

$$\text{OUT} = \frac{1}{1 + e^{-\text{NET}}}, \quad \frac{\partial \text{OUT}}{\partial \text{NET}} = \text{OUT}(1 - \text{OUT}) \quad (1)$$

Целью обучения НС является согласованная подстройка её весовых коэффициентов, обеспечивающая требуемые значения выходных сигналов для заданного вектора входных сигналов. Если сеть обучена хорошо, она приобретает способность моделировать (неизвестную) функцию, связывающую значения входных и выходных переменных, и впоследствии такую сеть можно использовать для прогнозирования в ситуации, когда значения выходных сигналов неизвестны.

Модификация алгоритма нейронной сети в МСДО.

Рассмотрим МСДО, в которой используется многослойная НС прямого распространения с обратным распространением ошибки. На вход сети поступают результаты обучения пользователя, например, баллы, на выходе получают значение адаптируемого параметра. НС обучается на данных пользователя и данных других пользователей с близкими функциями успеваемости.

В МСДО использована следующая модификация стандартного алгоритма: (1) в сумматор каждого нейрона добавлен сигнал стандартного смещения; (2) также смещение добавлено в функцию активации. Общепринятый от 0 до 1 динамический диапазон входов и выходов нейронов не в данном алгоритме не является оптимальным [4]. Так как величина коррекции веса пропорциональна выходному уровню нейрона, порождающего OUT, то нулевой уровень ведет к тому, что вес не меняется. При двоичных входных векторах половина входов в среднем будет равна нулю, и веса, с которыми они связаны, не будут обучаться. Решение состоит в приведении входов к значениям  $\pm 1/2$  и добавлении смещения в функцию активации, чтобы она также принимала значения  $\pm 1/2$ . Новая сжимающая функция выглядит следующим образом:

$$\text{OUT} = -\frac{1}{2} + \frac{1}{1 + e^{-\text{NET}}} \quad (2)$$

Разработанный алгоритм является итерационным. Чем дольше пользователь работает с ОС, тем более точно система адаптируется к нему. Чем больше система «знает» пользователей, тем на более ранней стадии достигаются хорошие результаты адаптации. Как показали численные эксперименты, с помощью сделанных модификаций, время сходимости алгоритма сокращается в среднем от 30 до 50 % [9].

Выводы.

Современное развитие информационных технологий создало предпосылки к использованию в обучающих системах новых концепций, призванных увеличить эффективность обучения, как, например, ввод индивидуальной направленности



процесса обучения. Более того, поиск возможностей использовать такие методы становится необходимостью, так как взаимодействие на расстоянии не позволяет преподавателю в полной мере использовать индивидуальный подход к учащимся.

Исследования и практические разработки в данной области необходимы для повышения эффективности обучения с помощью АОС. Одно из важных направлений увеличения эффективности обучения, которому посвящена данная статья, это индивидуальная направленность обучающего процесса с использованием адаптации и с учетом индивидуальных особенностей пользователя (памяти, сосредоточенности, утомляемости, способностей и т.п.), что может повысить эффективность обучения в среднем на 25-50 % [3, 6].

#### Литература

1. Григорович Л.А. Педагогика и психология / Л.А. Григорович, Т.Д. Марцинковская. – М.: Гардарики, 2006. – 479 с.
2. Домрачев В.Г. Дистанционное обучение: возможности и перспективы / В.Г. Домрачев. – М.: Высшее образование в России, 1994. – 320 с.
3. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании / И.Г. Захарова. – СПб.: Академия, 2002. – 192 с.
4. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая Линия - Телеком, 2001. – 382 с.
5. Круглов В.В. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 221с.
6. Магазанник В.Д. Человеко-компьютерное взаимодействие: учеб. пособие для вузов / В.Д. Магазанник, В.М. Львов. – Тверь: Триада, 2005. – 200с.
7. Мунипов В. Эргономика. Человеко-ориентированное проектирование техники, программных средств и среды: учебник для вузов / В. Мунипов, В. Зинченко. – М.: Логос, 2001. – 356 с.
8. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / Ф. Уоссермен. – М.: Мир, 1992. – 149 с.
9. Hassoun M.H. Fundamentals of Artificial Neural Networks / M.H. Hassoun. – Cambridge: MIT Press, 1995. – 511 p.

**Применение искусственного интеллекта для построения индивидуальной образовательной траектории обучающегося**

Витковская Наталия Григорьевна, кандидат педагогических наук,

доцент кафедры «Информатика и прикладная математика»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный социальный университет», г. Москва

*В статье рассмотрены различные аспекты индивидуализированного обучения, основанного на применении дистанционных технологий и электронного обучения. Освещаются возможности использования данного вида обучения как с нормативно-правовой точки зрения, так и с технологической. Акцент делается на комплексной системе оценки контента и результатов обучения, позволяющей получать персонализированные данные итогов освоения дисциплин курса.*

Образовательная траектория в новых условиях рассматривается как индивидуализация профессионального и социального становления личности. Сущностью индивидуальных образовательных траекторий является осознанный и ответственный выбор субъектом формирования и реализации своего профессионально-образовательного потенциала. Как правило, человек ориентируется на собственные ценностно-смысловые ориентации, интеллектуальные и физические возможности – одним словом, на внутренние факторы построения индивидуальной образовательной траектории. Однако без внешних факторов её построения – системы образования, возможностей образовательных организаций, квалификации педагогических работников – реализация также не осуществима.

Потребность в переходе на индивидуальные образовательные траектории отражена в нормативной базе российского образования. Нормативно-правовые аспекты, связанные с индивидуализируемым обучением, отражены в нескольких отраслях законодательства. В первую очередь это Федеральный закон № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», действующий с 2013 года [1]. Статья 13 данного Закона гласит, что образовательная организация может использовать любые образовательные технологии, в том числе дистанционные и электронные.

Методологической основой Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОСов) общего и профессионального образования, принятых в 2010 году, являются системно-деятельностный и компетентностный подходы. Индивидуализация образования не противоречит законодательству в плане соблюдения реализации сроков обучения. Локальные правовые акты подкрепляют возможности

использования электронного обучения для реализации профессиональных программ различного уровня [2].

Перед образованием ставится задача обеспечения роста доли «самостоятельных» обучающихся с индивидуальными образовательными траекториями. С принятием ФГОСов нового поколения названная тенденция только усиливается.

Однако составлять индивидуальный учебный план для каждого обучающегося на сегодняшний день нереально. Это не только огромные затраты финансовых и педагогических ресурсов, но и отсутствие параметров, по которым он может составляться.

Тем не менее, шаги к реализации персонализированного обучения сегодня успешно делаются. В первую очередь это использование системы дистанционного обучения (СДО), которая позволяет собрать данные обучающихся и использовать их для выработки персонализированных рекомендаций. Кроме того, в комплексе с СДО для подобных целей используются такие ресурсы, как Яндекс Метрика, Google Analytics, «Курсометр» [3].

С помощью данного комплекса мер возможна фиксация качества контента с точки зрения обучающихся (рис. 1).

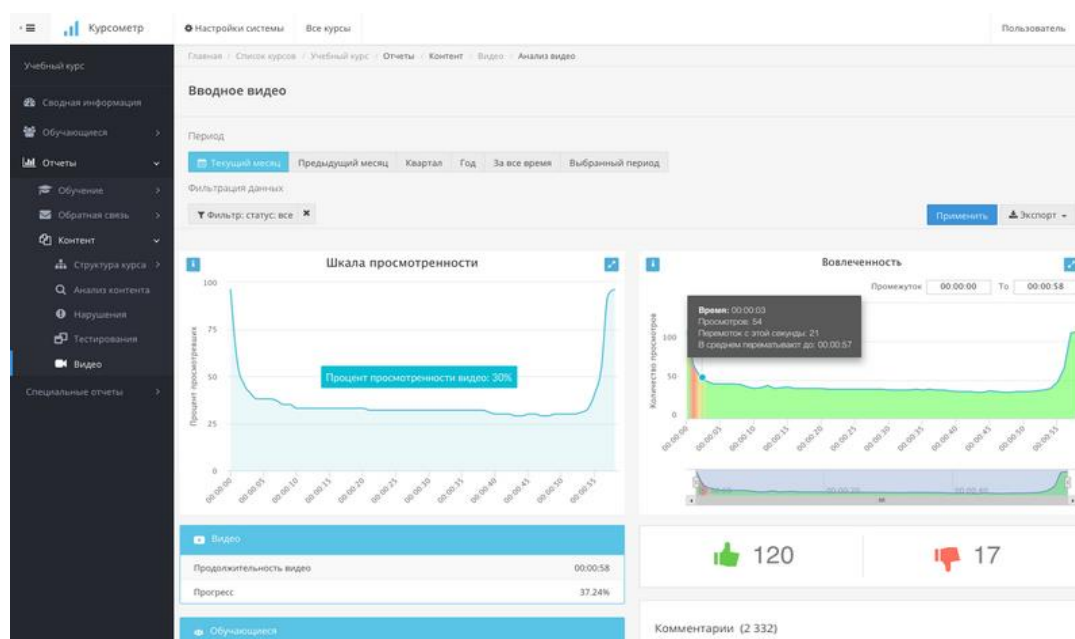


Рис. 1. Мониторинг образовательного контента с помощью программы «Курсометр»

Программа фиксирует количество просмотров контента, длительность его изучения, пропуск отдельных тем и разделов. На основании чего можно выявить причины неэффективного контента. К ним можно отнести такие, как неподходящий для

аудитории формат информации, обучающиеся знакомы в основном с материалом, материал труден и требует дополнительных разъяснений и т.д.

Также определяется качество тестов, осуществляется проверка на фрод (нарушения и мошеннические действия).

На основании результатов обучения можно выявить успеваемость, качество знаний. Далее можно вывести общую статистику по курсу (рис. 2).

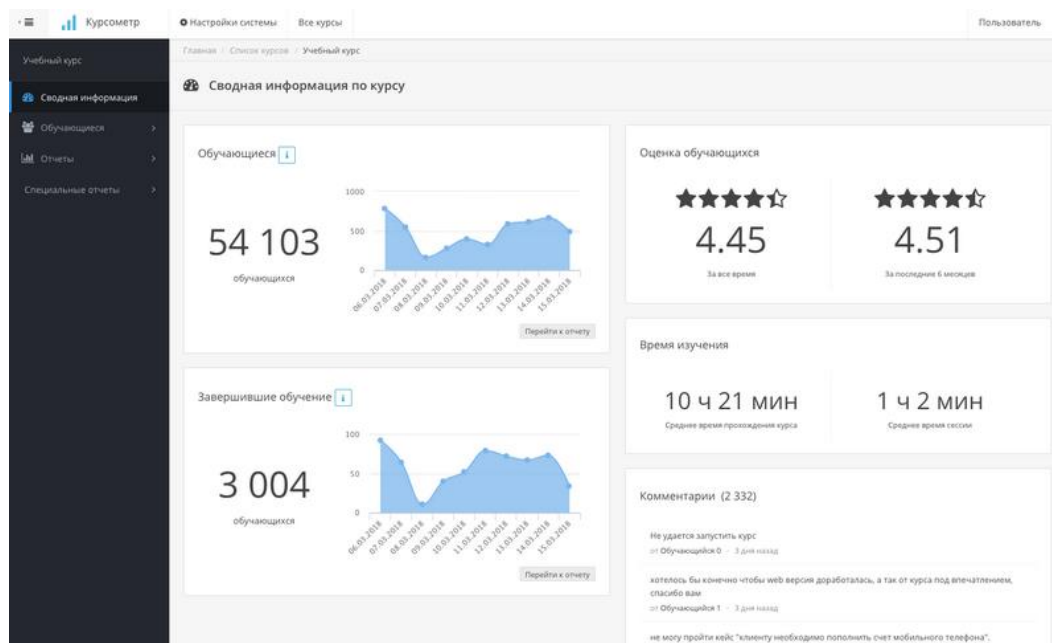


Рис. 2. Сводная информация по курсу обучающихся в программе «Курсометр»

Затем можно актуализировать образовательный контент (рабочие программы дисциплин, тесты, указания к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.), усложнять или делать более простыми вопросы тестов. Причем контент меняется не для всех, а по уровням. Кроме того, можно составлять рекомендации для обучающихся по его использованию.

Рассмотренная комплексная система оценки контента и результатов обучения (СДО + Яндекс Метрика, Google Analytics, «Курсометр») позволяет получать персонализированные данные итогов обучения. На основе этих данных разрабатываются рекомендации для каждого обучающегося.

Например, на основе интересов или способностей обучающегося, ему рекомендуют выбрать определенные курсы, увеличивают или уменьшают время изучения различных дисциплин и т.д. Это позволяет вести целенаправленную рациональную деятельность по моделированию у обучающегося представлений о будущей профессии, о достигнутых результатах обучения и сформированных компетенциях.

Обучающиеся могут выбирать модули для освоения частных аспектов профессиональной направленности и получения различных результатов обучения в предложенных образовательной программой комбинациях. Кроме выбора модулей образовательной программы обучающемуся может быть предоставлена возможность выбора вариантов его освоения – конкретного преподавателя или формы освоения. Для обеспечения возможности индивидуального выбора содержания в программе должны быть предусмотрены наборы модулей для выбора. Каждый такой модуль связывается с соответствующей компетенцией образовательной программы. Из них можно выбирать альтернативные модули и размещать в соответствии с индикаторами профессиональных компетенций при построении индивидуальной траектории обучаемым.

Для реализации возможности индивидуального выбора технологии и организационных схем реализации модулей или отдельных дисциплин, входящих в их состав, в программе должны быть предусмотрены различные варианты реализации дисциплин. Вариант реализации дисциплины – это совокупность технологий и организационных параметров реализации дисциплины. В общем случае вариант реализации дисциплины характеризуется набором свойств применяемых образовательных технологий: долей синхронных занятий, долей мероприятий с личным присутствием, распределением учебных мероприятий по периодам учебного года и т.д. За каждой дисциплиной в общем случае может быть закреплено несколько вариантов реализации на выбор.

#### Литература

1. Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон № 273-ФЗ: [принят Государственной Думой 21 декабря 2012 года; одобрен Советом Федерации 26 декабря 2012 года] // Консультант Плюс. [Электронный ресурс] URL: [http://www.consultant.ru/docut/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/docut/cons_doc_LAW_140174/) (дата обращения: 28.11.2019).

2. Карягина Т.В. Дистанционное образование на базе компьютерных телекоммуникаций / Т.В. Карягина // Ученые записки Российского государственного социального университета. – 2011. – № 9. – С. 142-146.

3. Melnikov B., Pivneva S. On the multiple-aspect approach to the possible technique for determination of the authors literary style // CEUR Workshop Proceedings. Selected Papers of the 11th International Scientific-Practical Conference Modern Information Technologies and IT-Education, SITITO-2016. – 2016. – pp. 311-315.

## Использование баз данных NoSQL

Гаврилова Кристина Эдуардовна, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Ермолаева Ольга Сергеевна, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Штырова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Информатика и управление в технических системах»;

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*Традиционные реляционные хранилища данных не позволяют в полной мере эффективно решать задачи обработки больших массивов слабоструктурированных данных. В связи с этим актуальным вопросом развития распределенных информационных систем является использование NoSQL баз данных, модель построения которых оптимизируется под конкретные требования хранимых данных.*

В современном мире трудно переоценить значимость информационных систем, основанных на базах данных (БД). В базах данных информация хранится в структурированном виде, что позволяет легко её обрабатывать и анализировать.

Использование реляционных баз данных в распределенных информационных системах является распространенным, проверенным способом для работы со значительным массивом данных. Однако реляционные БД можно хорошо масштабировать лишь в случае их расположения на небольшом количестве узлов компьютерной сети. Использование же их в качестве платформы для больших распределенных систем затруднено, так как сложность реляционной модели, строгие требования к согласованности данных и изолированности транзакций приводят к значительным проблемам [1].

Одним из решений данной проблемы стало применение хранилищ типа NoSQL (Not Only SQL). Этот термин объединяет в себе нереляционные хранилища данных, не поддающихся привычным правилам хранения данных (ACID). Обычно в таких системах не существует жесткой структуры, а также не используется пересечение таблиц, в основном, они вообще не имеют таблиц. Нереляционные базы данных делятся на несколько типов, которые определяются зависимостью от их масштабируемости, моделями данных и запросов, а также системой хранения данных.

В NoSQL базах данных используется модель хранения, оптимизированная под конкретные требования типа хранимых данных. Например, хранилища данных временных рядов рассчитаны на запросы к последовательностям данных, упорядоченных по времени, а хранилища данных графов – на анализ взвешенных связей между сущностями.

Первой особенностью нереляционных баз данных является отсутствие SQL (Structured Query Language) – универсального языка запросов, который используется всеми реляционными системами. Все NoSQL системы имеют собственный API для взаимодействия или встроенный язык запросов. Это решение имеет свои преимущества:

- Простота работы. Многие NoSQL решения, в основном хранилища вида «ключ-значение» имеют по сравнению с реляционными базами данных очень сильно урезанную функциональность, соответственно, не требуются сложные запросы.

- Простой синтаксис запросов приводит в итоге к меньшему количеству ошибок. Для упрощения работы с базой данных используется ORM (Object-Relational Mapping) – технология, позволяющая автоматически транслировать операции с объектами в запросы к базе данных.

Обычные реляционные системы управления базами данных имеют свойства, опирающиеся на требования ACID, а NoSQL системы ориентируются на программу BASE и, соответственно, имеют ряд следующих характеристик [2]:

- согласованность в конечном счёте, то есть информация может какое-то время находиться в несогласованном состоянии, но через некоторый промежуток ситуация меняется в обратную сторону;

- базовая доступность, то есть каждый запрос в любом случае завершается, независимо от того, успешно ли он был выполнен;

- гибкое состояние, что означает, что система, то есть её состояние имеет возможность изменяться с течением времени даже без ввода новых данных, с целью согласования информации.

Поскольку безопасность данных в NoSQL системах привязана непосредственно к данным, то основу системы безопасности составляют технологии шифрования и токенизации. Чаще всего обеспечение безопасности в базах данных NoSQL осуществляется на нескольких различных уровнях, например, шифрование на уровне файловой системы и на уровне приложения [3].

В случае использования нереляционной БД используются методы, позволяющие распределить информацию на несколько машин, к таким относятся: репликация и шардинг.

Системы NoSQL построены на архитектуре без общего доступа. То есть каждый блок структурированной информации состоит из множества серверов с частной памятью и частными дисками, подключёнными через сеть. Масштабируемость пропускной способности и объем данных достигается путем разбиения, то есть шардинга данных на разные узлы. Управляет этими процессами автоматическая система, которая распределяет информацию и реагирует на перегрузку шарда, для того чтобы перенести часть данных на другой, более свободный шард [4]. Таким образом, обеспечивается гибкость системы и упрощение поиска данных.

Репликация же подразумевает под собой ещё одну технику масштабирования баз данных. Смысл понятия репликации состоит в том, чтобы постоянно делать копии, то есть реплицировать, данных с одного сервера на другой, то есть реплику, или же несколько таких серверов. Следовательно, у программы есть возможность использовать не один сервер, с целью обработки запросов, а два или больше, и причём делать это параллельно – это способствует разгрузке серверов.

Есть несколько подходов при работе с репликацией данных:

- Master-Slave репликация;
- Master-Master репликация.

В подходе Master-Slave реализован лишь один основной сервер, который именуется Master, на нём и происходят все манипуляции с данными. Так называемый Slave-сервер должен иметь возможность копировать все совершённые изменения. С целью чтения данных программа отправляет запросы на Slave, а Master отвечает только за изменения и запись [4]. В данной системе есть возможность реализации нескольких Slave-серверов.

Подход Master-Master означает то, что любой сервер может быть изменён, а также применён для считки информации, при этом происходящие на нём изменения будут перемещены на другой сервер.

Таким образом, перспективы использования технологий NoSQL определяются возможностью использования не только традиционных для SQL схем, но и динамических альтернативных структур, что позволяет поддерживать работу с различными типами данных, обеспечивая при этом оптимальную гибкость и удовлетворяя требованиям к производительности и масштабируемости, обусловленным ростом объемов данных.



## Литература

1. Виштак Н.М. Проектирование системы хранения данных в распределенной информационной системе вузовского подразделения дополнительного образования / Н.М. Виштак, В.И. Жирнов // Сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции «Современные технологии в атомной энергетике». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. – С. 69-72.
2. Нереляционные данные и базы данных NoSQL. [Электронный ресурс] URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/architecture/data-guide/big-data/non-relational-data> (дата обращения: 03.12.2019).
3. Штырова И.А. Современные технологии защиты баз данных / И.А. Штырова, А.Г. Затулин // Сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции «Современные технологии в атомной энергетике». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. – С. 121-124.
4. No-SQL базы данных. [Электронный ресурс] URL: <https://proglib.io/p/nosql-db-part-2/> (дата обращения: 03.12.2019).

УДК 372.4

### **Эффективность внедрения сетевых проектов в практику начального образования**

Гончарук Елена Анатольевна, учитель начальных классов;

Багдашина Ольга Юрьевна, учитель начальных классов;

Ольховская Наталья Викторовна, учитель начальных классов

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение

«Средняя общеобразовательная школа № 28» г. Балаково Саратовской области

*В данной статье описан опыт организации сетевых проектов для младших школьников, рассматриваются роли всех участников проекта: детей, родителей и педагогов. На конкретных примерах раскрываются возможности сетевых проектов как способа развития качеств личности, отвечающих требованиям современного общества.*

ФГОС начального общего образования ставит перед современной школой приоритетной задачей «воспитание и развитие качеств личности, отвечающих требованиям информационного общества» [1]. ИКТ-технологии пронизывают буквально все сферы и структуры школы. Поэтому неслучайно в новых стандартах

впервые в ряду основных метапредметных результатов освоения учащимся основной образовательной программы отмечается «формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ-компетенции) как одной из важнейших компетенций, которую школа должна дать своим будущим выпускникам» [2].

Мы воспитываем необычное поколение детей, которые родились, когда Интернет уже существовал. Наши ученики обладают навыками работы с сетевыми информационными источниками. И как мы убедились, правильно организованная совместная работа учащихся в интернет-пространстве может дать нужный хороший результат.

К сетевому проекту должны быть готовы все его участники: дети, родители и педагоги. При этом меняется позиция учителя: он становится координатором, наставником, тьютором, помогая участникам проекта (ученикам) продвигаться в проекте, имеющем общую проблему, цель, согласованные методы, способы деятельности, направленные на достижение совместного результата.

В процессе работы над сетевыми проектами учащиеся обмениваются информацией, результатами собственных и совместных разработок, размещая их на сайтах, совместно редактируют документы, таблицы, презентации, получая, таким образом, сетевые образовательные продукты на основе современных интернет-технологий, используя сервисы Web 2.0, сервисы Google, страницы Wiki.

В процессе работы дети осваивают компьютер как средство обучения и развития, а не как игровую приставку. Командная работа помогает учащимся устанавливать деловые связи с другими людьми, распределять работу, нести ответственность за свою работу, помогать товарищам. Дети осваивают Интернет-пространство, используя для этого безопасные сервисы, свободные от рекламы, учатся культуре общения в сети.

Активно участвуя с обучающимися в различных проектах в сети интернет, мы постепенно учились вместе с ребятами и пришли к тому, что стали сами организаторами проектов для младших школьников. Первый наш проект «Космическая школа» мы организовали в апреле 2011 года. Он был посвящен 50-летию полёта человека в космос. Организуя данный проект, мы преследовали следующую цель: ознакомление учащихся младших классов с интересными фактами и событиями из области астрономии и космонавтики, направленное на повышение культурного развития учащихся.

В декабре 2011 года мы начали серию проектов «Новогодние приключения Снежки» на портале «Открытый класс». «Новогодние приключения Снежки» не задумывались первоначально как серия проектов. Но первый проект имел большой успех, он понравился детям, и мы решили продолжить. Проект «Приключения Снежки Олимпийской» мы связали с главным событием для нашей страны в 2014 году – зимними олимпийскими играми, а последний проект из серии Снежкины проекты назывался «Приключения Снежки и Росинки». Его мы посвятили году экологии в России. Перечисленные проекты проводились с целью стимулирования самостоятельной творческой деятельности учащихся, развития творческого потенциала личности, её интеллектуальных, познавательных и коммуникативных способностей и способствовали созданию новогоднего настроения, умению работать в команде. В школе сегодня необходимо изучать те способы и технологии, которые пригодятся в будущем. Дети должны получить возможность не только раскрыть свои способности, но и сориентироваться в высокотехнологичном конкурентном мире. Мы перешли к новой форме проведения сетевых проектов: веб-квестам. Веб-квест – это разновидность дистанционных проектов и отличается он от проекта тем, что дети, играя, примеряют на себе различные роли.

В ноябре 2014 года мы организовали веб-квест «Первое слово». Целью веб-квеста «Первое слово» было формирование у обучающихся бережного, уважительного отношения к матери. Каждый член команды исполнял определенную роль. «Историки» изучали историю Дня матери, «поэты» сочиняли синквейны. «Художники» рисовали портреты мам, «музыканты» исследовали, какие песни любят наши мамы и создавали музыкальные открытки в сервисе «Плейкаст». «Мастера» готовили поздравительные букеты. Дети выполняли задания, связанные с изучением истории дня матери, создавали свои авторские продукты для поздравления мам в различных сервисах Web 2.0.

В апреле 2015 года мы провели второй веб-квест «Здоровым будешь – всё добудешь» с целью формирования у обучающихся навыков здорового образа жизни. «Шифровальщики» создавали облако слов на тему «Здоровье – это...» в сервисе Tagul, «знатоки» создавали кроссворд на тему «Друзья и враги здоровья» в сервисе «Фабрика кроссвордов». «Художники» рисовали плакаты на тему «Мы за здоровый образ жизни», «Исследователи» собирали информацию о спортсменах своей школы, а «Музыканты» создавали музыкальную открытку в сервисе Плейкаст.

В юбилейный год для Саратовской области стартовал проект «Путешествие по Земле Саратовской» (рис. 1), в котором принимало участие 55 команд из разных

районов Саратовской области. Малая родина – это место, где человек родился и вырос, она имеет для каждого из нас огромное значение. Познание истории родного края, района, посёлка даёт возможность понять, кто мы есть, кто наши предки, что они нам завещали, лучше оценить прошлое, понять настоящее, заглянуть в будущее. Регистрация команд осуществлялась в Google Картах. Участники отвечали на вопросы викторины «Из истории Саратовской области», снимали фоторепортаж «Прогулка по родному городу, селу», проводили виртуальные экскурсии в музеи области, создавали кроссворды и презентации на тему «Знаменитые люди Саратовской области».

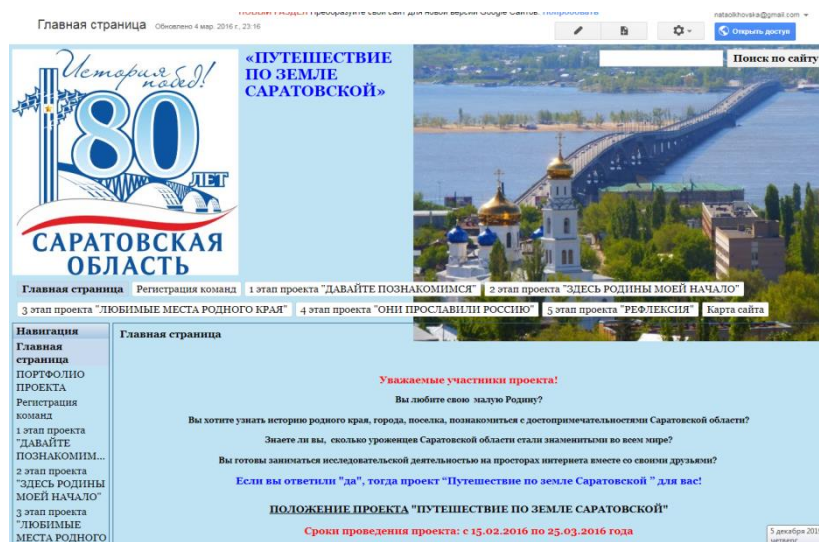
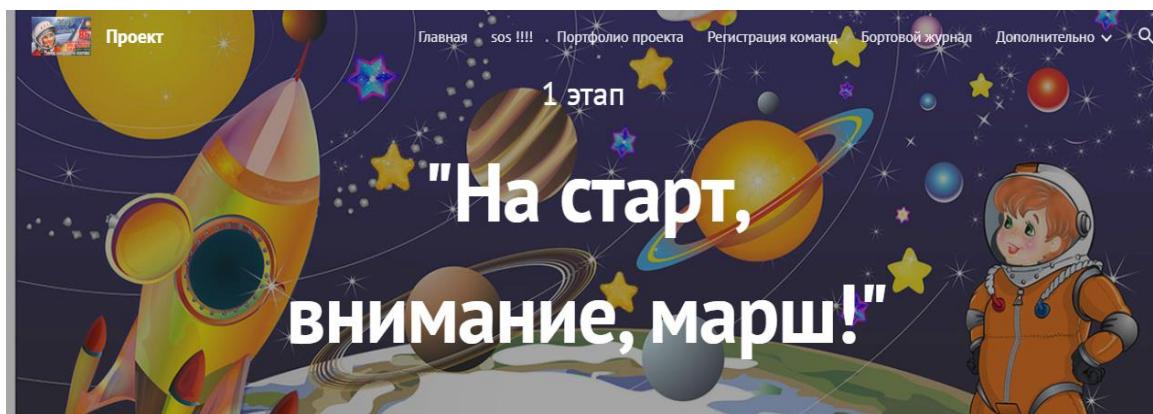


Рис. 1. Сетевой проект «Путешествие по Земле Саратовской»

Хорошей традицией стало проведение проектов к памятным датам истории страны. Проект «Космическое путешествие» (рис. 2) посвящен 85-летию со Дня рождения первого космонавта Земли Гагарина Ю.А.. Имя Гагарина тесно связано с Саратовской областью. Здесь он учился и здесь завершил свой первый полет в космос. Этот проект несет большую воспитательную ценность: способствует расширению понятий о космосе и о первопроходцах, покоривших воздушное пространство, воспитывает чувство гордости за свою Родину.



### Уважаемые участники проекта! Давайте познакомимся!

Для этого каждой команде необходимо:

1. Создать экипаж из 3 - 6 учеников и 1 куратора (педагога или родителя).
2. Куратор регистрирует свою команду, заполнив [анкету](#).
2. Создайте визитку команды: придумайте название команды, девиз, эмблему.
3. Заполните слайд презентации "[На старт, внимание, марш!](#)" вашей визиткой.
4. Отметить прохождение этапа в [Бортовом журнале](#).



НА ДАННОМ ЭТАПЕ РАБОТАЕМ



Рис. 2. Сетевой проект «Космическое путешествие»

При завершении проекта необходимо извлечь максимальную пользу из проделанной работы. Этому способствует итоговая рефлексия. В каждом проекте мы используем разные виды рефлексии: опрос, анкетирование, приём незаконченного предложения, составление синквейна, комментарии о своих впечатлениях о проекте и о своей роли в нём.

Нужно отметить, что все материалы проектов находятся в открытом доступе. Каждый может воспользоваться им для проведения мероприятий по внеурочной деятельности. Также материалы сетевых проектов могут быть использованы учителями и родителями при подготовке личных проектов к школьным НПК.

Работая над проектами, мы находимся в постоянном взаимодействии с родителями, составляя неразрывное триединство: учитель–дети–родители. У родителей появляется возможность полезного времяпровождения с ребенком. Такое тесное сотрудничество педагогов и родителей повышает положительное обеспечение проекта.

Сетевые проекты учат самостоятельности, инициативности, креативному подходу к решению проблем, толерантному поведению, развивают умения работать в команде, то есть способствуют развитию качеств человека 21 века. У детей возрастает желание узнавать новое, исследовать и соревноваться, творить.

В заключении отметим, что какую бы модель сетевого взаимодействия мы ни выстроили, она будет постоянно реформироваться. Она подвижна! Главное, чтобы сетевая модель была рабочей, а сетевое взаимодействие – эффективным! Это замечательный стимул для творчества и развития, открытие для себя новых идей, вдохновение для дальнейшего поиска и экспериментов. Это путь к новым горизонтам. И значит, впереди нас ждёт ещё много открытий!

#### Литература

1. Концепция федеральных государственных образовательных стандартов общего образования: проект (стандарты второго поколения) / Рос. акад. образования; под ред. А.М. Кондакова, А.А. Кузнецова. – М.: Просвещение, 2008. – 39 с.

2. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования / Министерство образования и науки Российской Федерации. – М.: Просвещение, 2010.

УДК 004.75

#### **Цифровые технологии распределенного реестра**

Джагарян Лилия Зарзандовна, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Федяшина Ольга Игоревна, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Штырова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Информатика и управление в технических системах»;

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В настоящее время экономическая деятельность все чаще осуществляется на основе распределенного реестра, представляющего собой динамическую форму носителя информации, которая позволяет формализовать новые виды взаимодействия в цифровом мире. Используемые для построения распределенных реестров технологии блокчейн представляют собой принципиально новый подход к организации деловых операций, обеспечивающий их высокую защищенность и надежность.*

На современном этапе развития общества одной из актуальных задач является цифровизация экономики. Цифровая экономика представляет собой хозяйственную деятельность, ключевым фактором производства в которой являются данные в цифровой форме. Она способствует формированию информационного пространства с учетом потребностей граждан и общества в получении качественных и достоверных сведений, развитию информационной инфраструктуры, созданию и применению информационно-телекоммуникационных технологий, а также формированию новой технологической основы для социальной и экономической сферы.

Одним из перспективных направлений внедрения цифровых технологий в экономику являются системы распределенного реестра, что отражено в дорожной карте «Системы распределенного реестра», разработанной в рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [1].

Проблема использования цифровых данных состоит в наличии информационных рисков, связанных с возможным нарушением конфиденциальности или утечки данных. Применение технологии распределенного реестра направлено на установление доверительных отношений в цифровой среде, обеспечение прозрачности истории транзакций, улучшение отслеживаемости действий внутри процессов, децентрализацию хранения и обработки данных, обеспечение безопасности обмена данными между участниками процессов и защиту данных от несанкционированных транзакций. Основные эффекты от применения решений на базе «сквозной» цифровой технологии распределенного реестра заключаются в сокращении числа посредников, автоматизации отдельных процессов, повышении отказоустойчивости систем и получении дополнительной выручки, в том числе за счёт сокращения издержек [2].

Распределенный реестр представляет собой динамический набор данных, который хранится и обновляется независимо каждым участником (узлом) в большой сети. Технологии распределенных реестров основаны на абсолютно новых алгоритмах обработки данных, отличающихся от традиционных реляционных баз данных уникальностью распределения данных: записи не передаются в различные узлы центральным органом, а вместо этого независимо строятся и удерживаются каждым узлом.

В отличие от распределённых баз данных каждый участник системы распределенного реестра хранит всю историю изменений и валидирует добавление любых изменений в систему с помощью алгоритма консенсуса, который математически гарантирует невозможность подделки данных при определённой доле достоверных нод (узлов). После достижения данного консенсуса, распределенный реестр обновляется, и

все узлы сохраняют свою идентичную копию реестра. При этом ни один участник не может изменить данные в распределенном реестре таким образом, что другие участники не узнают об этом, что обеспечивает достоверность хранимых данных и прозрачность изменений. Благодаря этому распределенные реестры обеспечивают степень доверия в осуществляемых сделках, которая до сих пор обеспечивалась заверениями нотариусов, адвокатов, банков и так далее.

Наиболее развитой из технологий, обеспечивающих построение и поддержку распределенных реестров, в настоящее время является технология блокчейн. Блокчейн представляет собой базу данных, которая запущена одновременно на множестве узлов, распределенных между пользователями или организациями по всему миру. В ней хранится постоянно растущий список упорядоченных записей, которые называют блоками. Каждый блок содержит метку времени, а также ссылку на предыдущий блок. При этом каждый блок связан с предыдущим таким образом, что изменение данных в одном блоке требует изменения данных во всех предыдущих. Уникальность данной технологии скрывается в неизменности и необратимости благодаря криптографической системе защиты. Кроме того, любые изменения данных в цепочке действительны и возможны только в том случае, если все участники сети подтверждают легитимность транзакции.

Изначально блокчейн появился в качестве технологии для запуска в обращение биткоина, и поначалу использовался исключительно для управления криптовалютами. Сейчас же сфера применения существенно расширилась. Наиболее востребованы системы распределенного реестра в следующих областях экономики:

– Финансовая деятельность. В сфере финансов и страхования на базе технологии распределенного реестра может быть построена внебиржевая торговля, система межбанковских платежей, обеспечена автоматизация процессов финансового сопровождения сделок. Так, например, в сентябре 2019 года Сбербанк провёл сделку по поставке нефти при помощи технологии блокчейн. В рамках этой сделки Сбербанк выкупил у сингапурской компании дебиторскую задолженность крупного турецкого покупателя. Партнёры согласовали условия финансирования и осуществили расчёт с отображением статуса в режиме онлайн. Использование блокчейна позволило снизить операционные риски, срок согласования документов и трудозатраты сторон на осуществление транзакции [3]. Технология фиксирует каждый шаг сделки: запрос на выкуп задолженности, рассмотрение заявки в банке, направление предложения от банка, подтверждение условий, заключение сделки. В результате чего процесс сокращается с одного дня до часа.



– Здравоохранение. Распределенные реестры на рынке здравоохранения применяются для обмена клиническими данными, работы со счетами, управления цепочками поставок лекарств, а также для их разработки и клинических исследований. Блокчейн-технологии способны полностью трансформировать способ получения и хранения клинической информации, а также обмен данными между партнерами, плательщиками и пациентами. Кроме того, применение блокчейна обеспечивает безопасность и сохранность данных, что имеет огромное значение для защиты конфиденциальности.

– Государственный сектор. Проверка данных может осуществляться любым участником благодаря децентрализованной и прозрачной системе. Это позволяет укрепить доверительные отношения госорганов с гражданами. Кроме того, использование системы блокчейн позволяет проводить независимую проверку жалоб. Примеры использования распределенных реестров в госорганах включают голосование, контроль расходования бюджетных средств, ведение учета, регистрацию данных, транзакции, помощь, предоставление лицам возможности контроля над своими данными, сверку счетов и другие.

– Смарт-контракты. Использование смарт-контрактов при осуществлении сделок, подписании договоров основано на том, что стороны подписывают контракт, используя методы, являющиеся аналогичными подписанию отправки средств в криптовалютных сетях. Смарт-контракты нельзя исправлять после исполнения, так как они создаются в системе автоматически, копируются в разные хранилища и исполняются с помощью распределенных вычислений. Умный контракт может отслеживать выполнение и нарушение пунктов и принимать самостоятельные решения, основываясь на запрограммированных условиях. Таким образом, обеспечивается полная автоматизация и достоверность исполнения договорных отношений между людьми. По мнению британского журнала «The Economist», умные контракты имеют перспективу стать наиболее важным приложением технологии блокчейн [4].

– Образование. Целями внедрения системы распределенного реестра в сфере образования являются повышение прозрачности системы поступления и обучения в вузе, борьба с фальсификацией дипломов. С использованием распределенных реестров может осуществляться ведение базы абитуриентов, ведение информации по контролю успеваемости обучающихся, ведение информации о государственных экзаменах и защите выпускных квалификационных работ, ведение реестра выданных дипломов.

Таким образом, технологии распределенного реестра представляют собой кардинально новый подход к организации деловых операций, обеспечивая

кибербезопасность, которая распространяется за пределы узловых серверов и включает защиту данных пользователей, каналов общения и критической инфраструктуры, поддерживающей бизнес-процессы организаций. На сегодняшний день технологии распределенного реестра уже позволяют строить системы, устойчивые к изменениям записанной информации и автоматизирующие учет основных бизнес-процессов многих сфер государственного управления, экономики, образования, здравоохранения и других.

#### Литература

1. Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Системы распределенного реестра». [Электронный ресурс] URL: [http://www.consultant.ru/docume\\_doc\\_LAW\\_335565/](http://www.consultant.ru/docume_doc_LAW_335565/) (дата обращения: 04.12.19).

2. Виштак Н.М. Информационные риски при внедрении системы электронного документооборота / Н.М. Виштак, В.И. Жирнов // Сборник трудов V Международной юбилейной научной конференции «Проблемы управления, обработки и передачи информации» (УОПИ-2017). – Саратов: Изд-во ООО СОП «Люди», 2017. – С. 619-622.

3. Блокчейн в банках. [Электронный ресурс] URL: <http://www.tadviser.rundex.php> (дата обращения: 04.12.19).

4. Если технология блокчейн заменит доверительный бизнес // The Economist. [Электронный ресурс] URL: <http://worldif.economist.com/article/13525/disrupting-trust-business> (дата обращения: 04.12.19).

УДК 373.3

#### **Компьютерное моделирование в начальной школе**

Ермилина Татьяна, студент направления «Начальное образование, информатика»;

Ходакова Нина Павловна, доктор педагогических наук, профессор департамента  
«Методики обучения»

Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
города Москвы «Московский городской педагогический университет», г. Москва

*В статье раскрываются особенности компьютерного моделирования и его использования в начальной школе. Раскрываются этапы процесса моделирования.*

Российское образование старается активно внедрять в образовательный процесс информационные и коммуникационные технологии, которые отвечают всем потребностям саморазвития личности в современном мире [3-5]. Начальная школа – это фундамент, на котором строится дальнейшая жизнь и деятельность человека. Поэтому важно научить ребенка осваивать, преобразовывать и использовать полученную информацию в практическую деятельность. Сочетание традиционных методов обучения и современных информационных компьютерных технологий способствует формированию у младшего школьника новых практических знаний и умений.

В современной образовательной среде эффективным направлением использования информационных технологий является компьютерное моделирование [1, 2, 6]. С помощью него школьники научатся решать различные учебные задачи.

Модель – это аналог, шаблон или образец, который используют для изучения предметов, с которых была выведена модель. Модель используют для того, чтобы наглядно изучать реальный мир. Она может в точности повторять оригинал, но для того чтобы ее упростить, воссоздают только важнейшие детали. Создать точную копию иногда бывает просто невозможно.

На данный момент люди научились создавать огромное количество видов моделирования. Существует несколько типов моделей, одними из них являются математические модели. Их используют для того, чтобы описывать определённые силовые отношения. Визуально исследовать объект помогут графические модели, их наглядность выходит на первый план. Люди создают уменьшенную копию какого-либо объекта, что облегчает его изучение. Существуют имитационные модели. Их создают для того, чтобы наблюдать за изменениями поведения отдельных элементов модели. С их помощью проводят эксперименты, внося изменения в параметры.

Построение моделей в основном используют для того, чтобы:

- получить неизвестные ранее данные;
- систематизировать известные данные;
- предсказывать новые свойства и будущее поведение.

Модели делятся на два вида:

1) натуральные модели или материальные. К ним относятся реальные предметы, которые специально уменьшают или увеличивают, а также воспроизводят внешний вид, структуру или поведение объекта моделирования;

2) информационные модели. Они описывают оригинал на языке кодирования информации. Это совместное описание, формула, блок-схема, рисунок или чертеж.

Люди научились моделировать физические объекты, к которым относятся машины, самолёты, здания, а также атомы; динамические процессы: эволюцию человечества и развитие экономики; явления природы, например, цунами или торнадо, а также поведение человека.

Моделирование – это создание модели, метод воспроизведения определённого фрагмента в действительности для изучения предметов, систем, явлений или процессов.

Моделирование проходит в 4 этапа:

Для того чтобы спроектировать модель, необходимо определить нужные свойства изучаемого объекта. Далее проводится этап формализации или создание модели. Это само проектирование, настройка модели и её систем. После этапа проектирования необходимо изучить модель, поставить задачи, которые нужно будет решить, полагаясь на модель. Последний этап – это интерпретация результатов моделирования и применение их на практике.

Одним из основных инструментов для познания современного мира можно использовать компьютерное моделирование. Для того чтобы качественно выполнить поставленные задачи по построению и изучению модели исследуемого объекта, необходимы совместные действия учителя и учащихся. Самостоятельно спроектированная школьниками наглядная основа позволяет развивать не только логическое, но и образное мышление. Такое обучение особенно поможет детям, у которых более развито то полушарие, которое отвечает за образное мышление. Дети хорошо усваивают материал за счет создания таких образов.

#### Литература

1. Вакуленко А.А. Компьютерное моделирование, как инструмент реализации межпредметных связей в курсе начальной школы // Мультиурок. 2018. [Электронный ресурс] URL: <https://multiurok.ru/blog/komp-iutiernoie-modielirovaniie-kak-instrument-riealizatsii-miezhpriedmietnykh-sviaziei-v-kursie-nachal-noi-shkoly-ispol-zovaniie-programmy-piervologho-dlia-sozdaniia-proiektov.html> (дата обращения: 22.11.2019).
2. Шипилова А.А. Компьютерное моделирование на уроках русского языка в начальной школе // Современная педагогика. [Электронный ресурс] URL: <http://pedagogika.snauka.ru/2016/06/5744> (дата обращения: 22.11.2019).
3. Федосов А.Ю. Современные проблемы информатизации начального образования: монография / А.Ю. Федосов, Н.П. Ходакова. – Ульяновск: Изд-во «Зебра», 2019. – 101 с.

4. Штырова И.А. Формирование познавательной активности учащихся в условиях реализации ФГОС посредством цифровых образовательных ресурсов / И.А. Штырова, Е.А. Куликова / Сборник трудов I Международной научно-практической конференции «Современные технологии и автоматизации в технике, управлении и образовании». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. – С. 213-216.

5. Кох Ю.А. О применении web-технологии в вузовском дополнительном образовании при организации непрерывного образования / Ю.А. Кох, Н.М. Виштак // Сборник статей V Международной научно-практической конференции «Современные Web-технологии в цифровом образовании: значение, возможности, реализации». – Арзамасский филиал ФГАБОУ ВО НИНГУ им. Н.И. Лобачевского, 2019. – С. 375-378.

6. Дауленбаева Т. Инновационные технологии как фактор активизации познавательной деятельности обучающихся / Т. Дауленбаева, Н.П. Ходакова, Н.М. Виштак // Сборник II Международной научно-практической конференции «Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2016. – С. 77-78.

УДК 004.032.26

### **Генеративные состязательные сети: направления и перспективы использования**

Иванов Юрий Олегович, студент направления

«Информационные системы и технологии»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» г. Балаково

*В данной статье дана характеристика генеративных состязательных сетей, их возможное применение и перспективы использования в современных системах. Рассмотрены основные принципы их реализации.*

Генеративные состязательные сети (англ. Generative Adversarial Nets, GAN) – архитектура машинного обучения, входящая в семейство порождающих моделей и построенная на комбинации из двух нейронных сетей, одна из которых генерирует образцы, другая пытается отличить настоящие образцы от сгенерированных. Впервые такие сети были представлены Иэном Гудфеллоу в 2014 году.

Иэн Гудфеллоу предложил новую систему оценки генеративных моделей на основе состязательного процесса, в рамках которого одновременно обучаются две модели: генеративная модель  $G$ , которая фиксирует распределение данных, и дискриминационная модель  $D$ , которая оценивает вероятность того, что выборка была получена из данных обучения, а не сгенерирована  $G$ . Процедура обучения для  $G$  заключается в максимизации вероятности совершения  $D$  ошибки. Эта структура соответствует игре двух игроков в минимакс. В пространстве произвольных функций  $G$  и  $D$  существует уникальное решение, при этом  $G$  восстанавливает распределение обучающих данных и  $D$  равно везде одной второй. В случае, когда  $G$  и  $D$  определяются многослойными перцептронами, вся система может быть обучена с помощью метода обратного распространения ошибки. Нет необходимости в каких-либо цепях Маркова или расширенных сетях приближённого вывода во время обучения сети или при генерации образцов. Эксперименты демонстрируют потенциал структуры посредством качественной и количественной оценки полученных образцов.

Перспектива глубокого изучения заключается в открытии богатых иерархических моделей, которые представляют собой распределение вероятностей по видам данных, встречающихся в приложениях искусственного интеллекта, таких как естественные изображения, звуковые формы волны, содержащие речь, и символы на естественном языке. До сих пор наиболее впечатляющие успехи в глубоком обучении были связаны с дискриминационными моделями. Эти поразительные успехи в первую очередь основываются на алгоритмах обратного распространения ошибки и отсева (dropout), которые имеют хороший градиент.

В предлагаемой системе состязательных сетей генеративная модель построена напротив противника: дискриминационная модель, которая учится определять, является ли выборка результатом генерации модели или оригинальных данных. К примеру, генеративную модель можно рассматривать как команду фальшивомонетчиков, пытающихся производить фальшивую валюту, в то время как дискриминационную модель можно рассматривать как команду полиции, пытающуюся обнаружить фальшивую валюту.

Конкуренция в этой игре побуждает обе команды совершенствовать свои методы до тех пор, пока подделки не станут неоспоримыми от подлинных изделий. Эта структура может дать специфические алгоритмы обучения для многих типов моделей и алгоритмов оптимизации. Рассмотрим особый случай, когда генеративная модель генерирует образцы путем прохождения случайного шума через многослойный перцептрон, а дискриминационная модель, которая также является многослойным

перцептроном, будет пытаться отличить входные данные от сгенерированных образцов. Такая модель называется состязательными сетями. В этом случае можно обучать обе модели, используя только очень эффективные алгоритмы обратного распространения ошибки и отсева и образцы из генеративной модели. Также алгоритм оптимизации обучения Adam (адаптивный момент) сильно ускоряет обучение, даже несмотря на то, что требует больше вычислительной мощности.

Генеративные состязательные сети иногда путают с понятием «состязательные примеры». Состязательные примеры – это примеры, найденные путем использования оптимизации на основе градиента, непосредственно на входе в классификационную сеть, чтобы найти примеры, аналогичные тем, которые еще не классифицированы должным образом. Это отличается от настоящей работы, потому что состязательные примеры не являются механизмом для обучения генеративной модели. Состязательные примеры – это, прежде всего, инструмент анализа, показывающий, что нейронные сети ведут себя интересным образом, часто уверенно классифицируя два изображения по-разному с высокой степенью достоверности, даже несмотря на то, что разница между ними незаметна для человека-наблюдателя. Существование таких состязательных примеров действительно предполагает, что обучение генеративных состязательных сетей может быть неэффективным, потому что они показывают, что можно заставить современные дискриминационные сети уверенно распознавать класс, не подражая ни одному из воспринимаемых человеком атрибутов какого-либо класса [1].

Сегодня GAN бывают разных форм: DCGAN, CycleGAN, SAGAN, ProGAN и другие. Из множества GAN, набирающим популярность, становится архитектура StyleGAN, и не просто так. Проанализируем, что делает архитектуру StyleGAN хорошим выбором.

В 2018 году NVIDIA предложила новую сеть в своей статье «A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks». К примеру, предыдущие модели GAN уже показали, что способны генерировать человеческие лица, но одна из проблем заключается в отсутствии возможности контролировать некоторые особенности генерируемых изображений, например, цвет волос или поза. StyleGAN пытается решить эту проблему путём внедрения и развития прогрессивного обучения для изменения каждого уровня детализации в отдельности. При этом он может управлять визуальными особенностями, выраженными на каждом уровне детализации, от грубых элементов, таких как поза и форма лица, до мелких деталей, таких как цвет глаз и форма носа, не затрагивая другие уровни.

Прогрессивное обучение впервые было введено в архитектуру ProGAN с целью создания изображений высокой чёткости. При прогрессивном обучении модель сначала обучается на изображениях с низким разрешением, например с 4x4, затем разрешение входного изображения постепенно удваивается, добавляя новые слои с более высоким разрешением в модель во время обучения. При этом модели могут быстро изучать грубые детали на ранних стадиях обучения и более мелкие детали позже.

Однако способность модели ProGAN контролировать специфические особенности изображений всё ещё ограничена. Поскольку характерные черты не были обучены отдельно, тяжело настроить одну конкретную черту, не затрагивая несколько других. StyleGAN расширяет прогрессивное обучение с добавлением картографической сети, которая кодирует входные данные в вектор объектов, элементы которого управляют различными визуальными чертами и модулями стиля, которые переводят предыдущий вектор в его визуальное представление [3].

Картографическая сеть берёт случайную выбранную точку выбранного пространства в качестве входных данных и генерирует вектор стиля. Картографическая сеть состоит из восьми полностью связанных слоёв, это может быть стандартная глубокая свёрточная сеть.

Вектор стиля затем преобразуется и включается в каждый блок модели генератора после свёрточных слоёв с помощью операции, адаптивной нормализации экземпляра или AdaIN:

$$\text{AdaIN}(\mathbf{x}_i, \mathbf{y}) = \mathbf{y}_{s,i} \frac{\mathbf{x}_i - \mu(\mathbf{x}_i)}{\sigma(\mathbf{x}_i)} + \mathbf{y}_{b,i},$$

Сначала слои AdaIN стандартизируют выход карты признаков, где  $\mathbf{y} = (\mathbf{y}_{s,i}, \mathbf{y}_{b,i})$  – промежуточный скрытый вектор стиля, который добавляется как вектор смещения.

Таким образом, добавление новой картографической сети приводит к переименованию генератора в «сеть синтеза».

Используя отдельные векторы объектов для каждого уровня, модель может комбинировать несколько объектов: например, из двух сгенерированных изображений модель может использовать грубые элементы уровня из первого, точные детали из второго, чтобы создать третий, который объединяет два.

Благодаря прогрессивной подготовке и отдельным отображениям признаков StyleGAN предоставляет огромное преимущество для выполнения этой задачи, генерации различных объектов, исходя из признаков обучающей выборки. Модель требует меньше времени обучения, чем другие мощные сети GAN для получения высококачественных реалистичных изображений. Более того, в генерации лица, где



есть много различных черт, каждая из которых имеет несколько вариантов, эта архитектура особенно подходит, потому что модель способна изучать черты лица отдельно, без влияния корреляции между уровнями черт, для получения изображений с хорошим разнообразием. Также StyleGAN способен обучаться на изображениях в высоком качестве, даже с разрешением 1024x1024 [2].

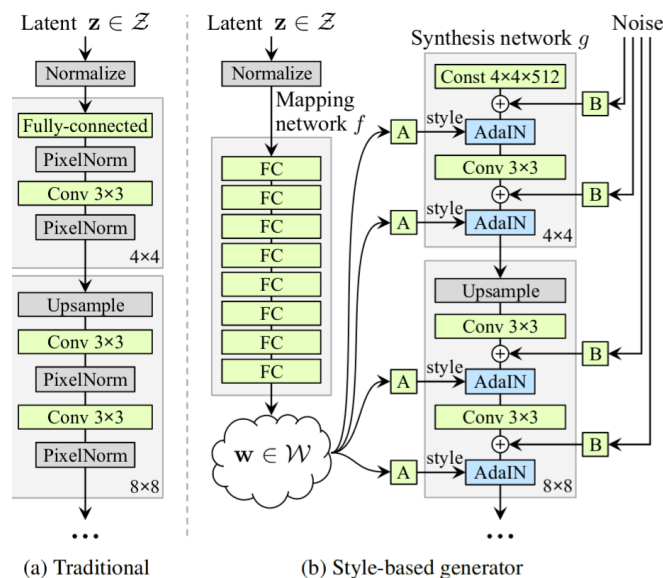


Рис. 1. Отличия архитектуры традиционной GAN (a) и StyleGAN (b)

Кроме того, NVIDIA в начале 2019 г. открыла код StyleGAN и наработки, связанные с этим проектом. Таким образом, появились генераторы «несуществующих людей», аниме персонажей и другие.

Генеративные модели являются быстро развивающейся областью исследований. Поскольку продолжается совершенствование этих моделей и увеличение объемов обучения и наборов данных, можно ожидать, что в конечном итоге создадутся образцы, которые отображают полностью правдоподобные изображения или видео, впрочем, уже существуют «несуществующие люди», которых бывает очень сложно отличить от настоящих. Это само по себе может найти применение в нескольких приложениях, таких как сгенерированные по запросу рисунки или такие как «сделать мою улыбку шире» от команды Photoshop++. В настоящее время существуют такие приложения как: шумоподавление изображения, рисование, увеличение разрешения изображения (upscale), наложение стилей, генерация изображений по критериям, структурированное предсказание, исследование в обучении подкрепления и предварительной подготовки нейронной сети в случаях, когда маркированные данные являются дорогостоящими. Также генеративные состязательные сети используются в науке: исследователи научили генеративные состязательные сети предсказывать поведение заряженных элементарных частиц.

Однако более глубокие перспективы этой работы над генеративными сетями заключаются в том, что в процессе обучения генеративным моделям даётся компьютеру понимание окружающего мира и того, из чего он состоит.

#### Литература

1. Ian Goodfellow, Jean Pouget-Abadie, Mehdi Mirza, Bing Xu, David Warde-Farley, Sherjil Ozair, Aaron Courville, and Yoshua Bengio. Generative adversarial nets. In *Advances in Neural Information Processing Systems*. – 2014.

2. Tero Karras, Samuli Laine, Timo Aila. A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks. In *Neural and Evolutionary Computing*. – 2019.

3. Yijun Li, Sifei Liu, Jimei Yang, and Ming-Hsuan Yang. Generative face completion. In: *The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, vol. 1. – 2017.

УДК 001.891.57

#### **Компьютерное моделирование как средство индивидуализации обучения в условиях магдональдизации образования**

Карягина Татьяна Васильевна, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Информатика и прикладная математика»;

Киреева Ольга Ильинична, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры  
«Информатика и прикладная математика»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный социальный университет», г. Москва

*Рассмотрена практика внедрения в проектную деятельность студентов компьютерного моделирования трудно формализуемых процессов. Приведены примеры междисциплинарных исследований бакалавров и магистрантов, оригинальные результаты которых свидетельствуют о возможности продуктивной индивидуальной и командной работы в условиях тотальной магдональдизации высшего образования.*

Характерной чертой динамики социального пространства в условиях глобализации является магдональдизация общества.

Под магдональдизацией известный американский социолог Дж. Ритцер понимает «процесс, в ходе которого принципы работы ресторана быстрого обслуживания начинают определять всё большее и большее число сфер американского

общества, как и остального мира... Магдональдизация затрагивает не только ресторанный бизнес, но и образование, труд, здравоохранение, туризм, отдых, питание, политику, семейные отношения и виртуально каждый сегмент общества» [7].

В сфере высшего образования возникают «макуниверситеты». Учебные материалы, пособия позволяют с минимальными интеллектуальными затратами получить минимум информации для успешной сдачи экзамена. При этом взаимодействие преподавателей и студентов сведено к минимуму, а творческие дискуссии заменяются формализованным контролем и тестами.

Эффективность, калькулируемость, предсказуемость и контроль и как следствие высокий средний уровень образования – это преимущество магдональдизации. Но существенным элементом процесса является «отчуждение человеческого разума», дегуманизация образования, низведение людей до простых экономических ресурсов, воспроизводство дегуманизации человеческой личности со всеми вытекающими отсюда ненамеренными последствиями [13].

Преодоление проблем, формирование новых подходов к преподаванию, обучению, оцениванию в ходе реализации инновационной политики неразрывно связано с активным внедрением в проектную деятельность студентов компьютерного моделирования трудно формализуемых процессов [6]. Междисциплинарные исследования, как правило, стартуют в рамках работы научных кафедральных кружков, затем находят свое продолжение при написании ВКР. Осуществляются при подготовке работ для участия во всероссийских конкурсах и в деятельности, связанной с получением грантов.

Так, на основе концепции клеточных автоматов студентами разработаны модели транспортного потока на магистрали и перекрестке в окрестности университетских корпусов, а также эвакуации студентов в условиях чрезвычайной ситуации задымления [1, 2].

Неотъемлемыми характеристиками современного российского общества являются высокая степень политизации и социальная напряженность. Исследования эмоций и поведения людей предполагает анализ факторов, трансформирующих их эмоциональное состояние в поведенческие акты, а именно: фрустрацию (Frustration) и относительную депривацию (Relative Deprivation) факторов. Несмотря на объективную сложность формализации, в настоящее время при помощи математических методов, реализуемых программным путем, получена возможность прогнозирования динамики социальной напряженности в студенческой среде в рамках модели «RDF-эффекта» [9]. Теоретической основой исследования являются теория относительной депривации

Гарра Т., концепция уровня притязаний и уровня ожиданий Дейвиса Дж., Франка Дж., Робайе Ф., теория социального поля Штомпки П., Левина К., модели относительной депривации и фрустрации Орлик Л.К. [3, 8, 10, 11, 14]. Получены 3D-модели поля социальной напряженности при наличии неформальных лидеров в студенческих группах. Использована кластеризация респондентов на основе нечетких отношений (алгоритм Fuzzy Relation Clustering).

Интересным представляется сотрудничество со студентами лингвистического факультета. Так изучается тождество перевода художественных текстов с английского на русский и китайский языки. Установлена зависимость между терм-множеством лингвистических переменных эмотивного поля и частотой использования соответствующих лексических единиц этого множества. Компьютерный сопоставительный квантитативный анализ слов, обозначающих эмоции, в текстах русского, английского и китайского языков осуществлен с помощью оригинальной программы TRPingvo, реализованной на языке Python. Выполнен расчет теоретико-множественных коэффициентов связи полной энтропии использования лексических единиц в зависимости от соответствующего перечня эмоций, энтропии условных распределений частот при условии отдельной эмоции, коэффициента нормированной информации и симметризованного коэффициента информации. Выявлена тесная напряженность эмотивных полей англоязычного оригинала и перевода на русский и китайский языки. Так, пользуясь оригинальной методикой, была выявлена смена переводчика в китайском варианте второго тома романа «Голодные игры» Сьюзен Коллинз. Следует отметить, что имена китайских переводчиков отсутствуют в изданиях этой страны [12, 15]. С помощью разработанной методики оценки тождественности переводов можно работать не только с художественными текстами, но и текстами технического, научного характера. При этом устанавливать их принадлежность одному или нескольким авторам.

Одной из важнейших проблем промышленной безопасности является обоснование показателей опасности техногенных аварий и разработка методов их теоретической оценки.

Промышленная безопасность складывается из двух составляющих: безопасность персонала и населения при штатном функционировании предприятий и безопасность персонала и населения при возникновении техногенных аварий предприятий различной природы. В настоящее время в силу объективных и субъективных причин опасность техногенных аварий возрастает, поэтому обеспечение безопасности персонала и населения, особенно при расположении потенциально опасных промышленных

объектов в/около крупных населенных пунктов, является чрезвычайно актуальной [4, 5]. Используя идеи квалиметрии, обосновываются наиболее полные и интегральные показатели опасности техногенных аварий и на этой основе – требований к программному комплексу для их оценки. Получены результаты теоретических исследований в области поражающего действия техногенных аварий. Разработанные математические модели, описывающие реализацию поражающего действия во времени при изолированном и комбинированном действии поражающих факторов техногенных аварий, корректно ведут себя в частых и предельных случаях, приводя к известным, установленным теоретически или экспериментально результатам.

### Литература

1. Богомолов С.А. Компьютерное моделирование транспортного потока: обзор классических моделей, особенности авторской модели / С.А. Богомолов, Л.К. Орлик // В сборнике «Современные исследования в сфере естественных, технических и физико–математических наук». – Киров, 2018. – С. 558-566.
2. Гайдина О.В. Математическая модель перекрестка / О.В. Гайдина, Л.К. Орлик // Ученые записки Российского государственного социального университета. – 2011. – № 9-1 (97). – С. 17-24.
3. Гарр Т.Р. Почему люди бунтуют? / Т.Р. Гарр. – СПб.: Питер, 2005. – 461 с.
4. Математические методы фармакологии, токсикологии и радиобиологии: монография / А.М. Кармишин [и др.]. – 2-ое изд., перераб. и доп. – М.: ООО «АПР», 2011. – 330 с.
5. Кармишин А.М. Оценка пространственно-временных показателей опасности техногенных аварий. Безопасность в чрезвычайных ситуациях / А.М. Кармишин, В.А. Киреев, В.А. Гуменюк // Сборник научных трудов V Всероссийской научно-практической конференции. – СПб.: ГПУ, 2013. – С. 70-77.
6. Карягина Т.В. Использование современных информационных технологий в учебном процессе / Т.В. Карягина, М.С. Маркина // В сборнике «Математические методы и приложения. Труды двадцатых математических чтений», 2011. – С. 99-100.
7. Кравченко С.А. Нелинейная социокультурная динамика: играйзационный подход / С.А. Кравченко. – М: МГИМО, 2006. – 172 с.
8. Левин К. Теория поля в социальных науках / К. Левин; пер. с англ. Е. Сурпина. – СПб.: Сенсор, 2000.–368 с.

9. Орлик Л.К. Математическое моделирование фрустрационных процессов в диаде «элита-массы» / Л.К. Орлик // Учёные записки РГСУ, 2009. – № 7–2 (70). – С. 240-244.

10. Орлик Л.К. Модифицированная математическая модель дихотомии «фрустрация-агрессия» // Учёные записки РГСУ, 2010. – № 8 (84). – С. 115-119.

11. Орлик Л.К. Поле социальной напряженности: модель, сценарии, тренды / Л.К. Орлик, Я.С. Крамер // Социальная политика и социология. – 2016. – Т. 15. – № 2 (115). – С. 122-137.

12. Пикова А.В. Информационно-энтропийный подход к количественному анализу эмотивного поля на эквивалентность полилингвистических переводов художественных текстов / А.В. Пикова, Л.К. Орлик // В сборнике «Современные научные исследования». Сборник трудов победителей Всероссийского конкурса «Лучшая научная статья -2019». – Киров, 2019. – С. 168-173.

13. Полунина С.Ю. Магдональдизация образования: тенденции времени / С.Ю. Полунина // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. Новосибирск, 2012. – С. 56-59.

14. Orlik L.K. Forecasting of social tension in the student environment / L.K. Orlik, N.B. Lazareva // Социальная политика и социология, 2012. – № 12 (90). – С. 159-171.

15. Píkova A.A., Orlik L.K. Informative and entropy approach to the analysis of equivalence of translation of literary texts / A.A. Píkova, L.K. Orlik // В сборнике «Современные тенденции развития науки и образования: теория и практика». – М.: МПУ, 2018. – С. 239-243.

### **Мессенджеры: сравнительный анализ**

Качков Михаил Сергеевич, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Виштак Наталья Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры

«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*Все больше и больше, письма и смс уходят на второй план, и служат, скорее, служебным и деловым целям, а по части общения и развлечений, используются мессенджеры. Мессенджеры – службы мгновенных сообщений, программы онлайн-консультанты и программы-клиенты для обмена сообщениями в реальном времени через Интернет. В данной статье представлена краткая история появления мессенджеров, классификация мессенджеров, а также сравнение трех самых популярных мессенджеров в России.*

Современную жизнь трудно представить без общения по сети. Если раньше было легче позвонить, то сейчас намного проще написать сообщение в социальных сетях или мессенджерах [1].

Человек быстро ко всему приспосабливается, нет необходимости даже «проходить» через одно поколение. Даже старшее поколение, которое не застало всеобъемлющей информатизации в своей молодости, уже использует информационные технологии в полной мере. Большинство самых технологичных и прогрессивных технологий общедоступны. А цена и «покрываемость» Интернета по всему миру с каждым днем становится всё лучше.

Для общения в Интернете используются мессенджеры (от англ. messenger — курьер) [1]. Кто-то может возразить, что не пользуется данными приложениями, а использует для общения социальные сети. Но социальные сети – это и есть мессенджер, отличие лишь в том, что социальная сеть более функциональна: кроме чатов, она имеет персональную страничку (профиль), ленту новостей, игры и так далее.

Но как появились мессенджеры и почему они стали так популярны? Первым и основополагающим мессенджером можно считать протокол IRC (англ. Internet Relay Chat), позволяющий обмениваться сообщениями в режиме реального времени. Разработан в основном для группового общения, но также позволяет обмениваться личными сообщениями и даже файлами.

Первые русскоговорящие каналы начали появляться в начале 1990 годов в международных сетях, но позже стали появляться и русскоязычные сети. Главной проблемой для русскоязычных пользователей, являлась кодировка. Российское сообщество настаивало на использовании кодировки UTF-8 (которая активно используется и по сей день), так как данная кодировка позволяет пользоваться кириллицей, но это устраивало не всех, потому как использование данной кодировки ограничивало бы объем сообщения и создавало дополнительную нагрузку на сеть [2].

Данный мессенджер приобрел большую популярность во время операции «Буря в пустыне» из-за того, что в чатах активно обсуждалась информация о данном событии, в том числе эксклюзивная. Но всеобщую популярность данный мессенджер не приобрел, в отличие от его последователя – ICQ.

15 ноября 1996 года старшеклассники из Тель-Авива основали компанию Mirabilis и создали интернет-пейджер ICQ (от англ. I seek you). Программа распространялась бесплатно, в отличие от конкурентов (рис. 1). Это было основной причиной того, что количество пользователей росло в геометрической последовательности. Вместе с популярностью появлялись и конкуренты. Факт того, что такой мессенджер создали старшеклассники, побуждал крупные компании присвоить данный мессенджер себе, купив его. Так и произошло, в 1998 году компания Mirabilis была выкуплена американской компанией AOL за 407 миллионов долларов. После этого борьба за конкуренцию перешла в более «крупные руки». Компания Microsoft, поддерживающая приложение Windows Messenger, пыталась переманить клиентов ICQ, но безуспешно [3].



Рис. 1. Интерфейс приложения ICQ

«Аська» достигла пика пользователей в 2009 году – 51 миллион. Для сравнения, самая популярная социальная сеть в России Вконтакте в данный момент имеет около 33 миллионов активных пользователей [4]. После этого произошел спад пользователей,



который продолжается до сих пор. В 2010 году ICQ выкупила компания DST, и после реорганизации, ICQ присоединилась к Mail.ru Group.

«Свято место пусто не бывает» – так можно охарактеризовать начало нового века в истории мессенджеров. Так как у ICQ какое-то время отсутствовали конкуренты, каждый захотел занять это место, и, возможно, повторить успех столь известного приложения для обмена сообщениями. В то время появились такие сервисы, как: Mail.Ru Агент, отличающийся тем, что помимо обычных «смайликов», имел дополнительные анимированные картинки-жесты; QIP, являющийся прямым последователем ICQ, даже используя тот же протокол, но все же имел некоторые различия, которые приглянулись пользователям, которые считали, что QIP удобнее, чем ICQ, но не сильно отличается от нее. А также еще более десятка различных однообразных мессенджеров. Но поистине «революционным» из них, был Skype.

Skype совмещал все возможности ICQ, а также получил дополнительные опции, включая аудио- и видео-звонки (рис. 2). Сейчас данные возможности имеет практически любой современный мессенджер, но тогда это было новшеством. Skype был разработан компанией Skype Technologies в 2003 году. Просуществовав восемь лет, Microsoft приобрел компанию со всеми правами на собственность, включая программу Skype за 8,5 миллиардов долларов [5]. Поддержка программы осуществляется по сей день.



Рис. 2. Интерфейс приложения Skype в 2004 году

Первой социальной сетью считается Classmates.com, созданная в 1995 году и до сих пор функционирующая в наше время. Но действительно колоссальное влияние на весь Интернет произвела социальная сеть Facebook. Данная сеть, разработанная Марком Цукербергом, Крисом Хьюзом и Дастином Московичем, стала одним из самых просматриваемых сайтов Интернета, заняв третье место, уступив YouTube и Google [6].

После столь огромного успеха появилось очень много различных социальных сетей, так или иначе повторяющих Facebook. Первыми русскоязычными аналогами были Одноклассники и Вконтакте, основанные в 2006 году.

Социальные сети совмещали в себе те возможности и функции, которых не хватало мессенджерам: профиль, новостная лента, игры, сообщества. Поэтому начался стремительный отток пользователей от мессенджеров в различные социальные сети. Так продолжалось до 2010 года.

В 2010 году, появились сразу два независимых мессенджера – Viber и WhatsApp. Казалось бы, зачем создавать мессенджер, если пользователи в основном используют только социальные сети? Но ответ не заставил себя долго ждать, и данные мессенджеры обрели очень широкую популярность, особенно WhatsApp. Ян Кум, являясь одним из основателей WhatsApp, был ошеломлен успехом приложения. Просуществовав несколько лет, WhatsApp был продан Facebook за 19 миллиардов долларов, что стало крупнейшей сделкой среди компаний с венчурным финансированием. Сейчас WhatsApp является самым популярным мессенджером в мире, а также в России [7].

В 2013 году, на рынке появился мессенджер Telegram, владельцем которого является Павел Дуров, один из основателей самой популярной социальной сети в России – Вконтакте. Основной идеей являлось создание «безопасного» мессенджера, основанного на шифровании, схожем с теми, что используются для шифрования ключей криптовалюты [8]. Некоторую популярность Telegram обрел, когда его попытались заблокировать на территории России.

Также становится все более популярным, использовать технические мессенджеры, направленные, например, на создание поддержки для различных компаний. Или, например, неким «мессенджером» являются голосовые помощники, как «Алиса», разработанная компанией Яндекс.

Каждый мессенджер имеет уникальную структуру, тип шифрования, способ передачи данных, в том числе и различные протоколы передачи. Протокол передачи данных – набор соглашений интерфейса логического уровня, которые определяют обмен данными между различными программами [9]. Для передачи сообщений, видео, аудио или документов необходимо использовать некоторый протокол. Иногда, разработчики используют открытые протоколы, например, XMPP (англ. eXtensible Messaging and Presence Protocol «расширяемый протокол обмена сообщениями о присутствии») [10], а иногда создают свой собственный протокол, как, например, MTProto – протокол, используемый в мессенджере Telegram [8].

Для классификации мессенджеров выделены несколько основных протоколов (MQTT, XMPP, UDP, TCP, MTPROTO, MSNP), используемых в наиболее популярных приложениях: Facebook Messenger, ICQ, Yahoo Messenger, WhatsApp, Mail.ru Агент, Snapchat, Skype, Windows Live Messenger, AOL Instant Messenger).

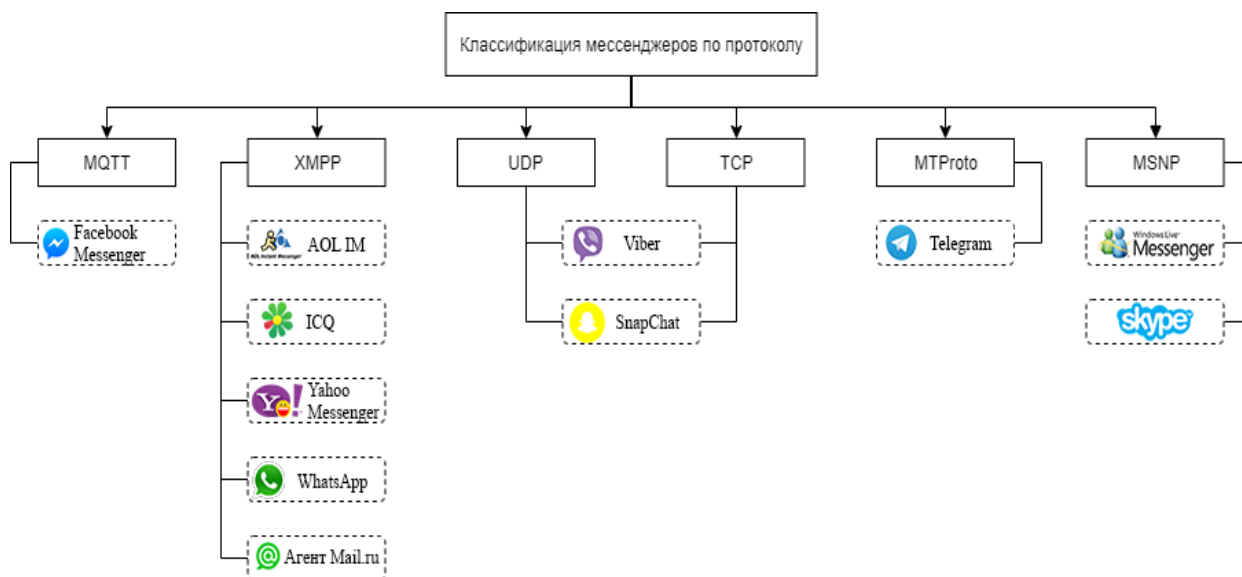


Рис. 3. Классификация мессенджеров по протоколу

Исходя из классификации мессенджеров по протоколам (рис. 3), наибольшей популярностью пользуется протокол XMPP. Плюсы данного протокола:

- полная децентрализация – любой может запустить XMPP сервер;
- открытый код и полная документация. Данный протокол не привязан к какому-либо определенному разработчику, поэтому существует много различных интерпретаций;
- безопасность. Его можно без труда изолировать от внешних сетей, чтобы использовать его, например, в пределах компании.

Также популярна «связка» протоколов UDP (англ. User Datagram Protocol — протокол пользовательских датаграмм) [11] и TCP (Transmission Control Protocol протокол управления передачей) [12], используемая, к примеру, мессенджерами Viber и Snapchat. Несмотря на минусы, «связка» данных протоколов обеспечивает надежную и быструю передачу данных.

Мессенджеры Telegram, Facebook Messenger, Skype и Windows Live Messenger используют свои особые закрытые протоколы, что обеспечивает большую надежность и сохранность данных, чем у открытых протоколов.

Для сравнения выбраны три самых популярных мессенджера: WhatsApp, Telegram, Viber (табл. 1).

Сравнение различных мессенджеров

Критерий	Telegram	Viber	WhatsApp
Бизнес модель	Некоммерческая. Источник финансирования: пожертвования, личные деньги Павла Дурова	Коммерческая. Источник финансирования: реклама, платные стикеры	Коммерческая. Источник финансирования: реклама
Количество пользователей	200 миллионов	260 миллионов	1.5 миллиарда
Способ связи	Номер телефона, имя пользователя	Номер телефона	Номер телефона
Нелегальный или преступный контент	Блокируется	Блокируется	Блокируется
Синхронизация с различными устройствами	Неограниченно с любым устройством	Одно устройство – основное, два дополнительных	Один смартфон и один компьютер
Обязательное наличие смартфона для использования	Нет	Да	Да
Поддерживаемые ОС	Android, iOS, Windows, macOS, Linux, Wear OS, watchOS	Android, iOS, Windows, macOS, Linux, Wear OS, watchOS	Android, iOS, Windows, macOS
Форматирование текста	Жирный, курсивный, подчеркнутый, зачеркнутый шрифт	Нет	Жирный, курсивный, подчеркнутый, зачеркнутый шрифт
Анимированные «стикеры»	Да	Нет	Нет
Редактирование текста	Да	Да	Нет
Боты	Поддерживаются	Поддерживаются	Не поддерживаются
Медиа статус	Малый функционал	Не поддерживается	Поддерживается, большой функционал
Голосовые звонки	Да	Да	Да
Видео звонки	Нет	Да	Да
Безопасность	Двухэтапная проверка, код блокировки, контроль активных сеансов	Код блокировки, контроль активных сеансов	Двухэтапная проверка, код блокировки (только через отпечаток пальца), контроль активных сеансов

Проведенный анализ показывает, что следует сделать несколько выводов по каждому из мессенджеров:

— Telegram, является самым технологичным мессенджером на данный момент. Имеет поддержку на всех самых актуальных операционных системах, а также не привязан к какой-то конкретной, как, например, WhatsApp. Одним из главных плюсов Telegram является возможность использования приложения, не имея смартфона. Из минусов можно подчеркнуть отсутствие видео звонков, а также маленькое количество пользователей, по сравнению с конкурентами.

— Viber, является чем-то «усредненным» между Telegram и WhatsApp. Он имеет больше пользователей, функционал немного шире, чем у WhatsApp, но не настолько большой, как у Telegram. Одним из неприятных аспектов, является отсутствие двухэтапной авторизации, что делает мессенджер небезопасным.

— WhatsApp, являясь самым популярным мессенджером в мире, обладает самым простым функционалом. Но его простота и легкость и обеспечивают настолько большое количество пользователей, так как требования для установки приложения очень незначительны.

#### Литература

1. Система мгновенного обмена сообщениями. [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikiedia.org/wik/Система\\_мгновенного\\_обмена\\_сообщениями](https://ru.wikiedia.org/wik/Система_мгновенного_обмена_сообщениями) (дата обращения: 22.11.2019).

2. IRC Обычаи современных русскоязычных сетей. [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/IRC#Обычаи\\_современных\\_русскоязычных\\_сетей](https://ru.wikipedia.org/wiki/IRC#Обычаи_современных_русскоязычных_сетей) (дата обращения: 22.11.2019).

3. ICQ. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ICQ> (дата обращения: 22.11.2019).

4. ICQ – это Телеграм, только 10 лет назад. [Электронный ресурс] URL: <https://vc.ru/flood/34412-aska-icq-eto-telegram-tolko-10-let-nazad> (дата обращения: 22.11.2019).

5. Skype. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SkypeИстория> (дата обращения: 22.11.2019).

6. Рейтинг: самые популярные сайты в мире по версии SimilarWeb. [Электронный ресурс] URL: <https://vc.ru/flood/64141-reyting-samyepopulyarnye-sayty-v-mire-po-versii-similarweb> (дата обращения: 22.11.2019).

7. Топ-10 самых популярных мессенджеров в России и мире. [Электронный ресурс] URL: <https://targetsms.ru/blog/966-top-10-samykh-populyarnykh-messendzherov-v-rossii-i-mire>. (дата обращения: 22.11.2019).

8. Telegram. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Telegram> (дата обращения: 22.11.2019).

9. Протокол передачи данных. [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Протокол\\_передачи\\_данных](https://ru.wikipedia.org/wiki/Протокол_передачи_данных) (дата обращения: 22.11.2019).

10. XMPP. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/XMPP> (дата обращения: 22.11.2019).

11. UDP. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/UDP> (дата обращения: 22.11.2019).

12. TCP. [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikiwiki/Tission\\_Control\\_Protocol](https://ru.wikiwiki/Tission_Control_Protocol) (дата обращения: 22.11.2019).

13. Анализ социальных сетей / Ф.Х. Достанбекова [и др.] // Сборник трудов V Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. – С. 112-117.

УДК 378.147

### **Успешный тандем: иностранный язык и электронная почта**

Кондратьева Ирина Александровна, преподаватель кафедры

«Иностранные языки»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тульский государственный университет»,

г. Тула

*В статье речь идет об использовании электронной почты при обучении иностранным языкам, о ее достоинствах и недостатках, об обучении в тандеме с носителем языка посредством электронной почты.*

О необходимости владения одним, а еще лучше несколькими иностранными языками в наш век уже никто не спорит. Бесспорно, можно воспользоваться услугами переводчика, но когда ты сам говоришь на иностранном языке – это намного удобнее и быстрее. Владение иностранным языком открывает огромный доступ к информации без посредника. А в наш век сверхбыстрого обмена информацией это бывает и жизненно необходимо.

Изучать иностранный язык стало не только важно, но и интересно. Это

происходит благодаря огромному разнообразию форм обучения. В наше время постоянно меняется система образования, подстраиваясь под мировое информационно-образовательное пространство, пытаясь соответствовать современным техническим возможностям. На занятиях стало возможно не только прослушать и посмотреть аудио-видео записи, но и в реальном времени пообщаться с собеседником – носителем языка. Развитие мировых средств коммуникации позволяет индивидуализировать процесс обучения, а также установить партнерство в обучении, проходящее сквозь границы и сокращающее расстояния [1].

В настоящее время во многих вузах учатся студенты из разных стран мира. Эти учащиеся являются истинными носителями различных иностранных языков. И все больше и больше учебных заведений пользуются присутствием таких учащихся и вводят в свою программу по изучению иностранных языков работу в парах, так называемый «тандем лицом к лицу» [5]. Если в учебном заведении нет такой возможности, то возможен виртуальный тандем, т.е. работа в парах посредством электронной почты. В данном случае общение посредством компьютера подразумевает использование компьютера в качестве не обучающего, а технического средства. Обучение при помощи электронной почты включает в себя именно общение человека с человеком посредством машины.

Десять-пятнадцать лет назад использование электронной почты стало популярным у преподавателей иностранного языка, особенно за рубежом. Это позволяет общаться с непосредственными носителями языка из разных частей света, поскольку партнеры по переписке – это подлинные носители своего языка и представители своей культуры. А возможность быстрого и четкого контроля со стороны собеседника и постоянные взаимные советы – это своего рода дополнительный козырь такого общения.

Эта идея изучения языков в паре с иностранцем (носителем языка) привлекает своей видимой простотой, но эксперименты, проводимые в этой области, показывают, что эта форма обучения требует особой компетенции. Существуют «великолепные пары», где партнеры умеют по максимуму пользоваться той особой ситуацией, которая возникает в результате работы в тандеме. Эти «танделы-модели» в состоянии самостоятельно организовать свое собственное обучение, не опасаясь того, что один из партнеров займет доминирующее положение [4]. Каждый способен выделить для себя то, что он хочет усвоить, использовать и запомнить, из тех выражений, которые употребляет на родном языке партнер. Партнеры просят помощи друг у друга, когда испытывают трудности в понимании и в высказывании, и каждый из них может понять

что-то новое с помощью исправлений другого. Два партнера способны договориться между собой о том, что они хотят изучать и как они хотят это изучать. Задавая друг другу вопросы, каждый учащийся старается узнать и понять культурный уровень другого, его идеи, его чувства и взгляды.

Однако невозможно ждать, когда все обучающиеся овладеют этим умением. Именно по этой причине для подобных пар предлагается система помощи и поддержки. Исследования в этой области проводились во Франции, в институте Гёте в Париже, и в Германии, в университете в Бохуме [4]. При обучении в тандеме поддержка и помощь могут осуществляться на разных уровнях посредством предусмотренных задач, помощи и письменных советов, индивидуальных советов, а также путем наблюдения и советов, которые дают друг другу партнеры внутри пары.

В начале партнерства в тандеме предлагается ряд упражнений. Эти упражнения должны побуждать учащихся к коммуникативной деятельности, которая позволит им достичь собственных целей. Для начала, например, дается задание со списком слов и просьбой объяснить на родном языке эти слова или подобрать похожее слово.

Примеры для французского языка: le système D (débrouillez –vous) – смекалка, находчивость; HLM – жилище с умеренной квартплатой; la nuit blanche – бессонная ночь; faire le pont – соединить праздничные дни с выходными в единую неделю. Примеры для русского языка: бить баклуши – ne rien faire; на ранней зорьке – entre chien et loup; ни рыба, ни мясо – mi figue, mi raisin...

Очень важно писать хотя бы половину каждого письма на родном языке. Для этого есть две важные причины: партнер может таким образом изучать язык, вдохновляясь хорошим примером, который он получает. Это, конечно же, должно поддерживаться с двух сторон. И объясняться, следовательно, можно более сложным образом, чем на иностранном языке. Во всех следующих письмах можно использовать те же сюжеты, идеи, о которых партнер уже говорил; задать ему вопросы языкового плана и по содержанию. И, конечно же, ответить на вопросы, которые задает партнер. Можно попросить исправить ошибки партнера, если он сам того желает. Каждое письмо должно служить стартовой площадкой для следующего, оно должно подытоживать предыдущее и иметь разговорную направленность, хоть и выполняется письменно. Но основных советов недостаточно, так как, соглашаясь с ними, обучающиеся не всегда применяют их на практике. Для этого необходимы индивидуальные советы преподавателя для каждого участника пары. Во время каждого сеанса помощи обсуждается то, что студент делает и как он это делает. Затем проверяется, достиг ли он тех целей, которые ставил перед собой. При изучении



иностранного языка при помощи электронной почты важно сохранять письма партнера и впоследствии работать с ними, отмечая все новое и важное и что хотелось бы запомнить. Кроме этого, можно классифицировать и отмечать ошибки, исправленные партнером.

Общение по электронной почте отличается от работы в паре лицом к лицу. Собеседники не ждут мгновенной реакции своего корреспондента. С одной стороны – это не совсем удобно, ведь хочется побыстрее прочитать то, что тебе написали. С другой стороны – люди пишут письма более осознанно, вчитываясь в то, что уже написали, имеют возможность что-то обдумать и подправить. И при этом собеседники располагают достаточным количеством времени, чтобы расшифровать письма партнера, чтобы отметить то, что хотят запомнить, чтобы поработать над исправлениями, и, конечно же, составить свои собственные письма. И это делает переписку в электронной почте содержательнее, чем общение в мессенджерах и соцсетях [2]. Совсем не обязательно назначать встречу: партнеры пишут друг другу, когда у них есть время и желание. Прежде чем отправить сообщение, необходимо прочитать его ещё раз и задать себе вопрос, какое впечатление оно произвело бы на вас, если бы вы его получили. Время, затраченное на ясную и четкую формулировку послания, потрачено не зря, ведь ясность изложения важна во всех формах коммуникации.

С точки зрения стиля и уровня языка, в электронных письмах преобладает повседневный языковой уровень. Часто используются разговорные выражения. Именно от отсутствия таких живых, интересных выражений страдают обычные учебники. В электронных письмах границы между устной и письменной речью стираются. Но это не освобождает от необходимости знать и правильно использовать правила грамматики, орфографии и синтаксиса. Плохо написанные сообщения, содержащие много ошибок, порой просто невозможно понять.

Таким образом, взаимосвязь двух партнеров – носителей иностранного языка – посредством электронной почты благотворно влияет на процесс обучения, т.к. это помогает создать аутентичную среду, подходящие условия для обучения, предоставлять большую свободу обучающемуся в выборе темпа и форм обучения. Кроме того, этот вид общения-обучения позволяет повысить мотивацию студентов в изучении иностранных языков и самостоятельно реально оценивать свой уровень знаний [3].

Один из путей индивидуализации и оптимизации обучения – выбор скорости, объема предоставляемого материала, стратегии обучения в соответствии с

индивидуально-психологическими особенностями. Упражнения тандема приглашают обучаемых обмениваться личным опытом, дискутировать, работать в творческой манере; они поощряют партнеров вместе размышлять о языке, общении и обучении. А учет индивидуальных способностей студентов в процессе обучения иностранным языкам может существенно повысить эффективность обучения.

#### Литература

1. Владимирова Л.П. Проблемы обучения иностранным языкам в эпоху глобализации / Л.П. Владимирова // Вестник ПНИПУ. Проблемы языкознания и педагогики. – 2016. – № 3. – С. 107.

2. Зачем нужна электронная почта в эпоху мессенджеров и соцсетей? [Электронный ресурс] URL: <https://www.rspectr.com/articles/490> (дата обращения: 02.12.2019).

3. Современные информационные технологии в образовании: вперед в будущее! [Электронный ресурс] URL: <https://www.kp.ru/guide/organizatsija-obrazovanija.html> дата обращения: 02.12.2019).

4. Helmling B. Apprendre les langues en tandem / B. Helmling, K. Kleppin // Le français dans le monde. – № 303. – P. 32.

5. Vera Perez C. Applications didactiques de l'Internet / Vera Perez C. // Le français dans le monde. – № 304. – 25 p.

УДК 303.094.7

#### **Линейное балльно-рейтинговое оценивание успешности обучения**

Краснов Андрей Евгеньевич, доктор физико-математических наук, профессор,  
заведующий кафедрой «Информационная безопасность»;

Пивнева Светлана Валентиновна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры  
«Информатика и прикладная математика»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Российский государственный социальный университет», г. Москва

*В статье рассмотрена технология перевода традиционных оценок в 100-балльную шкалу на основе линейного оценивания или простой линейной регрессии. При этом данная технология направлена на минимизацию ошибки оценивания, что особенно актуально при внедрении цифровых технологий в образовательную деятельность и уменьшения времени непосредственного общения обучающихся и преподавателя.*

В настоящее время в образовании при балльно-рейтинговом оценивании принята 100-балльная шкала. Возможны различные подходы к переводу традиционно используемых оценок (3-5) в 100-балльную шкалу. Традиционные оценки общеприняты потому, что человек живет и хорошо ориентируется в трехмерном мире, и для него понятие такой оценки, как норма, ниже нормы и выше нормы, вполне естественны. В статистическом нормальном распределении Гаусса, используемом для описания состояний многих систем, также рассматривают устойчивые значения, попадающие в доверительный интервал трех стандартных отклонений с вероятностью 99 %. Отклонение в ту или иную сторону также характеризует аномальное состояние системы [1].

В данной работе рассмотрена технология перевода традиционных оценок  $x_k$  ( $k=1, 2, \dots, N; x_k \in \overline{3, 4, 5}$ ) в 100-балльную шкалу на основе линейного оценивания или простой линейной регрессии  $y = \sum_{k=1}^N b_k x_k$  ( $y \leq 100$ ). При этом данная технология направлена на минимизацию ошибки оценивания, что особенно актуально при внедрении цифровых технологий в образовательную деятельность и уменьшения времени непосредственного общения обучающихся и преподавателя.

В дальнейших расчетах будем исходить из методологии выставления традиционных оценок  $x_k$  20-ю независимыми экспертами ( $N=20, b_k = 1$ ). При этом возможны следующие результаты, приведенные на диаграмме (рис. 1).

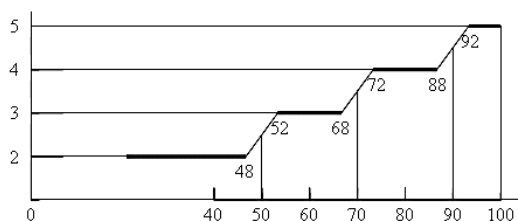


Рис. 1. Диаграмма связи рейтингов с традиционными оценками

Здесь сразу же возникает проблема – точки 50, 70 и 90 суммарной 100-балльной шкалы являются неопределенными (неустойчивыми) при переводе их в точки традиционной шкалы оценок. Данные неустойчивые точки соответствуют случаям, когда мнения группы экспертов разделились поровну (10 на 10). Например, 10 экспертов дали оценки 3, а 10 – 4. Что будет, если 11 экспертов дадут оценки 3, а 9 – 4. В этой ситуации один эксперт может ошибиться на 1 балл. Вероятность ошибки (один случай из 20) равна  $POШ = 1/N = 1/20 = 0,05$ . В результате точка 70 суммарной 100-балльной шкалы сместится к точке  $11*3 + 9*4 = 69$ . Очевидно, что в этом случае ошибочно (с вероятностью 5 %) выставять оценку 3 в традиционной шкале. Чтобы снизить вероятность ошибки, будем выставять

оценку 3, когда суммарная оценка экспертов равна  $12*3 + 8*4 = 68$ . В этом случае ошибка оценивания (если эксперты независимы, т.е. между ними нет договоренности) равна вероятности двух независимых событий (каждый из двух экспертов ошибся)  $POШ = (1/N)^2 = (0,05)^2 = 0,0025$  или 0,25 %. Вероятность  $POШ = 2(1/N)^2$  получается более сложным расчетом.

Для вероятности ошибки оценивания  $POШ = 2(1/N)^2 = 0,5$  % (достоверность оценивания 0,95 % или не более одной ошибки на 200 испытуемых при  $N = 20$  модулях (заданиях) экспертного оценивания знаний в цифровых технологиях контроля) обоснованы следующие правила перевода рейтингов в традиционные оценки:

2 – рейтинги до 48 баллов;

3 – рейтинги лежат в пределах 52 ÷ 68 баллов;

4 – рейтинги лежат в пределах 72 ÷ 88 баллов;

5 – рейтинги лежат в пределах 92 ÷ 100 баллов,

как показано на рис. 1.

В диапазонах 48 ÷ 52, 68 ÷ 72 и 88 ÷ 92 баллов обоснованные оценки качества функционирования системы (например, знаний студентов) на уровне вероятности ошибки  $POШ = 0,5$  % отсутствуют. Здесь необходимо проводить дополнительное оценивание, например, переэкзаменовку, если студент пожелает повысить свою оценку или же принимать «гуманное решение в пользу студента» [2].

Кафедры принимают самое важное участие в технологии балльно-рейтингового оценивания успеваемости путем введения индивидуальных весов  $b_k$  модулей экспертного оценивания.

Технологию введения индивидуальных весов модулей экспертного оценивания каждая кафедра разрабатывает самостоятельно. Необходимо лишь, чтобы сумма данных весов была нормирована на максимальное количество  $N = 20$  модулей (заданий) экспертного оценивания знаний.

Пусть, например, оцениваются знания по дисциплине «Математика» (табл. 1). При этом кафедрой выбраны 5 (пять) модулей экспертного оценивания, а для каждого модуля назначен свой индивидуальный вес (исходя, например, из важности данного модуля для дисциплины в целом и из максимально-возможного веса 10), как показано в табл. 1.

Целое значение нормированного веса модуля экспертного оценивания (например,  $2,35 = 4,0 \cdot 20/34$ ) соответствует количеству заданий, которые необходимо выполнить обучающемуся по данному модулю [3].

Получается – чем важнее модуль экспертного оценивания для дисциплины в целом, тем больше заданий по этому модулю должен выполнить студент.

Таблица 1

Оценка знаний по разделам дисциплины «Математика»

№	Модули экспертного оценивания	Вес (важность) модуля	Нормированный вес модуля (количество заданий)
1	Производная и ее приложения	4,0	2,35 → 2
2	Тригонометрия	5,0	2,94 → 3
3	Логарифмические показательные уравнения и неравенства	6,5	3,82 → 4
4	Уравнения и неравенства с параметрами	8,5	5,00 → 5
5	Геометрия	10	5,88 → 6
Сумма		34	20

#### Литература

1. Прямые и обратные задачи реконструкции операторов эволюции в анализе динамики многомерных процессов / А.Е. Краснов [и др.] // Чебышевский сборник. – 2018. – Т. 19. – № 2 (66). – С. 217-233.

2. Melnikov B. On the multiple-aspect approach to the possible technique for determination of the authors literary style / B. Melnikov, S. Pivneva // CEUR Workshop Proceedings. Selected Papers of the 11th International Scientific-Practical Conference Modern Information Technologies and IT-Education, 2016. – pp. 311-315.

3. Pivneva S. Infinitely complex sum of classification of non-commuting matrix S-sets / S. Pivneva, B. Melnikov, N. Kuptsov / CEUR Workshop Proceedings. Selected Papers of the 1st International Scientific Conference Convergent Cognitive Information Technologies, 2016. – pp. 56-63.

### **Нелинейное балльно-рейтинговое оценивание успешности обучения**

Краснов Андрей Евгеньевич, доктор физико-математических наук,  
 профессор кафедры «Информационная безопасность»;

Пивнева Светлана Валентиновна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры  
 «Информатики и прикладной математики»;

Шмакова Елена Германовна, кандидат технических наук,  
 декан факультета информационных технологий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
 образования «Российский государственный социальный университет», г. Москва

*В статье рассмотрена технология перевода традиционных оценок в 100-балльную шкалу на основе нелинейного оценивания или простой линейной регрессии.*

В данной работе рассмотрена технология перевода традиционных оценок  $x_k$  ( $k=1, 2, \dots, N$ ;  $x_k \in \overline{3,4,5}$ ) в 100-балльную шкалу на основе нелинейного оценивания.

Предположим, что мы имеем  $N$  различных наблюдений в виде вектор-строки  $\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_N)^T$  при последовательном оценивании результатов обучения учащегося по выбранной дисциплине в стандартной шкале ( $x_k \in \overline{3,4,5}$ ;  $k = 1, 2, \dots, N$ ). Модель наблюдения представим в виде:

$$\mathbf{X} = \mathbf{S}_m + \mathbf{H}_m, \quad (1)$$

где  $\mathbf{S}_m = (s_{m1}, s_{m2}, \dots, s_{mN})^T$  – истинный вектор оценок в некотором  $m$ -ом состоянии успешности обучения, замаскированный вектором  $\mathbf{H}_m$  аддитивных помех с нулевыми средними и неизвестными дисперсиями  $\sigma_{mk}^2$  ( $k = 1, 2, \dots, N$ ). Будем считать, что выставленные оценки независимы, а вектор помехи описывается для каждого  $m$ -ого состояния  $N$ -мерной нормальной усеченной плотностью вероятности  $p_m(\mathbf{H} | \sigma_m)$ .

В этих условиях задача идентификации или классификации  $m$ -х состояний традиционно носит название проверки сложных гипотез (гипотез отнесения вектора наблюдения  $\mathbf{X}$  из (1) к какому-либо « $m$ -ому» классу, определяемому вектором  $\mathbf{S}_m$  и плотностью вероятности  $p_m(\mathbf{H} | \sigma_m)$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ ), поскольку векторы  $\sigma_m$  стандартных отклонений распределений неизвестны [1]).

По аналогии с результатами работ [1, 2] получим индикатор, характеризующий степень близости вектора наблюдения  $X$  к истинному вектору  $S_m$  оценок:

$$y_m(X, S_m) = 1 / [1 + \sum_{k=1}^N \lambda_{mk} (x_k - s_{mk})^2], \quad (2)$$

где  $\lambda_{mk}$  определяют значимости  $k$ -ых оценок для  $m$ -го состояния. В соответствии с (2) вектор  $X$  будем относить к тому из  $M$ -классов, для которого значение индикатора  $y_m(X, S_m)$  максимально [3, 4].

Индикатор  $y_m(X, S_m)$  легко преобразовать в индикатор, характеризующий степень успешности обучения, выбирая  $s_{mk} = 2$ :

$$y_2 = y(X, S_2) = \sum_{k=1}^N \lambda_{2k} (x_k - 2)^2 / [1 + \sum_{k=1}^N \lambda_{2k} (x_k - 2)^2] \quad (3)$$

Индикатор (3) осуществляет нелинейное балльно-рейтинговое оценивание успешности обучения по совокупности оценок стандартной шкалы [5-7].

На диаграмме (рис. 1) приведены примеры последовательных (простого линейного  $y = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k$  и рассмотренного нелинейного  $y_2$ ) оцениваний при  $\lambda_{2k} = 1/N$ .

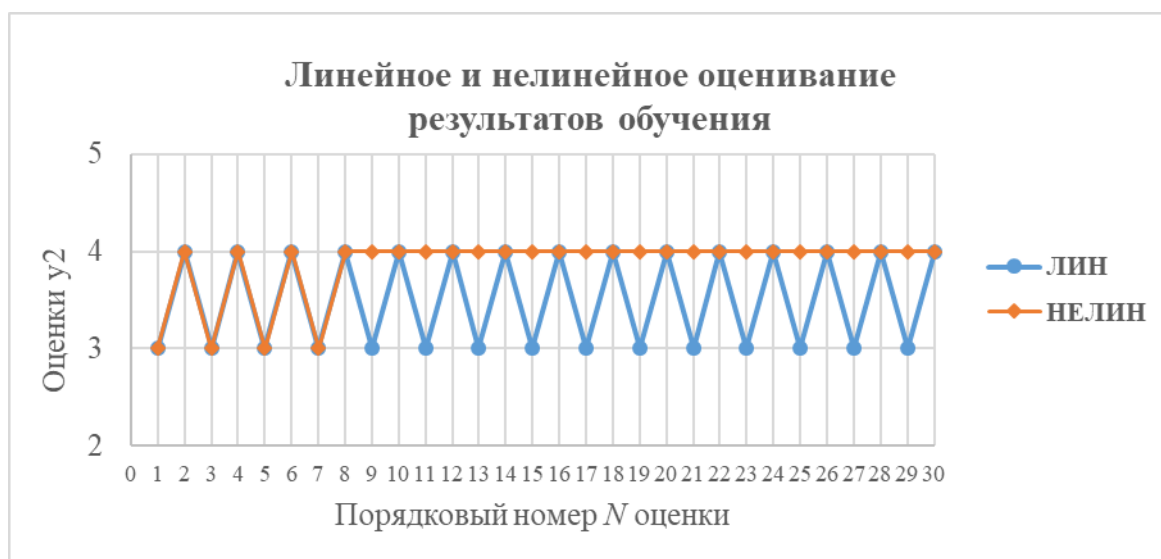


Рис. 1. Балльно-рейтинговое оценивание

Видно, что при чередовании оценок (3-4) линейное оценивание неустойчиво и также колеблется между 3 и 4. В тоже время нелинейное оценивание становится устойчивым уже на 9-ом шаге. Тем самым, при нелинейном оценивании возможно сократить число шагов, например, с 20 до 10, оставляя высокую точность оценивания [8-12].

#### Литература

1. Малиновский Л.Г. Анализ статистических связей: Модельно-конструктивный подход / Л.Г. Малиновский. – М.: Наука, 2002. – 688 с.
2. Феоктистова Н.А. Модели количественного оценивания качества продовольственных товаров. Модели, численные методы и информационные технологии количественного оценивания качества. – Saarbrücken, Deutschland, Verlag: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co., 2012.
3. Multilayered neural-like network of direct propagation with the adjustment according to similarity measures of vectors of the learning sample / A.E. Krasnov [etc.] / CEUR Workshop Proceedings. Selected Papers of the 2nd International Scientific Conference «Convergent Cognitive Information Technologies», 2017. – pp. 209-218.
4. The first acquaintance of schoolchildren with hard programming problems / B.F. Melnikov [etc.] / GCPMED 2018 - International Scientific Conference «Global Challenges and Prospects of the Modern Economic Development», 2019. – pp. 1649-1658.
5. Витковская Н.Г. Информационная компетентность студентов как одно из условий индивидуального обучения / Н.Г. Витковская // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2015. – № 2 (18). – С. 70-78.
6. Support of decision-making process on the basis of neural network technology / E.Yu. Vinogradova [etc.] // GCPMED 2018 - International Scientific Conference «Global Challenges and Prospects of the Modern Economic Development», 2019. – pp. 1821-1826.
7. Пивнева С.В. Моделирование задач дискретной оптимизации / С.В. Пивнева, М.А. Трифонов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2010. № 3 (13). – С. 28-30.
8. Computational problems for «advanced» younger STUDENTS / B.F. Melnikov [etc.] / GCPMED 2018 - International Scientific Conference «Global Challenges and Prospects of the Modern Economic Development», 2019. – pp. 1316-1325.
9. Витковская Н.Г. Критерии типологического анализа корпоративных изданий образовательных организаций / Н.Г. Витковская // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2019. – Т. 1. – № 1. – С. 147-156.



10. Прямые и обратные задачи реконструкции операторов эволюции в анализе динамики многомерных процессов / Краснов А.Е. [и др.] // Чебышевский сборник. – 2018. – Т. 19. – № 2 (66). – С. 217-233.

11. Melnikov B. On the multiple-aspect approach to the possible technique for determination of the authors literary style / B. Melnikov, S. Pivneva // CEUR Workshop Proceedings. Selected Papers of the 11th International Scientific-Practical Conference Modern Information Technologies and IT-Education, 2016. – pp. 311-315.

12. Pivneva S. Infinitely complex sum of classification of non-commuting matrix S-sets / S. Pivneva, B. Melnikov, N. Kuptsov // CEUR Workshop Proceedings. Selected Papers of the 1st International Scientific Conference Convergent Cognitive Information Technologies, 2016. – pp. 56-63.

УДК 373.1

**Индивидуализация образования через проектную деятельность  
с использованием информационных технологий**

<sup>1</sup>Куликова Елена Геннадьевна, учитель;

<sup>2</sup>Штырова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Информатика и управление в технических системах»;

<sup>1</sup>Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
«Основная общеобразовательная школа с. Быков Отрог»

Балаковского района Саратовской области;

<sup>2</sup>Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*Индивидуализация образования является основой современного образовательного процесса, позволяющей школьникам в полной мере удовлетворить свои образовательные потребности и интересы. В статье рассматриваются возможности организации проектной деятельности обучающихся с использованием информационных технологий в целях формирования универсальных учебных действий, повышения интереса к обучению.*

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) обозначил задачу формирования у обучающихся универсальных учебных действий: познавательных, коммуникативных, личностных, регулятивных [1]. Особое внимание при этом уделяется индивидуализации образования, способствующей самореализации

обучающихся и направленной на формирование и развитие образованной, социально адаптивной, творческой личности [2]. Поэтому необходим поиск комплексных способов и форм организации образовательного процесса, с помощью которых можно достичь образовательных результатов. Одной из таких форм и является проектная деятельность.

Учебный проект – это форма работы, которая ориентирована на изучение учебной темы или учебного раздела, это совместная учебно-познавательная, исследовательская, творческая или игровая деятельность учащихся-партнеров, имеющих общую цель, согласованные методы, способы деятельности, направленные на достижение общего результата по решению какой-либо проблемы. Проектная деятельность является целостной дидактической системой реализации компетентностного образования [3, 4].

Опыт работы подсказывает, что только лично заинтересованный обучающийся будет полноценно и качественно работать в реализации проекта, а значит для каждого нужно смоделировать индивидуальный образовательный маршрут, т.е. поставить конкретную цель, рассмотреть этапы работы и спрогнозировать планируемый результат [5].

Расширение границ использования технологий проектной деятельности в образовательном процессе можно достичь за счет использования новых информационных технологий. Применение информационных технологий в процессе подготовки учебного проекта создает условия для формирования у школьников умения без помощи посторонних обретать новые знания, развития креативных, умственных способностей обучающихся, повышения мотивации к обучению [6, 7].

Индивидуализация образования через проектную деятельность с использованием информационных технологий позволяет привлечь обучающихся к изучению краеведческого материала, истории малой родины, воспитывать патриотические чувства, быть преданным своему Отечеству. Покажем это на примере историко-краеведческой проектной деятельности, реализуемой в МАОУ «ООШ с. Быков Отрог» Балаковского района Саратовской области. В школе создан краеведческий уголок «Память», в котором в рамках военно-патриотического воспитания школьников собранные документы систематизируются и дополняются.

Особой гордостью является «Книга Памяти», создание которой стало самым значимым и, как оказалось, долгосрочным творческим проектом. Идея проекта зародилась в январе 2015 г. – к 70-летию Победы в Великой Отечественной войне собрать данные и оформить их в «Книгу Памяти». Цель этого издания – увековечить

имена Победителей и сохранить память для будущих поколений. Эта книга посвящена жителям села, погибшим при защите Отечества, воинам, вернувшимся с фронта, труженикам тыла в годы Великой Отечественной войны.

При создании Книги была произведена сверка фамилий жителей села, погибших на фронтах по электронным базам данных, которые открыли Министерство Обороны РФ и военные архивы. В проекте «Книга Памяти» участвовали 15 учеников с 6 по 9 классы и 5 педагогов школы. Ребята выполняли уточнение личных данных воинов, погибших на фронтах Великой Отечественной войны, участвовали в поиске документальных материалов из открытых военных архивов, размещенных в интернете, создавали электронную базу документальных данных.

Заинтересованность школьников в такой деятельности обусловлена тем, что они открывают неизвестные странички истории своего села, больше узнают о людях, которые живут рядом с ними. Так, например, при сверке были обнаружены неизвестные архивные данные погибшего бойца Компалова. Он был призван на фронт в 1941 году, а в 1944 пропал без вести. На данном этапе мы пытаемся выяснить и найти родственников или какие-либо сведения об этом человеке.

Результаты проекта учащиеся неоднократно представляли на различных конкурсах, конференциях. Информация о вышеизложенных мероприятиях размещалась в газете «Балаковские вести» и на официальном сайте школы.

Жительница села, поэт Евтушенко Ольга Владимировна написала стихотворение «Долг», оно дополняет и подчеркивает значимость данного проекта – сохранить светлую память о погибших на войне и передать последующим поколениям.

Реализация проекта «Книга Памяти» позволяет формировать у обучающихся способность самостоятельно мыслить, добывать и применять знания, принимать, обдумывать решения и чётко планировать действия, эффективно сотрудничать с одноклассниками, учителем, быть открытыми для новых контактов и культурных связей.

#### Литература

1. ФГОС основного общего образования (с 5 по 9 кл.). Приказ Минобрнауки России от 17.12.2010 №1897.

2. Дауленбаева Т. Инновационные технологии как фактор активизации познавательной деятельности обучающихся / Т. Дауленбаева, Н.П. Ходакова, Н.М. Виштак // Сборник статей «Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, – 2016. – С. 77-78.

3. Виштак О.В. Использование метода проектов при создании web-квестов по информатике / О.В. Виштак // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Современные образовательные Web-технологии в системе школьной и профессиональной подготовки» – Арзамас: Арзамасский филиал ННГУ им. Н.И. Лобачевского», 2017. – С. 151-155.

4. Сарваева Г.Ф. «Организация проектной деятельности в рамках ФГОС второго поколения». [Электронный ресурс] URL: <https://infourok.ru/organizaciya-proektnoy-deyatelnosti-v-ramkah-fgos-vtorogo-pokoleniya-1011901.html> (дата обращения: 25.11.2019).

5. Виштак Н.М. Интерактивные технологии как основа диалогового обучения / Н.М. Виштак, Е.А. Яковлева // Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции «Проблемы развития регионов в условиях модернизации экономики, общества и образования». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2018. – С. 35-39.

6. Виштак О.В. Использование электронных образовательных ресурсов в учебном процессе / О.В. Виштак, М.В. Фролов // Вестник современных исследований. – 2017. – № 11-1 (14). – С.107-109.

7. Штырова И.А. Формирование познавательной активности учащихся в условиях реализации ФГОС посредством цифровых образовательных ресурсов / И.А. Штырова, Е.Г. Куликова // Сборник трудов I Международной научно-практической конференции «Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. – С. 213-216.

**Анализ обеспечения критериев информационной безопасности  
в современных сервисах сети Интернет**

Лукьянов Александр Сергеевич, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Мамедов Роман Рауфович, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Михеев Иван Васильевич, старший преподаватель кафедры

«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В статье рассмотрены критерии информационной безопасности, случаи взлома и утечек современных сервисов. А также разобраны типичные способы атаки и различные методы их избегания.*

С развитием современных технологий появляется неизбежная проблема – обеспечение безопасности и защищённости. Современные программные продукты и сервисы всё больше наращивают свои функциональные возможности, вследствие чего объём исходного кода многократно увеличивается. Зачастую не существует подхода, который позволил бы с вероятностью в 100 % проверить работоспособность и выявить ошибки в программном обеспечении. В связи с этим и возникают такие ситуации, когда в программном обеспечении появляются ошибки, используя которые можно нарушить информационную безопасность всей системы в целом.

Под понятием «Информационная безопасность» в первую очередь понимается комплекс мероприятий, направленных на решение проблем защиты информационной среды какого-либо государства или компании [4].

Другими словами, информационная безопасность – это состояние информационной среды, при котором соблюдаются её основные меры:

- конфиденциальность данных;
- целостность данных;
- доступность данных.

Конфиденциальность данных – это совокупность данных, к которым имеют доступ определенный узкий круг лиц.

Целостность данных – состояние данных, при котором отсутствует их изменение при выполнении какой-либо операции над ними.

Доступность данных – состояние данных, при котором лица, имеющие права доступа (права чтения, хранения, уничтожения, копирования, изменения) могут реализовывать их беспрепятственно.

Как правило, при нарушении информационной безопасности системы страдает одна из граней информационной безопасности [3].

К важнейшим граням информационной безопасности можно отнести:

- спектр интересов субъектов;
- уровни защиты интересов субъектов;
- субъекты, нуждающиеся в обеспечении информационной безопасности.

Спектр интересов субъектов можно разделить на следующие основные категории:

- доступность (возможность получить нужную информацию за определенное время);

- целостность (актуальность информации);

- конфиденциальность (доступ к информации определенному узкому кругу лиц).

Уровни защиты интересов субъектов классифицируются на:

- законодательные (законы, стандарты, нормативные акты);

- административные (действия руководства организации);

- процедурные (меры безопасности);

- программно-технические (конкретные технические меры).

В обеспечении информационной безопасности нуждаются субъекты разных категорий:

- государственные организации;

- коммерческие структуры;

- отдельные граждане.

Рассмотрим наиболее яркие случаи в истории, когда какая-то из граней информационной безопасности была нарушена.

База данных Sony Playstation. В апреле 2011 года база данных компании Sony, хранящая сведения о 77 миллионах пользователей, была взломана группой злоумышленников «Lulzsec» и выложена в открытый доступ. В результате чего работа игровых сервисов компании Sony была прекращена на несколько дней, чтобы устранить ошибки в системе безопасности.

В результате данной хакерской атаки компания Sony понесла не только репутационные, но и финансовые потери.

Взлом Home Depot. В сентябре 2014 года в результате уязвимости в операционной системе Microsoft Windows была взломана финансовая система компании Home Depot неизвестной группой злоумышленников. В последствии злоумышленники похитили 56 миллионов данных платежных карт.

Компания Microsoft, узнав о данной хакерской атаке, устранила уязвимость в операционной системе Microsoft Windows, выпустив обновление операционной системы, тем самым предотвратив возможные дальнейшие атаки [2].

Крупнейшая DDOS-атака в истории. В марте 2013 года в результате масштабной DDOS-атаки был выведен функционал сервиса «Spamhaus». Злоумышленники использовали множество ЭВМ по всей планете для передачи более 300 гигабит трафика на серверы сервиса «Spamhaus».

Причиной данной атаки было противодействие сервису «Spamhaus», так как он предоставлял информацию об интернет-серверах, с которых проводились нежелательные массовые рассылки. Таким образом, благодаря сервису «Spamhaus» интернет-провайдеры всего мира могут использовать данную информацию для предотвращения нежелательной массовой рассылки.

Взлом eBay. В мае 2014 года в результате взлома популярной торговой площадки «eBay» были затронуты личные данные 145 миллионов пользователей площадки. Уязвимость присутствовала в базе данных конфиденциальных данных пользователей. Компания уведомила пользователей, которых затронула данная хакерская атака о необходимости сменить пароль к аккаунту как на самой торговой площадке, так и на других сервисах.

В результате данной хакерской атаки компания стала провозглашаться как компания «с несовершенной» безопасностью.

На данный момент в мире существует огромное множество способов взлома приложений, с которыми может совладать даже начинающий хакер. Рассмотрим некоторые из них.

Существует метод взлома сервера под названием «SQL-injection». Данный способ позволяет взламывать сайты и программы, работающие с базами данных. SQL-injection основан на внедрении в запрос произвольного SQL-кода. Атака типа внедрения SQL может быть возможна из-за некорректной обработки входящих данных, используемых в SQL-запросах. Для того чтобы осуществить взлом и получить доступ к данным пользователей, необходимо выполнить несколько простых шагов,

начинающихся с нескольких строчек кода, написанных на языке PHP. Далее происходит вычисление полей в таблице с помощью некоторого параметра. После чего составляется еще один запрос, и выходит полная информация о пользователе (логин, пароль и так далее) [6].

Есть очень простой и универсальный способ взлома компьютера, с помощью которого можно получить полный доступ, в том числе и подключение к рабочему столу. Для такого способа создается специальный файл, который маскируется под архив. Когда такой «архив» попадает на компьютер пользователя, то запускается BAT-файл, который и открывает доступ к компьютеру через telnet [6].

Для взлома электронных «ящиков» существует 2 основных способа – это перебор пароля по словарю и использование XSS-уязвимости. Перебор по словарю – это метод, при котором используется полный перебор предполагаемых паролей, используемых для аутентификации, осуществляемой путём последовательного пересмотра всех слов [7]. XSS – это тип атаки на веб-систему, который заключается во внедрении в страницу сайта вредоносного кода, а также взаимодействию этого кода с веб-сервером злоумышленника [5].

Перечисленные способы крайне примитивны, и для того чтобы не попасться на них, необходимо быть бдительным, не скачивать подозрительные программы, вовремя устранять уязвимости на личных сайтах и устанавливать сложные пароли на свои электронные «ящики».

Получение доступа к личным данным пользователя – это не всё, чем занимаются «кибер-преступники». Также они совершают атаки на аккаунты или сайты пользователей. Способы таких атак рассмотрим ниже.

Самый типичный способ атаки на аккаунт – это рассылка спама, в котором обычно содержится ссылка на подозрительный сайт или назойливая реклама вещей и услуг. Для того чтобы обезопасить себя от таких, достаточно просто не переходить на незнакомые сайты, которые потенциально могут получить адрес аккаунта с целью рассылки спама.

На многие другие веб-сервисы злоумышленники часто совершают DDoS-атаки – это целенаправленный комплекс действий для выведения из строя, сбоя работы интернет-ресурса [1]. Для таких целей используется целая сеть компьютеров, которая по команде осуществляет ряд вредоносных сетевых запросов на сервер. Оградить себя от таких атак крайне сложно и затратно, но если интернет-ресурс крайне важен, то это стоит реализовать.



В данной статье рассмотрены основные понятия информационной безопасности, а также способы и случаи взломов различных интернет-ресурсов. Исходя из общего положения и опираясь на совокупность всех вышеперечисленных и упомянутых фактов, можно сделать вывод, что от взлома своих данных нельзя защититься на сто процентов, но нужно делать всё возможное, чтобы свести эту вероятность к минимуму. Каждый пользователь сам выбирает, какие способы защиты ему использовать.

#### Литература

1. Dos-атака. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/DoS-атака> (дата обращения: 12.12.2019).
2. Апокалипсис в сети. 7 крупнейших хакерских атак в истории. [Электронный ресурс] URL: <https://nv.ua/gadgets/apokalipsis-v-seti-7-krupnejshih-hakerskih-atak-v-istorii-1393066.html> (дата обращения: 12.12.2019).
3. Грани информационной безопасности. [Электронный ресурс] URL: [http://citforum.ru/seminars/cis99/galat2\\_3.shtml](http://citforum.ru/seminars/cis99/galat2_3.shtml) (дата обращения: 12.12.2019).
4. Информационная безопасность. [Электронный ресурс] URL: <https://searchinform.ru/informatsionnaya-bezopasnost/> (дата обращения: 12.12.2019).
5. Межсайтовый скриптинг. [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Межсайтовый\\_скриптинг](https://ru.wikipedia.org/wiki/Межсайтовый_скриптинг) (дата обращения: 12.12.2019).
6. Методы взлома. [Электронный ресурс] URL: [https://piku.ru/story/mi\\_vzloma\\_669](https://piku.ru/story/mi_vzloma_669) (дата обращения: 12.12.2019).
7. Перебор по словарю. [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikda.ru/Пр\\_поарю](https://ru.wikda.ru/Пр_поарю) (дата обращения: 12.12.2019).

**К вопросу использования онлайн-словарей при обучении профессионально-ориентированному иностранному языку**

Молоткова Галина Васильевна, преподаватель кафедры

«Иностранных языков»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», г. Тула

*В статье рассматриваются сложившиеся предпосылки использования онлайн-словарей при обучении профессионально-ориентированному иностранному языку будущих инженеров. Выявляются трудности, возникающие у студентов в процессе работы с иноязычными источниками информации. Раскрывается необходимость лингвистических знаний, направленных на формирование культуры обращения с онлайн-словарем.*

Инновационное производство и кадровое обеспечение национальной инженерной системы играют решающую роль в мире. Внедрение современных технологий и автоматизации в области производства и управления требует преобразовать систему высшего образования нашей страны таким образом, чтобы она соответствовала развитию науки и общества. В связи с этим требования, предъявляемые сегодня к выпускникам российских вузов, в том числе инженерных специальностей, существенно изменились.

Высокое качество, фундаментальность и системность обучения, культурные и педагогические национальные традиции, высокий научно-технический потенциал, позволяющий занимать передовые позиции в мире по ряду инженерных направлений, традиционно являются преимуществами российской системы образования. Тем не менее, в связи с развитием производства, имеется дефицит квалифицированных практико-ориентированных кадров, и проблема качества подготовки инженеров к профессиональной деятельности становится особенно актуальной.

Информатизация общественных отношений, компьютеризация учебного процесса, переход системы высшего образования на новые стандарты, реализующие компетентностный подход к подготовке специалистов, ставят перед педагогической наукой задачу формирования специалиста с определённо заданными параметрами личности, среди которых высокий уровень профессиональной готовности к работе с иноязычными источниками информации.

Вопросам информатизации современного учебного процесса и основам использования информационных технологий при обучении различным предметам в

различных возрастных категориях посвящено большое количество исследований таких ведущих российских ученых, как: В.П. Беспалько, М.А. Бовтенко, Г.А. Бордовский, Б.Г. Гершунский, И.Б. Горбунова, В.Л. Извозчикова, Г.А. Кручинина, Е.И. Машбиц, С.В. Панюкова, Е.С. Полат, И.В. Роберт и др.

Б.Х. Кривицкий пишет: «За последние годы вышло довольно много книг, в которых рассмотрены вопросы дидактики высшей школы... Тем не менее, эти вопросы нуждаются в более детальном рассмотрении, в частности, в отношении использования электронных технологий в учебном процессе высшей школы. Это объясняется не только многими проблемами самой высшей школы, но и бурным развитием информационной техники и многими другими обстоятельствами, связанными с дидактическими положениями, их практическим применением» [1].

Обучение студентов неязыковых вузов различным аспектам иноязычной речевой деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) рассматривается в диссертационных исследованиях Барыбина А.В., Елизарова А.С., Буран А.Л. (профессионально-ориентированное чтение), Дубовиковой Е.М. (иноязычная виртуальная коммуникация), Поздняковой Н.А., Руженцевой Т.С., Гречихина И.Е., Титовой С.В., Смольяниковой И.А., Федотовой Ю.Г. (изучение лексики), Густомясовой Т.И. (формирование социолингвистической компетенции), Павельевой Т.Ю. (письменная речь), Маковецкой И.А. (грамматические навыки), Рогиненко Е.В. (интерактивное профессиональное общение), Апалькова В.Г. (межкультурная компетенция), Насоновой Е.А. (профессионально-ориентированное диалогическое общение), Хомутовой А.А. (фонетическая компетенция), Ямских Т.Н. (обучение чтению).

Изучение научно-методических трудов позволяет утверждать, что сложились необходимые условия использования ИКТ в процессе обучения профессионально-ориентированному иностранному языку в высших учебных заведениях: наличие глобальной инфраструктуры общества и информационных ресурсов; глобальная информатизация общественных отношений, в том числе в сферах науки, образования и производства; социальный заказ общества на специалистов, способных осуществлять профессиональную коммуникацию средствами иностранного языка; единая природа языковой и информационной коммуникации, позволяющая использовать языковой материал, предоставляемый средствами ИКТ как учебный материал по иностранному языку (при соответствии его ряду дидактических требований).

При этом главными задачами применения ИКТ в учебном процессе является оптимизация процесса и содержания обучения, рационализация интеллектуальной

деятельности за счёт использования информационных технологий, повышение продуктивности самоподготовки учащихся, повышение эффективности качества подготовки специалистов с новым типом мышления, соответствующим требованиям постиндустриального общества.

Учебная работа с компьютером стала привычным и повседневным видом учебной деятельности студента, а персональный компьютер стал комплексным, интегративным и универсальным техническим средством обучения, предоставляющим широкие возможности получения, обработки и использования профессионально-ориентированной информации на иностранном языке.

Благодаря этому становится очевидным, что образовательная среда в целом претерпела значительные изменения. Как отмечает М.Г. Евдокимова, «...возникающая благодаря Интернету виртуальная реальность, становящаяся новым технологическим, психофизиологическим и социокультурным способом бытия человека в мире, формирует принципиально новый тип символического существования человека, культуры, социума и новый характер общения, в том числе и межкультурного, специфическими особенностями которого становятся виртуальность, интерактивность, гипертекстуальность» [2].

С дидактической точки зрения, Интернет как учебный ресурс обладает рядом преимуществ перед традиционными средствами обучения: неисчерпаемым запасом аутентичного материала, визуальной опорой при восприятии и усвоении информации, сокращает время преподавателя на дидактическую и методическую разработку, развивает межкультурную компетенцию. Все эти преимущества пользователь может получить в любое удобное для него время, независимо от места нахождения. Интернет также предоставляет хорошие возможности для самостоятельной работы студентов в области изучения иностранных языков.

Таким образом, имеются социальные, технологические, дидактические и методические предпосылки для того чтобы по-новому организовать учебно-воспитательный процесс, направленный на подготовку будущих инженеров к применению иноязычной компетенции в профессиональной деятельности.

В работе «Особенности формирования лексических навыков научной речи у студентов инженерных направлений подготовки» было установлено, что «владение иностранным языком в сфере профессиональной деятельности в значительной мере определяется уровнем лексических знаний и навыков, а наиболее эффективным приёмом овладения профессионально-ориентированной лексикой является сочетание современных методов изучения лексического аспекта речи. Такое комбинированное

сочетание различных методов, приемов и способов позволяет задействовать различные каналы восприятия обучаемых и способствует продуктивному усвоению учебного материала» [3].

В связи с этим несомненный интерес представляет возможность автоматизации переводческой учебной деятельности будущих инженеров посредством использования электронных профессионально-ориентированных словарей.

Однако навыки работы студентов с электронными программами оставляют желать лучшего. Отдельные студенты пытаются пользоваться мобильными программами переводчиками, при этом наиболее популярны «Google Translate» и «Яндекс. Переводчик». Но, несмотря на удобство и быстроту перевода, такой подход приводит к ошибочной интерпретации текста оригинала. Компетенции в области чтения с полным пониманием иноязычного профессионально-ориентированного текста таким способом достичь невозможно.

Кроме того, базовые лингвистические знания, необходимые для качественного выполнения технического перевода, не входят в программу подготовки инженеров. Студенты обнаруживают непонимание различий между частями речи, непонимание явления сочетаемости лексических единиц, дословно переводят фразеологизмы; имеют небольшой словарный запас; имеют низкий уровень иноязычных навыков в области научной речи на родном языке.

Исходя из потребностей обучающихся, целесообразно научить их пользоваться толковыми онлайн-словарями для самостоятельной работы над текстами по чтению, над новой лексикой и заданиями по письму.

В связи с этим мы полагаем целесообразным уделять внимание обучению работе с электронными словарями. На этапе бакалаврской подготовки наилучшим образом зарекомендовал себя переводной онлайн «АВВУ Lingvo Online». Программа Abbyu Lingvo online позволяет осуществлять мгновенный перевод в любом приложении на 19 языков, включает более 220 словарей и около 10 млн. словарных статей от таких авторитетных издательств, как Oxford University Press, Harper Collins Publishers, РУССО, АВВУ Press. Пользователям доступны более 130 тематических словарей по различным областям знаний, в том числе и инженерной деятельности: IT, машиностроению, химии, нефтегазовой промышленности, строительству и т.д. Предусмотрена возможность создания собственных словарей с добавленными в словарную карточку иллюстрациями. Это способствует более качественному переводу узкоспециализированных и многозначных терминов в тематических текстах. Использование данного словаря облегчает изучение иностранного языка, позволяя

находить синонимы и антонимы слов, изучать грамматические заметки и лингвострановедческие словари, использовать словарь New Oxford American Dictionary, в котором значения слов даны по частоте употребления в современном английском языке, совершенствовать навыки письменного общения с помощью примеров писем от Oxford® University Press, узнавать значения устойчивых выражений в словарях общей лексики, фразеологических словарях, словарях сленга и разговорниках, расширять словарный запас с помощью приложения для запоминания слов ABBYU Lingvo Tutor, запоминайте правильное произношение слов и фраз, озвученных носителем языка и т.д. С помощью этой базы пользователь сможет быстрее подобрать точный перевод слова, определить, действительно ли употребляется в речи оборот, найти новые варианты перевода и примеры их употребления. База памяти переводов уже сейчас содержит более 1 миллиона предложений и постоянно растет. (Приводится по материалам сайта «Abbyu Lingvo on line») [4].

Изучение дидактических возможностей переводных онлайн-словарей как эффективных инструментов развития иноязычной коммуникативной компетенции в области профессионально-ориентированного иностранного языка находит отражение в работах ряда ученых. Так, Н.Н. Журавлева выявляет проблемы, возникающие у студентов при работе с онлайн-словарями, среди которых: выбор варианта перевода лексической единицы с английского на русский язык, не обращая внимания на контекст, неверное словоупотребление и отсутствие аутентичности высказывания и т.д.

Поэтому авторы методических работ подчеркивают важность формирования культуры обращения со словарем и считают эту задачу стратегически важной в процессе обучения иностранным языкам студентов инженерных направлений подготовки. С нашей точки зрения, формированию должной культуры обращения с электронным онлайн словарём способствуют следующие лингвистические знания, умения и навыки:

- техника поиска в справочных пособиях, информационных источниках;
- умение «читать» словарную статью, знание общепринятых знаков и сокращений;
- понятие научного стиля речи и его лексических особенностей;
- лексические трудности, возникающие в процессе перевода: несовпадение значений изучаемых лексических единиц иностранного и родного языка, расхождения в значении русских и иностранных слов-терминов, наличие устойчивых сочетаний речевых оборотов, клише, не имеющих установившегося эквивалента в языке перевода,

трудности понимания атрибутивных сочетаний в английском языке, состоящих из нескольких слов, «ложные друзья переводчика» и т.д.;

- социокультурные иноязычные речевые особенности будущей профессии студента.

Систематическая работа с онлайн-словарями способствует усвоению учебного материала, помогает разнообразить обучение английскому языку, расширяет общий и профессиональный кругозор студента, повышает мотивацию к изучению иностранного языка, способствует общему культурному развитию и формированию профессионально значимых компетенций инженера.

### Литература

1. Кривицкий Б.Х. Учебные электронные средства в вузе: учеб. пособие для преподавателей, повышающих квалификацию в МГУ // М.: МГУ, 2013. – С. 208. [Электронный ресурс] URL: [psy.msu.ru.../krivitsky2013.pdf](http://psy.msu.ru.../krivitsky2013.pdf) (дата обращения: 06.12.2019).

2. Евдокимова М.Г. Система обучения иностранным языкам на основе информационно-коммуникационной технологии (технический вуз, английский язык): автореф. дис.... д-р пед. наук (13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (иностранные языки)) / М.Г. Евдокимова; рук. работы И.И. Халеева. – Москва: МГЛУ, 2007. – 667 с.

3. Молоткова Г.В. Особенности формирования лексических навыков научной речи у студентов инженерных направлений подготовки / Г.В. Молоткова // Известия ТулГУ Педагогика. – 2019. – № 4. – С. 79-89.

4. Abbyu Lingvo on line. [Электронный ресурс] URL: <https://www.abbyu.com/ru-ru/business-lingvo-windows/features/> (дата обращения: 06.12.2019).

5. Журавлева Н.Н.. Проблема использования словарей и электронного переводческого сервиса при переводе специальной литературы с германских языков / Н.Н. Журавлева, Л.А. Попутникова, Д.А. Орлов // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 4. [Электронный ресурс] URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=26551> (дата обращения: 07.12.2019).

**Декомпозиция процесса управления школой  
в единой информационной среде**

Пивнева Светлана Валентиновна, кандидат педагогических наук, доцент,  
заведующий кафедрой «Информатика и прикладная математика»;

Блохина М.В., магистрант

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Российский государственный социальный университет», г. Москва

*В статье рассматривается функционал и декомпозиция школьного портала, позволяющего организовывать коллективную работу. Модель построена в программе BPwinProcessModeler.*

В настоящее время во многих школах происходит процесс информатизации. С каждым годом этот процесс все больше и больше развивается и затрагивает разные области школьной деятельности. Так, во многих школах Москвы и области стала функционировать информационно-образовательная среда «Школьный портал». Рассмотрим функционал данного портала на примере одной из областных школ. К основным функциям школьного портала относятся:

- 1) Ведение электронных журналов.
- 2) Ведение поурочного и календарно-тематического планирования.
- 3) Ведение школьного расписания.
- 4) Ведение учета вновь прибывших и отчисленных учащихся, переводы внутри параллели.
- 5) Ведение личных дел обучающихся, сотрудников, родителей.
- 6) Доступ к организационным и образовательным ресурсам.
- 7) Передача и хранение различных данных.
- 8) Формирование отчетности.

Также для обучающихся и родителей функциями портала являются:

- 1) Доступ родителей и детей к успеваемости, расписанию и классным мероприятиям.
- 2) Формирование «портфолио» обучающихся.
- 3) Социальная сеть внутри портала для связи со всеми зарегистрированными пользователями (учителя, ученики, родители, администрация).
- 4) Приложения (образовательные ресурсы).

К инструментам коммуникации относятся такие средства как:



- 1) Новости.
- 2) Объявления.
- 3) Личные сообщения.
- 4) Учительская/родительская.
- 5) Группы и события.
- 6) Файлы.

Основные функции портала для управления образования администрации городского округа заключаются в:

- 1) получении информации по контингенту муниципального образования отдельных общеобразовательных организаций;
- 2) мониторинге движения обучающихся в пределах районного (городского) образовательного пространства;
- 3) формирование сводных административных и статистических отчетов;
- 4) формирование форм Федерального государственного статистического наблюдения с возможностью ручного и автоматизированного заполнения;
- 5) автоматический экспорт форм Федерального государственного статистического наблюдения из базы данных системы.

Рассмотрим работу школьного портала с помощью моделирования процесса в программе BPwinProcessModeler. Процесс управления через школьный портал покажем через детализацию процессов этой информационной среды. Школьный портал осуществляет свою деятельность на основе нормативных документов о внедрении этой системы в школу [1, 2].

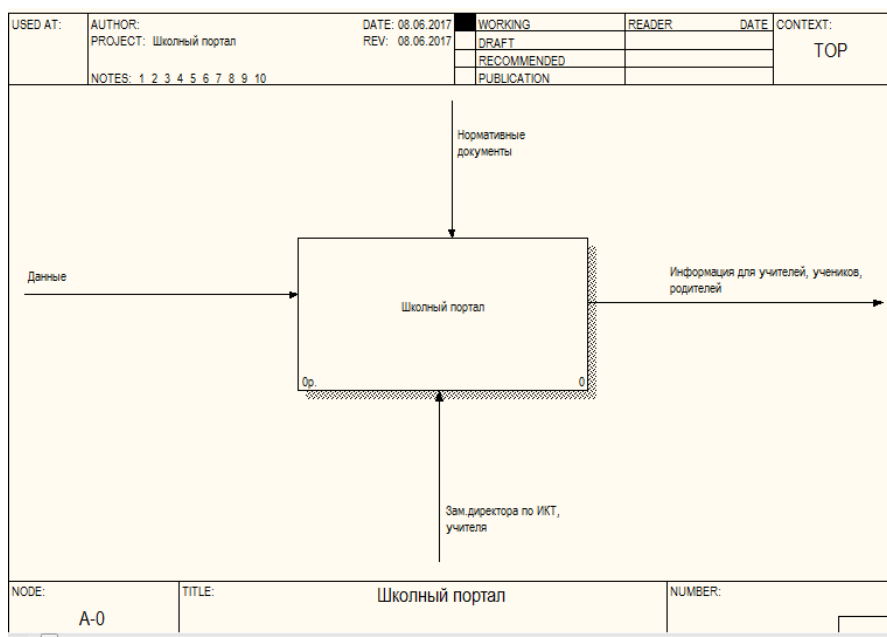


Рис. 1. Главная диаграмма

Верхний уровень процесса моделирования деятельности школьного портала представлен главной диаграммой (рис. 1). На входе стоят различные данные, которые вносят в портал и которые проходят свой путь, обрабатываясь в портале, и на выходе они преобразовываются в информацию для учителей, учеников и их родителей [3].

Далее идет декомпозиция самого школьного портала в нотации IDEF0 (рис. 2). В этой декомпозиции портал разделяется на три части:

- Для учителей.
- Для учеников.
- Для родителей.

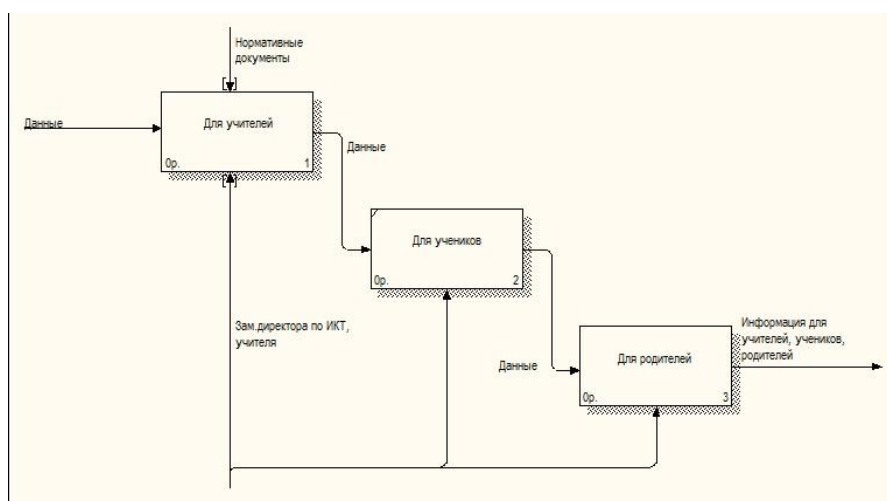


Рис. 2. Диаграмма IDEF0

С помощью нотации NodeTree представлена иерархическая зависимость работы блоков школьного портала, где можно рассмотреть всю модель целиком или определенную ветвь модели, поскольку дерево узлов может быть построено на произвольную глубину (рис. 3).

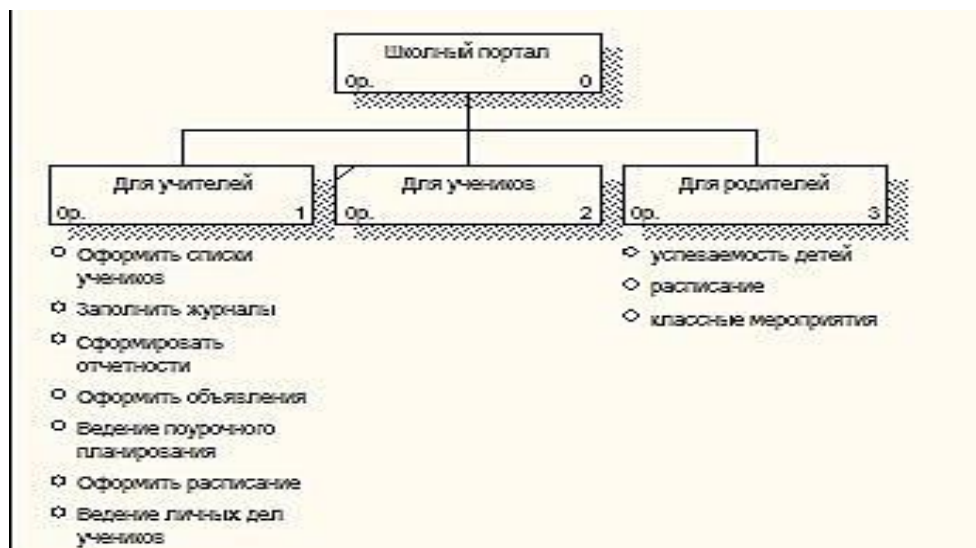


Рис. 3. Диаграмма NodeTree

По разработанным схемам можно увидеть процесс работы школьного портала [4, 5]. Что в портале взаимодействуют не только учителя, но еще и ученики и их родители, таким образом, школьный портал обеспечивает коллективную работу внутри школы и может быть представлен как единая информационная среда [6].

#### Литература

1. Постановление Правительства Московской области от 13.03.2015 № 131/8. [Электронный ресурс] URL: <https://helpschool.mosreg.ru/hc/ru/articles/210907688> (дата обращения: 07.12.2019).
2. Федеральный закон РФ № 152 – ФЗ «О персональных данных». [Электронный ресурс] URL: <https://helpschool.mosreg.ru/hc/ru/articles/210907688> (дата обращения: 07.12.2019).
3. Melnikov B. On the multiple-aspect approach to the possible technique for determination of the authors literary style / B. Melnikov, S. Pivneva // CEUR Workshop Proceedings. Selected Papers of the 11th International Scientific-Practical Conference Modern Information Technologies and IT-Education, 2016. – pp. 311-315.
4. Pivneva S. Infinitely complex sum of classification of non-commuting matrix S-sets / S. Pivneva, B. Melnikov, N. Kuptsov // CEUR Workshop Proceedings. Selected Papers of the 1st International Scientific Conference Convergent Cognitive Information Technologies, 2016. – pp. 56-63.

5. Computational problems for «advanced» younger STUDENTS / B.F. Melnikov [etc.] // GCPMED 2018 - International Scientific Conference «Global Challenges and Prospects of the Modern Economic Development», 2019. – pp. 1316-1325.

6. Витковская Н.Г. Критерии типологического анализа корпоративных изданий образовательных организаций / Н.Г. Витковская // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2019. – Т. 1. – № 1. – С. 147-156.

УДК 004

### **Цифровая метеостанция**

Плытник Евгений Алексеевич, студент специальности

«Информационно-измерительная техника»;

Савёлов Игорь Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Информационно-измерительная техника и технологии»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

*Представлены результаты разработки конструкции цифровой метеостанции при помощи САПР SolidWorks. Основной особенностью спроектированного устройства является возможность подключения до 127 датчиков в зависимости от требований к измеряемым параметрам и возможность передачи данных по беспроводным интерфейсам.*

Непрерывный контроль параметров окружающей среды нужен для получения точной и подробной информации о её состоянии, необходим для осуществления как прогноза, так и для оперативного реагирования на их изменения. В сельском хозяйстве при выращивании культур необходимо контролировать большое число параметров, таких как: температура и влажность воздуха, параметры почвенного покрова и т.д.

Кроме того, возможность передачи результатов контроля текущих параметров по беспроводным интерфейсам связи позволяет принимать информацию с нескольких устройств, объединять их в единую базу данных, которую можно использовать для обучения нейронных сетей для прогнозирования климатических параметров в местах установки метеостанций.

Функционирование цифровой метеостанции основано на получении информации с датчиков, подключённых к устройству, и формирования данных для отправки на сервер. Поскольку устройство разработано для подключения датчиков по интерфейсу I<sup>2</sup>C, а большинство датчиков передают измеряемые значения при помощи аналогового сигнала, был разработан электронный узел сопряжения аналоговых датчиков с I<sup>2</sup>C шиной.

Узел представляет собой устройство с аналоговым входом для подключения датчика и I<sup>2</sup>C интерфейсом для подключения к шине метеостанции. Основным управляющим элементом узла сопряжения является микроконтроллер. Основными критериями выбора микроконтроллера являются наличие аналого-цифрового преобразователя и поддержка I<sup>2</sup>C интерфейса.

Таблица 1

Сравнительные характеристики микроконтроллеров для узла сопряжения

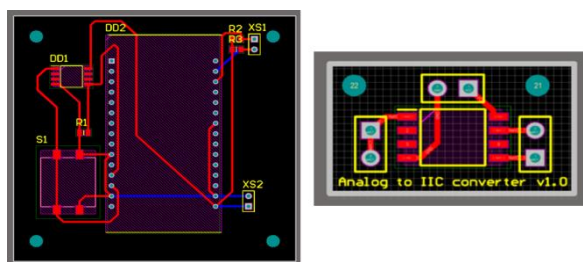
Микроконтроллер	Наличие АЦП	Поддержка I <sup>2</sup> C	Количество выводов
ATtiny 13	+	-	8
ATtiny 85	+	+	8
ATtiny 2313	+	+	20

Как видно из табл. 1, использование ATtiny 13 [1] в устройстве невозможно из-за отсутствия I<sup>2</sup>C интерфейса, а ATtiny 2313 [2] – нецелесообразно из-за избыточного количества выводов. Поэтому был выбран микроконтроллер ATtiny 85 [3].

В качестве электронного блока цифровой метеостанции использован удалённый модуль сбора данных, разработанный ранее [4].

Топология печатного узла цифровой метеостанции и узла сопряжения разработана при помощи модуля Solidworks PCB САПР Solidworks 2019. Средствами САПР произведено оптимальное размещение элементов и отверстий крепления на печатной плате, а также её трассировка (рис. 1).

Для обеспечения оптимального размещения основных элементов цифровой



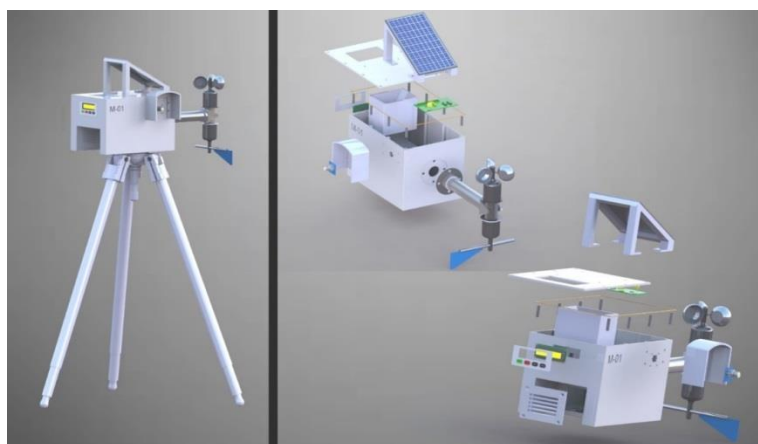
а

б

Рис. 1. Топология печатных плат:  
а – цифровой метеостанции; б – узла сопряжения

метеостанции разработана твердотельная модель цифровой метеостанции при помощи САПР SolidWorks (рис. 2).

Цифровая метеостанция представляет собой автономное устройство, электропитание которого обеспечивается встроенными аккумуляторами и солнечным элементом.



*Рис. 2. Твёрдотельная модель цифровой метеостанции*

Конструктивно корпус цифровой метеостанции обеспечивает степень защиты IP 66 по ГОСТ 14254 – 2015.

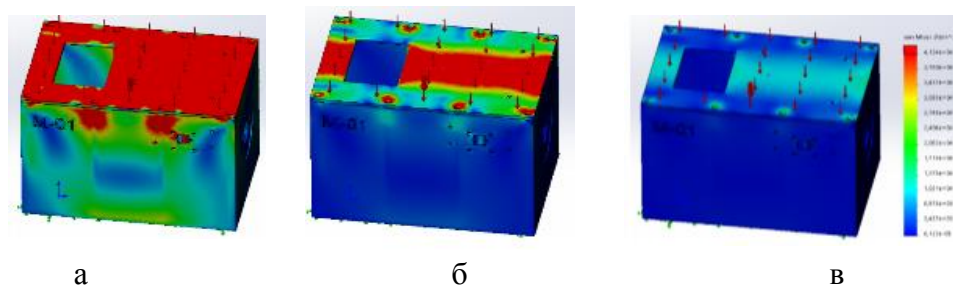
На крышку корпуса устанавливается солнечная панель, под углом к поверхности земли для обеспечения оптимального освещения её поверхности. При таком исполнении во время осадков вода не накапливается на поверхности солнечной панели. Также панель уменьшает площадь поверхности крышки, на которую попадает влага во время дождя, что позволяет добиться минимальной погрешности измерения уровня осадков, с помощью измерителя уровня осадков. Датчик контроля величины осадков предполагает сквозное пропускание воды через себя по вертикали и устанавливается таким образом, что его верхняя и нижняя грани находятся в одной плоскости с гранями корпуса. Герметизация элементов конструкции обеспечивается резиновыми прокладками уплотнения.

Для обеспечения визуального контроля метеорологической обстановки предусмотрено наличие веб-камеры.

Печатная плата устанавливается на нижнюю грань внутри устройства, после чего фиксируется с помощью винтового соединения.

Оптимизация выбора материала защитного корпуса цифровой метеостанции проводилась при помощи САЕ модуля Solidworks Simulation. Исследовались

эквивалентные напряжения, деформация и перемещения защитного корпуса при воздействии распределённой нагрузки  $100 \text{ Н/м}^2$ . Компьютерные эксперименты проводились для трёх типов пластика: ПЭТ, ПВХ и АБС. Результаты исследования и эпюры напряжения представлены на рис. 3.



*Рис. 3. Результаты исследования величины эквивалентных напряжений различных типов пластика:  
а – ПЭТ; б – ПВХ; в – АБС*

Таким образом, в результате выполненной работы была реализована возможность разработки и оптимизации конструкции цифровой метеостанции при помощи современного САПР SolidWorks.

#### Литература

1. Плытник Е.А. Удалённый модуль сбора данных / Е.А. Плытник, К.Л. Тявловский // Сборник трудов I Международной научно-практической конференции «Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. – С. 273-278.
2. ATtiny13, ATtiny13V. 8-bit Microcontroller with 1K Bytes In-System Programmable Flash. [Электронный ресурс] URL: <http://ww1.microchip.com/devicedoc/doc2535>. (дата обращения: 15.11.2018).
3. ATtiny2313/ Vpreliminary/ [Электронный ресурс] URL: <https://cdn.solarboticom/> (дата обращения: 26.11.2018).
4. Atmel 8-bit AVR Microcontroller with 2/4/8K Bytes In-System Programmable Flash ATtiny25/V / ATtiny45/V / ATtiny85/V. [Электронный ресурс] URL: [https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2586-AVR-8-bit-\\_Datasheet.pdf](https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2586-AVR-8-bit-_Datasheet.pdf) (дата обращения: 26.11.2018).

## **Машинное обучение**

Рябенков Роман Александрович, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Михеев Иван Васильевич, старший преподаватель кафедры

«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В данной статье дана характеристика применения машинного обучения в современных информационных системах, проводится анализ технологий машинного обучения, его возможное применение и перспективы использования в современных системах. Рассмотрены основные принципы его реализации.*

Машинное обучение и почему оно имеет значение. Значительную часть отрасли искусственного интеллекта занимает машинное обучение, которое окружает нас в современном мире. Как и Facebook, предлагающий сюжеты в вашем канале, машинное обучение раскрывает силу данных по-новому. Во время процесса разработки программ, которые могут получать доступ к данным и автоматически выполнять задачи посредством прогнозирования и обнаружения, благодаря машинному обучению компьютерные системы непрерывно учатся и совершенствуются на основе накапливаемого опыта.

По мере того, как машине подаются новые данные, открываются новые возможности для алгоритмов, которые заставляют ее учиться, улучшаются достигнутые результаты. Когда вы просите голосового помощника Alexa включить вашу любимую музыкальную радиостанцию на Amazon Echo, он переходит к той, которая воспроизводилась больше всего, радиостанция получает приоритет, когда помощника Alexa просят пропустить песню, увеличить громкость и другие различные входные данные. Все это происходит благодаря машинному обучению и быстрому развитию искусственного интеллекта [4-6].

Процесс работы машинного обучения. Машинное обучение, несомненно, является одной из самых интересных областей Искусственного интеллекта. С его помощью выполняется задача извлечения опыта из данных с помощью специальных входных данных. Важно понимать, что заставляет работать машинное обучение и, таким образом, как оно может быть использовано в будущем.



Процесс машинного обучения начинается с ввода данных для обучения в выбранный алгоритм. Тренировочные данные, могут быть заведомо известными или неизвестными для разработки окончательного алгоритма машинного обучения. Тип вводимых тренировочных данных сказывается на алгоритме и влияет на выходные данные [4-6].

Чтобы проверить, правильно ли работает заданный алгоритм, в алгоритм машинного обучения вводятся новые входные данные. Затем выполняется проверка прогноза и результатов [1].

Если прогноз не соответствует ожиданиям, алгоритм переобучается несколько раз, пока не будет получен требуемый результат. Это позволяет алгоритму машинного обучения постоянно учиться самостоятельно и вырабатывать наиболее рациональный ответ, что со временем приведет к постепенному повышению точности.

Виды машинного обучения. Машинное обучение само по себе является комплексным, поэтому оно было разделено на две основные области: контролируемое обучение и неконтролируемое обучение. Каждая из них имеет конкретную цель и деятельность в рамках машинного обучения, которая приносит конкретные результаты и использует различные виды данных. Примерно 70 процентов машинного обучения – это обучение под наблюдением, в то время как обучение без наблюдения составляет от 10 до 20 процентов. Другой метод, который используется реже, это обучение с подкреплением.

Контролируемое обучение. В процессе обучения под наблюдением мы используем известные или маркированные данные в качестве тренировочных данных. Так как данные известны, обучение, таким образом, контролируется, то есть оно будет направлено на успешное выполнение. Входные данные проходят через алгоритм машинного обучения и используются для обучения модели. После обучения модели на основе известных данных можно использовать неизвестные данные в модели для получения нового ответа [3]. На рис. 1 представлена модель контролируемого обучения.

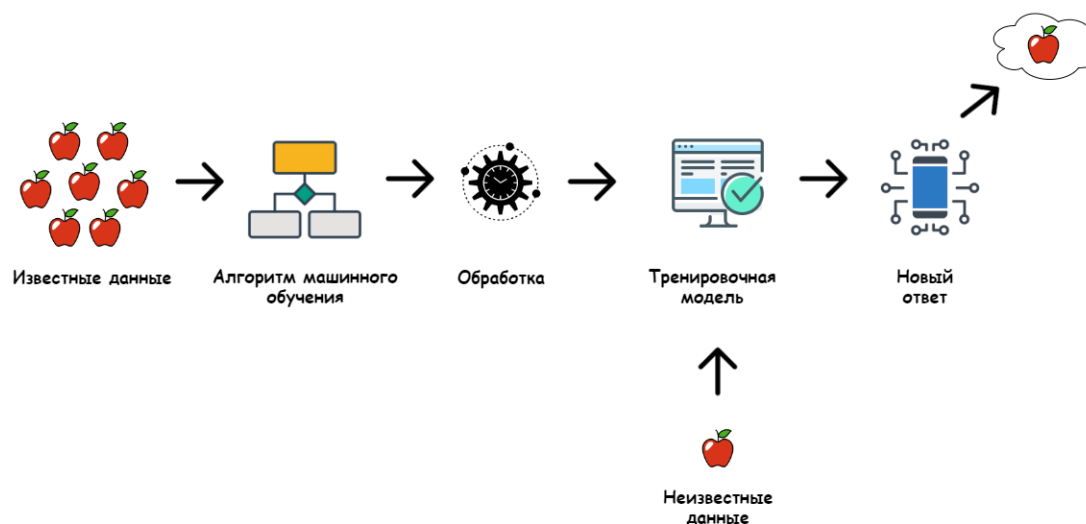


Рис. 1. Модель контролируемого обучения

В данном примере модель пытается выяснить, является ли полученная информация яблоком или другим фруктом. Как только модель будет хорошо обучена, она определит, что данные – это яблоко, и даст желаемый ответ.

В настоящее время для контролируемого обучения используются лучшие алгоритмы:

- Полиномиальная регрессия (Polynomial regression).
- Случайный лес (Random forest).
- Линейная регрессия (Linear regression).
- Логистическая регрессия (Logistic regression).
- Дерево решений (Decision trees).
- Метод К-ближайших соседей (K-nearest neighbors).
- Наивный байесовский классификатор (Naive Bayes).

Неконтролируемое обучение. При неконтролируемом обучении данные обучения неизвестны и не маркированы – это означает, что никто не рассматривал эти данные раньше. Без учета параметров входные данные не могут быть использованы в алгоритме, откуда и появилось название данного метода – неконтролируемое.

Данные передаются в алгоритм машинного обучения и используются для обучения модели. Обученная модель пытается найти закономерность и дать нужный ответ. В этом случае часто возникает ощущение, что алгоритм пытается взломать код как машина Enigma, но без прямого участия человеческого разума [3]. На рис. 2 представлена модель неконтролируемого обучения.

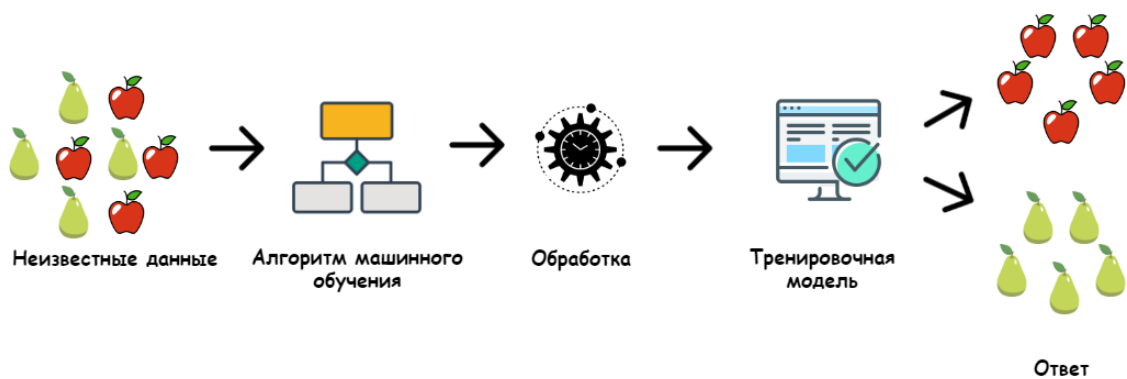


Рис. 2. Модель неконтролируемого обучения

В этом случае неизвестные данные состоят из похожих друг на друга яблок и груш. Обученная модель пытается скомпоновать их все вместе так, чтобы вы получили одинаковые вещи в одинаковых группах.

В настоящее время лучшими алгоритмами для обучения без контроля являются следующие:

- Частичная регрессия наименьших квадратов (Partial least squares).
- Метод нечёткой кластеризации C-средних (Fuzzy means).
- Сингулярное разложение (Singular value decomposition).
- Метод k-средних (K-means clustering).
- Алгоритм Apriori.
- Иерархическая кластеризация (Hierarchical clustering).
- Метод главных компонент (Principal component analysis).

Обучение с подкреплением. Как и традиционные виды анализа данных, в данном случае алгоритм обнаруживает данные в процессе проб и ошибок, а затем решает, какие действия приведут к более высоким результатам. Три основных компонента составляют обучение с подкреплением: агент, окружающая среда и действия. Агент – это лицо, принимающее решения, окружающая среда включает все, с чем взаимодействует агент, и действия – это то, что делает агент [3].

Обучение с подкреплением происходит, когда агент выбирает действия, которые максимизируют ожидаемый полученный результат в течение определенного времени. Этого легче всего достичь, когда агент работает в рамках определенного фреймворка.

Применение машинного обучения. Типичные результаты работы приложений машинного обучения, с которыми мы сталкиваемся или не сталкиваемся регулярно, включают результаты веб-поиска, объявления на веб-страницах и мобильных устройствах в режиме реального времени, фильтрацию спама, обнаружение вторжений

в сеть, распознавание образов и изображений. Все это является побочным продуктом использования машинного обучения для анализа огромных объемов данных [2].

Оценка результатов. Традиционно анализ данных основывается на методе проб и ошибок, и этот подход становится невозможным, когда наборы данных являются большими и неоднородными. Машинное обучение предоставляет разумные альтернативы анализа огромных объемов данных. Разрабатывая быстрые и эффективные алгоритмы и модели обработки данных в режиме реального времени, машинное обучение может дать точные результаты [4-6].

### Литература

1. Хей Дж. Введение в методы байесовского статистического вывода / Дж. Хей. — М.: Финансы и статистика, 1987.
2. John K. Kruschke. Doing Bayesian Data Analysis, Second Edition: A Tutorial with R, JAGS, and Stan / John K. Kruschke. — М.: Academic Press, Elsevier, 2015.
3. Бринк Хенрик. Машинное обучение / Бринк Хенрик, Ричардс Джозеф, Марк Феверолф. — М.: Питер, 2017.
4. Vishtak O.V. The use of the computer training system as the factor of effective formation of information competence of future IT-specialists / O.V. Vishtak, I.V. Mikheyev, I.A. Shtyrova // AIP Conference Proceedings Сер. «Information Technologies in Education of the XXI Century, ITE-XXI 2015: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference «Information Technologies in Education of the XXI Century»», 2017.
5. Михеев И.В. Анализ функциональных возможностей тестирующего программного комплекса для обучения программированию / И.В. Михеев, Д.В. Кондратов, О.В. Виштак // Современные наукоемкие технологии. — 2016. — № 3-1. — С. 65-69.
6. Михеев И.В. Система количественных характеристик оценки качества программных продуктов / И.В. Михеев, О.В. Виштак, Д.В. Кондратов // Программные системы и вычислительные методы. — 2018. — № 2. — С. 28-35.

## Глубокое обучение

Рябенков Роман Александрович, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Михеев Иван Васильевич, старший преподаватель кафедры

«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково.

*В данной статье дана характеристика применения глубокого обучения в современных информационных системах, проводится анализ технологий глубокого обучения, его возможное применение и перспективы использования в современных системах. Рассмотрены основные принципы его реализации.*

Введение в глубокое обучение. Искусственный интеллект и машинное обучение являются ключевыми элементами следующей революции в области вычислений. Эти технологии зависят от способности распознавать закономерности, а затем, основываясь на данных, наблюдаемых в прошлом, спрогнозировать будущие результаты. Это объясняет, какие рекомендации предлагает Amazon, когда вы совершаете покупки в Интернете или как Netflix знает вашу склонность к плохим фильмам 80-х годов. Хотя машины, использующие принципы искусственного интеллекта, часто называют «умными», большинство этих систем не учатся сами по себе – необходимо вмешательство программистов. Специалисты подготавливают вводимые данные, выбирая параметры, которые будут использоваться для прогнозного анализа. С другой стороны, углубленное обучение может выполнять эту работу автоматически [1, 4].

Глубокое обучение можно рассматривать как подмножество машинного обучения. Эта область основана на самостоятельном обучении и совершенствовании посредством изучения информационных алгоритмов. В то время как машинное обучение использует более простые концепции, глубокое обучение работает с искусственными нейронными сетями, которые предназначены для имитации мышления и обучения людей. До недавнего времени нейронные сети были ограничены вычислительной мощностью и поэтому были ограниченными по масштабу. Однако достижения в области анализа больших данных позволили создать более крупные и сложные нейронные сети, позволяющие компьютерам наблюдать, учиться и реагировать на сложные ситуации быстрее, чем человеку [4]. Глубокое изучение языка

способствовало классификации образов, переводу языка, распознаванию речи. С его помощью можно решить любую проблему распознавания образов без вмешательства человека.

Искусственные нейронные сети, состоящие из многих слоев, способствуют углубленному обучению. Глубокие нейронные сети (DNN) – это такие типы сетей, в которых каждый слой может выполнять сложные операции, такие как представление и абстракция, имеющие смысл изображений, звука и текста. Считается самой быстрорастущей областью в машинном обучении, а именно глубокое обучение представляет собой действительно революционную информационную технологию, и все больше компаний используют ее для создания новых бизнес-моделей.

Нейронные сети состоят из слоев узлов, подобно тому, как человеческий мозг состоит из нейронов. Узлы внутри отдельных слоев соединены между собой смежными слоями. Считается, что сеть является более глубокой в зависимости от количества слоев, которые у нее есть. Один нейрон в мозге человека получает тысячи сигналов от других нейронов. В нейронной сети сигналы передаются между узлами и присваивают соответствующие веса. Более тяжелый взвешенный узел будет оказывать большее воздействие на следующий слой узлов. Заключительный слой компилирует взвешенные входные данные для получения выходных данных. Глубокие обучающие системы требуют наличия мощного аппаратного комплекса, поскольку они содержат большой объем обрабатываемых данных и включают в себя комплексные математические вычисления. Однако даже при таком продвинутом аппаратном комплексе глубокая обучающая подготовка может занять недели.

Системы глубокого обучения требуют больших объемов данных для получения точных результатов, соответственно, информация подается в виде огромных наборов данных. При обработке данных нейронные сети способны классифицировать данные с помощью ответов, полученных из серии двоичных правдивых или ложных вопросов, связанных с очень сложными математическими расчетами. Например, программа распознавания лиц работает, учась обнаруживать и распознавать края и линии лиц, потом более значительные части лиц и, наконец, общее представление лица. Со временем программа обучается сама, и вероятность верных ответов возрастает. В этом случае программа распознавания лиц со временем точно идентифицирует лица [3].

Объяснение работы глубокого обучения. Предположим, цель заключается в том, чтобы нейронная сеть распознавала фотографии, на которых изображена собака. Все собаки выглядят не совсем одинаково – например, ротвейлер и пудель. Кроме того, на фотографиях изображены собаки под разными ракурсами и с разным уровнем света и

тени. Таким образом, должен быть составлен набор изображений для обучения, включающий множество примеров лиц собак, которые любой человек мог бы назвать «собакой», и фотографии объектов, которые не являются собаками, помеченные, как «не собаки». Изображения, подаваемые в нейронную сеть, преобразуются в данные. Эти данные передаются по сети, и различным узлам присваиваются веса различных компонентов. Конечный выходной слой компилирует внешне разобщенную информацию – мохнатую, с мордой, с четырьмя лапами и выдает результат – «собака».

Теперь этот ответ, полученный от нейронной сети, будет сравниваться с меткой, созданной человеком. Если метка совпадает, то вывод подтверждается. Если нет, нейронная сеть фиксирует ошибку и регулирует веса. Нейронная сеть пытается улучшить свои навыки распознавания, постоянно корректируя свои веса. Этот метод обучения называется контролируемым обучением, которое происходит даже тогда, когда в нейронных сетях прямо не сказано, что определяет собаку. Они должны со временем распознавать закономерности в данных и учиться самостоятельно [3].

Глубокое обучение на практике. При более подробном рассмотрении могут возникнуть вопросы о том, каким образом глубокое обучение может влиять не только на ваш любимый музыкальный сервис, но и на жизнь людей, предлагая музыку, которую вы можете слушать. Как оказалось, глубокое обучение находит свое применение во всех сферах. Любой, кто использует Facebook, не может не заметить, что социальная платформа обычно идентифицирует и отмечает ваших друзей, когда вы выкладываете новые фотографии. Такие ассистенты, как Siri, Cortana, Alexa и Google Now, используют углубленное обучение для обработки естественного языка и распознавания речи. Skype переводит разговоры в режиме реального времени на различные языки. Многие электронные платформы почти научились распознавать спам еще до того, как письма попадут в папку входящих почтовых сообщений. PayPal внедрил углубленное обучение для предотвращения мошеннических платежей. Такие приложения, как CamFind, позволяют пользователям сфотографировать любой объект и, используя мобильную технологию визуального поиска, узнать, что это за объект.

Google, в частности, использует глубокое обучение для создания соответствующих запросов. Компьютерная программа Google Deepmind AlphaGo недавно победила постоянных чемпионов в игре Go. DeepMind's WaveNet может генерировать речь, имитирующую человеческий голос, который звучит более естественно, чем речевые системы, имеющиеся в настоящее время на рынке. Google Translate использует глубокое изучение и распознавание образов для перевода речи и письменности. Google PlaNet может определить, где была сделана та или иная

фотография. Компания Google разработала базу данных программного обеспечения Tensorflow, предназначенную для глубокого обучения, которая помогает создавать приложения на основе нейронных сетей.

Перспективы развития. В области искусственного интеллекта ощущается серьезная нехватка кадров. Хотя пока еще не все компании нанимают специалистов с навыками работы с глубоким обучением, наличие таких подготовленных специалистов постепенно станет одним из важнейших требований для организаций, стремящихся сохранить конкурентоспособность и стимулировать производство инновации. Специалисты по машинному обучению пользуются большим спросом, поскольку ни ученые, ни разработчики программного обеспечения не обладают навыками, необходимыми для машинного обучения. Роль специалиста по машинному обучению претерпела изменения, чтобы заполнить этот пробел. В предстоящие годы темпы роста будут ускоряться по мере совершенствования систем и инструментов углубленного обучения и их распространения во всех отраслях [2].

Оценка результатов. Глубокое обучение на данный момент находится только на начальном этапе развития и в ближайшие десятилетия будет способствовать преобразованию общества. Беспилотные автомобили проходят испытания по всему миру, а сложные слои нейронных сетей обучают определять объекты, которые следует обходить стороной, распознавать светофоры и знать, когда корректировать скорость движения. Нейронные сети становятся искусными в прогнозировании всего, от цен на акции до погоды. Приложения на таких нейронных сетях даже спасут жизни людей, поскольку они расширят возможности разработки научно обоснованных планов лечения для пациентов и помогут обнаруживать серьезные заболевания на ранних стадиях.

#### Литература

1. Люгер Джордж Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем / Люгер Джордж Ф. – М.: Вильямс, 2005.
2. Рассел Стюарт Искусственный интеллект. Современный подход / Рассел Стюарт, Норвиг Питер. – М.: Вильямс, 2018.
3. John K. Kruschke. Doing Bayesian Data Analysis, Second Edition: A Tutorial with R, JAGS, and Stan / John K. Kruschke. – М.: Academic Press , Elsevier, 2015.



4. Vishtak O.V. The use of the computer training system as the factor of effective formation of information competence of future IT-specialists / O.V. Vishtak, I.V. Mikheyev, I.A. Shtyrova // AIP Conference Proceedings Сер. «Information Technologies in Education of the XXI Century, ITE-XXI 2015: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference «Information Technologies in Education of the XXI Century»», 2017.

УДК 004.735

### **Перспективные направления использования сетей передачи 5G**

Сахабутдинов Андрей Игоревич, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Виштак Ольга Васильевна, доктор педагогических наук, декан факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки, профессор кафедры

«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В данной статье дана характеристика 5G сетей, способы их развертывания, основные проблемы развертывания.*

Повсеместное и высокопроизводительное соединение было признано ключевым для экономического и социального развития. Многие из передовых технологий, на которые мы возлагаем наши надежды на решение основных национальных и глобальных проблем, такие как «Интернет вещи» или «Индустрия 4.0», зависят от беспроводных сетей.

Первые усилия по стандартизации 5G завершились с выпуском 3GPP, который был замороженным к середине 2018 года. Он позволял использовать как неавтономный (NSA), так и автономный (SA) режимы для расширенного мобильного широкополосного доступа (eMBB). В то время как NSA потребует использования некоторых специфических функций сетей 4G для правильной работы, оборудование SA может работать без каких-либо дополнительных условий.

Независимо от режима работы (NSA или SA) и варианта использования для сети 5G в развитых странах эта новая цифровая инфраструктура будет построена на основе существующих активов, например, оптоволоконных кабелей.

Существует обширная литература по техническим аспектам 5G. Целевое развитие технологий хорошо понимается в сообществе стандартизации. Тем не менее, существуют такие знания, которые препятствуют развертыванию инфраструктуры 5G. Было проведено несколько анализов развертывания 5G. Например, в Лондоне были смоделированы различные плотности сети на частотах 700 МГц, 3,5 ГГц и 24–27,5 ГГц. Тестирование проводится с целью оценки как емкости, так и стоимости.

В Британии также проводят анализ стоимости, охвата и последствий развертывания 5G инфраструктуры в соответствии с различными сценариями спроса (до 50 Мбит/с на пользователя) и интенсивностью развертывания (в пределах 1,5-2,5 млрд фунтов стерлингов). Тестировщики приходят к выводу, что для обычного сценария 90 % населения, скорее всего, будет покрыто 5G к 2027 году, хотя развертывание вряд ли достигнет конечных 10 % из-за экспоненциально растущих затрат.

Во всех упомянутых выше исследованиях отсутствуют точные и масштабируемые исходные данные о состоянии существующей инфраструктуры. Тем не менее, эта информация имеет решающее значение для ученых и политиков, чтобы получить ценную информацию о развертывании беспроводных сетей.

У нас все еще есть ограниченное количество примеров, где методологии больших данных были применены, чтобы помочь информировать государственную политику, особенно в отношении телекоммуникаций. Это удивительно, учитывая важность решений в этом секторе, поскольку они могут влиять на распределение спектра, регулирование и, в конечном итоге, на развертывание услуг мобильной широкополосной связи.

По мере того, как операторы мобильной связи начинают развертывать технологии мобильной связи пятого поколения, появляется возможность использовать краудсорсинговые данные для дальнейшего изучения прошлых стратегий развертывания. Это поможет направлять правительства и политиков в их решения по внедрению 5G.

Растущий спрос на услуги мобильного широкополосного доступа резко увеличил трафик мобильных сетей за последние десятилетия. Исторически расширение пропускной способности сети решалось с помощью трех методов:

- уплотнение сети;
- увеличение доступного спектра для мобильных устройств;
- использование более передовых технологий с более высокой спектральной эффективностью.

При развертывании 4G все эти опции были использованы для экспоненциально растущего трафика. Например, технология LTE обеспечивала увеличение спектральной эффективности в 3,12 раза по сравнению с предыдущим поколением.

Как указано выше, уплотнение сети исторически способствовало повышению производительности сети в наибольшей степени, поскольку это, в свою очередь, допускает дальнейшее повторное использование ограниченных ресурсов спектра. Однако, несмотря на немедленный прирост мощности, он также представляет несколько проблем.

Проблемы развертывания сверхплотных сетей (UDN) не являются чисто техническими. По мере существования большого количества базовых станций, существует практическое географическое ограничение на размещение новых базовых станций. Этот сценарий был исследован Грубером, который оценил проблему масштабируемости путем моделирования различных распределений пользователей, ширины улиц и ширины луча антенны и того, как они влияли на максимальную среднюю пропускную способность пользователя. Наконец, уплотнение сети сталкивается с важными проблемами с экономической точки зрения, так как операторы мобильной связи испытывают статический или снижающийся рост доходов.

И наоборот, стратегии расширения емкости, основанные на дополнительных ресурсах спектра, не имеют проблемы физических ограничений размещения на площадке, поскольку новый спектр обычно интегрируется в существующую сеть с добавлением нового модуля к существующей базовой. Такой вариант обновления также делает эту альтернативу очень рентабельной, поскольку она позволяет повторно использовать существующие незаполненные расходы, особенно физическую инфраструктуру и транзитное волокно.

Однако спектр не является активом, который в настоящее время может быть приобретен. Как правило, приобретение нового лицензированного спектра является медленным и утомительным процессом. Новые диапазоны спектра могут занять годы для выявления и выпуска, и распределение производится через контролируемые конкурентные процессы, в которых зачастую лица, определяющие политику, следуют рыночным балансам.

Кроме того, не все полосы спектра имеют одинаковые свойства распространения, причем более низкие полосы обычно демонстрируют лучшие характеристики распространения для проникновения в здания и в условиях отсутствия прямой видимости, тогда как более высокие частоты часто обеспечивают большую ширину полосы.

Поскольку смартфоны стали всеобъемлющей платформой для сбора данных через открытые интерфейсы прикладного программирования (API), стало возможным собирать большие наборы данных измерений, включая данные о производительности мобильных сетей.

Обработка мобильных данных и трассировок краудсорсинга открыла новые горизонты исследований и позволяет исследователям решать вопросы, которые до сих пор оставались нерешенными или неизученными. Дисциплины, которые начали использовать краудсорсинговые данные для исследований, очень разнообразны и варьируются от городского планирования до развития бизнеса или государственной.

Что касается исследований в области телекоммуникационной инфраструктуры, то в нескольких исследованиях уже были представлены соответствующие данные, в которых используются данные краудсорсинга, хотя они не использовались для обоснования политики. Например, была представлена модель, которая фиксирует взаимосвязь между пропускной способностью загрузки сетей LTE и другими сетевыми переменными, такими как качество сигнала, уровень сигнала, время и оператор мобильной связи. Они пришли к выводу, что уровень сигнала не является лучшим показателем скорости загрузки пользователя в сетях LTE, поскольку пропускная способность более коррелирует с качеством сигнала.

#### Литература

1. Zoraida Frias, Luis Mendo, Edward J. Oughton. Evolving mobile networks towards 5G. A framework to infer the state of connectivity infrastructure in dense urban areas. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain University of Oxford, Oxford, United Kingdom, 2019
2. Vishtak O.V. The use of the computer training system as the factor of effective formation of information competence of future IT-specialists/ O.V. Vishtak, I.V. Mikheyev, I.A. Shtyrova // AIP Conference Proceedings Сер. «Information Technologies in Education of the XXI Century, ITE-XXI 2015: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference «Information Technologies in Education of the XXI Century»», 2017.

**Технологии дополненной реальности в самостоятельной работе студентов  
при обучении иностранному языку в неязыковом вузе**

Семенова Галина Владимировна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры  
«Иностранных языков»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования «Тульский государственный университет»,  
г. Тула

*Статья посвящена проблеме применения технологии дополненной реальности в процессе иноязычной подготовки студентов неязыковых вузов. Автор подчеркивает, что использование приложений AR повышает мотивацию обучаемых при изучении иностранного языка и уровень усваивания информации. Преимущества данной технологии (наглядность, информационная полнота и интерактивность) позволяют активизировать самостоятельную работу студентов и развить у обучаемых образное мышление и пространственное воображение, повысить уровень мотивации и степень вовлеченности в процесс обучения и усилить интерес к изучению предмета.*

Сегодня человечество стоит на пороге новых открытий в сфере информационных технологий. Благодаря широкому распространению умной среды в системе высшего образования происходят глобальные изменения. Прорывные информационные технологии проникают также в процесс формирования иноязычной компетенции будущего специалиста в неязыковом вузе. Одной из них является Augmented Reality.

Дополненная реальность (Augmented Reality, AR) – это технология добавления, внедрения элементов виртуальной информации в реальную жизнь человека. Она позволяет стереть грань между окружающим и искусственно созданным миром [1].

В основе создания дополненной реальности лежит специальное программное обеспечение и специальные устройства, поддерживающие функцию дополненной реальности, а именно наложения созданных графических объектов на транслируемое изображение реальности [6]. Цель таких технологий в образовании – усилить интеллектуальные возможности студентов в информационном обществе, индивидуализировать и интенсифицировать процесс обучения и повысить его качество.

Применение технологии дополненной реальности при изучении иностранного языка изучено и описано различными специалистами в области педагогики, которые подчеркивают преимущества ее использования в этой сфере с результатами, которые показывают положительное влияние:

- на мотивацию студентов (Ibáñez, Delgado, Leony García and Maroto, 2011), на усвоении новой лексики (Barreira, Bessa, Pereira, Adao, Peres and Magalhaes, 2012; Santos, Lübke, Taketomi, Yamamoto, Rodrigo, Sandor and Kato, 2016)\$

- на улучшение различных видов материалов мультимедийными ресурсами (Mahadzir and Funn Phung, 2013; Solak and Cakir, 2015)\$

- на стимулирование усвоения языковых навыков с помощью игр и цифрового сопровождения за пределами аудиторий (Perry, 2015) [8].

Наиболее адекватными для организации, планирования и мониторинга самостоятельной работы студентов являются информационные образовательные технологии, а в частности технология дополненной реальности, которые по отношению к традиционным обнаруживают следующие преимущества:

- большую адаптацию обучаемого к учебному материалу с учетом собственных возможностей и способностей;
- возможность выбора более подходящего для обучаемого метода усвоения предмета;
- регулирование интенсивности обучения на различных этапах учебного процесса;
- самоконтроль;
- доступ к ранее недостижимым образовательным ресурсам российского и мирового уровня;
- поддержку активных методов обучения;
- образную наглядную форму представления изучаемого материала;
- развитие самостоятельного обучения [3].

И.А. Зимняя, рассматривая самостоятельную работу с точки зрения субъекта деятельности, определяет ее как целенаправленную, внутренне мотивированную, структурируемую самим субъектом работу, которая корректируется им в процессе выполнения заданий для достижения оптимального результата [2].

Увеличение доли самостоятельной работы предполагает предоставление студенту больше возможности работать со специальной литературой и обучающими и контролирующими электронными образовательными сетевыми ресурсами при подготовке рефератов, докладов, презентаций; составлении конспектов и т.д.; выполнении тестовых заданий по дисциплинам; производить самостоятельные научные изыскания или получать практические профессиональные навыки. Всё это ставит студента перед необходимостью самостоятельно «добывать» информацию, осмысливать её, проектировать и контролировать собственный результат.

Самостоятельная работа при изучении иностранного языка выполняет ряд функций, к которым относятся:

- развивающая, которая способствует повышению культуры умственного труда, формирует навыки правильной речи, приобщает к творческим видам деятельности, обогащает интеллектуальные способности студентов, расширяет кругозор;

- информационно-обучающая (повышающая результативность: учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);

- ориентирующая и стимулирующая (процессу обучения придается профессиональное ускорение);

- воспитывающая, формирующая и развивающая профессионально значимые качества специалиста, толерантность;

- исследовательская, позволяющая выйти на новый уровень профессионально-творческого мышления [4].

Внеаудиторное чтение занимает лидирующую позицию среди различных видов самостоятельной работы. В современных условиях в процессе обучения иностранному языку в неязыковом вузе на внеаудиторное чтение как вид самостоятельной работы делается главный акцент. Под внеаудиторным чтением в неязыковом вузе подразумевается самостоятельное чтение на иностранном языке аутентичных текстов по страноведению и профессионально направленных текстов. Обучение профессионально-ориентированному чтению понимается нами как процесс, нацеленный на то, чтобы научить студентов пользоваться иноязычной литературой по специальности в профессиональных целях. Иноязычное профессионально-ориентированное чтение имеет особое значение в учебном процессе вуза, поскольку современный студент обращается к иноязычному тексту не только при подготовке к занятиям по иностранному языку, но и при изучении дисциплин по специальности, когда возникает потребность в использовании информации из журналов, газет и других печатных источников на иностранном языке, а также из текстовых материалов в системе Интернет. Внеаудиторное чтение, таким образом, является также одной из составляющих научно-исследовательской работы студентов в вузе [5]. Чтение текстов по страноведению имеет огромное значение для формирования социокультурной и социолингвистической компетенций, формирование которых у студентов неязыковых вузов обусловлено необходимостью развивать способности использовать языковые формы в соответствии с ситуацией общения, т.е. владеть ситуативными вариантами языка. В настоящее время речь идет о необходимости более глубокого и тщательного

изучения мира носителей языка, их культуры в широком этнографическом смысле слова, их образа жизни, национального характера, менталитета и т.п., потому, что реальное употребление слов в речи в значительной степени определяется знанием социальной и культурной жизни говорящего на данном языке речевого коллектива. Поэтому одной из важнейших целей преподавания иностранного языка в неязыковом вузе – подготовить специалиста к овладению чтением как способом оперативного получения и структуризации межкультурной, профессионально значимой и научной информации. Кроме того, учитывая дефицит времени, отведенного на изучение иностранного языка в неязыковом вузе, внеаудиторное страноведческое и профессионально-ориентированное чтение можно рассматривать как одно из ведущих средств в овладении иностранным языком [4].

Используя возможности дополненной реальности при организации самостоятельной работы студентов по иностранному языку, легко визуально воспроизвести процессы, которые сложно или почти невозможно воссоздать средствами реального мира, и просто сделать процесс обучения увлекательным и понятным, например, читая тексты по страноведению из аутентичных источников, совершать виртуальные поездки при помощи Expeditions и Cardboard. Дополненная реальность может добавить в статичные страницы учебника и газет, буклетов, журналов, географических карт и др. выразительную анимацию, превратить чтение и перевод в увлекательную игру и интересное приключение вместе с героями известных произведений, при этом серьезно и основательно отрабатывая социокультурную лексику, а также упростить воспроизведение аудио- и видеоконтента, предлагающегося к бумажной книге [7].

При формировании профессиональной иноязычной компетенции во время самостоятельной работы по иностранному языку студента неязыкового вуза в век прорывных информационных технологий будущие инженеры в автомобилестроении, физики, биологи, технологи, строители, медики, химики, архитекторы и другие специалисты, пользуясь технологией дополненной реальности, имеют уникальную возможность изучать профессиональную иноязычную лексику, читая аутентичные тексты и параллельно просматривая и взаимодействуя с 3D моделями объектов и даже изменяя их, например, в автомобилестроении – это трехмерная модель автомобиля, в строительстве – трехмерная модель здания, в медицине – трехмерная модель клеток человека, в химии – трехмерная модель химического элемента, в физике – визуализация уравнений математической физики и т.д. Дополненная реальность накладывает контент прямо на камеру, обычно через смартфон, планшет, нетбук или



гарнитуру. Развивающие игры; обучающие приложения; визуальное моделирование объектов; различные приложения для тренировки навыков – все это можно эффективно использовать в самостоятельной работе студента при формировании социокультурной и профессиональной иноязычной компетенций.

Преимущества технологии дополненной реальности (наглядность, информационная полнота и интерактивность) позволяют активизировать самостоятельную работу студентов и развить у обучаемых образное мышление и пространственное воображение, повысить уровень мотивации и степень вовлеченности в процесс обучения и усилить интерес к изучению предмета.

### Литература

1. Дементьева А.В. Дополненная реальность в учебном процессе / А.В. Дементьева, И.А. Откупщикова., К.Н. Реськов // Сборник статей по материалам XLII международной студенческой научно-практической конференции «Научное сообщество студентов: междисциплинарные исследования». – № 7(42). [Электронный ресурс] URL: [https://sibac.info/archive/meghdis/7\(42\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/7(42).pdf) (дата обращения: 26.11.2019).

2. Зимняя И.А. Психологические аспекты обучения говорению на иностранном языке / И.А. Зимняя. – М.: Просвещение, 1978. – 159 с.

3. Информационные технологии в образовании. [Электронный ресурс] URL: [http://technologies.su/informacionnye\\_tehnologii\\_v\\_obrazovanii](http://technologies.su/informacionnye_tehnologii_v_obrazovanii) (дата обращения: 26.11.2019).

4. Семенова Г.В. Внеаудиторное чтение как один из видов самостоятельной работы студентов при обучении иностранному языку в неязыковом вузе / Г.В. Семенова // Известия Тульского государственного университета. Педагогика. Тула: ТулГУ. – 2015. – № 4. – С. 92-98.

5. Семенова Г.В. Роль научно-исследовательской работы студентов при подготовке к профессиональной мобильности / Г.В. Семенова // Известия ТулГУ. Педагогика. – 2015. – Вып. 2. – С. 137-141.

6. Технологии AR и VR в образовании. [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/company/mailru/blog/435996/> (дата обращения: 26.11.2019).

7. Что такое дополненная реальность? [Электронный ресурс] URL: <http://arnext.ru/> (дата обращения: 18.05.2019).

8. Sánchez Bolado J. A pedagogical model of application of augmented reality in the teaching of Spanish as a Foreign Language. Proc. Jornadas sobre Tendencias en Innovación Educativa y su Implantación en UPM, 6ª Jornada: Realidad Aumentada y 3D, Madrid, November 20, 2017.

УДК 004

**Анализ возможности использования нейронных сетей  
для оценки качества программных продуктов**

Сидоренко Даниил Евгеньевич, студент направления  
«Информационные системы и технологии»;

Михеев Иван Васильевич, старший преподаватель кафедры  
«Информатика и управление в технических системах»;

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*Современные подходы к определению качества программных продуктов значительно шагнули вперед. Одним из самых перспективных направлений в данной области является применение нейронных сетей. В статье рассмотрены основные понятия искусственных нейронных сетей, их основные характеристики и возможность применения для оценки качества программных продуктов.*

Искусственная нейронная сеть (ИНС) является упрощением биологической нейронной сети, в которой используется математическая или вычислительная модель, представленная в виде схем. В большинстве случаев ИНС — это адаптивная система, меняющая свою структуру на основе внешней или внутренней информации, которая подается на вход нейронной сети [1].

Одним из возможных вариантов использования ИНС является моделирование сложных взаимосвязей между входами и выходами или поиск закономерностей в данных, а также создание систем распознавания различных образов, речи.

ИНС сохранила биологическую концепцию, которая подразумевает под собой то, что при получении входных данных, они передаются и объединяются или изменяются, в зависимости от внутреннего состояния, а также от использования одной из разновидностей функций активации, а в случае последнего слоя выдают выходной сигнал, используя функцию вывода. Исходные данные — это внешние данные, которые

подаются на входной слой, такие как изображения и документы. Важной характеристикой функции активации является то, что она обеспечивает плавный переход при изменении входных значений, то есть небольшое изменение входных данных приводит к небольшому изменению выходных данных [5].

Одной из неотъемлемых частей сети являются связи, каждая из которых обеспечивает передачу данных с выхода одного нейрона в качестве входа для другого нейрона. Каждой связи присваивается вес, который представляет его относительную важность. Нейрон может иметь несколько входных и выходных связей [2].

Обучение нейронной сети – поиск определенного набора весов, при которых поданный на вход сигнал будет корректно преобразован в выходной. Из чего формируется одно из основных свойств нейронной, а именно адаптация адаптацией сети, которая нужна для того, чтобы подстраиваться под изменяющиеся данные, а также корректной обработки задачи. Одной из форм обучения является настройка весов (и необязательных порогов) сети для повышения точности результата. Это делается путем минимизации наблюдаемых ошибок.

Нейронные сети используются в различных областях. Для оценки возможности применения ИНС в различных областях существует ряд метрик, которые требуют глубокого понимания.

В качестве основных характеристик для построения ИНС можно выделить следующие:

- Выбор модели, зависит от представления данных и приложения.
- Алгоритм обучения при качественных метриках, будет правильно инициализировать веса при обучении на конкретном наборе данных. Однако выбор и настройка алгоритма обучения на случайных выборках требует значительных усилий от разработчика, даже при самых эффективных обучающих алгоритмах.

- Надежность модели, зависит от функции активации и алгоритма обучения.

Существует огромное количество областей, в которых нейронные сети могли бы применяться, но есть те, где нейронные сети применяются особо активно:

- Аппроксимация функций или регрессионный анализ, включая прогнозирование временных рядов, аппроксимацию соответствия и моделирование.
- Классификация, включая распознавание образов и последовательностей, обнаружение новизны и последовательное принятие решений.
- Обработка данных, включая фильтрацию, кластеризацию, разделение и сжатие вслепую.
- Робототехника, в том числе направляющие манипуляторы и протезы.

- Управление, в том числе компьютерное числовое управление.
- Прочие программные продукты [2, 5, 6].

Благодаря своей способности воспроизводить и моделировать нелинейные процессы, искусственные нейронные сети нашли применение во многих дисциплинах. Области применения включают в себя идентификацию системы и контроля, квантовую химию, распознавание образов (радиолокационные системы, идентификация лица, классификация сигнала, 3D-реконструкция, распознавание объектов и многое другое), распознавание последовательности (жест, речь, рукописное распознавание печатного текста), медицинская диагностика, финансы (автоматизированные торговые системы), интеллектуальный анализ данных, визуализация, машинный перевод, фильтрация в социальных сетях и фильтрация спама в электронной почте. ИНС использовались для диагностики онкологических заболеваний, а также для различения высокоинвазивных раковых клеточных линий от менее инвазивных линий с использованием только информации о форме клеток [3].

Также сети использовались для ускорения анализа надежности инфраструктур, подверженных стихийным бедствиям, и для прогнозирования обоснования фундаментов, кроме того, использовались для построения моделей «черного ящика» в геонауке, гидрологии, моделировании океана и прибрежной инженерии и геоморфологии. ИНС использовались в кибербезопасности с целью различения законных и злонамеренных действий. Например, машинное обучение использовалось для классификации вредоносных программ Android, для идентификации доменов, принадлежащих субъектам угрозы и для обнаружения URL-адресов, представляющих угрозу безопасности. В настоящее время ведутся исследования сетей, предназначенных для тестирования на проникновение, для обнаружения бот-сетей, мошенничества с кредитными картами и сетевых вторжений.

ИНС предложены в качестве инструмента для моделирования свойств многочастотных открытых квантовых систем. В исследованиях мозга сети изучали кратковременное поведение отдельных нейронов, динамика нейронной схемы возникает в результате взаимодействия между отдельными нейронами и как поведение может возникать из абстрактных нейронных модулей, которые представляют полные подсистемы. Исследования рассматривали долгосрочную и кратковременную пластичность нейронных систем и их связь с обучением и памятью от отдельного нейрона до системного уровня [2].

Далее рассмотрим основные проблемы оценки качества программного обеспечения (ПО). Разработка ПО представляет собой процесс определения

архитектуры, компонентов, интерфейсов и других характеристик системы или компонента и результат этого процесса. Процесс разработки программного обеспечения тесно связан с процессом анализа и оценки качества программного обеспечения, включая определение атрибутов качества, методы анализа и оценки качества, а также показатели качества. Атрибуты качества описывают характеристики программного обеспечения. Что касается анализа и оценки качества, различные инструменты и методы могут помочь обеспечить качество разработки программного обеспечения. Показатели качества (метрики) могут использоваться для оценки различных аспектов: размера, структуры или качества разработки программного обеспечения. Большинство метрик обычно определяются или зависят от подхода, используемого для разработки проекта. Отсутствие единых стандартов для метрик, сложность интерпретации значений метрик, расчет метрик только для готового программного обеспечения, низкий уровень автоматизации анализа и обработки метрик программного обеспечения, игнорирование этапов жизненного цикла программного обеспечения для оценка качества не позволяет в полной мере использовать метрики для уменьшения сложности программного обеспечения и повышения качества программного обеспечения [4].

Проблема определения взаимосвязи между значениями метрик и качеством, и сложностью проекта, а также разработанного программного обеспечения используется для оценки сложности или же прогнозирования качества программного обеспечения, так и прогнозирования с использованием анализа метрик на этапе проектирования. Метрики программного обеспечения могут составлять точные или прогнозируемые значения на этапе проектирования. Из-за чего использования метрик и определение точности их значений на этапе проектирования программного обеспечения является важнейшим этапом при разработке программного приложения. Из чего исследования метрик на стадии разработки программного обеспечения с точными значениями и на стадии разработки программного обеспечения с предсказанными значениями являются основным качественным показателем на этапе проектирования программного средства, а также являются весомым основанием для оценки качества программного обеспечения.

Рассмотрим возможность применения нейронных сетей для оценки метрик [5-7]. Искусственные нейронные сети, как инструмент, который обеспечивает синтез информации и выявление взаимосвязей между входными и результирующими данными. ИНС используется для оценки результатов этапа проектирования и прогнозирования качества программного обеспечения на основе точных и

прогнозируемых значений показателей этапа проектирования, а также приближает метрики этапов проектирования программного обеспечения и предоставляет оценки сложности и качества проекта и прогнозы сложности и качества разработанного программного обеспечения. Входными данными для ИНС являются: набор метрик сложности с точными значениями, набор метрик качества с точными значениями, набор метрик сложности с прогнозируемыми значениями, набор метрик качества с прогнозируемыми значениями. Результатами обработки этих наборов являются:

- оценка сложности проекта;
- оценка качества проекта;
- прогнозирование сложности программного обеспечения [4].

На основе выходных данных нейронной сети, определяются или же изменяются намеченные архитектурные решения для разрабатываемого программного продукта, что позволяет изменять некоторые положения системы в связи со сложностью некоторого модуля, что позволяет сократить временные затраты программистов на разработку изначально усложненных или же ненужных модулей. Из-за чего решения о будущем программного продукта можно сделать на стадии его проектирования [5-7].

#### Литература

1. Википедия. Искусственная нейронная сеть. [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia./wiki/Искусственная\\_нейронная\\_сеть](https://ru.wikipedia./wiki/Искусственная_нейронная_сеть) (дата обращения: 20.11.2019).
2. StatSoft. Нейронные сети. [Электронный ресурс] URL: <http://soft.me/ules/unet.1> (дата обращения: 20.11.2019).
3. NeuroPro нейронные сети, методы анализа данных от исследований до разработок и внедрений. [Электронный ресурс] URL: <http://www.neuropro.ru/neu7.shtml> (дата обращения: 20.11.2019).
4. Википедия Метрики программного обеспечения. [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Метрика\\_программного\\_обеспечения](https://ru.wikipedia.org/wiki/Метрика_программного_обеспечения) (дата обращения: 20.11.2019).
5. Vishtak O.V. The use of the computer training system as the factor of effective formation of information competence of future IT-specialists / O.V. Vishtak, I.V. Mikheyev, I.A. Shtyrova // AIP Conference Proceedings Сер. «Information Technologies in Education of the XXI Century, ITE-XXI 2015: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference «Information Technologies in Education of the XXI Century»», 2017.
6. Михеев И.В. Анализ функциональных возможностей тестирующего программного комплекса для обучения программированию / И.В. Михеев,

Д.В. Кондратов, О.В. Виштак // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 3-1. – С. 65-69.

7. Михеев И.В. Система количественных характеристик оценки качества программных продуктов / И.В. Михеев, О.В. Виштак, Д.В. Кондратов // Программные системы и вычислительные методы. – 2018. – № 2. – С. 28-35.

УДК 004

### **Функции активации в нейронных сетях**

Сидоренко Даниил Евгеньевич, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Михеев Иван Васильевич, старший преподаватель кафедры

«Информатика и управление в технических системах»;

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В статье рассмотрены различные функции активации в искусственном нейроне, некоторые виды функции активации: функция скачка, сигмовидная функция, линейная функция.*

Функции активации нейронной сети являются важнейшим компонентом глубокого обучения. Выполняющие вывод выходных данных в модели глубокого обучения, также ее точность и, кроме того, скорость обучения модели, которая может привести к отказу от функции в сетях с большим количеством нейронных слоёв. Функции активации также оказывают значительное влияние на способность нейронной сети к адаптации и скорость адаптации, но в некоторых случаях препятствуют адаптации нейронных сетей.

В общем случае, функция активации является математическим уравнением, которое преобразовывает входные данные в выходные у искусственного нейрона. Функция прикрепена к каждому нейрону в сети и определяет, должна ли она быть задействована или же нет, в зависимости от того, имеет ли вход каждого нейрона отношение к прогнозу модели. Также помогают нормализовать выход каждого нейрона в диапазоне от 1 до 0 или от -1 до 1 [1].

Дополнительный аспект функций активации заключается в том, что их расчёт не должен быть слишком объемным, поскольку они рассчитаны на тысячи или даже

миллионы нейронов для каждой выборки данных. Современные нейронные сети для обучения модели используют технику, называемую обратным распространением, которая обеспечивает дополнительное прохождение цепочек нейронных, заставляя проводить дополнительные расчёты в функции активации, что приводит к повышенным вычислительным нагрузкам [1].

Также в нейронных сетях существуют нейроны, принимающие входящие данные, их называют входами, которые, как правило, инициализируются на начальных этапах. Такая группа нейронов называется входным слоем. Фактически функция активации является контроллером при прохождении данных с текущего слоя на следующий слой. В зависимости от задачи или от типа нейронной сети функция может игнорировать и пропускать данные на выход нейрона, в зависимости от заданного правила или порога. Также это может быть преобразование данных, которое отображает входные сигналы в выходные сигналы, необходимые для функционирования нейронной сети.

Данные, которые передаются через выходной слой в последующий слой, должны умножиться на некоторую величину, а именно веса, задаваемые в результате обучения нейронной сети или же произвольно до обучения. Данный механизм служит для выделения некоторых входов на фоне других – это необходимо для отсеивания ненужной информации. Кроме того, на вход искусственному нейрону подаётся множество данных. Количество этих данных зависит от количества связей нейрона с другими нейронами на различных слоях. Для упрощения обработки такого массива данных при входе у нейрона присутствует сумматор, который складывает данные и передает их в функции активации, где принимается решение о дальнейшей судьбе этих данных [1].

Одной из возлагаемых задач на сеть, является обобщение или же распознавание, но без функции активации, сеть была бы просто моделью линейной регрессии, которая способна только изучать и вычислять линейную функцию. Также без функции активации нейронная сеть не сможет изучать и моделировать другие сложные виды данных, такие как изображения, видео, аудио, речь. Именно поэтому используются методы искусственной нейронной сети, такие как глубокое обучение, с целью восприятия и анализа большого количества данных. Как правило, данные объединены в базы, которые в свою очередь состоят из высоко-размерных, порой несвязанных между собой, наборов данных, из-за чего модель имеет множество скрытых слоев, а также очень сложную архитектуру. Такое объединение позволяет нейронным сетям осмысливать и извлекать знания из практически любых наборов данных [2].



Нелинейные функции – функции, которые имеют степень больше единицы и имеют кривизну, которая появляется при построении любой нелинейной функции. При применении функций такого вида, открывается возможность использовать множество различных моделей для исследования и изображения любой произвольной сложной функции, которая отображает входные и выходные данные. Нейронные сети считаются универсальными функциональными приближениями. Это означает, что они могут вычислять и изучать любую функцию. Практически любой процесс, который можно представить, может быть интерпретирован и представлен в виде нейронных сетей как функциональные вычисления [2].

Из-за чего все сводится к тому, что нужно применить функцию активации  $f(x)$ , но для различных задач используются различные функции, которые позволят сделать сеть более мощной или при изменении добавят к ней возможность изучать другого рода задачи или же представлять данные в более сложной форме. Кроме того, существует возможность представлять нелинейные произвольные функциональные отображения между входами и выходами искусственного нейрона. Следовательно, используя нелинейную активацию, появляется возможность генерировать нелинейные отображения от входов к выходам.

Существует большое множество функций активации, к наиболее часто используемым относятся следующие функции:

- скачка;
- линейная;
- сигмовидная.

Одна из самых распространенных и простых функций – функция скачка. Функция активации находится на основе порога. Если входное значение выше определенного заданного, значение будет передано следующему нейрону на обработку. Если это значение меньше, чем порог, то оно отбрасывается.

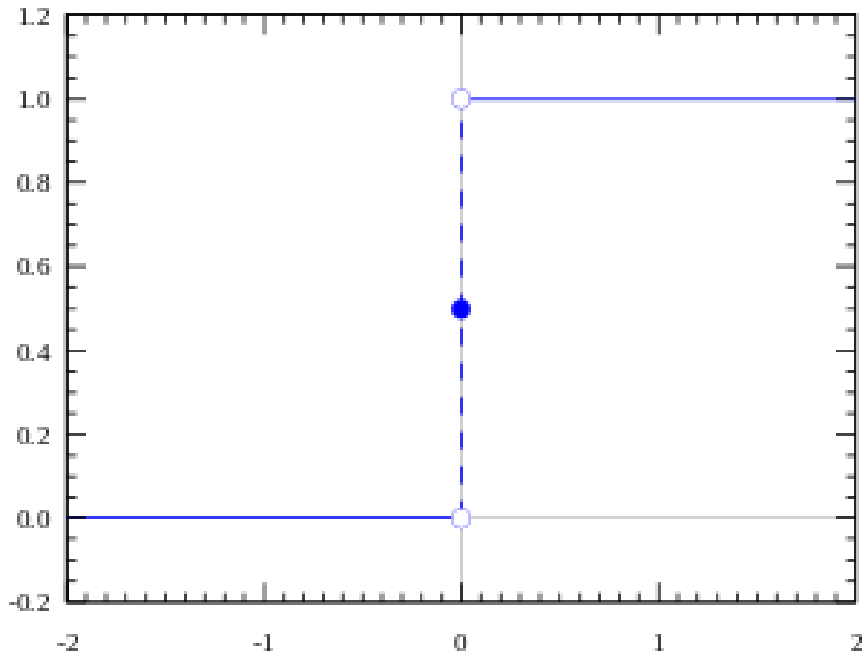


Рис. 1. Представление функции скачка

Линейная функция может быть описана следующим выражением:

$$f(x) = cx, \quad (1)$$

где  $f(x)$  – линейная функция;

$x$  – величина, поданная на вход функции;

$c$  – параметр, определяемый при инициализации функции активации [2].

Линейная функция, представленная на рис. 2, создает выходной сигнал, пропорциональный входу.

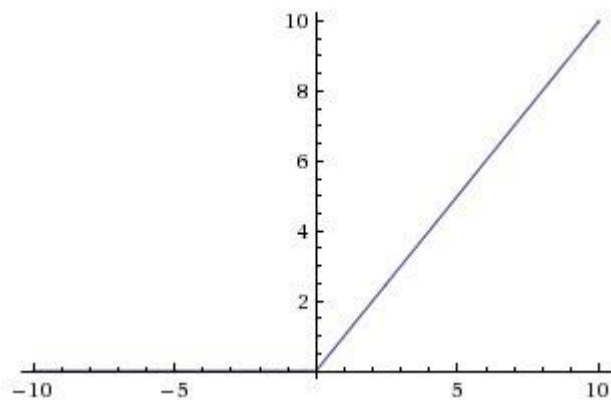


Рис. 2. Представление линейной функции

В каком-то смысле линейная функция лучше, чем функция скачка, потому что она допускает несколько выходов, а точнее больше двух [2].

Сигмовидная функция может быть описана следующим выражением:

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}, \quad (2)$$

где  $f(x)$  – сигмовидная функция;

$x$  – величина, поданная на вход функции [3].

Сигмовидная функция представлена на рис. 3.

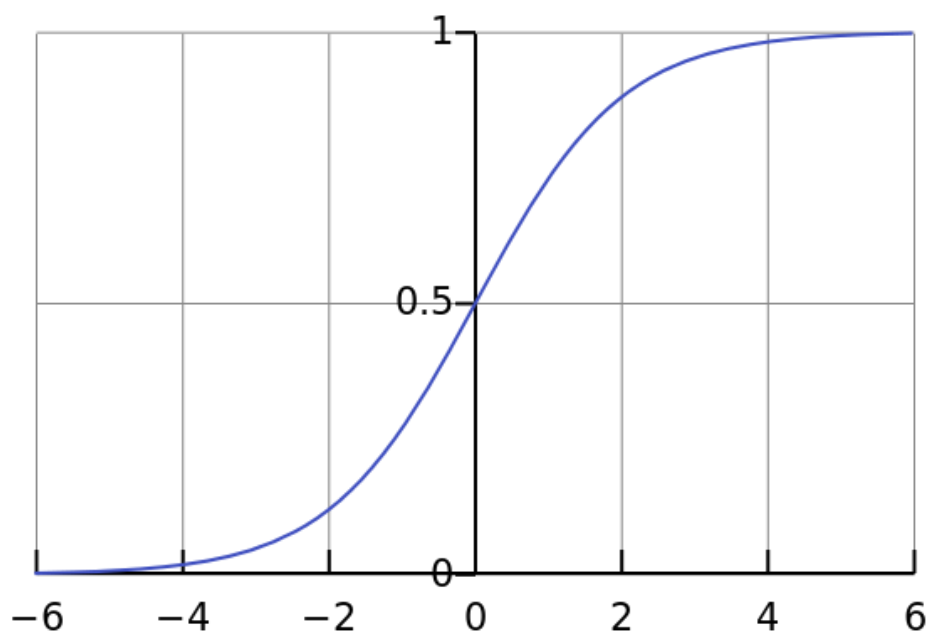


Рис. 3. График сигмовидной функции

Главным преимуществом сигмовидной функции является нелинейный характер, что позволяет в результате работы нейронной сети использовать все входные данные. Другим преимуществом этой функции активации является, в отличие от линейной функции, выходной параметр, который всегда будет находиться в диапазоне (0,1) по сравнению с бесконечными выходными значениям линейной функции. Описанные преимущества сигмовидных функций являются главными причинами широкой распространённости среди функций активации.

#### Литература

1. Википедия. Искусственный нейрон. [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственный\\_нейрон](https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственный_нейрон) (дата обращения: 11.12.2019).
2. AIportal. Функции активации в нейронных сетях. [Электронный ресурс] URL: <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/activation-function.html> (дата обращения: 11.12.2019).
3. MachineLearning. Логистическая функция. [Электронный ресурс] URL: [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Логистическая\\_функция](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Логистическая_функция) (дата обращения: 11.12.2019).

## **Python как ведущий язык программирования**

Смирнов Алексей Родионович, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Достанбекова Фарангиз Хидирбаевна, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Виштак Ольга Васильевна, доктор педагогических наук, декан факультета  
повышения квалификации и профессиональной переподготовки, профессор кафедры

«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В современном мире становится все больше IT-специалистов. Они используют различные языки программирования, исходя из задач, которые нужно решить. Язык программирования Python является высокоуровневым языком программирования общего назначения, который направлен на увеличение производительности программиста. Python обладает простым синтаксисом. На сегодняшний день язык программирования Python является наиболее востребованным на рынке. В данной статье будут рассмотрены причины, по которым Python стал настолько популярен.*

В настоящее время существует большое многообразие языков программирования (ЯП). Наиболее востребованы такие ЯП как: Python, С, С++, С#, Java и Perl. Поэтому перед каждым программистом всегда стоит проблема выбора ЯП [1-4]. Проведем сравнительный анализ выше указанных ЯП по соответствующим критериям [7]:

- простота – достигается благодаря тому, что язык и все его составляющие являются интерпретируемыми;
- универсальность – возможность программы работать с любой операционной системой;
- интерпретатор – выполнение программы последовательно;
- расширяемость языка – возможность совершенствования языка всеми заинтересованными программистами;
- скорость – быстрота выполнения программы;
- логичный и простой код – возможность написания логичного и читабельного кода программы.

Представим сравнительный анализ ЯП (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ ЯП

ЯП	Простота	Универсальность, «всеядность»	Интерпретатор	Расширяемость языка	Скорость	Логичный и простой код
Python	+++	+++	+++	+++	-	-
C	--	++	+++	+++	++	-
C++	--	++	+++	+++	++	+
C#	+	++	++	+++	++	++
Java	++	++	+++	++	++	+
Perl	+++	+	+++	++	+	+

Далее проведем анализ ЯП по модели исполнения, по парадигме и по системе типов:

- модель исполнения – способ компиляции программы;
- парадигма – способ построения программы;
- по системе типов – совокупность правил, определяющих свойства конструкций, которые составляют программу.

Сравнительный анализ ЯП (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительный анализ ЯП, на основании вышеперечисленных критериев

ЯП	Модель исполнения	Парадигма	Система типов
Python	Интерпретированный	Императив, функциональный, аспектно-ориентированный	Динамичный, сильный
C	Скомпилированный	Императив, управляемый потоком	Статичный, слабый, небезопасный
C++	Скомпилированный	Императив, универсальный, мультиплатформенный	Статичный, сильный, небезопасный,
C#	JIT скомпилирован	Императив, универсальный, мультиплатформенный	Статичный, сильный, небезопасный,

Java	ЯП скомпилирован/ интерпретированный	Императив, универсальный, мультиплатформенный	Статичный, сильный
Perl	Интерпретированный	Функциональный, процедурный	Динамический

Проанализировав результаты сравнительного анализа ЯП, можно сделать вывод, что наиболее преимущественным является ЯП Python.

Python – это высокоуровневый язык программирования, который используется в различных сферах IT. Python является наиболее используемым языком программирования в области современной web-разработки. Кроме того, используется для написания десктопных приложений, а также является ключевым в сфере машинного обучения. Помимо этого, на нём создаётся много прототипов, которые позволяют быстро набросать функционал и внешний вид будущего проекта. Автор языка Python назвал его в честь британского комедийного шоу «Monty Python», которое было популярно в начале 1970-х годов. Это телешоу позволяло автору расслабиться и отвлечься от разработки языка [8].

Разработку языка Python в конце 1980-х годов начал программист Гвидо ван Россумом, работающий на тот момент в центре математики и информатики в Нидерландах. Россум работал над Python в свободное время. За основу был принят ЯП ABC, в разработке которого он участвовал.

На сегодняшний день развитие Python состоит из 3 этапов (версий):

- 1 версия – февраль 1991 года;
- 2 версия – 2000 год;
- 3 версия – декабрь 2008 года.

Синтаксис Python выделяется на фоне других языков программирования, поскольку не страдает избыточностью, другими словами, схожесть синтаксиса с обычным английским дает возможность понять код даже обычным пользователям. Кроме того, отсутствует необходимость в написании таких символов, как: «;», «{», «}», а при помощи отступов обозначается вложенность, а это повышает читаемость кода.

Python упрощает написание кода и делает разработку быстрой, потому как обладает следующими особенностями [5, 6, 8]:

— динамической типизацией (отсутствует необходимость указывать тип переменных, поскольку язык присвоит его сам. Операнды разных типов, участвующие в одной операции, автоматически приводятся к нужному по определённым правилам);

— удобным возвратом нескольких значений функцией (значения можно перечислить через запятую, и они автоматически преобразуются в список.);

— автоматическим выделением памяти (нет необходимости самостоятельно выделять память);

— сборщиком мусора (если объект становится бесполезным, он автоматически удаляется. Позволяет оптимизированно использовать память и не удалять бесполезные объекты вручную);

— `a, b = b, a` (эта строка меняет местами значения переменных, теперь то, что было в `a`, находится в `b` и наоборот);

— привязкой типа данных (позволяет обойтись без явного определения типов и значительно упростил повторное присваивание значения переменной);

— цикл `for` (работа с массивами, списками и другими контейнерами проста и удобна);

— интерпретируемый язык (написанный код не нужно компилировать).

Python сочетает в себе и простоту, и мощный инструментарий. Его можно использовать для создания прототипа практически любой программы.

Python позволяет писать достаточно быстрый код, однако может подводить в некоторых «узких» местах, которые и оказывают наибольшее влияние на производительность всего проекта. Чтобы не затянуть разработку и получить на выходе программу, работающую на высокой скорости, её структуру проектируют так, чтобы соотношение «быстродействие/время разработки» было максимальным.

Python имеет ряд особенностей, которые не могут быть причислены ни к достоинствам, ни к недостаткам.

Одна из особенностей – отсутствие переменных, точнее, необходимости их прописывать.

Появляются в Python и своеобразные термины. Если для многих языков работа с большими списками представляла сложность, то в Python такие функции реализуются через особые объекты: тьюплы, словари и карты. Небольшие затруднения у новичков может вызвать объектно-ориентированность, но при хорошем уровне обучения это также можно превратить в достоинство языка [5].

Подводя итоги, можно сказать, что Python является одним из наиболее востребованных языков программирования, что обусловлено, помимо выше указанных

достоинств, возможностью работы программ, написанных на Python, с любой операционной системой. Это делает его универсальным для пользовательских задач, приложений в гаджетах, системных задач в серверах и массивах данных и т.д.

#### Литература

1. Виштак О.В. Программные средства разработки образовательных web-квестов / О.В. Виштак, А.В. Быстров // Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции «Проблемы развития регионов в условиях модернизации экономики, общества и образования». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2018. – С. 54-58.

2. Кох Ю.А. Средства разработки образовательных веб-квестов / Ю.А. Кох, Н.М. Виштак // Сборник трудов V Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. – С. 121-134.

3. Виштак Н.М. Технологии разработки образовательных веб-квестов / Н.М. Виштак, Е.А. Яковлева // Сборник трудов III Международной научно-практической конференции «Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. – С. 75-80.

4. Паршин Г.К. Обзор и выбор инструментальной среды разработки для создания интернет-представительства / Г.К. Паршин, И.В. Михеев // Сборник трудов V Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. – С. 151-159.

5. Python: преимущества и недостатки. [Электронный ресурс] URL: <https://www.goldenpages.ua/expert/?p=10627> (дата обращения: 01.12.2019).

6. Краткий обзор языка Python. [Электронный ресурс] URL: <https://www.helloworld.ru/texts/comp/lang/python/python2/index.htm> (дата обращения: 01.12.2019).

7. Сравнение языков программирования по быстродействию. [Электронный ресурс] URL: <https://fb.ru/article/472109/sravnenie-yazyikov-programmirovaniya-po-byistrodeystviyu> (дата обращения: 01.12.2019).

8. Что такое Python и для чего он используется. [Электронный ресурс] URL: <https://all-python.ru/osnovy/yazyk-programmirovaniya.html> (дата обращения: 01.12.2019).



## **Роль информационных технологий в формировании, развитии и сохранении здоровья учащихся**

<sup>1</sup>Титов Владимир Анатольевич, учитель физической культуры;

<sup>2</sup>Штырова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика и управление в технических системах»;

<sup>1</sup>Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Лицей № 2» г. Балаково Саратовской области;

<sup>2</sup>Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В условиях внедрения ФГОС предъявляются новые требования к результатам изучения предметной области «Физическая культура». Основной целью становится формирование личностных качеств обучающихся, способствующих активному вовлечению в здоровый образ жизни, укреплению и сохранению индивидуального здоровья. Использование информационных технологий на уроках физической культуры позволяет активизировать учебную деятельность, развивать у обучающихся потребность в новых знаниях, умение самостоятельно ставить учебные цели, искать и использовать необходимые средства и способы их достижения.*

В настоящее время наряду с подготовкой ребёнка к самостоятельной жизни, воспитанием его нравственно и физически здоровым, перед образовательными учреждениями ставится задача формирования у обучающегося осознанной потребности в здоровье как залога будущего благополучия и успешности в жизни. В связи с этим большое значение в общеобразовательной школе уделяется урокам физической культуры.

Преподавание физической культуры в школе органически включено в общую систему образования и воспитания. На уроках физической культуры формируется совокупность потребностей, мотивов, знаний, необходимых для физического совершенствования. Занятия физической культурой развивают не только двигательную активность, но и коммуникативные навыки обучающихся, способствуют формированию потребности в систематическом участии в физкультурно-спортивных и оздоровительных мероприятиях.

Одной из актуальных задач для учителя является повышение интереса к урокам физической культуры, создание положительного эмоционального фона, активизация двигательной деятельности учащихся. Это обусловлено увеличением числа школьников, имеющих группу здоровья с рекомендованным ограничением физических

нагрузок. Кроме того, отмечается общее снижение интереса школьников к занятиям спортом. Формирование положительной мотивации учащихся к занятиям физической культурой может быть достигнуто за счёт использования инновационных педагогических технологий. Наиболее перспективным направлением в методике преподавания физической культуры является применение информационно-коммуникационных технологий.

Компьютерные технологии расширяют возможности предоставления информации, позволяют индивидуализировать обучение, интегрировать игровые технологии, проектный метод обучения [1]. Современные мультимедийные технологии, технологии виртуальной реальности позволяют воссоздать реальную обстановку деятельности (например, поставить ученика в положении участника соревнований), моделировать элементы техники движений или игровых элементов [2].

В МАОУ «Лицей №2» г. Балаково разработана программа развития физической культуры и спорта «Шаги к здоровью», которая нацелена на решение одной из самых актуальных проблем современной системы образования, воспитания и обучения – проблемы сохранения здоровья подрастающего поколения. И она включает целый комплекс мероприятий по развитию физического здоровья детей.

Возможности программы реализуются через организацию учебной деятельности относительно теоретической части программы, которая включает в себя изучение основ здорового образа жизни и проведение уроков с использованием информационных технологий. Например, демонстрация правильного выполнения разучиваемых движений с помощью интерактивной доски, что позволяет облегчить процесс обучения технически сложным видам спорта, таким как волейбол, баскетбол, футбол. С помощью маркера во время демонстрации слайдов наглядно осуществляется показ направления движения ног, рук, туловища в процессе игры. Возможно также организовать разбор ошибок, моделируя для этого различные ситуации игры. Например, можно изобразить траекторию полета мяча при неправильной работе рук и ног. Использование такой методики повышает эффективность обучения и вовлеченность учащихся при любой физической подготовленности [3].

Целесообразно также расширить использование интернет-ресурсов во внеклассной работе и внеурочной деятельности по физической культуре. В МАОУ «Лицей №2» г. Балаково организовано здоровьесберегающее пространство учебной деятельности через внедрение утренней гимнастики, физминуток, подвижных игр на переменах с использованием электронных приложений.

Наиболее значима роль использования цифровых образовательных ресурсов по физическому воспитанию — это ресурсы интернет-порталов для подготовки к олимпиаде по предмету и сдаче теоретической части норм ВФСК ГТО. Здесь размещен материал, который имеет тесную связь конкурсных испытаний с учебным материалом школьной программы. Использование цифровых образовательных ресурсов позволяет расширить информационное пространство, ускорить процесс получения новых знаний, использования полученной информации [4].

По мере увеличения уровня информатизации и ускорения процесса передачи из внешней среды возрастает значение коммуникации в управлении познавательной деятельности школьников. В связи с этим внеклассная работа по формированию здорового образа жизни заключается не только в проведении спартакиад, соревнований, но и разработке проектов по здоровому образу жизни с использованием информационных технологий. Примерами созданных проектов являются «Иргиз-Спорт», «Спорт Саратовской области: история и современность». Учащиеся самостоятельно выделяют цель и задачи проекта, распределяют виды деятельности в группе, подбирают материалы, готовят презентацию и защищают созданные проекты. Использование мультимедийных презентаций при создании проектов, обучение в сотрудничестве, проведение дискуссий обеспечивает более эффективное соприкосновение физической культуры и внешних информационных потоков, взаимодействие с учащимися.

В течение учебного года проводится мониторинг физической подготовленности учащихся. В сравнительной таблице (табл. 1) показана динамика развития основных двигательных качеств по учебным годам. После активного применения информационных технологий в 2018-2019 учебном году основные показатели увеличились.

Таблица 1

Динамика развития основных двигательных качеств

Учебный год	Уровень		
	быстроты	выносливости	силы
2017-2018	23,5 %	21,2 %	23,5 %
2018-2019	24,3 %	22,8 %	28 %

Таким образом, информационные технологии являются инструментом повышения качества образовательных услуг и необходимым условием для решения

задач в формировании, развитии и сохранении здоровья учащихся, адаптации личности к жизни в обществе.

#### Литература

1. Дауленбаева Т. Инновационные технологии как фактор активизации познавательной деятельности обучающихся / Т. Дауленбаева, Н.П. Ходакова, Н.М. Виштак // Сборник статей «Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2016. – С. 77-78.

2. Татаринцев Е.М. Области применения виртуальной реальности / Е.М. Татаринцев, И.В. Михеев // Сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции «Современные технологии в атомной энергетике». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. – С. 102-106.

3. Виштак О.В. Использование электронных образовательных ресурсов в учебном процессе / О.В. Виштак, М.В. Фролов // Вестник современных исследований. – 2017. – № 11-1 (14). – С.107-109.

4. Штырова И.А. Формирование познавательной активности учащихся в условиях реализации ФГОС посредством цифровых образовательных ресурсов / И.А. Штырова, Е.Г. Куликова // Сборник трудов I Международной научно-практической конференции «Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. – С. 213-216.

### **Проблемные аспекты разработки графических приложений**

Шляхта Дмитрий Николаевич, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Виштак Ольга Васильевна, доктор педагогических наук, декан факультета  
повышения квалификации и профессиональной переподготовки, профессор кафедры

«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В данной статье рассматриваются проблемы разработки графических приложений, условия их совместной работы с различными операционными системами. Приведены примеры современных технологий, используемых для повышения качества графики и производительности графических приложений.*

В настоящее время в учебном процессе всесторонне используются демонстрационные материалы, выполненные на основе мультимедийных технологий [1-3]. Под графическим приложением в контексте данной статьи подразумевается программное обеспечение, выходные данные которого представляют растровый и/или векторный (статический либо динамический) графический материал. Для корректной отрисовки графики требуется драйвер видеоадаптера – программное обеспечение, работающее непосредственно с ним и обеспечивающее программно-аппаратную совместимость приложения и ЭВМ [5]. Рендеринг динамического графического объекта требует многократного вызова функции рендеринга кадра за единицу времени.

Графический объект состоит из простейших многоугольников, определяющих его контур – полигонов. От количества полигонов напрямую зависит степень детализации объекта. Для придания объекту свойств материала, рельефа, цвета, шероховатостей и др. используются текстуры. На сцене, в которой располагается объект, присутствует освещение – лучи, испускаемые из определенной точки – источника света, падающие на различные поверхности и задающие им яркость, контрастность, блики и тени. Тени объектов просчитываются с помощью так называемых «карт глубины» и «карт теней», которые содержат информацию о положении и расстоянии каждого объекта сцены, относительно источника освещения. Для придания сцене динамичности к объектам применяются различные анимации и

повороты в пространстве. Совокупность данных факторов позволяет отобразить на экране модель реального объекта.

Важной проблемой разработки графических приложений является обеспечение кроссплатформенности. Если приложение разрабатывается под конкретную операционную систему, то его можно максимально оптимизировать под неё, но это будет стоить высоких трудозатрат (перенести функционал приложения для работы на другой операционной системе). Приложения, поддерживающие кроссплатформенность, возможно развернуть на различных операционных системах и устройствах без изменения программного кода. При этом необходимо обеспечить корректное функционирование на каждом из типов устройств.

Еще одна проблема разработки графических приложений – обеспечение высокой производительности на всех типах поддерживаемых устройств. Разработчикам необходимо соблюдать баланс между производительностью приложения и затратами ресурсов (например, процессорного времени и оперативной памяти) на его работу.

Для обеспечения кроссплатформенности графического приложения необходимо использовать в качестве инструментальных средств разработки кроссплатформенные языки программирования и библиотеки. В качестве примера кроссплатформенных библиотек можно привести SFML, Qt, Cairo, SDL-2.0, OpenGL, GTK+ и другие [6].

Высокая производительность в графических приложениях (зачастую в играх) достигается за счет нескольких факторов:

- разработчики реализуют возможность умышленного снижения качества графики приложения в пользу производительности;
- используется так называемый «эффект присутствия» – графические объекты прорисовываются и детализируются качественнее при фокусе внимания пользователя на них, и наоборот – когда пользователь не смотрит на объекты сцены нет необходимости их рендерить в полной мере;
- отказ от перерисовывания статических объектов в каждом кадре графического приложения. При использовании данного подхода приложение проверяет, изменился ли внешний вид объекта и есть ли необходимость его рендерить заново [7];
- использование двойной буферизации – технологии, при которой существует «невидимый экран», на который изначально прорисовывается кадр, а затем он заменяет кадр, отображаемый на экране. Данный способ позволяет скрыть от пользователя процесс рендеринга и показывать ему только готовый кадр приложения;
- GPU Particles – благодаря данной технологии параллельная обработка множества мелких объектов переносится на видеокарту, что освобождает ресурсы

процессора и в целом способствует повышению производительности и качества графики;

- производится переработка ресурсозатратных алгоритмов (например, линейного перебора массива значений) с целью сократить нагрузку на центральный и графический процессоры.

В качестве примера работы технологии «эффекта присутствия» можно привести игру Horizon: Zero Dawn. Объекты прорисовываются только в случае попадания в поле зрения игрока, а объекты, находящиеся за спиной персонажа, исчезают [4].

Пример работы технологии «эффекта присутствия» в игре Horizon Zero Dawn представлен на рис. 1.



*Рис. 1. Пример работы технологии «эффекта присутствия» в игре Horizon Zero Dawn*

Технология GPU Particles применяется во множестве игр, например, при обработке брызг моря и капель дождя в Witcher 3: Wild Hunt, а также песчаных штормов в Assassin's Creed Origins.

Пример прорисовки брызг моря с помощью технологии GPU Particles в игре Witcher 3: Wild Hunt представлен на рис. 2.



*Рис. 2. Пример прорисовки брызг моря с помощью технологии GPU Particles в игре Witcher 3: Wild Hunt*

С точки зрения разработчика, оптимизация графики необходима, так как графический продукт должен удовлетворять аппаратным характеристикам ПК большинства ожидаемых пользователей приложения. Однако это трудозатратный процесс, поскольку разработчикам приходится учитывать требуемые системные характеристики приложения на протяжении всего процесса написания кода.

Таким образом, целесообразнее вести разработку графического приложения, используя кроссплатформенный инструментальный набор. Необходимо оптимизировать наиболее требовательные к ресурсам ПК модули приложения. Большинство компаний принимают решение сохранять баланс между степенью оптимизации графического приложения и трудозатратами на ее реализацию.

### Литература

1. Виштак Н.М. Возможности визуализации в представлении учебной информации / Н.М. Виштак, А.А. Кох // Сборник трудов III Международной научно-практической конференции «Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. – С. 64-69.

2. Виштак Н.М. Особенности подготовки презентационных материалов для слушателей детской компьютерной школы / Н.М. Виштак, Е.А. Яковлева // Сборник трудов III Международной научно-практической конференции «Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2016. – С. 93-95.

3. Штырова И.А. Использование flash-технологий при разработке информационных обучающих систем / И.А. Штырова, Е.И. Мануйлова // Сборник трудов V Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. – С. 180-183.

4. Графические хитрости в Horizon Zero Dawn. [Электронный ресурс] URL: <https://game2day.ru/news/21053/graficheskie-hitrosti-v-horizon-zero-dawn> (дата обращения: 11.12.2019).

5. Загрузка драйверов Nvidia. [Электронный ресурс] URL: <https://www.nvidia.ru/Download/index.aspx?lang=ru> (дата обращения: 11.12.2019).

6. Обзор графических библиотек C++. [Электронный ресурс] URL: <https://tproger.ru/digest/cpp-best-gui> (дата обращения: 11.12.2019).



7. Code Optimizations for Game Development: Basic Structures and Mindsets.  
[Электронный ресурс] URL: <https://gamedevelopment.tutsplus.com/tutorials/code-optimizations-for-game-development-basic-structures-and-mindsets--cms-30760> (дата обращения: 11.12.2019).

**СЕКЦИЯ 3**  
**«АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В**  
**ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И УПРАВЛЕНИИ»**

УДК 378.4

**Электронная образовательная система (ЭОС)**  
**в обучении специалистов служб МТО**

Антонов Юрий Иванович, старший преподаватель

Филиал федерального государственного казенного военного образовательного  
учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического  
обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева»

Министерства обороны Российской Федерации в г. Вольске

*В целях организации подготовки специалистов служб МТО, согласно федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования (далее ФГОС) по направлению «Тыловое обеспечение» и качественной организации подготовки, необходимо образовательные программы высшего образования – программы подготовки военно-профессиональных кадров – привести в соответствие с ФГОС. Но, несмотря на высокий потенциал современных ИКТ в подготовке высококвалифицированных специалистов, они не находят пока должного применения в учебном процессе подготовки специалистов служб МТО вуза: существуют проблемы подготовки специалистов сферы тылового обеспечения в отношении использования средств и методов современных ИКТ в профессиональной деятельности. С этой целью в вузе ВВИМО стало возможным изменить уровень подготовки специалистов служб МТО с применением системы ЭОС.*

Развитие информационных технологий в Вольском военном институте Материального Обеспечения обеспечило массовый доступ курсантам к сетевым компьютерным технологиям. Это привело к необходимости внедрения этих средств в организацию учебного процесса. Одним из перспективных направлений развития обучения в этой сфере является использование так называемой электронной системы управления обучением.

Система управления обучением, ориентированная, прежде всего, на организацию взаимодействия между преподавателем и курсантами. Основное её предназначение – организация электронного обучения. Использование системы может послужить альтернативным источником информации для сглаживания эффекта неравномерности академической активности курсантов в течение семестра. Учебная дисциплина разбивается на небольшие модули, соответствующие балльно-рейтинговой системе, и работа курсанта оценивается в конце каждого срока (модуля). Особо стоит

отметить важность дифференцированной системы оценивания знаний курсанта, чтобы курсант лишь в исключительных случаях не мог перейти на изучение следующего этапа. Невыполнение этого принципа ведет к резкому увеличению нагрузки на преподавателя за счет того, что он вынужден будет готовить отстающих курсантов до нужного уровня, уделяя им дополнительное время.

Электронное обучение (ЭО) в ВВИМО – совокупность технологий, обеспечивающих предоставление обучаемым курсантам основного объема изучаемого материала, интерактивное взаимодействие обучаемых и преподавателей в процессе учебного занятия, предоставление курсантам возможности самостоятельной работы по освоению изучаемого материала, а также в процессе занятий.

Использование технологий электронного обучения позволяет:

- снизить затраты на проведение обучения – проводить обучение большого количества человек;
- повысить качество обучения за счет применения современных средств, объемных электронных учебно-методических пособий.

Современное электронное обучение строится на использовании следующих основных элементов:

- среды передачи информации (Локальная сеть ВВИМО);
- методов, зависящих от технической среды обмена информацией.

В настоящее время перспективным является интерактивное взаимодействие с обучающимся посредством информационной коммуникационной сети ВВИМО.

Идея электронного взаимодействия института выглядит следующим образом: преподаватели и курсанты взаимодействуют в одном виртуальном пространстве, при этом физически находясь за своими компьютерами в удаленных друг от друга местах. В процессе обучения между участниками учебного процесса обеспечивается обратная связь (в большинстве случаев интерактивная). При использовании технологий электронного взаимодействия появляется множество интерактивных возможностей: загрузка учебных материалов из виртуальной аудитории с помощью Web-браузера, общение с преподавателем, а также обновление материалов учебного курса в режиме реального времени.

Основу современного образовательного процесса в ЭОС составляет целенаправленная, контролируемая самостоятельная работа обучаемого, который может учиться в удобном для себя месте по индивидуальному расписанию, имея возможность контакта с преподавателем через локальную сеть института.

Структура учебного курса и содержательный компонент обучения в ЭОС реализуются через разработанный преподавателем УМК, в котором форма представления учебных материалов зависит от возможностей среды ЭОС.

Система ЭОС может обеспечить:

- выбор удобного времени и места для проведения занятия, как для преподавателя, так и для курсанта;
- прочное усвоение знаний;
- контакт преподавателя с курсантом по мере необходимости.

Многим пользователям нравятся модули элементов курса из-за возможности создания удобной среды для обмена информацией по изучаемым темам, в то время как другие предпочитают использовать ЭОС как способ предоставления информации для курсантов и оценки обучения с использованием заданий или тестов (рис. 1).

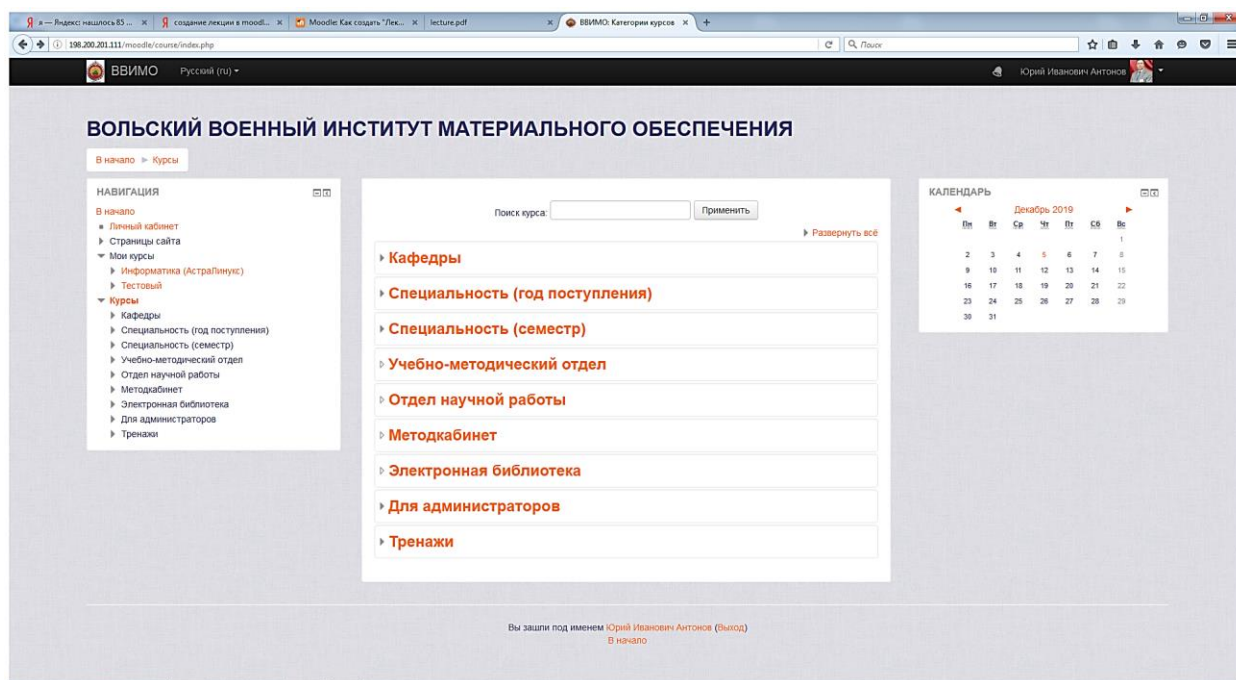


Рис. 1. Окно электронной образовательной среды ВВИМО

Использование ЭОС для обучения курсантов дисциплинам информационно-технологической направленности рассмотрим на примере одной из них. При проектировании учебного курса «Информатика» в ЭОС можно использовать следующий набор элементов: «курсы», «задание», «тест», «ресурс».

После разработки структуры учебно-методического комплекса определяется методика оценки по всему курсу в целом: выбирается шкала оценивания и те элементы электронного курса, которые будут являться составляющими итоговой оценки. Варьируя сочетания перечисленных выше элементов курса, можно организовать изучение материала таким образом, чтобы методы обучения соответствовали целям и

задачам конкретных занятий. Курсант начинает обучение с рекомендацией по самостоятельному изучению курса. Далее курсант, руководствуясь планом изучения дисциплины, приступает к изучению первого раздела. Параллельно с изучением теоретического материала по лекции курсант решает тестовые задания и с помощью глоссария знакомится с новыми понятиями, которые потребуются при изучении данного раздела. После этого курсант должен выполнить эссе и задания, предусмотренные в практическом занятии. При изучении любой темы курсант имеет возможность с помощью обучающихся тестов самостоятельно проконтролировать свои знания. Результаты тестирования, как и выполнения заданий из практических занятий, поступают в личный кабинет курсанта в ЭОС. После изучения каждого модуля курсант проходит итоговое контрольное тестирование. По окончании курса в зависимости от полученных оценок курсант допускается к итоговой аттестации.

Использование системы ЭОС в изучении дисциплины «Информатика» в ВВИМО показало как ее преимущества, так и недостатки. К достоинствам следует отнести простоту освоения и возможность автоматизированного контроля учебной деятельности курсантов. Трудностями к внедрению электронной системы обучения и контроля является необходимость больших начальных затрат труда преподавателей, особенно по созданию тестовых заданий. ЭОС позволяет за счет относительно небольших усилий разместить в систему имеющиеся лекционные материалы, а для контроля учебной работы использовать задания, постепенно расширяя сферу использования тестов.

К недостаткам ЭОС можно отнести управление отдельными курсами, а не системой обучения в целом. Полезной административной возможностью ЭОС является простота при наличии сервера, формирование списка группы курсантов, осваивающих данный курс.

Таким образом, использование среды электронного обучения ЭОС позволяет расширить возможности образовательного процесса как в плане увеличения возможностей организации самостоятельной работы курсантов, так и использования системы при поддержке различных форм обучения.

#### Литература

1. Голубев О.В. Электронный учебно-методический комплекс в СДО ЭОС (на примере курса «Математика и информатика») / О.В. Голубев, О.Ю. Никифоров // IV Международная научно-практическая конференция «Современные информационные технологии и ИТ-образование». – М., 2009. — С. 267-273.

2. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании / И.Г. Захарова. – М.: Академия, 2003. – 192 с.

3. Никифоров О.Ю. Анализ подсистемы тестирования СДО ЭОС / О.Ю. Никифоров // Информационные технологии в науке и образовании: Материалы Международной научно-практической интернет-конференции. – Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2008. – 238 с.

4. Преимущества ЭОС – «Открытые технологии». [Электронный ресурс] URL: [http://www.opentechnology.ru/info/ЭОС\\_about.mtd](http://www.opentechnology.ru/info/ЭОС_about.mtd). (дата обращения: 10.12.2019).

5. Система электронного обучения ЭОС. [Электронный ресурс] URL: <http://ЭОС.org/> (дата обращения: 10.12.2019).

УДК 681.58

### **Особенности систем автоматического регулирования энергоблоков с реакторами на быстрых нейтронах**

Белякова Наталия Олеговна, студент направления

«Управление в технических системах»;

Фролова Марина Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В статье рассмотрены отличия реакторов на быстрых нейтронах от тепловых ядерных реакторов, особенности системы автоматического регулирования энергоблока на быстрых нейтронах. Показана зависимость систем регулирования от ядерно-физических и технико-экономических особенностей.*

Реакторы на быстрых нейтронах сегодня, в условиях ускоренного роста энергопотребления, представляют одно из перспективных направлений перехода атомной отрасли на новую технологическую платформу. Они являются более экологичными, позволяют замкнуть топливный цикл, сократить количество отходов. Вместе с этим их проектирование и создание представляют собой достаточно трудоёмкий и требующий больших экономических вложений процесс.

Большинство атомных электростанций (АЭС) по всему миру работает на «тепловых» ядерных реакторах (ТР) с водяным или графитовым замедлителем

нейтронов. В качестве топлива в них используется изотоп U-235, содержание которого в природном уране составляет только 0.72 %, а его основная составляющая, около 99.3 %, представлена U-238, который не используется в таких реакторах и относится к отработанному ядерному топливу (ОЯТ).

Реакторы же на быстрых нейтронах отличаются возможностью осуществления деления обоих элементов, то есть ОЯТ может быть снова использовано в топливном цикле, а это, в свою очередь, позволяет получить новое топливо для ТР. Кроме того, каждый акт деления в БР сопровождается выделением значительного количества нейтронов, с помощью которых в последствии U-238 может быть превращён в делящийся изотоп плутония Pu-239. Это означает, что, используя в качестве пускового топлива для БР уран-плутониевые таблетки, в реакторе получают вторичный плутоний, количество которого превышает первоначально загруженное. В связи с этим БР с плутониевым топливом получили название реакторы-бридеры или размножители [2].

В отличие от ТР, в энергоблоках на быстрых нейтронах в качестве теплоносителя используются металлы или газы, позволяющие миновать процессы замедления и поглощения нейтронов при выполнении реакции. Наиболее изученным и распространённым является жидкий натриевый теплоноситель, который обладает высокой термоустойчивостью. Так, значение температуры его нагрева на выходе из реактора приблизительно равняется 550 °С.

Все реакторы с натриевым теплоносителем – трехконтурные. Первые два контура представлены натрием, третий образован водой и паром. Такое распределение позволяет избежать контакта воды с радиоактивным натрием первого контура в случае появления течей в парогенераторах.

В настоящее время в мире имеются только два действующих промышленных реактора на быстрых нейтронах – БН-600 и БН-800, которые расположены на Белоярской АЭС.

Быстрый реактор БН-600, эксплуатируемый с 1980 года, входит в состав энергоблока, вырабатывающего мощность 600 МВт, и представляет собой корпусной реактор-размножитель с интегральной компоновкой оборудования. В корпусе располагаются промежуточные натрий-натриевые теплообменники и главные циркуляционные насосы.

Для отвода тепла от активной зоны предусмотрены три петли, каждая из которых включает главные циркуляционные насосы первого и второго контуров ГЦН1 и ГЦН2 соответственно, паровую турбину (ПТ), парогенератор и турбину с относящимся к ней оборудованием.

Схема установки БН-600, в состав которой входит прямоточный парогенератор, представлена на рис. 1.

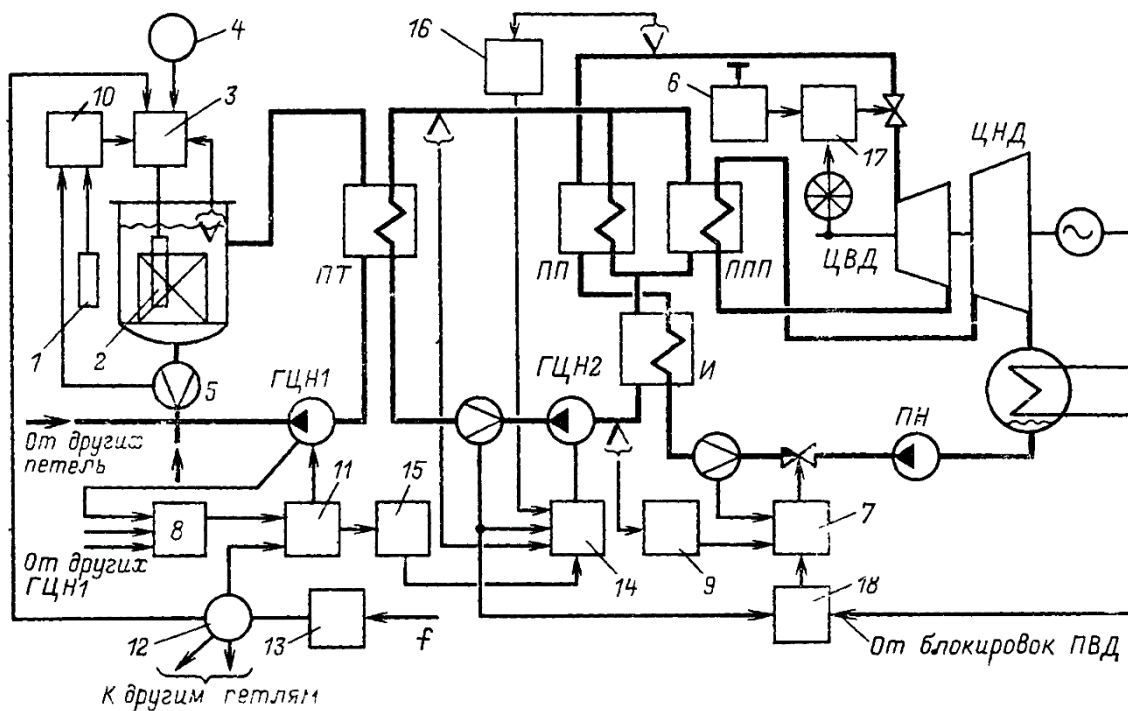


Рис. 1. Схема регулирования энергоблока с реактором БН-600

В первом контуре посредством главного циркуляционного насоса осуществляется прокачка натрия через реактор. Поступив во второй контур, поток горячего натрия разделяется на две части. Первая из них попадает в основной пароперегреватель (ПП), а вторая – в промежуточный (ППП). После чего эти потоки объединяются и поступают в испаритель (И), в который с помощью питательных насосов (ПН) организуется подача воды, что приводит к образованию слабо перегретого пара. Полученный пар перегревается в пароперегревателе (ПП) и направляется в цилиндр высокого давления (ЦВД) турбины, пройдя который снова возвращается в парогенератор (ППП). Когда температура пара достигнет значения близкого к температуре свежего пара, он направляется в цилиндр низкого давления (ЦНД).

Баковая компоновка первого контура, то есть когда реактор, ПТ и ГЦН1 находятся в одном корпусе, не допускает потери теплоносителя при возможных течах трубопроводов первого контура.

Система автоматического регулирования (САР) энергоблока на быстрых нейтронах включает САР основных контуров, ряд регуляторов, стабилизирующих параметры агрегатов питательного тракта и различных вспомогательных



технологических систем. Всего на блоке установлено более 100 автоматических регуляторов.

Реактор БН-600 имеет регулируемую схему расходами теплоносителя I и II контуров в диапазоне 25-100 %, что позволяет поддерживать постоянный перепад температуры теплоносителя по обоим контурам в большом диапазоне мощностей. Кроме того, прямоточный парогенератор, позволяющий изменять выходную температуру теплоносителя из парогенератора, делает возможным установку двух постоянных во всем диапазоне регулирования расходов температур: температуры свежего пара ( $t_{пс}$ ) и теплоносителя на выходе из парогенератора.

На входе в парогенератор температура теплоносителя медленно возрастает с ростом мощности, в результате увеличивается температурный напор. Таким же образом изменяются температуры теплоносителя первого контура на входе  $t_{1вх}$  и выходе  $t_{2вх}$  реактора (рис. 2).

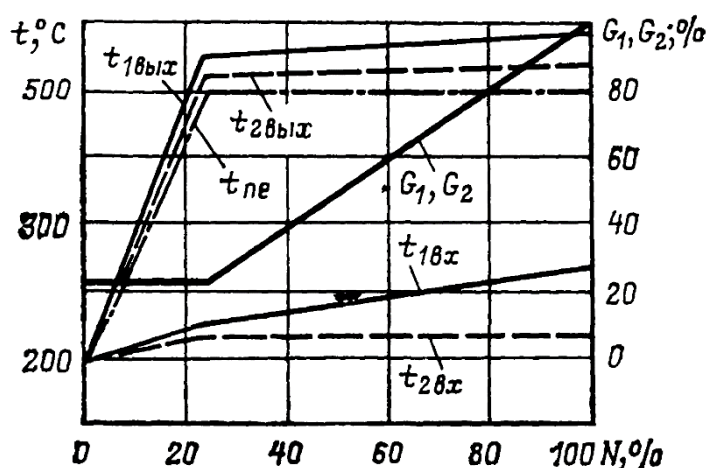


Рис. 2. Изменение температуры теплоносителя в зависимости от мощности

Расходы теплоносителя первого и второго контуров практически пропорциональны мощности. В диапазоне нерегулируемых расходов теплоносителя (ниже 25 %  $N_{ном}$ ) расход теплоносителя постоянен и перепад температур первых двух контуров меняется пропорционально мощности.

Поддержание натрия в расплавленном состоянии или его расплавление в случае возникновения кратковременных или длительных остановов реактора осуществляется системой электрообогрева. Данная система проводит измерение температуры в различных точках контуров и, если значение температуры в какой-либо точке ниже заданного, активизирует нагреватели.

Для регулирования мощности реактора в системе предусмотрен объединенный регулятор 3, который после получения импульса по температуре теплоносителя, воздействует на регулирующие стержни 2. Для улучшения динамики переходных

процессов в регулятор 3 через дифференциатор 10 вводятся исчезающие сигналы по плотности нейтронного потока от ионизационной камеры 1 и от расходомера 5, измеряющего расход теплоносителя через реактор.

Регулирование расхода теплоносителя производится путем изменения частоты вращения асинхронных двигателей с фазным ротором. Воздействие на ток ротора осуществляется специальными регуляторами, входящими в систему управления ГЦН (СУ ГЦН).

На каждой петле первого контура имеются регуляторы 11, поддерживающие его расход. Расход по каждой петле с точностью около 3 % определяется с помощью системы вычисления расхода (СВР) 8, которая учитывает сигналы, несущие информацию о частоте вращения ГЦН1 всех петель, положении обратных клапанов петель и об общем расходе. Регулятор 11 получает сигнал вычисленного расхода от СВР 8, сравнивает его с сигналом от задатчика мощности блока 12, который определяет значение заданного расхода и в случае их неравенства посредством изменения частоты вращения насоса с постоянным ускорением регулирует сигнал от СВР 8 до заданной величины. Параллельно задатчик 12 выдаёт импульс на регулятор 3, в результате с ростом мощности будет изменяться и заданное значение температуры на выходе из реактора. В области 0-25 %  $N_{НОМ}$  выходная температура изменяется при постоянном расходе по контурам, за счёт изменения мощности под воздействием на задатчик 4.

В каждой петле второго контура расход поддерживается регулятором 14 на основе импульсов по непосредственно измеряемому расходу этого контура и по температуре теплоносителя на выходе из теплообменника ПТ, что позволяет обеспечить требуемый закон изменения температуры в зависимости от мощности. Данный регулятор 14 позволяет сокращать время переходного процесса и динамических отклонений при изменении мощности блока за счёт поступающего на него сигнала расхода первого контура петли; а также изменять расход и температуру теплоносителя, поступающего в парогенератор, для получения заданного значения перегрева пара в соответствии с сигналом от корректирующего регулятора температуры свежего пара 16 на выходе из основного пароперегревателя ПП данной петли.

Регулирование температуры пара осуществляется либо под воздействием на задатчик 4 регулятора 3, как правило, применяется для одновременной ручной коррекции температуры пара всех петель; либо с помощью изменения расхода, позволяющего осуществлять независимую регулировку.

Системы автоматического регулирования имеют особое значение при появлении аварийных ситуаций.

Так, при возникновении аварийного отключения петли система регулирования снижает мощность реактора регулятором 3, специальная логическая система увеличивает ускорение вращения и с помощью регулятора 11 по сигналу от СВР 5 снижается частота вращения оставшихся в работе ГЦН1.

Также каждая петля содержит три питательных насоса, один из которых является резервным. Однако если он не сработает при аварийном отключении, то снижение расхода натрия в петле для установки нормального температурного режима будет осуществлено системой управления ГЦН, при расходе в петле менее 60 %, аварийного снижения не происходит.

Предотвращение резкого падения температуры питательной воды, поступающей в парогенератор, и регулирование температуры натрия при аварийном отключении регенеративных подогревателей высокого давления (ПВД) осуществляется за счёт автоматического уменьшения коэффициента усиления в канале передачи сигнала по расходу второго контура на регулятор 7 с помощью делителя 18. Это приводит к уменьшению расхода воды до начала снижения температуры натрия, поэтому температура натрия существенно не изменяется.

Таким образом, системы регулирования энергоблоков с реакторами на быстрых нейтронах зависят от ряда ядерно-физических и технико-экономических особенностей, которые, в свою очередь, предъявляют требования к высокой точности и надёжности регулирования всех элементов энергоблока.

#### Литература

1. Плютинский В.И. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок АЭС / В.И. Плютинский, В.И. Погорелов. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 296 с.
2. Митенков Ф.М. Реакторы на быстрых нейтронах и их роль в становлении «большой» атомной энергетики / Ф.М. Митенков // Наука и жизнь. – 2005. – № 3. URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/919/> (дата обращения: 13.12.2019).

## **Симметричное и асимметричное шифрование в криптографии**

Глебова Яна Александровна, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Мефедова Юлия Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*Проведен обзор криптографических алгоритмов симметричного и асимметричного шифрования.*

Алгоритмы шифрования используются еще с древнейших времен. Первые шифры использовались еще во времена Древнего Рима, Древнего Египта и Древней Греции. Одним из известных шифров является шифр Цезаря. Сегодня подобный алгоритм не обеспечивает ту защиту, которую давал во времена его использования, поэтому актуально рассмотреть современные методы шифрования, их достоинства и недостатки.

Для начала необходимо разобраться в понятиях. Алгоритм – это, по сути, процедура или формула для решения проблемы отслеживания данных. Алгоритм шифрования представляет собой набор математических процедур для выполнения шифрования данных. Посредством использования такого алгоритма информация создается в зашифрованном тексте и требует использования ключа для преобразования данных в их первоначальный вид. Это подводит нас к концепции криптографии, которая давно используется в информационной безопасности в системах связи.

Криптография – это метод использования передовых математических принципов при хранении и передаче данных в определенной форме, чтобы их могли прочитать и обработать только те, для кого они предназначены. Шифрование – это ключевое понятие в криптографии – процесс изменения исходной информации, вследствие которого переданное сообщение не будет понятно посторонним лицам.

На сегодняшний день мы имеем огромное количество алгоритмов шифрования, которые обеспечивают надежную защиту конфиденциальной информации.

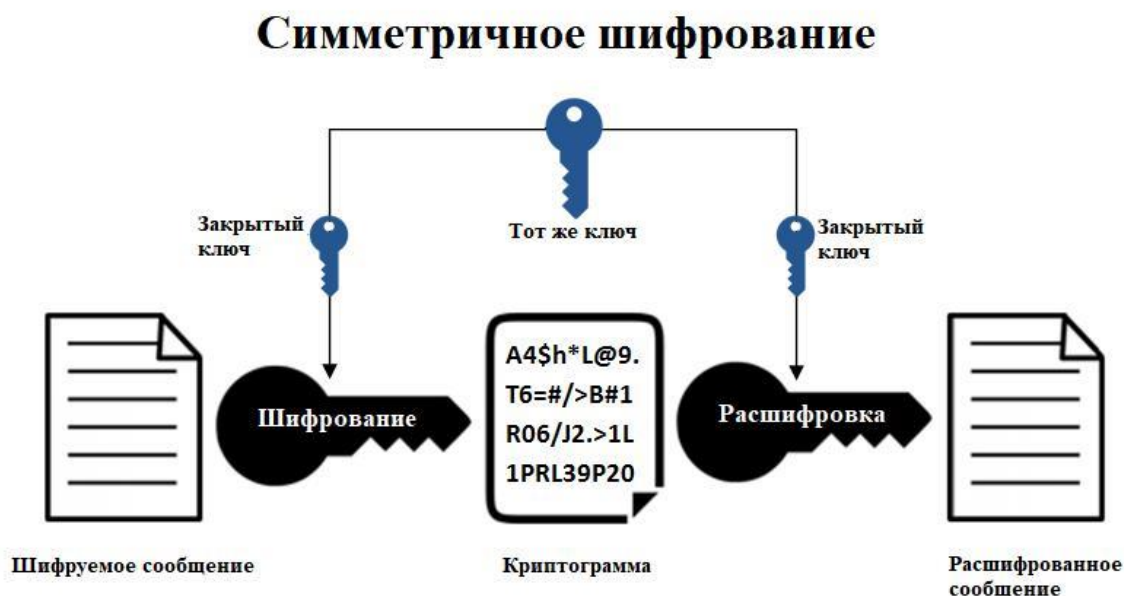
Различают два вида алгоритмов:

– симметричные (AES, CAST, ГОСТ, DES, Blowfish);

– асимметричные (RSA, El-Gamal).

Рассмотрим их принцип работы. На рис. 1 представлена схема симметричного шифрования сообщения.

Это самый простой вид шифрования, который использует только один секретный (закрытый) ключ для шифрования и дешифрования информации. Симметричное шифрование – это старая и самая известная техника. Используемый секретный ключ может быть числом, словом или цепочкой случайных букв. Это смешанный с простым текстом сообщения ключ, который изменит содержание определенным образом. Отправитель и получатель должны знать закрытый ключ, который используется для шифрования и дешифрования всех сообщений. Алгоритмы Blowfish, AES, RC4, DES, RC5 и RC6 являются примерами симметричного шифрования. Наиболее широко используемые симметричные алгоритмы AES-128, AES-192 и AES-256.



Основным недостатком шифрования с симметричным ключом является то, что все участвующие стороны должны обменяться ключом, используемым для шифрования данных, прежде чем они смогут его расшифровать. Кроме того, они не могут осуществлять проверку подлинности, то есть решать проблему аутентичности. Для этих целей существуют асимметричные алгоритмы шифрования (алгоритмы с открытым ключом).

Алгоритмы с открытым ключом достигают аутентификации и ключевого распределения, работая асимметрично. Асимметричное шифрование использует два ключа для шифрования простого текста:

- открытый ключ находится в свободном доступе для всех, кто захочет отправить вам сообщение;

- закрытый ключ хранится в секрете, чтобы только вы могли его знать.

На рис. 2 представлена схема асимметричного шифрования. Сообщение, зашифрованное с использованием открытого ключа, может быть дешифровано только с использованием личного закрытого ключа.

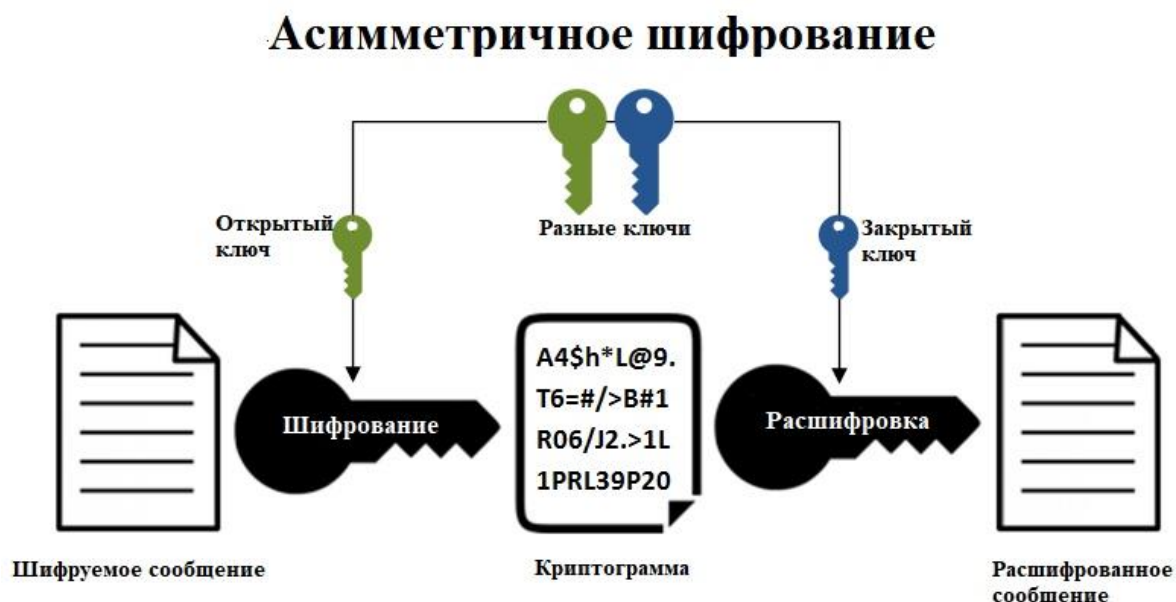


Рис. 2. Схема асимметричного шифрования сообщения

Безопасность открытого ключа не требуется, потому что он общедоступен и может быть передан через Интернет. Асимметричное шифрование обладает гораздо большей надежностью в обеспечении безопасности информации, передаваемой во время связи. Асимметричное шифрование в основном используется в повседневных каналах связи, особенно через Интернет. Популярные алгоритмы асимметричного шифрования ElGamal, RSA, DSA, Elliptic Curve, PKCS.

Чтобы понимать, как работают асимметричные алгоритмы, рассмотрим один из них. Идея RSA основана на том факте, что трудно разложить большое целое число. Открытый ключ состоит из двух чисел, где одно число является умножением двух больших простых чисел. И закрытый ключ также получен из тех же двух простых чисел. Поэтому, если кто-то может разложить большое число, закрытый ключ будет взломан. Следовательно, надежность шифрования полностью зависит от размера ключа, и, если мы удвоим или утроим размер ключа, сила шифрования возрастет в геометрической прогрессии. Длина ключей RSA обычно составляет 1024 или 2048 бит.

На данный момент считается, что при такой длине ключа взлом не возможен, хотя эксперты предсказывают появление такой возможности в ближайшем будущем.

Чтобы использовать асимметричное шифрование, должен существовать способ обнаружения открытых ключей. Одним из типичных методов является использование цифровых сертификатов в клиент-серверной модели коммуникации. Сертификат – это пакет информации, идентифицирующий пользователя и сервер. В нем содержится такая информация, как название организации, организация, выпустившая сертификат, адрес электронной почты пользователей и страна, а также открытый ключ пользователя.

Когда серверу и клиенту требуется защищенное зашифрованное соединение, они посылают запрос по сети другой стороне, которая отправляет обратно копию сертификата. Открытый ключ другой стороны может быть извлечен из сертификата. Сертификат также может быть использован для однозначной идентификации владельца.

Выделим разницу между симметричным и асимметричным шифрованием:

- для симметричного шифрования используется один ключ, который должен быть общим для всех, кому необходимо получить сообщение, а для асимметричного шифрования используется пара: открытый ключ и закрытый, для шифрования и расшифровки сообщений при общении;
- симметричное шифрование является старой технологией, в то время как асимметричное шифрование является относительно новой;
- асимметричное шифрование было введено в дополнение к изначальной проблеме совместного использования ключа в симметричной модели шифрования, устраняя необходимость совместного использования ключа с помощью пары открытых частных ключей;
- асимметричное шифрование занимает относительно большее количество времени, чем симметричное шифрование.

В ближайшей перспективе кибернетические атаки будут только развиваться, поэтому специалисты по безопасности должны усложнять алгоритмы шифрования. Эксперты надеются, что новый метод под названием Honey Encryption («медовое шифрование») отпугнет хакеров тем, что будет предоставлять поддельные данные за каждую неверную попытку взлома кода. Этот уникальный подход не только замедляет попытки взлома, но и потенциально скрывает правильный ключ в огромном количестве ложных.

## Литература

1. Современные алгоритмы шифрования. [Электронный ресурс] URL: [https://spravochnick.ru/informacionnaya\\_bezopasnost/sposoby\\_i\\_sredstva\\_narusheniya\\_konfidencialnosti\\_informacii/sovremennye\\_algoritmy\\_shifrovaniya/](https://spravochnick.ru/informacionnaya_bezopasnost/sposoby_i_sredstva_narusheniya_konfidencialnosti_informacii/sovremennye_algoritmy_shifrovaniya/) (дата обращения: 10.10.2019).

2. Data Encption Standard. [Электронный ресурс] URL: <https://www.tusnt./rd.html> (дата обращения: 10.10.2019).

УДК 004.89

### **Использование нейронных сетей для интеллектуального анализа данных в медицине**

Дружин Дмитрий Сергеевич, студент направления

«Информационные системы и технологии»

Фролова Марина Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В статье рассматриваются примеры применения аппарата нейронных сетей для интеллектуального анализа данных в медицине, особое внимание в тексте работы уделяется возможности применения методов глубокого обучения для преодоления механизмов резистентности бактерий.*

Искусственный интеллект является одним из направлений компьютерных наук, которое занимается проектированием и разработкой интеллектуальных машин. В нем рассматриваются вопросы использования компьютеров для имитации когнитивных функций человека и решения задач на основе алгоритмов рационального выбора, таких как изучение полученного опыта, адаптация к новым условиям и выполнение функций, подобных функциям, осуществляемым человеком.

Искусственный интеллект нашел широкое применение в медицине. Первоначально он проявлялся в виде экспертных систем. Были предприняты попытки объединить решения врачей в свод правил, которым компьютеры могли бы следовать. Однако из-за сложности и разнообразия применяемых в медицине методов диагностирования и лечения невозможно закодировать весь набор правил для всех



клинических случаев. По этой причине в 1990-х годах экспертные системы были заменены на системы машинного обучения, которые позволили не просто проводить кодирование закономерностей, а запоминать их непосредственно из набора примеров. Машинное обучение является подмножеством искусственного интеллекта и делает акцент на обучающем аспекте интеллекта. Это связано с разработкой компьютерных программ, которые могут учиться и совершенствоваться на основе опыта, не будучи явно запрограммированными на это. Это контрастирует с традиционными компьютерными программами, которые требуют специальных инструкций, подробно описывающих каждый шаг, который должна выполнять программа. Не будет ошибкой сказать, что сегодня, когда идет разговор об искусственном интеллекте, то имеется в виду почти исключительно машинное обучение и его производные. Исследования машинного обучения продолжают ссылаться на мозг как на источник вдохновения и пытаются имитировать нейронную структуру нервной системы путем создания искусственных нейронных сетей, которые представляют собой сети искусственных нейронов, организованные в слои [1].

Система учится определять закономерности на основе данных, поступающих в систему в ходе учебного цикла. Метод машинного обучения требует, чтобы набор признаков был определен непосредственно на основе данных. Глубокая нейронная сеть представляет собой искусственную нейронную сеть, состоящую из большего количества слоев (обычно более пяти), что позволяет улучшить прогнозирование на основе входных данных. Значительным преимуществом глубоких нейронных сетей является то, что их эффективность постоянно повышается по мере увеличения размера набора данных для обучения. Это положило начало новому подразделу машинного обучения, называемому глубоким обучением, в котором используются такие алгоритмы, как глубокие нейронные сети и сверточные нейронные сети.

Идея заключается в том, что нейронная сеть может не только служить классификатором, как в случае классического машинного обучения, но и выполнять функцию экстрактора признаков. Это позволяет проводить сквозное обучение, поскольку глубокая нейронная сеть учится распознавать категорию выходного сигнала непосредственно по входному сигналу [1].

В последнее время на ускорение темпов развития искусственного интеллекта в медицине повлияло несколько факторов. К ним относятся:

- возросший объем данных в области здравоохранения, собранных в последние годы;

- вычислительная мощность высокого уровня по низкой цене, доступная в настоящее время для обработки больших наборов данных;
- растущая популярность электронных медицинских карт;
- общие достижения в области компьютерных технологий.

Хотя искусственный интеллект в медицине все еще находится на ранних стадиях, он имеет все возможности для оказания положительного воздействия в терапевтическом направлении медицины. Например, искусственный интеллект может собирать и анализировать данные о пациентах, полученные из различных источников, таких как фитнес-трекеры, домашние измерительные приборы такие как электронные градусники и тонометры, что позволяет врачам контролировать здоровье пациентов удаленно и без серьезных затрат времени.

В 1990-х годах вновь увеличилось внимание к антибиотикам и другим натуральным продуктам, так называемым natural products или просто NP, о чем свидетельствует недавнее открытие тейкбактина. Предыдущие исследования природных продуктов в основном основывались на низкопроизводительных технологиях ядерного магнитного резонанса, требующих больших объемов высокоочищенных материалов, которые зачастую трудно получить. Ключевым условием возрождения исследований антибиотиков является разработка высокопроизводительных вычислительных сетей, таких как недавно запущенная молекулярная сеть Global Natural Products Social (GNPS), которая уже содержит более миллиарда тандемных спектров масс, золотое месторождение для обнаружения биологически активных соединений.

Пептидные натуральные продукты (PNPs) включают многие антибиотики и другие биоактивные соединения. Было обнаружено удивительное разнообразие PNPs, произведенных родственными бактериями, и показано, что, вопреки предположению «сравнительной метаболики», две родственные бактерии вряд ли будут производить идентичные PNPs (даже если они могут производить схожие PNPs). Поскольку это наблюдение подрывает полезность GNPS, был разработан инструмент идентификации PNP VarQuest, который освещает подключенные компоненты в молекулярной сети, даже если они не содержат известных PNPs и содержат только их варианты. VarQuest показал на порядок больше вариантов PNP, чем все предыдущие попытки обнаружения PNP, и показал, что GNPS уже содержит спектры 41 % известных в настоящее время семейств PNP. Огромное разнообразие PNPs предполагает, что биосинтетические кластеры генов в различных микроорганизмах постоянно развиваются, создавая уникальный спектр вариантов PNP, которые отличаются от PNPs в других видах [2].

Благодаря алгоритму VarQuest стало возможно быстро сравнивать сразу две базы данных – химические структуры известных биологически активных природных соединений и физические замеры (масс-спектры) производимых микроорганизмами веществ. В каждой базе данных – десятки тысяч соединений, и алгоритм оперативно находит похожие пары, обнаружив новое соединение, похожее на известное биологически активное вещество, ученые могут подвергнуть его более детальной проверке. Предполагается, что обнаруженное новое соединение будет эффективнее с фармакологической точки зрения, чем его более изученные аналоги, представленные в базе данных [2].

Использование VarQuest особенно актуально для современной медицины: появление нового антибиотика на рынке состоит из двух стадий – поиск биологически активного природного вещества, которое войдет в основу лекарства, а затем апробирование эффективности готового препарата на животных и людях. Второй этап ускорить невозможно, а первый — вполне реально. В основе большинства современных антибиотиков лежат природные соединения, и чтобы быстрее найти соединения с заданными свойствами, как раз и нужны вычислительные методы [2].

#### Литература

1. Антонио Д. Библиотека Keras – инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow / Д. Антонио, П. Суджит; перевод с английского А.А. Слинкин. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 294 с.
2. Тейлор Д. Биология. В 3-х томах / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. – М.: Лаборатория знаний, 2015. – 1463 с.

## **THREAT INTELLIGENCE как основной инструмент**

### **предотвращения кибератак**

Жирнов Виталий Игоревич,

Иванов Алексей Вячеславович,

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,

г. Москва

*Актуальность выбранной темы обусловлена необходимостью предотвращения атак на инфраструктуру предприятия и, как следствие, снижения вероятных имиджевых и финансовых потерь. Понимание термина киберразведка и возможность его использования.*

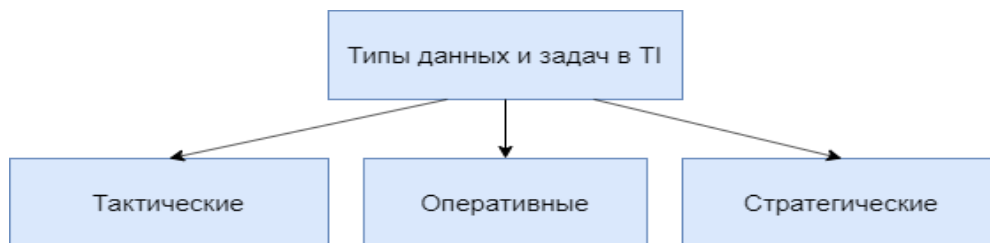
В настоящее время важнейшим условием для развития общества любого государства или организации является наличие современных и надежных средств, способных обеспечить безопасность обработки и передачи информации. Обеспокоенность кибератаками на данный момент принимает глобальный масштаб. Такие атаки способны нанести огромные имиджевые и финансовые потери как для отдельного пользователя, так и организации, предприятия, компании, а также безопасности государственных структур.

Согласно отчетам CISCO [1], вредоносное программное обеспечение не перестает совершенствоваться. Сегодня злоумышленники активно используют облачные сервисы и скрывают следы активности при помощи шифрования. Специалисты CISCO за прошедший год обнаружили более чем трехкратный рост зашифрованного сетевого трафика от inspected образцов вредоносного программного обеспечения.

Главная проблема в кибербезопасности – это выбор правильного подхода к организации стратегий противостояния угрозам. На решение данной проблемы приходит такой инструмент как Threat Intelligence [TI] или киберразведка [2]. Данный инструмент позволит выбрать стратегию кибербезопасности на основании тех угроз, которые актуальны для конкретной отрасли или предприятия. Threat Intelligence активно обсуждается на протяжении 5 лет, но в России его активно применяют только несколько организаций.

Под киберразведкой в настоящее время понимают получение данных о различных вредоносных программах, уязвимостях, утечках информации, поиск

инсайдеров внутри компании. В разведке киберугроз анализ часто зависит от действующих лиц, их намерений, возможностей, тактик, мотиваций и доступа к намеченной цели [3]. Изучая данную информацию, делают обоснованные стратегические, оперативные и тактические оценки. На рис. 1 изображена схема, описывающая типы данных, с которыми работает ТИ.



*Рис. 1. Типы данных и задача в Threat Intelligence*

Тактический уровень предоставляет информацию об инструментах, тактиках, процедурах, которые используют нарушители и другие данные, которые позволяют выявить признаки нахождения вредоносной активности в системе.

Оперативный уровень предоставляет данные о текущих и прогнозируемых атаках, полученные путем поиска и отслеживания новых угроз.

Стратегический уровень предоставляет аналитические данные о тенденциях угроз в мире с дальнейшей возможностью выработки стратегии развития систем информационной безопасности.

Threat Intelligence, или по другому кибер-разведка, позволит выбрать стратегию кибербезопасности на основании тех угроз, которые актуальны для конкретной отрасли или предприятия.

Задачей Threat Intelligence является в первую очередь сбор данных из различных источников, их изучение, анализ с целью спрогнозировать возможные кибератаки и подготовить защиту от вероятной угрозы.

Платформы киберразведки предназначены для автоматического сбора, нормализации и хранения собранной информации. В состав такой платформы обычно входят как платные, так и бесплатные наборы источников данных, модуль сбора информации с различных журналов, межсетевых экранов, антивирусов или любая SIEM система. Таким образом, с помощью данной платформы возможно выявить новые или расследовать случившиеся инциденты. На рис. 2 отображены задачи Threat Intelligence в общем виде с пояснениями.



Рис. 2. Задачи Threat Intelligence

Используя собранную платформой кибер-разведки информацию об угрозах, возможно снизить экономическую выгоду атак на конкретно выбранную организацию и быть заранее подготовленным к потенциальной атаке.

Киберпреступники давно используют чужой опыт и знания для осуществления все более сложных атак. Отрасль ИБ долго развивалась закрыто, не обмениваясь полезными знаниями и информацией. Threat Intelligence как большая база знаний об угрозах и нарушителях позволит максимально минимизировать возможность проведения атаки на инфраструктуре предприятия и свести к минимуму имиджевые и финансовые потери.

#### Литература

1. Ежегодный отчет Cisco по кибербезопасности за 2018 г. [Электронный ресурс] URL: [https://www.cisco.com/c/ru\\_ru/about/press/press-releases/2018/03-12.html](https://www.cisco.com/c/ru_ru/about/press/press-releases/2018/03-12.html) (дата обращения: 15.12.2019).
2. Threat Intelligence: платформы, сервисы, фиды... [Электронный ресурс] URL: <https://rvision.pro/blog-posts/razbiraemsya-v-threat-intelligence-plarmy-servisy-feedy/> (дата обращения: 15.12.2019).
3. Дмитрий Волков СТО Group-IB: Киберразведка всегда работает на опережение. [Электронный ресурс] URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Дмитрий\\_Волков\\_СТО\\_Group-IB:\\_Киберразведка\\_всегда\\_работает\\_на\\_опережение](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Дмитрий_Волков_СТО_Group-IB:_Киберразведка_всегда_работает_на_опережение) (дата обращения: 15.12.2019).

**Программируемые логические контроллеры  
в автоматизированных системах управления технологическими процессами**

Зернов Дмитрий Сергеевич, студент направления

«Управление в технических системах»;

Грицок Светлана Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Информатика и управление в технических системах», декан факультета

«Атомная энергетика и технологии»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В статье рассмотрены программируемые логические контроллеры как основа АСУ ТП. Представлена классификация ПЛК, функциональная структура и модель программного обеспечения в соответствии со стандартами.*

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) строятся по трехуровневому принципу. На нижнем уровне, на котором располагаются датчики, измерительные и исполнительные устройства, осуществляется согласование сигналов датчиков с входами устройства управления, команд – с исполнительными устройствами. Средний уровень – уровень программируемых логических контроллеров (ПЛК), которые получают информацию с контрольно-измерительного оборудования о состоянии технологического процесса и выдают команды в соответствии с алгоритмом управления, на исполнительные механизмы. На верхнем уровне, уровне операторских и диспетчерских станций, обеспечивается связь с нижними уровнями. Это уровень SCADA, на котором осуществляется сбор, архивация, визуализация данных от ПЛК и мониторинг хода технологического процесса; сравнение полученных данных с заданными значениями управляемых параметров, обеспечение контроля действий оператора в случае нештатной ситуации.

Программируемые логические контроллеры (ПЛК) представляют собой технические средства автоматизации, предназначенные для приема, хранения, преобразования, обработки информации и выработки команд управления. Создаются на базе микропроцессорной техники и являются специализированными управляющими вычислительными машинами для работы в локальных и распределенных АСУ ТП.

На рис. 1 представлена классификация программируемых логических контроллеров.

Одним из классификационных признаков ПЛК является мощность – количество входов и выходов контроллера. В соответствии с данным параметром существуют нано-ПЛК, имеющие до 15 входов/выходов; микро-ПЛК, обладающие от 16 до 128 входами/выходами; малые ПЛК, которые имеют от 128 до 300 выходов; средние ПЛК, у которых количество выходов может быть от 300 до 2000; большие ПЛК, имеющие свыше 2000 входов/выходов.

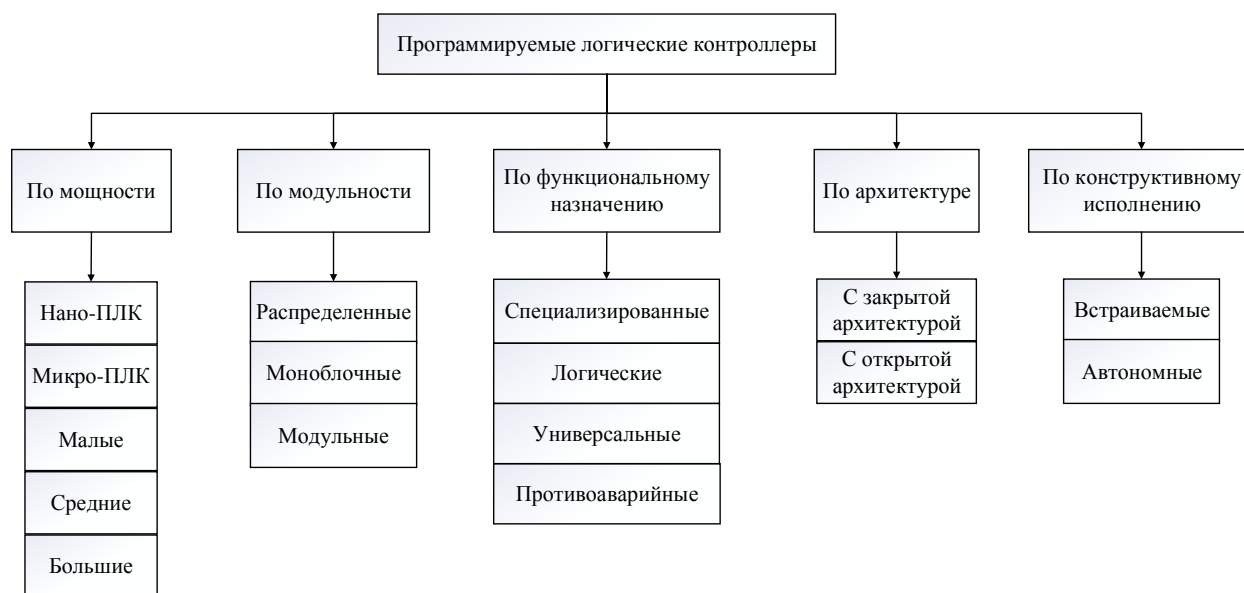


Рис. 1. Классификация программируемых логических контроллеров

Модульный принцип построения технических систем способствует группировке функционально взаимосвязанных частей в модули, представляющих собой законченные узлы, что способствует возможности расширения функционала системы путем наращивания функциональных узлов с дополнительными функциями. В соответствии с данным принципом производители выпускают распределенные ПЛК, устройства ввода/вывода которых располагаются удаленно, а связь между ними осуществляется посредством использования сети; моноблочные ПЛК, имеющие определенный набор элементов, не подлежащих изменению; контроллеры модульной структуры, в которых имеются возможности конструктивного отделения ряда блоков от центральной системы ПЛК и подключения дополнительных модулей для реализации дополнительных функций контроллера.

По архитектуре выделяют контроллеры с открытой архитектурой и контроллеры с фирменной закрытой архитектурой. Контроллеры, основанные на фирменной архитектуре, имеют ограниченные возможности для модификации. Контроллеры с открытой архитектурой основываются на одном из магистрально-модульных стандартов, что позволяет выпускать модули различным производителям, а



потребителям компоновать необходимый набор из модулей различных производителей с учетом технических требований к параметрам.

По конструктивному исполнению выпускаются встраиваемые ПЛК, предназначенные для монтажа в общий корпус какого-либо прибора. Автономные контроллеры могут быть выполнены как локальные приборы с возможностью подключения устройств ввода/вывода либо как элементы, рассчитанные на работу в комплексе с другими контроллерами.

По функциональному назначению проектируются контроллеры, предназначенные для выполнения конкретных функций в технической системе. ПЛК применяют для управления отдельными элементами системы с несложными задачами. При эксплуатации контроллеров изменению подлежат только те параметры, которые заранее прописаны программой данного ПЛК. Для замены релейно-контактных шкафов возможно применение контроллеров, разработанных для реализации логических зависимостей. Эти устройства отличаются расширенной библиотекой логических функций, разработанных для программного управления пуском, остановкой, блокировкой механизмов. Для предотвращения аварийных ситуаций используют ПЛК, реализующие функции противоаварийной защиты. Их особенностью является повышенная надежность, высокая отказоустойчивость, а также расширенные функции диагностики и резервирование функций других компонентов. Наибольшее распространение получили универсальные контроллеры, область применения которых не ограничивается определенными функциями. Как правило, такие контроллеры имеют высокую вычислительную мощность процессора, обладают большим объемом памяти и имеют библиотеки с большим набором математических и регулирующих функций.

На рис. 2 представлена структура программируемых логических контроллеров. Основным элементом ПЛК является процессорный модуль, состоящий из микропроцессора, таймера и памяти. Его основными задачами являются сбор данных из модулей ввода, отсылка данных в модули вывода, обеспечение обмена данными между устройством программирования контроллера, управление обменом с памятью, реализация стека протоколов промышленной сети и т.д. Процессорный модуль содержит интерфейс к программатору и дополнительные интерфейсы для удаленных устройств ввода/вывода. Кроме того, существует большое количество специализированных модулей для выполнения дополнительных функций.

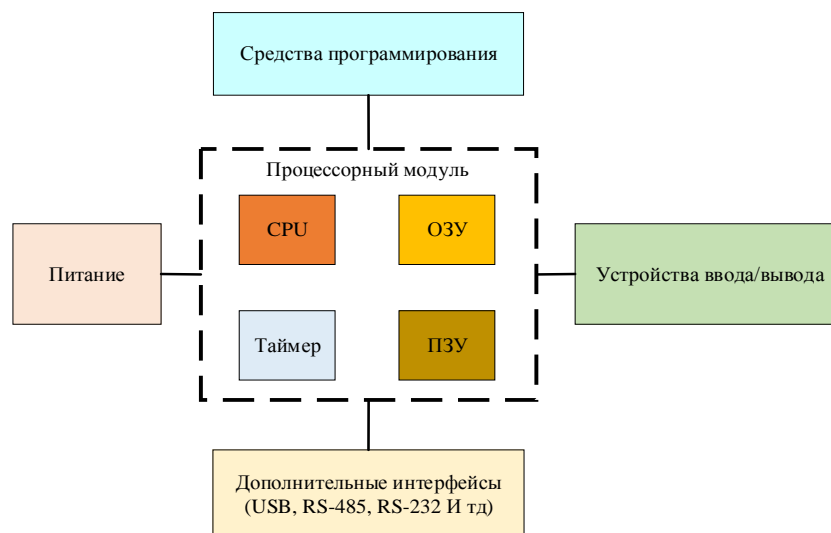


Рис. 2. Структура программируемых логических контроллеров

Программная модель программируемых логических контроллеров разрабатывается в соответствии с международным стандартом IEC-61131-3 (МЭК 61131-3), который устанавливает синтаксис и систематику унифицированного набора языков программирования. Набор языков стандарта IEC-61131-3 включает в себя два текстовых языка программирования – списка инструкций (IL) и структурированного текста (ST), и два графических языка – релейно-контактных схем (LD) и функционально-блоковых диаграмм (FBD).

Языки программирования IL (Instruction List) и ST (Structured Text) являются текстовыми языками программирования. Язык инструкций по синтаксису напоминает ассемблер. Язык структурированного текста по структуре и синтаксису похож на Паскаль и удобен в использовании для написания крупных программ.

Самым распространенным языком для ПЛК является графический язык релейно-контактных схем. Его удобство заключается в простоте замены логических схем, выполненных на базе релейной техники, на синтаксис языка. Программы на данном языке имеют графический вид в виде схемы с замкнутыми и разомкнутыми контактами, что обеспечивает наглядный интерфейс работы контроллера.

Второй графический язык программирования ПЛК – FBD (Function Block Diagram) – язык функциональных блоков, имеет сходство с электрическими схемами. Представление функций осуществляется в виде функциональных блоков, связанных между собой. Программа разрабатывается при помощи графического редактора посредством формирования блок-схемы, содержащей обычные переходы между блоками и метки для условных переходов, что позволяет менять последовательность выполнения программы и создавать циклы.

На рис. 3 представлена модель программного обеспечения ПЛК.



Рис. 3. Модель программного обеспечения ПЛК

Конфигурация представляет собой совокупность программного обеспечения и данных, которые относятся к системе программируемого логического контроллера. В системах, использующих несколько ПЛК, каждый контроллер имеет свою конфигурацию. Между конфигурациями происходит обмен данными через специальные интерфейсы – пути доступа. Каждая конфигурация содержит в себе один или более ресурсов, которые обеспечивают выполнение программ. Основная функция ресурса – обеспечение интерфейса между физическим вводом/выводом и программой ПЛК.

Программа состоит из программных модулей, представляющих собой взаимосвязанные функциональные блоки, написанные на языке программирования стандарта IEC-61131-3. Реализацией программы управляет задача, настроенная на непрерывное, периодическое выполнение или выполнение при определенном условии. Переменные, задаваемые в различных функциональных блоках программы, могут быть двух видов. Глобальная переменная – доступна для всех элементов программы и задается для конфигурации ресурса или программы. Локальная переменная может быть задана только для функционального блока, для всей программы, для ресурса или конфигурации и является доступной только для программного элемента, определяющего эту переменную.

На базе программируемых логических контроллеров возможно построение систем автоматизации различной сложности. Использование конкретного типа ПЛК зависит от объекта автоматизации, расположения датчиков и исполнительных устройств.

Многолетний опыт эксплуатации контроллеров на таких объектах, как нефтеперекачивающие станции, прокатные станы, в системах автоматического

пожаротушения, в наземном оборудовании космодромов и др., доказывает их высокую надежность и удобство эксплуатации.

#### Литература

1. ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016. Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования.

2. Деменков Н.П. Системы автоматического управления на основе программируемых логических контроллеров / Н.П. Деменков // Техническая коллекция Schneider Electric. – Выпуск № 16. – 2008.

3. Минаев И.Г. Программируемые логические контроллеры: практическое руководство для начинающего инженера / И.Г. Минаев, В.В. Самойленко. – Ставрополь: АГРУС, 2009.

4. Митин Г.П. Системы автоматизации с использованием программируемых логических контроллеров / Г.П. Митин, О.В. Хазанова. – М.: ИЦ МГТУ «Станкин», 2005.

УДК 681.5

#### **Интеллектуальная поддержка решений при мониторинге технологического процесса на основе экспертной системы**

Игнатъев Александр Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология и системы управления в машиностроении»,

Добряков Владимир Анатольевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры «Технология и системы управления в машиностроении»;

Гаврилова Анна Владимировна, соискатель кафедры «Технология и системы управления в машиностроении»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет

имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

*Рассматриваются вопросы разработки экспертной системы, моделирующей деятельность человека при экспертизе, представлении знаний и формировании выводов и вариантов решений для организации управления качеством технологического процесса в рамках системы мониторинга при производстве высокоточных деталей.*

Существующие подходы при решении некоторых производственных задач в ряде случаев не позволяют решить возникшую ту или иную трудно формализуемую задачу, поэтому в качестве альтернативного подхода, базирующегося на опыте и знаниях, разрабатываются экспертные системы (ЭС) [1, 2, 6, 7, 9]. В большинстве случаев такие ЭС являются специализированными, ориентированными на рассматриваемый объект и дают решение той конкретной задачи, для которой они разработаны.

Экспертная система – это сложный программный комплекс, аккумулирующий знания специалистов в конкретной предметной области и использующий эти знания с целью выработки логически обоснованных рекомендаций и (или) решения проблем, а также для консультаций менее квалифицированных пользователей [3, 4, 6]. ЭС позволяет использовать для решения производственных задач возможности современной вычислительной техники для создания специализированного алгоритмического и программного обеспечения, моделирующего деятельность человека при экспертизе, представлении знаний и формировании вариантов решений рассматриваемой задачи. Примером такой задачи может служить организация управления качеством технологического процесса в рамках системы мониторинга при производстве высокоточных деталей [5].

Типичная структура ЭС представлена во многих работах и обычно включает базу знаний (БЗ) и ряд подсистем: общения, объяснения, принятия решения, накопления знаний. Через подсистему общения с ЭС связаны, по крайней мере, три специалиста [3, 7]: эксперт – высококвалифицированный специалист, который в процессе общения с системой передает ей свои знания по решаемой частной задаче, а также общепринятые факты и правила вывода; инженер по знаниям – знакомый с принципами построения ЭС и умеющий работать с экспертами в данной области, владеющий специальными языками описания знаний, в процессе общения с системой он выступает в качестве посредника между системой и экспертом, помогая ему закодировать знания и проверять работу ЭС; пользователь – представитель производственного персонала, обращающийся к ЭС за советом по своей конкретной задаче, сообщая системе имеющиеся в его распоряжении данные о ее состоянии, и желающий получить рекомендации по решению возникшей задачи.

Следует отметить, что передача знаний в БЗ является достаточно сложным процессом, так как инженер по знаниям и эксперт имеют различающиеся области знаний, что затрудняет процесс превращения экспертизы в программу. Отсюда следует, что инженер по знаниям и эксперт должны тесно взаимодействовать, чтобы обновлять,

расширять и совершенствовать форму представления знаний в удобную для пользователя ЭС. Формирование базы знаний и других элементов ЭС не является статическим процессом, при котором определенный круг экспертов передает свои знания в ЭС. На практике БЗ может непрерывно пополняться за счет углубленного изучения объекта и анализа процесса его функционирования другими экспертами, дополнения новыми производственными правилами, уточнения ранее заложенных правил и исправления ошибочных, то есть построение ЭС является динамическим процессом, развивающимся по мере обновления и накопления знаний и опыта пользователей. Реальная ЭС является инструментом для приобретения знаний, преобразования их в форму, доступную обслуживающему технологическое оборудование персоналу, поддерживающим принятие решения при восстановлении оборудования или корректировке технологического процесса.

Экспертная система открывает доступ пользователям к заложенным в ней практическим знаниям людей, являющихся экспертами в рассматриваемой предметной области. Наличие в ЭС производственной модели в виде комплекса производственных правил типа «если..., то...» значительно сокращает срок обучения персонала, так как правила можно рассматривать как инструкции для оператора или наладчика для принятия решения, например при управлении технологическим процессом и восстановлении технологического оборудования при функциональных или параметрических отказах [3-5, 8].

С практической точки зрения достаточно актуальным является применение ЭС при контроле и диагностировании автоматизированных станков. Снижение уровня квалификации обслуживающего персонала (операторов и наладчиков) в последние годы привело к снижению эффективности эксплуатации автоматизированных станков, обусловленному увеличением времени поиска и устранения отказов. ЭС в этом случае необходима обслуживающему персоналу для обучения, то есть повышения квалификации, и выдачи рекомендаций для корректировки режима обработки или подналадке станков [3, 4]. Следует отметить, что ЭС целесообразно использовать как для станков с большим сроком эксплуатации, так и для современного оборудования. В этом случае ЭС используется как автономная, но более перспективным является встраивание ЭС в программное обеспечение отечественных станков, как это реализовано в определенной степени в токарных модулях типа ТПАРМ [3].

Примером интеллектуальной поддержки мониторинга высокоточных станков может служить ЭС для шлифовальных станков, обрабатывающих кольца подшипников [4]. Доступ к программе пользователь получает при правильно введенном пароле,

позволяющем добавлять новые записи и редактировать имеющиеся. Для просмотра технических характеристик станка, внесения новых данных или их удаления необходимо в главном окне программы нажать кнопку «Техническая информация» -> «Станки» -> «Редактирование» (рис. 1).

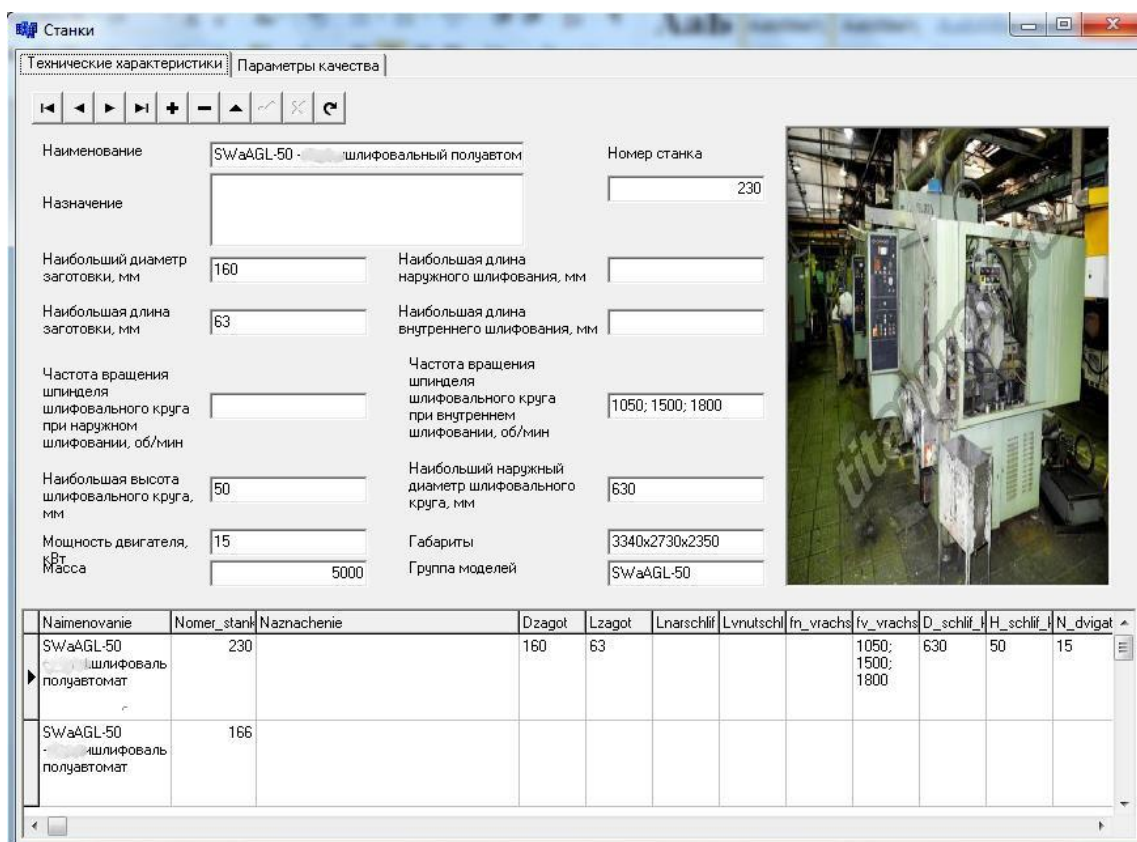


Рис. 1. Окно просмотра/редактирования технической информации по станку SWaAGL-50

Для просмотра технических характеристик деталей, внесения новых данных или их удаления необходимо в главном окне программы нажать кнопку «Техническая информация» -> «Детали» -> «Редактирование».

Таким образом, эффективность применения ЭС в автоматизированных станках обусловлена следующим:

- во-первых, реализуется возможность решения плохо формализуемых задач диагностирования и назначения режима резания с привлечением специально разработанного математического аппарата;

- во-вторых, ориентация ЭС на их использование широким кругом специалистов производства (конечных пользователей) различного уровня, общение с которыми происходит в диалоговом режиме с использованием понятной им терминологии конкретной предметной области;

- в-третьих, применение ЭС позволяет повысить эффективность решений, принимаемых конечными пользователями, за счет аккумуляции в системе знаний

экспертов и, следовательно, повысить эффективность функционирования технологического оборудования.

#### Литература

1. Бубнов Д.В. Экспертная система как средство интеллектуальной поддержки технологических решений / Д.В. Бубнов // Вестник МГТУ Станкин. – 2011. – № 4. – С. 83-86.
2. Васильев В.И. Интеллектуальные системы управления. Теория и практика: учеб. пособие / В.И. Васильев, Б.Г. Ильясов. – М.: Радиотехника, 2009. – 392 с.
3. Игнатъев А.А. Экспертная система поддержки процесса диагностирования автоматических станочных модулей / А.А. Игнатъев, Т.Д. Козлова, Е.М. Самойлова. – Саратов: СГТУ, 2015. – 104 с.
4. Игнатъев А.А. Экспертная система поддержки принятия решения при контроле динамического качества шлифовальных станков / А.А. Игнатъев, А.В. Гаврилова, С.А. Игнатъев. – Саратов: СГТУ, 2018. – 104 с.
5. Игнатъев С.А.. Мониторинг технологического процесса как элемент системы управления качеством продукции / С.А. Игнатъев, В.В. Горбунов, А.А. Игнатъев. – Саратов: СГТУ, 2009. – 160 с.
6. Искусственный интеллект: применение в интегрированных производственных системах / под ред. Э. Кьюсака. – М.: Машиностроение, 1991. – 544 с.
7. Системы искусственного интеллекта. Практический курс / В.А. Чулюков [и др.]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 292 с.
8. Тугенгольд А.К. Интеллектуальное управление мехатронными технологическими системами / А.К. Тугенгольд, Е.А. Лукьянов. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2004. – 117 с.
9. Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные системы: учебник / Л.Н. Ясницкий. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 221 с.



**Определение момента катастрофического износа резца при точении  
труднообрабатываемых материалов**

Игнатьев Максим Алексеевич, студент направления

«Автоматизация технологических процессов и производств»;

Игнатьев Александр Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры  
«Технология и системы управления в машиностроении»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

*В данной статье анализируются методы контроля износа резца при токарной обработке, предлагается методика для определения момента катастрофического износа режущего инструмента по виброакустическим колебаниям.*

В процессе токарной обработки одним из важнейших параметров, влияющих на качество детали, является состояние режущего инструмента. Кроме того, неоптимальное использование режущего инструмента может привести к финансовым потерям. В связи с этим возникла потребность в создании системы контроля катастрофического износа резца при точении труднообрабатываемых материалов.

Целью данной работы является разработка методики определения рациональной периодичности смены или заточки режущего инструмента при токарной обработке на основе распознавания момента катастрофического износа резца.

Контроль износа резца возможно произвести различными методами.

Прямые методы контроля износа резца (лазерные, электромеханические, ультразвуковые, пневматические) осуществляются путём измерения расстояния от режущей кромки до центра скважины, глубины скважины, ширины износостойкой ленты вдоль задней поверхности, уменьшении объема или веса инструмента, размерного износа режущей кромки, размера деталей в партии и других параметров. Однако в производственных условиях применение данных методов является затруднительным и нерациональным.

Косвенные методы контроля износа резца применяются в связи со сложностями использования прямых методов в условиях реального производства. К косвенным методам относятся: измерение температуры резания и электрических характеристик зоны резания, измерение термо-электродвижущей силы резания Т.Э.Д.С., силовые измерения, измерение мощности резания, виброакустические измерения.

Одним из универсальных и простых в реализации методов является виброакустический метод обнаружения катастрофического износа резца, который заключается в измерении и анализе вибраций объекта диагностирования.

После измерения виброакустических параметров строится автокорреляционная функция (АКФ), которая аппроксимируется по формуле:

$$K(\tau) = A \cdot e^{-\alpha\tau} \cdot (1 + m \cdot \cos(\Omega \cdot \tau) \cdot \cos(\omega_0 \cdot \tau)), \quad (1)$$

где  $A$  – постоянный коэффициент;

$\alpha$  – коэффициент затухания;

$\omega_0$  – частота огибающей АКФ;

$\Omega$  – основная частота;

$m$  – коэффициент модуляции.

Используя тригонометрические преобразования, получим выражение для передаточной функции:

$$W(p) = \frac{A(1+m)\sqrt{2}[(\rho+\alpha)^2+\omega_0^2]}{[(\rho+\alpha)^2+(\omega_0+\Omega)^2][(\rho+\alpha)^2+(\omega_0-\Omega)^2]} \quad (2)$$

Далее необходимо определить показатель колебательности  $M$ , который рассчитывается по формуле:

$$M = \frac{[A(\omega)]_{max}}{A(0)}, \quad (3)$$

где  $A(\omega)$  – амплитудно-частотная характеристика.

Для дальнейшего определения момента начала критического износа резца необходимо усреднить массив показателей колебательности методом скользящего среднего:

$$MA = \frac{M_i + M_{i+1} + \dots + M_n}{n}, \quad (4)$$

где  $i = 1 \dots n$ ;

$n$  – количество точек сглаживания.

Следующим шагом является нахождение разности между соседними усредненными значениями показателя колебательности:

$$\Delta_i = MA_{i+1} - MA_i \quad (5)$$

Если выражение  $\Delta_{i+1} \geq 2 \cdot \Delta_i$  верно, значит, резец вошел в состояние катастрофического износа и необходима его замена или заточка.

Описанную выше методику удобно отобразить в виде блок-схемы (рис. 1).

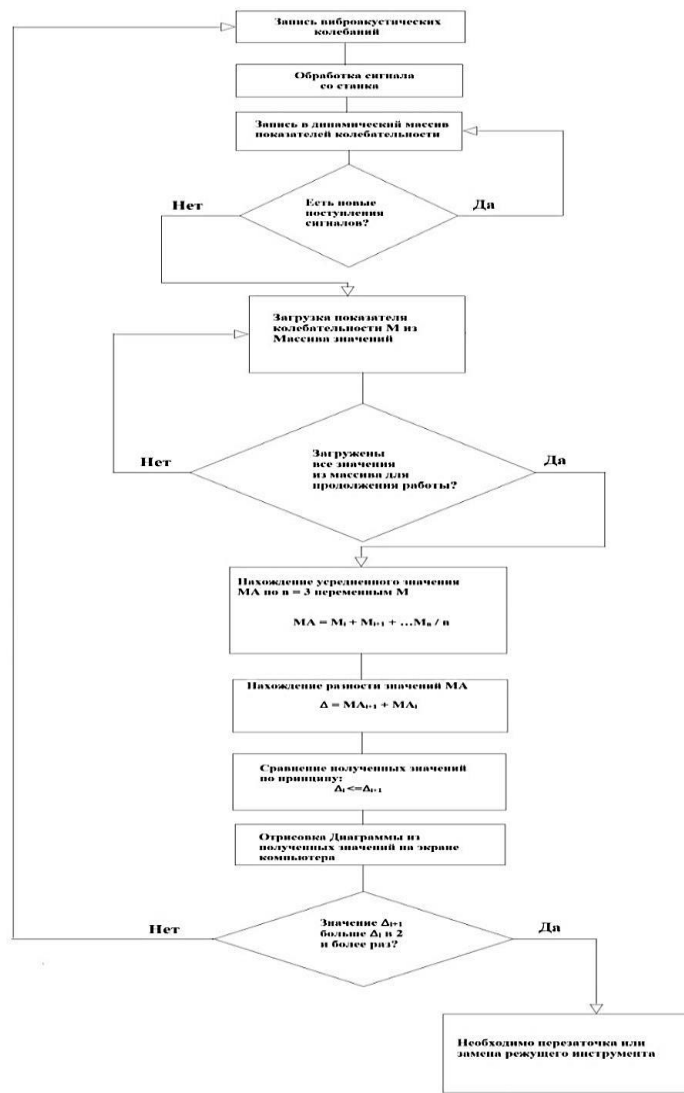


Рис. 1. Алгоритм определения момента катастрофического износа реза

Также работа данного алгоритма может быть представлена графически в виде гистограмм (рис. 2).

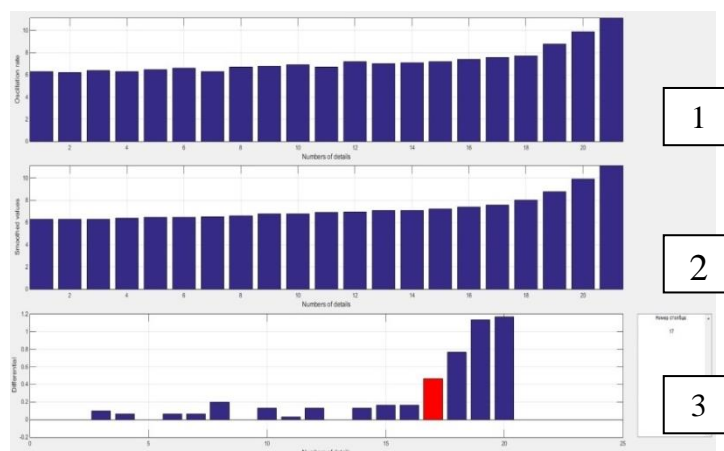


Рис. 2. Гистограмма нахождения катастрофического износа реза:  
 1 – показатель колебательности; 2 – сглаженный показатель колебательности по значениям; 3 – разность между соседними сглаженными значениями показателя колебательности

Описанный выше алгоритм определения момента катастрофического износа резца при точении труднообрабатываемых материалов был реализован на объектно-ориентированном языке программирования C++.

```
Количество деталей:
6
Показатели колебательности:
6.3
6.6
6.5
6.2
6.8
7
Усредненные значения:
6.46667
6.43333
6.5
6.66667
Разница соседних значений:
-0.0333333
0.0666667
0.166667
Момент начала критического износа: деталь №4
```

*Рис. 3. Пример работы программы определения момента катастрофического износа резца при точении труднообрабатываемых материалов*

Представленная в данной работе методика определения момента катастрофического износа резца при точении труднообрабатываемых материалов позволяет повысить эффективность процесса токарной обработки за счет снижения количества бракованных деталей, связанных с несвоевременной заточкой или заменой режущего инструмента.

#### Литература

1. Игнатъев А.А. Идентификация в динамике станков с использование стохастических методов / А.А. Игнатъев, В.В. Коновалов, С.А. Игнатъев. – Саратов: СГТУ, 2014. – 125 с.
2. Игнатъев А.А. Методы идентификации динамических объектов / А.А. Игнатъев, В.А. Каракозова, С.А. Игнатъев. – Саратов: СГТУ, 2014. – 56 с.
3. Диагностика и надежность автоматизированных систем / Б.М. Бржозовский [и др.]. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 353 с.

**Анализ магнитножидкостных устройств с точки зрения  
векторно-энергетического подхода**

Корнилова Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*Рассматривается векторное понимание энергии. Раскрывается суть векторно-энергетического подхода применительно к магнитножидкостным элементам.*

В настоящее время создание принципиально новых устройств, которые служат для точной оценки расхода, плотности и вязкости жидкостей является актуальной задачей. При разработке подобных приборов помимо традиционных методик их исследования предлагается использовать векторно-энергетический подход, который позволяет правильно оценить эффективность разработанной конструкции прибора.

Посредством векторно-энергетического анализа можно по-новому взглянуть на процессы передачи и преобразования энергии, учитывая не только скалярную составляющую понятия энергии, но и вектор ее приложения. Векторное понимание энергии позволяет учесть все ее потери, поэтому с помощью векторной энергетики можно определить точку приложения минимального воздействия для получения максимального эффекта. Проанализировав любую конструкцию, возможно кардинально изменить приоритеты приложения сил, что приведет к экономии энергозатрат для получения результата, аналогичного первоначальному.

Волновые магнитножидкостные устройства для аппарата циркуляции биологической жидкости представляют собой гидропульсатор и клапаны, внутри которых располагаются сенсоры, состоящие из упругой оболочки, заполненной магнитной жидкостью. Управление ими осуществляется генератором электромагнитных полей посредством микроконтроллера. Генератор конструктивно выполнен в виде многосекционной цилиндрической катушки, при поочередной подаче напряжения, на секции которой возникает бегущее магнитное поле, перемещающее магнитножидкостный сенсор. Важным условием является анализ взаимодействия перекрестного управляющего электромагнитного поля и гидродинамического поля с упругооболочечным сенсором.

Предложенный векторно-энергетический поход обладает спецификой, которая заключается в улучшении качественных показателей биологической жидкости, то есть не происходит травматика формообразующих элементов, с помощью замены трения скольжения в перекачивающем устройстве на трение качения. Генератор электромагнитных полей используется в целях обеспечения минимальных энергетических затрат.

Применительно к волновым магнитножидкостным устройствам суть векторно-энергетического подхода может быть сформулирована следующим образом. Информацию можно получить только тогда, когда энергия преобразуется из одного вида в другой. В данном случае энергия воздействия электромагнитного поля генератора переходит в энергию последовательного перемещения магнитножидкостного сенсора. Количественным критерием меры преобразования и потери энергии может служить вектор Умова  $\bar{Y}$  (Вт/м<sup>3</sup>), характеризующий поверхностную плотность мощности:

$$\bar{Y} = \frac{N}{S}, \quad (1)$$

где  $N$  – мощность, Вт;

$S$  – площадка поверхности, ортогональная вектору Умова, м<sup>3</sup>.

Для механики сплошных сред вектор Умова можно записать в виде:

$$\bar{Y} = \bar{P}_\tau \cdot \bar{V}_c = \bar{V}_c \left( P + \frac{\rho \bar{V}_c^2}{2} \right), \quad (2)$$

где  $\bar{P}_\tau$  – тензор механических напряжений энергоносителя, Па;

$\bar{V}_c$  – вектор скорости энергоносителя, м/с;

$P$  – статическое давление в потоке энергоносителя, Па;

$\rho$  – плотность энергоносителя, кг/м<sup>3</sup>.

Континуальное определение (2) служит основой для рассмотрения энергетики сплошных потоков, к которым относятся системы с распределенными параметрами. В дальнейшем в качестве критерия «распределенный-сосредоточенный» будем использовать конструктивно-волновой критерий  $K_{BK}$ :

$$K_{BK} = \frac{L_\varepsilon f}{V_{пд}}, \quad (3)$$

где  $L_\varepsilon$  – характерный размер исследуемого элемента (системы), м;

$f$  – частота управляющего воздействия на элемент, 1/с;

$V_{пд}$  – скорость распространения возмущенного состояния в элементе, м/с.

Иными словами,  $K_{BK}$  есть соотношение двух скоростей: скорости управляющего воздействия и скорости реакции элемента.

Если скорость внешнего возмущения меньше скорости распространения сигнала в среде процесса – имеем процесс с сосредоточенными в пространстве параметрами. В противном случае параметры в системе (процессе) распределены в пространстве и нужен учет фазовых искажений при рассмотрении процесса и анализе его энергетики:

$$K_{\text{вк}} = \frac{L_{\text{эф}} f}{V_{\text{пд}}} < 1 \text{ – параметры сосредоточены в пространстве;}$$

$$K_{\text{вк}} = \frac{L_{\text{эф}} f}{V_{\text{пд}}} > 1 \text{ – параметры распределены в пространстве.}$$

Будем считать, что сплошные среды всегда отвечают условию распределенности параметров в пространстве. Такой подход позволяет взять за основу анализа элементов систем управления структурный метод исследования распределенных систем, предложенный А.Г. Бутковским. Суть этого метода заключается в том, что все линейные элементы распределенных систем описываются уравнениями математической физики, которые приведены к так называемой стандартной форме.

Структурный метод дает возможность синтезировать и анализировать сложные взаимосвязанные распределенные системы, в отдельных частях которых могут протекать процессы различной физической природы: тепловые, электрические, механические, магнитные и многие другие. Такой подход удобен для описания разнородных преобразователей энергии, к которым относятся практически все элементы систем управления: усилители, расходомеры, плотномеры, влагомеры, вискозиметры.

В уравнениях математической физики воедино сведены основные характеристики решений этих уравнений: функции Грина (импульсные переходные функции), передаточные функции, собственные числа и собственные частоты, характеристические и дисперсионные уравнения, стандартизирующие функции, что позволяет реализовать векторно-энергетический распределенно-параметрический анализ и синтез измерительных устройств в системах управления.

Анализ волновых магнитножидкостных устройств заключается в следующем:

1) исследуемый элемент декомпозируется на простейшие функциональные звенья, к каждому из которых можно подобрать уравнения в частных производных из справочника;

2) первым анализируется звено, в котором происходит взаимодействие измеряемой величины (расхода, плотности, вязкости, влажности) с измерительным элементом. Для этого звена подбирается уравнение, в правой части которого будет находиться измеряемая величина;

3) с использованием характеристик определяется интегральная передаточная функция звена;

4) определяется выходная координата звена как произведение определяемой величины на интегральную передаточную функцию;

5) определяется распределенный вектор Умова выходной координаты:

$$\bar{Y}_{x,y,z,t} = \Phi_k \{Y_{\text{вых}}\}, \quad (4)$$

где  $\Phi_k$  – оператор, применение которого к выходной координате  $Y_{\text{вых}}$  даст искомый пространственно-распределенный вектор Умова;

6) определяются три минимаксных формы вектора Умова по распределенной выходной координате:

$$|\bar{Y}_i|_{\max}; |\bar{Y}_i|_{\min}; \left| \frac{d\bar{Y}_i}{dt} \right|_{\max}; \quad (5)$$

7) определяются четыре координатных нормы вектора Умова по распределенной выходной координате:

$$|\bar{Y}_i|_{k1}; \left| \frac{d\bar{Y}_i}{dt} \right|_{k1}; |\bar{Y}_i|_{k2}; \left| \frac{d\bar{Y}_i}{dt} \right|_{k2}, \quad (6)$$

где  $k1$  – координата контакта выходной величины элемента с входной величиной следующего по цепи элемента;

$k2$  – координата контакта выходной величины элемента с выходной величиной звена воздействия обратной связью (например, компенсаторного или силового);

8) определяются критерии:

$$B_1^i \frac{|\bar{Y}_i|_{k1}}{|\bar{Y}_i|_{\max}} \leq 1; B_2^i \frac{\left| \frac{d\bar{Y}_i}{dt} \right|_{k1}}{\left| \frac{d\bar{Y}_i}{dt} \right|_{\max}} \leq 1; B_3^i \frac{\left| \frac{d\bar{Y}_i}{dt} \right|_{k2}}{\left| \frac{d\bar{Y}_i}{dt} \right|_{\max}} \leq 1; B_4^i \frac{|\bar{Y}_i|_{k1}}{|\bar{Y}_i|_{\max}} \leq 1; \quad (7)$$

где  $B_1$  – характеризует «удачность» места передачи выходного сигнала звена предыдущему по вектору Умова (при  $B_1=1$  место передачи выбрано абсолютно верно,  $B_1<1$  – точность неполная);

$B_2$  – характеризует «удачность» места передачи выходного сигнала звена предыдущему по скорости вектора Умова (при  $B_2=1$  место передачи выбрано абсолютно верно,  $B_2<1$  – точность неполная);

$B_3$  – характеризует «удачность» силового противовоздействия на первое звено со стороны звена обратной связи (при  $B_3=1$  место воздействия выбрано наиболее удачно);

$B_4$  – характеризует «удачность» координаты компенсаторного воздействия обратной связью на звено (при  $B_4=1$  воздействие на звено будет минимально избыточным энергетически);



9) проводится анализ всех последующих звеньев по алгоритму, определяются критерии  $V_1^i, V_2^i, V_3^i, V_4^i$ ;

10) определяются четыре сквозных векторно-энергетических критерия:

$$V_5 = \prod_{i=1}^n V_1^i \leq 1; \quad (8)$$

$$V_6 = \prod_{i=1}^n V_2^i \leq 1; \quad (9)$$

$$V_7 = \prod_{j=1}^n V_3^j \leq 1; \quad (10)$$

$$V_8 = \prod_{j=1}^n V_4^j \geq 1. \quad (11)$$

где  $i$  – число последовательно включенных звеньев в декомпозиции элемента системы управления;

$j$  – число воздействий обратной связью на звенья в декомпозиции.

Идеальным считается элемент, обладающий  $V_5=1$  и  $V_6=1$ . Такой элемент обладает минимальной избыточной энергетикой получения информационного сигнала. При  $V_7=1$  и  $V_8=1$  этот элемент минимально избыточен по энергетике компенсаторных воздействий обратной связью.

#### Литература

1. Бутковский А.Г. Характеристики систем с распределенными параметрами / А.Г. Бутковский. – М.: Наука, 1979. – 224 с.
2. Власов В.В. Основы векторной энергетике (Энергетика векторного взаимодействия потоков) / В.В. Власов. – М.: Буркин, 1999. – 124 с.
3. Власов А.В. Упругооболочечные магнитожидкостные управляющие и измерительные устройства в гидрофицированном технологическом оборудовании / А.В. Власов // 4-ая Международная молодежная школа-семинар «Бикамп-03», посв. 300-летию Санкт-Петербурга. – СПб: ГУАП., 2003. – 80 с.
4. Власов А.В. Расчет векторно-энергетических параметров механических пружинных и электронных транзисторных элементов систем управления: учеб. пособие / А.В. Власов, В.В. Власов. – Балаково: БИБиУ, 2007. – 28 с.

**Внедрение информационных технологий  
в систему вещевого обеспечения в интересах вещевого службы ВС РФ**

Красовитов Роман Александрович, старший преподаватель кафедры

«Технология и товароведение одежды и обуви»;

Бурлаков Владимир Иванович, кандидат военных наук, профессор кафедры

«Технология и товароведение одежды и обуви»

Филиал федерального государственного казенного военного образовательного  
учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического  
обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева»

Министерства обороны Российской Федерации в г. Вольске

*В статье рассматривается перспектива внедрения технологий «Индустрии 4.0» в сфере национальной безопасности, в том числе для целей вещевого обеспечения военнослужащих.*

Вещевое обеспечение является видом материального обеспечения ВС РФ, других войск и воинских формирований. Оно включает в себя комплекс мероприятий по определению потребности в вещевом имуществе и технических средствах вещевого службы, в соответствии с их назначением, снабжению таким имуществом и средствами, их разработке, заготовке, содержанию, использованию (эксплуатации), расходу, модернизации, ремонту и утилизации (реализации), а также по осуществлению руководства деятельностью органов вещевого обслуживания Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск и воинских формирований по вопросам вещевого обеспечения [1].

Вещевое обеспечение Вооруженных Сил Российской Федерации регламентируется постановлениями Правительства РФ, указами Президента РФ, а также приказами Министра обороны РФ, заместителя Министра обороны РФ, отдельными распоряжениями начальника Вещевого управления Министра обороны РФ.

На систему вещевого обеспечения войск возложены следующие основные задачи:

- планирование развития системы вещевого обеспечения;
- организация обеспечения войск имуществом и техническими средствами вещевого обслуживания (ТС ВС), их разработка и модернизация, заготовка в

промышленности, хранение и ремонт;

- проведение мероприятий, связанных с поддержанием боевой и мобилизационной готовности подчиненных организаций;

- организация банно-прачечного обслуживания (БПО) военнослужащих.

Наряду с представленными задачами, находящимися в ведении системы вещевого обеспечения, особое место отводится вопросам контроля потребности и обеспеченности личного состава вещевым имуществом, организации эксплуатации технических средств вещевого обслуживания (особенно если речь идёт о размещении военнослужащих в полевых условиях) и военной формы одежды, хранения материальных средств и др.

В настоящее время общепризнанным фактом стала констатация того, что мы живём в период четвёртой промышленной революции (иначе называемой цифровой революцией), заключающейся в информатизации производственной деятельности (или, точнее, о продолжении действия тенденции охвата электронным, цифровым инструментарием всех аспектов экономической жизни), что ведет к отмиранию ряда традиционных производств и профессий и изменению модели взаимодействия между участниками хозяйственной деятельности.

Если обратиться к зарубежному опыту, то можно убедиться в том, что вопросам цифровизации экономической и логистической сферы уделяется особое внимание. Речь идёт, в первую очередь, о таких странах, как США, Китай и Германия.

В последние годы в мире появилось большое количество программ, спонсорами которых выступают правительства разных стран, и все эти программы направлены на цифровизацию экономики и промышленности. В США это называется «Промышленный ренессанс», в Китае – «Производство 2025» или «Интернет плюс», в Германии – «Промышленность 4.0» или «Промышленная революция 4.0», во Франции – «Креативная индустрия». Такие программы есть в Корее и Японии.

Для России важность проведения в жизнь цифровой революции становится ещё выше по причине того, что она позволит нашей стране преодолеть технологическое отставание от экономически развитых стран.

Россия по ряду объективных и субъективных причин опоздала с внедрением у себя технологий предыдущих укладов, и все попытки ликвидировать это отставание в настоящее время, в лучшем случае, ведут к его сохранению (без дальнейшего углубления).

Цифровая революция, или как говорят, «Индустрия 4.0», сулит значительные выгоды, и поэтому скорейшая реализация связанных с ней мероприятий имеет большое

значение для обеспечения глобальной конкурентоспособности и национальной безопасности любой страны, заинтересованной в обеспечении себе статуса значимого экономического и политического игрока. Цифровая революция открывает дорогу в новый технологический уклад, и наша страна может приступить к его реализации, полностью уничтожив своё отставание за счёт отказа от предыдущих укладов.

Следует отметить, что технологии «Индустрии 4.0» ставят вопрос о применении цифровизации в сфере вещевого обеспечения военнослужащих, поскольку сейчас, в условиях геополитического противостояния, необходимо активно использовать инновационные способы повышения боеспособности ВС РФ. Решение о применении технологий «Индустрии 4.0» должно приниматься органами военного управления на основе не только потенциала этих технологий для военного потребителя, но и с учётом тех рисков, которые создает для использования этих технологий внешняя среда.

Предполагается, что в будущем цифровая цепь (система) поставок будет находиться в онлайн (редко офлайн) связи с каждым элементом системы. Инструментом для связи в настоящее время называют «Интернет вещей» и концепцию «Индустрии 4.0».

Рост популярности концепции «Индустрии 4.0», основанной на активном внедрении информационных технологий (включая «Интернет вещей»), роботизации и гибком производстве, связан с рядом присущих этой концепции преимуществ. По мнению сторонников этой концепции, её использование способно значительно снизить издержки и повысить качество выполнения соответствующих функций.

В современных условиях происходит динамичное развитие инструментов повышения эффективности логистических систем, широкого использования средств автоматизации и индивидуализации конечного продукта к специфическим запросам конкретного заказчика.

Применительно к военной форме одежды это означает, что, если какой-то предмет «знает» (это достигается наличием специальных датчиков вшитых, например, в подкладку), что скоро его сроки носки подходят к концу, он может уведомить фабрику, на которой будет поставлена в очередь задача произвести новый предмет. Когда придёт время надеть новую военную форму, она уже будет доставлена потребителю домой или в пункт выдачи заказов (это может быть Почта России, либо мобильные пункты выдачи с использованием наземной, воздушной техники в труднодоступных районах) [2].

У данной системы производства и доставки военной формы одежды есть определенные риски и ограничения.

Однако для обоснования целесообразности использования «Индустрии 4.0» в сфере вещевого обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации предварительно необходимо выполнить анализ тех преимуществ и недостатков, с которыми будет связано применение соответствующих инструментов.

Отличительными признаками «Индустрии 4.0» являются:

1) глубокая информатизация производственных процессов вещевого обеспечения, переход к созданию единой виртуальной среды производственной деятельности. Речь идёт о том, что для каждого реального процесса может создаваться его виртуальный двойник, на основе которого и будет осуществляться выпуск продукции (вещевого имущества). Это позволит добиться высокого уровня индивидуализации производимой продукции в сочетании с гарантированным качеством;

2) «Интернет вещей», т.е. подключение к интернету и возможность обмена информацией между устройствами – станками, обрабатываемыми изделиями, транспортными средствами и т.д. Применительно к сфере вещевого обеспечения можно говорить, например, об оснащении всех предметов вещевого обеспечения специальными радиоэлектронными метками, при помощи которых будет отслеживаться перемещение этих предметов. Это позволит повысить качество контроля запасов вещевой службы, избежать их потери, упростить распределение предметов вещевого обеспечения среди военнослужащих, а также снизить затраты временных и организационных ресурсов на ведение документооборота;

3) роботизация, т.е. повсеместный отказ от использования человека для выполнения рутинных функций, и замещение его роботами. Перспективным направлением роботизации представляется применение роботов для обслуживания военно-логистических центров, где они могли бы выполнять функции по сортировке, приёмке, выдаче и т.д. предметов вещевого обеспечения. Кроме того, они могли бы использоваться в ситуациях, где применение человеческого труда затруднительно вследствие неблагоприятных условий – например, в Арктической зоне Российской Федерации. При этом, однако, необходимо помнить, что с экономической точки зрения применение роботов оправданно только в том случае, если они будут выполнять достаточно большой объём работы (т.е. замещать нескольких работников);

4) «большие данные» – автоматический сбор, хранение и обработка больших массивов разнородной неструктурированной информации, что позволяет гибко реагировать на изменения внешней среды и адаптироваться к ним, а также выполнять консультативные функции при принятии решений (а для ряда ситуаций полномочия по

принятию решений могут быть делегированы автоматизированным системам).

В сфере вещевого обеспечения этот инструментарий мог бы применяться для сбора и анализа фактической величины потребления предметов вещевого обеспечения, что позволило бы оптимизировать их распределение (т.е. устранить риски возникновения избытка каких-либо предметов в одних подразделениях, и дефицита этих же предметов – в других подразделениях). Кроме того, его использование целесообразно для сбора и обработки информации о фактических потребностях в предметах вещевого обеспечения с целью их большей адаптации к индивидуальным запросам военнослужащих.

Наконец, эти технологии позволят автоматизировать сбор заявок на предметы вещевого обеспечения и принятие решений об их удовлетворении. Здесь также можно указать, что технологии «больших данных» (и близко примыкающие к ним технологии искусственного интеллекта) могут быть использованы не только внутри самой вещевого обеспечения ВС РФ, но и при организации взаимодействия ВС РФ с внешними контрагентами. Например, эти технологии могут быть использованы для обработки заявок поставщиков в рамках закупок для государственных нужд, что позволило бы снизить риски коррупции и повысило бы эффективность удовлетворения потребностей войск (сил) в предметах вещевого обеспечения.

Все эти признаки тесно связаны друг с другом и обуславливают высокий уровень эффективности «Индустрии 4.0» по сравнению с более традиционными моделями организации деятельности вещевого обеспечения, однако при этом они являются причиной высоких рисков.

Главным из этих рисков может быть возможность получения внешнего контроля над информационной системой, на которой основана деятельность функционирующих в рамках модели «Индустрия 4.0» предприятий. Проблема заключается в том, что эти предприятия должны функционировать в рамках одной (или совместимой) операционной системы, их производственные устройства (роботы) и предметы труда должны взаимодействовать на одном языке, и все они должны быть подключены к единой сети, причём эта сеть должна быть единой как минимум в рамках государства, а в идеале – быть глобальной (возможны и промежуточные варианты, такие, как единая сеть ЕврАзЭС).

Вполне возможно, что единой также будет и система расчётов, причём основана она будет не на традиционных платёжных технологиях и инструментах, а на принципиально новых – например, на технологии «блокчейн» с использованием криптовалют (что теоретически повышает устойчивость финансовых транзакций, но

при этом с необходимостью ведёт к тому, что платёжная сеть должна быть очень широкой, в противном случае она будет нерентабельна). Из-за этого единое администрирование такой сети и её гарантированная защита от злоумышленников вряд ли возможна.

Кроме того, хотя мировая практика знает примеры сетей большого масштаба, изолированных от глобальной сети Интернет и успешно защищенных от внешних угроз, реализовать такую сеть для обслуживания российской экономики вряд ли возможно в силу её большого масштаба. Это означает, что доступ к такой сети могут получить злоумышленники, способные нанести значительный ущерб безопасности государства путём перехвата контроля над функционированием отдельных элементов этой системы. Ущерб может заключаться в приостановке работы отдельных элементов производственных систем, выпуску брака (за счёт изменения управляющих программ), нарушению связей между элементами (предприятиями) и т.д.

Производственная инфраструктура «Индустрии 4.0» может быть уничтожена (парализована) при помощи массированных кибератак (которые, как хорошо известно, уже стали угрозой для общественной безопасности). В качестве злоумышленников могут выступать, специализированные структуры недружественных государств (в ряде из которых уже организованы кибервойска), террористические организации (внутренние и внешние), организованная преступность, а выявление их и противодействие может быть чрезмерно затратным.

Еще одним важным риском является отсутствие нормативно-правовой базы применения технологий «Индустрии 4.0». В частности, если автоматизированной системе будут делегированы функции принятия решений по удовлетворению определённой категории заявок, то в случае принятия ошибочного решения (в силу сбоя компьютерной системы, неправильной обработки заявки и т.д.) неясно, кто будет нести ответственность за это решение (и компенсировать связанные с ним убытки). К сожалению, как показала практика применения в ВС РФ такой организационной инновации как аутсорсинг, использование в войсках новых управленческих подходов без достаточного нормативно-правового обеспечения может стать причиной снижения выполнения ВС РФ своих функций. В силу этого, внедрению инструментов «Индустрии 4.0» в сфере вещевого обеспечения ВС РФ должна предшествовать тщательная не только военно-экономическая, но и военно-правовая проработка предлагаемых решений.

Наконец, большую остроту имеет проблема отсутствия в России собственной элементной базы. Внедрение технологий «Индустрии 4.0» для целей вещевого

обеспечения ВС РФ может потребовать закупок необходимых ресурсов за рубежом, причём у государств, которые в настоящее время проводят недружественную политику по отношению к России. Соответствующие закупки могут быть заблокированы в любой момент, что либо не позволит внедрить данные технологии в сфере вещевого обеспечения ВС РФ, либо – если речь идёт о закупках элементов, необходимых для поддержания уже внедрённой системы, – поставит под угрозу функционирование системы вещевого обеспечения ВС РФ [3].

Не стоит забывать и о том, что в закупленном за рубежом оборудовании могут быть установлены контролирующие элементы, которые будут передавать иностранным спецслужбам информацию о системе вещевого обеспечения ВС РФ, а в случае необходимости по сигналу извне заблокируют её функционирование, из-за чего полноценное вещевое обеспечение военнослужащих станет невозможным.

Таким образом, активная политика России по восстановлению её геополитического потенциала сталкивается с жёстким противодействием со стороны ведущих государств мира, которые будут использовать все доступные меры принуждения в целях заставить нашу страну отказаться от достижения поставленных стратегических целей (в т.ч. и в сфере военной безопасности). Несмотря на существование рисков по внедрению технологий «Индустрии 4.0», альтернативы ей нет, в том числе и в чувствительных с точки зрения национальной безопасности сферах деятельности, поскольку отказ от её использования ведёт к глубокому технологическому отставанию, низкой эффективности национальной экономики и военной безопасности государства.

#### Литература

1. Абрамов А.К. Вещевое обеспечение: учебник / А.К. Абрамов, А.Е. Безруков, У.Г. Гимазетдинов // под ред. А.Х. Курбанова. – СПб.: ВА МТО, 2016. – 443 с.
2. Грачев В.В. Современное состояние, проблемы и направления совершенствования и развития системы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил / В.В. Грачев, А.Н. Дегтярев // Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения. – 2016. – № 2 (38). – С. 18-22.
3. Глазьев С.Ю. О неотложных мерах по укреплению экономической безопасности России и выводу российской экономики на траекторию опережающего развития / С.Ю. Глазьев. – М.: Институт экономических стратегий, Русский биографический институт, 2015. – С. 6-11.



**Требования к защите государственных информационных систем при использовании терминальных устройств доступа для обработки информации**

<sup>1</sup>Малиничев Дмитрий Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационной безопасности»;

<sup>2</sup>Мочалов Вадим Вячеславович, инженер;

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный социальный университет», г. Москва;

<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва

*В статье проанализирована нормативно-правовая база в области информационной безопасности при использовании терминальных устройств доступа для обработки информации в государственных информационных системах (ГИС) и предложены рекомендации для ее совершенствования.*

Защита государственной информационной системы – это сложный процесс, регламентируемый большим числом нормативно-правовых актов. Он включает в себя множество этапов, таких как формирование требований, разработка системы защиты, её внедрение, аттестация.

Государственные информационные системы обрабатывают конфиденциальную информацию, необходимость защиты которой определяется законодательством Российской Федерации [1, 2]. Защищаемая информация обрабатывается в целях исполнения законодательства и обеспечения функционирования органов власти. Приказ ФСТЭК России № 17 устанавливает три класса защищенности информационных систем, определяемых на основании трех уровней значимости, обрабатываемой в них информации и масштабе информационной системы. Уровень значимости информации имеет градацию от 1 до 3 и определяется степенью ущерба от нарушения свойств информации (конфиденциальность, целостность и доступность), а также от масштаба государственной информационной системы (федеральная, региональная, муниципальная). В зависимости от категории информации определяется её уровень значимости: УЗ 1, УЗ 2, УЗ 3. Уровень значимости зависит от степени ущерба, в результате нарушения конфиденциальности, целостности или доступности информации. Самый высокий уровень значимости УЗ 1, самый низкий УЗ 3.

Требования для каждого класса ГИС определяются согласно приказу

ФСТЭК России № 17. Они накладывают требования к антивирусным средствам защиты, средствам обнаружения вторжений, межсетевым экранам и так далее. СТР-К определяет требования для защиты информации от утечек по техническим каналам. По требованию заказчика может применяться РД АС.

Требуемый класс ГИС определяется исходя из категории информации, которая в ней обрабатывается и масштаба ГИС, согласно Приложению №1 к приказу ФСТЭК России № 17. Для их определения производится изучение документов и опрос заказчика. После определения требуемого класса ГИС определяется базовый перечень методов защиты информации согласно Приложению №2 к приказу ФСТЭК России № 17. Всего предусмотрено 113 мер, из них 48 необходимы для всех классов государственных информационных систем и 30, необязательные ни для одного из классов ГИС, но возможные для реализации в качестве мер усиления или компенсации. Использование устройств терминального доступа предусмотрено мерой защиты информации ЗИС.14 «Использование устройств терминального доступа для обработки информации». Эта мера является необязательной для всех классов государственных информационных систем. Такие терминальные устройства должны быть ограничены в своих возможностях по обработке и хранению информации. Эти функции и меры защиты информации должны быть перенесены на сервер обработки информации.

Для детализации внедряемых мер необходимо руководствоваться Методическим документом «Меры защиты информации в ГИС», который определяет свойства и усиления мер. После выбора базового перечня мер из них исключаются меры, направленные на технологии, не используемые в данной информационной системе. Каждой из внедряемых мер защиты информации прилагается перечень необходимых и рекомендуемых усилений к реализации меры. В случае невозможности реализации одной из предусмотренных мер применяются компенсирующие меры, направленные на исключение угрозы. После могут применяться дополнительные меры, предусмотренные другими нормативно-правовыми документами.

В связи с тем, что государственные информационные системы зачастую предназначены для обработки персональных данных, то документы, предъявляющие требования к защите и аттестации государственных информационных систем, как правило, включают в себя и требования к защите и обработке персональных данных [3, 4]. Хотя состав и содержание мер для этих систем тождественны, однако актуальные угрозы для них могут быть различны. В этой связи минимальный состав и содержание мер определяется по нижней границе требований к обеим системам. Различные уровни защищенности, установленные для государственных информационных систем и

информационных систем персональных данных, накладывают дополнительные сложности и вносят неразбериху, фактор неизвестности и неопределённости, что влечет за собой информационные риски.

Использование устройств терминального доступа регламентируется пунктом 20.11 приказа ФСТЭК России № 17 [5], пунктом 8.11 приказа ФСТЭК России № 21 [4], разделом ЗИС.14 Методического документа ФСТЭК России «Меры защиты информации в государственных информационных системах» [6].

Нормативно-правовые акты должны быть логически увязаны между собой, дополнять друг друга и не противоречить. Необходим единый глоссарий, позволяющий понимать и описывать процессы. Сложилась такая ситуация, что термины и определения зачастую имеют различное толкование в разных документах. В частности, в государственных стандартах и документах Гостехкомиссии применяется термин «автоматизированная система», а в федеральных законах и документах ФСТЭК России «информационная система». Различные документы дают разные определения и для других понятий. Отсутствует четкое определение, утвержденное регуляторами в области информационной безопасности, что подразумевается под понятиями «тонкий клиент», «терминал», «терминальный сервер» и так далее. Отсутствует документация и требования для сертификации терминалов и терминальных серверов, а имеющаяся документация только вносит путаницу и создаёт коллизии. Так, приказ ФСТЭК России № 17 устанавливает необходимость наличия сертификата у средств вычислительной техники (СВТ), используемых в государственных информационных системах, не менее пятого класса. Требования руководящего документа СВТ сложно или невозможно выполнить для «тонких клиентов», так как они ограничены в объёме памяти и вычислительных возможностях. Регистрация и учет, средства разграничения доступом и иные средства защиты информации располагаются на терминальном сервере. Но в данном случае нарушается концепция защиты от НСД, подразумевающая, что СВТ изначально поставляются на рынок как готовые элементы [7, 8]. Таким образом, ни в приказе ФСТЭК России № 17, ни в РД СВТ нет четких требований к «тонким клиентам», а профили защиты операционных систем не предназначены для оценки программно-аппаратных средств. Методический документ «Меры защиты информации в государственных информационных системах» также не вносит ясности, так как предлагает только пример тонкого клиента без четкого его описания и определения, а также накладывает некоторые нечеткие требования. Возникает необходимость в отдельных документах, определяющих требования к тонким клиентам и их взаимодействию с терминальным сервером и государственной информационной

системой.

Для единообразия и унификации необходимо установить в документах ФСТЭК России или Росстандарта следующие термины с соответствующими определениями, применяемые при проведении работ по стандартизации в области защиты информации: терминал, тонкий клиент, терминальный сервер. ГОСТ 25868-91 устанавливает определение терминала, как «устройство ввода-вывода, обеспечивающее взаимодействие пользователей в локальной вычислительной сети или с удаленной ЭВМ через средства телеобработки данных». Как видно из этого определения, оно не оговаривает ограничения, свойства и параметры, которым должны удовлетворять терминалы.

Требования для терминалов должны устанавливаться для отдельных структурных элементов (терминалов) и являться аналогом требований для СВТ [8] в Концепции защиты информации от НСД [7]. Должны включать в себя:

- доступный объем долговременной памяти;
- доступный объем временной памяти;
- механизмы очистки временной и долговременной памяти;
- поддержку протоколов сетевого взаимодействия;
- поддержку криптографических протоколов.

Требования по использованию терминальных устройств в государственных информационных системах должны являться дополнением к приказу ФСТЭК России № 17 и одновременно являться аналогом требований к АС в Концепции защиты информации от НСД [7]. Должны включать в себя:

- порядок сетевого взаимодействия терминального сервера и терминала-клиента;
- протоколы шифрования и аутентификации терминального сервера и терминалов-клиентов;
- модель управления доступом;
- модель нарушителей;
- полномочия пользователей;
- технологию обработки информации.

Для создания надежной системы защиты информации необходимо иметь в её основе интеграционный процесс в виде документации, требований и рекомендаций, описание наилучших практик и решений. Настоящее состояние нормативно-правовой базы свидетельствует о недостаточной проработке в глоссарии, описании процессов и требований, касающихся защиты государственных информационных систем,

использующих архитектуру «тонкого клиента». Отсутствие точных определений, количественных характеристик, специфичных требований, рекомендаций и угроз не позволяет говорить о возможности достижения синергетического эффекта зрелой системы защиты информации. Необходимость дальнейшего совершенствования нормативно-правовой базы и дальнейшие шаги, предложенные в данной научно-исследовательской работе, позволяют определить основные направления этого процесса.

#### Литература

1. Об информации, информационных технологиях и о защите информации (с изменениями на 23 апреля 2018 года): Федер. закон Рос. Федерации от 27 июля 2006 г. №149-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 8 июля 2006г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 14 июля 2006 г. // Российская газета, N 165, 29.07.2006

2. О требованиях к порядку создания, развития, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации государственных информационных систем и дальнейшего хранения содержащейся в их базах данных информации (с изменениями на 11 мая 2017 года): утв. постановлением Правительства Рос. Федерации от 6 июля 2015 г. № 676 // Собрание законодательства Российской Федерации, N 28, 13.07.2015, ст.4241.

3. Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных: утв. постановлением Правительства Рос. Федерации от 1 ноября 2012 г. № 1119 // Российская газета, N 256, 07.11.2012.

4. Об утверждении Составы и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных (с изменениями на 23 марта 2017 года): утв. приказом ФСТЭК России от 18 февраля 2013 г. № 21 // Российская газета, N 107, 22.05.2013.

5. Об утверждении Требований по защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах (с изменениями на 15 февраля 2017 года): утв. приказом ФСТЭК России от 11 февраля 2013 г. № 17 // Российская газета, N 136, 26.06.2013.

6. Меры защиты информации в государственных информационных системах // Методический документ ФСТЭК России от 11 февраля 2014 г. [Электронный ресурс] URL: <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty> (дата обращения: 01.12.2019).

7. Концепция защиты средств вычислительной техники и автоматизированных систем от несанкционированного доступа к информации // Руководящий документ Гостехкомиссии России от 30 марта 1992 г. [Электронный ресурс]: URL: <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-inf/dokumenty/dokumenty/387-rukovodyashchij-dokument-reshenie-preatelya-gostekhkommisii-rossii-ot-30-marta-1992-g4> (дата обращения: 01.12.2019).

8. Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Показатели защищенности от несанкционированного доступа к информации // Руководящий документ Гостехкомиссии России от 30 марта 1992 г. [Электронный ресурс]: URL: <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-infoatsii/dokumy/114-spets/385dokument-reshenie-predsdatelya-gostekhkommisii-rossii-ot-30-marta-1992-g2> (дата обращения: 01.12.2019).

УДК 004.62

### **Использование технологии BIG DATA в автоматизации технологических и бизнес-процессов**

Нестеренко Владислав Андреевич, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Фролова Марина Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В статье рассматривается использование технологий Big Data в процессе автоматизации технологических и бизнес-процессов, приводятся основные методы и технологии работы с большими данными. Содержится анализ результатов внедрения Big Data на промышленных предприятиях.*

Сегодня технологии больших данных широко используются в автоматизации технологических и бизнес-процессов. Первым испытал на себе влияние новых

тенденций потребительский сектор. Данные, используемые для прогнозирования развития потребительского рынка, получают на основе многочисленных выборочных опросов, что неизменно приводит к возникновению ошибок, как в оценке результатов исследований, так и в прогнозировании. В настоящее время в распоряжении исследователей находится огромный объем информации о потребительском поведении, потребностях и чаяниях практически каждого человека: транзакции по кредитным картам, геолокация, запросы поисковых систем, фотографии, размещенные в социальных сетях, слова, произнесенные рядом со смартфоном.

Переход к цифровому производству и технологическому развитию является основой глобальной конкурентоспособности современных предприятий.

На сегодняшний день данные являются одной из важнейших составляющих жизни общества и каждого человека. Современный этап развития общества характеризуется постоянным увеличением объема информации, с которым приходится сталкиваться человеку. Данные поступают из различных источников, таких как мировые события, GPS-навигаторы, спутники, запросы в Интернете, социальные сети. Зачастую все эти данные предоставлены в виде хаотичного неструктурированного набора, требующего предварительной обработки перед его использованием.

Большие данные имеют следующие характеристики: огромный размер, неоднородность и неравномерность, требуют быстрой обработки. Технологии больших объемов данных – это совокупность инструментов, подходов и методов обработки как структурированных, так и неструктурированных данных большого объема для их дальнейшего использования.

На данный момент выделяют два направления развития работы с большими данными (Big Data), включающих в себя математические методы. Это Big data analysis, отвечающий за обработку наборов данных, формирование трендов и составление прогнозов и Big data engineering, обеспечивающий формирование структур баз данных, сбор и хранение информации, построение выборок и кластеров на основе обработанных данных и обеспечение быстрого доступа к базе данных программ, которые помогают интерпретировать результаты в форме понятных тенденций.

Для работы с большими данными (Big Data) существуют различные методы и технологии [1]. Из основных выделяют следующие:

- Hadoop & MapReduce – система хранения данных, работающая путем копирования и распределения блоков по узлам общего кластера, и модель программирования высокоскоростной обработки огромных объемов данных.

- NoSql – подход к реализации баз данных с большими данными без использования языка запросов sql.

- Data mining – процесс поиска «сырых» данных, которые могут быть практически использованы для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности.

- Data discovery – это бизнес-процесс, ориентированный на пользователя для выявления закономерностей и отклонений путем визуальной навигации по данным или применения передовых аналитических методов.

На данный момент практической сферой с применением технологий Big Data стали нейронные сети и их производные. Это такие сферы, использующие машинное обучение и большие данные, как распознавание объектов, лиц или образов, прогнозирование различных процессов. Big data широко применяется в современной промышленности, здравоохранении, экономике. Многие годы происходит накопление данных на предприятиях и проводится их анализ, позволяющий улучшать как продукцию, так и предоставляемые услуги, а также работу персонала.

Современные предприятия любой направленности тесно связаны с сетевыми и цифровыми технологиями, обеспечивающими необходимыми данными для осуществления профессиональной деятельности. Кроме всего, это позволяет осуществлять накопление данных в массивы информации с последующим применением искусственного интеллекта. Такая схема способствует анализу, во много раз превышающему по скорости операции, совершаемые человеком.

Технологии Big Data позволяют автоматизировать технологические и бизнес-процессы, что приводит к значительному уменьшению времени реакции на внештатные ситуации. Эффект экономического успеха достигается за счет улучшения систем планирования предприятия, увеличения прозрачности технологических процессов, увеличения скорости определения причин возникающих ошибок, а также их устранения [1]. Целью внедрения технологий Big Data является внедрение динамической модели управления бизнесом, которая обеспечивает быстрое реагирование бизнеса на внешние и внутренние негативные факторы. При внештатных ситуациях, связанных со сбоями в системе или с производственными моментами (нестабильность при осуществлении торговой деятельности, колебания при производстве товара, отклонение поставок), имеющееся решение на основе современных технологий позволяет достаточно быстро создать и внедрить новую стратегию по нормализации ситуации на производстве и рынке, что позволяет в короткие сроки восстановить конкурентоспособность предприятия.



В настоящее время множество компаний на российском и международном рынках уже использует большие данные.

Так, российские нефтедобывающие предприятия в Тюменской области и Алтайском крае уже оснащены распределенной системой управления для автоматизации с использованием Big Data, своевременно предоставляющей информацию о производственных процессах, что позволяет персоналу своевременно принимать необходимые решения.

На Магнитогорском металлургическом комбинате был внедрен сервис от Yandex Data Factory – «Снайпер», предназначенный для оптимизации технологического процесса производства стали.

Компания «Газпромнефть» использует технологии Big Data для выявления причин отказа автоматического перезапуска насосов после аварийного отключения электроэнергии.

ПАО «Россети» активно занимается внедрением больших данных в системы управления производственными активами. Такой подход позволяет компании проводить аналитику по возможным техническим трудностям и их предотвращению.

Среди приоритетных областей развития ГК «Росатом» также важная роль отводится работе сквозным технологиям, связанными с интернетом, промышленным интернетом и интернетом вещей, большими данными, а также аддитивными технологиями, облачными вычислениями, технологиями управления сложными инженерными объектами, искусственным интеллектом и решением для информационной безопасности. Именно для реализации этих задач компания Росатом занимается созданием дочернего предприятия «Цифрум», целью которого является цифровизация отрасли атомной энергетики.

Внедрение технологий Big Data требует не только технической, но и организационной поддержки. Первое включает в себя организацию извлечения и хранения данных, унифицированную рабочую станцию для анализа, численного моделирования, оптимизации и прогнозирования. Второе направление потребует формирования соответствующих квалификаций в данной области.

Исходя из текущей тенденции развития области больших данных, применяемым к технологиям, а также получаемого на их основе результата, можно сделать вывод, что данная технология является важнейшим инструментом как автоматизации, так и обеспечения стабильного развития бизнес-процессов на предприятиях за счет создания стабильности систем и обеспечения планомерного развития любого современного

предприятия, что является эффективным инструментом для владельцев прогрессивных компаний.

#### Литература

1. Маскова А.А. Технологии BIG DATA в автоматизации технологических и бизнес-процессов / А.А. Маскова // Научное обозрение. Технические науки. – 2018. – № 4. – С. 23-27.

УДК 004.89

#### **Моделирование нейронной сети релейной защиты в электрических сетях**

Панкратов Алексей Алексеевич, студент направления

«Информатика и управление в технических системах»;

Миляева Наталья Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры

«Физика и естественнонаучные дисциплины»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В статье представлены конструктивные модели контроля напряжения в электрических сетях, по которым разработана и обучена нейронная сеть в ПП Matlab-NNTool. Прототипом модели является шкаф дифференциально-фазной защиты линии электропередач.*

Концепция релейной защиты представляет собой информационную систему, определяющую измерение напряжения в электрических цепях и подачу сигнала на реле. Система защиты срабатывает, когда напряжение, зависящее от фазы, принимает недопустимые значения. Артикулируем на рис. 1 допустимые границы для фазы электрического напряжения сети.

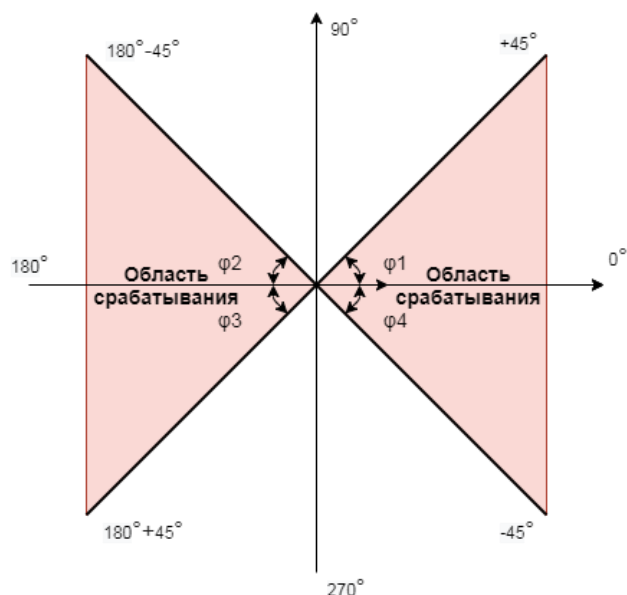


Рис. 1. Характеристика срабатывания измерительного органа

Напряжение в цепи переменного тока изменяется согласно гармоническим законам и образует три основные модели:

- Активная – является основной моделью и применяется, когда в электрической сети переменного тока присутствуют только базовые компоненты. Напряжение описывается при помощи физического закона:

$$U = U_m * \sin(\omega * t) \quad (1)$$

- Индуктивная – применяется, когда в цепи имеются индукционные катушки.

$$U = U_m * \sin(\omega * t + 90^\circ) \quad (2)$$

- Ёмкостная – применяется, когда в цепи присутствуют конденсаторы.

$$U = U_m * \sin(\omega * t - 90^\circ) \quad (3)$$

На Балаковской АЭС значение амплитуды в гармонических законах составляет  $U_m = 100 * \sqrt{2}$ .

На основе физических законов построим нейронную сеть. В ходе моделирования сети использован пакет прикладных программ математического моделирования MATLAB. Такой выбор был сделан, поскольку данная программа является высокоуровневым интерпретируемым языком программирования, включающим основанные на матрицах структуры данных, широкий спектр функций, интегрированную среду разработки, объектно-ориентированные возможности и интерфейсы к программам, написанным на других языках программирования [1].

Для работы с нейронными сетями использовалось инструментальное средство MATLAB-NNTool. Его графический интерфейс позволяет моделировать, создавать,

обучать и симулировать работу нейросетей, а также импортировать и экспортировать как сами сети, так и связанные с ними данные [2].

Рассмотрим разработку модели релейной защиты на примере построения активной модели при помощи нейронной сети.

Для начала введём в командном окне следующий цикл:

```
xa0 = pi/4-(3*pi/4-pi/4)/100;  
for i=1:101  
x1(i)=xa0+(3*pi/4-pi/4)*i/100;  
y1(i)=100*sqrt(2)*sin(x1(i));  
end
```

Цикл описывает физическую модель, область значений и область определений для тренировки нейронной сети.

Далее для доступа к окну моделирования нейросетей в командном окне MATLAB набираем nntool. В диалоговом окне Input добавляем  $x_1$  и  $y_1$  как входные и целевые данные (рис. 2).

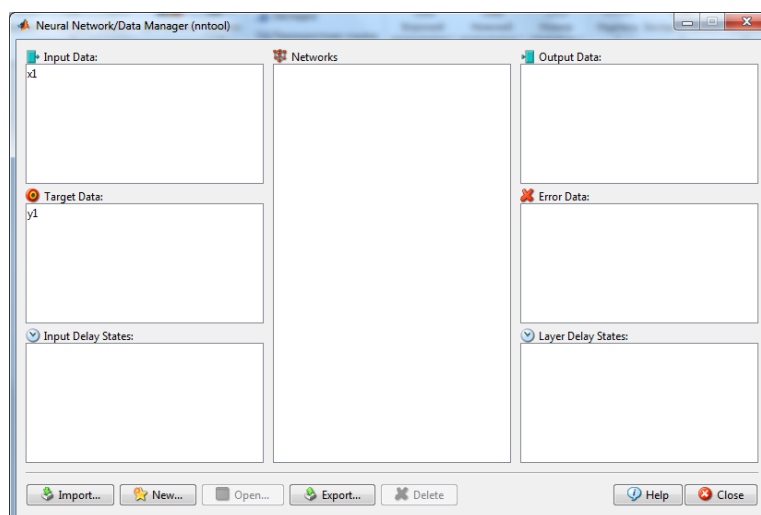


Рис. 2. Основное окно NNTool

Далее в диалоговом окне проектирования нейронных сетей нужно выбрать тип нейронной сети (Network Type), диапазон входных значений (Input ranges), функцию тренировки сети (Training function), адаптивную функцию обучения (Adaption learning function), функцию ошибки (Performance function), количество слоев нейронной сети (Number of Layers) и для каждого слоя указать количество нейронов (Number of neurons) и активационную функцию (Transfer Function).

В качестве типа нейронной сети был выбран feed-forward backprop с двумя слоями. Это нейронная сеть прямого распространения, которая является достаточно прямолинейной для поставленной задачи, и передает информацию сразу от входа к

выходу. Первый слой содержит в себе 10 нейронов и функцию активации в виде гиперболического тангенса. Второй слой содержит 1 нейрон и линейную функцию активации. Остальные настройки сети показаны на рис. 3.

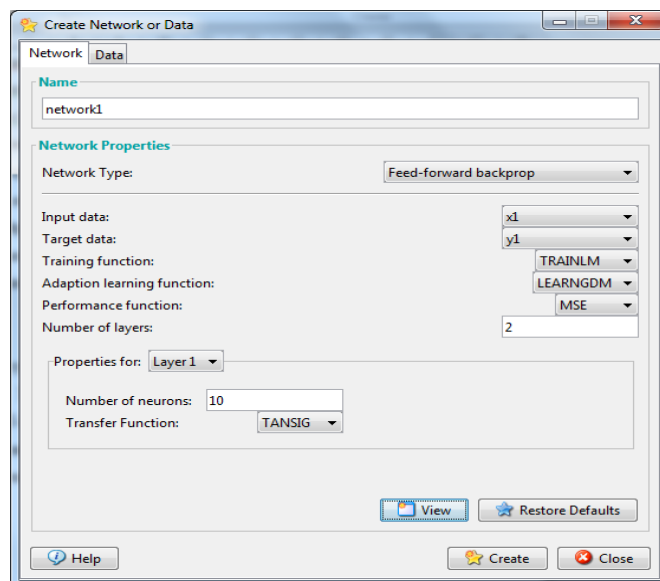


Рис. 3. Вкладка Network окна создания нейронной сети

Структура нейронной сети представлена на рис. 4.

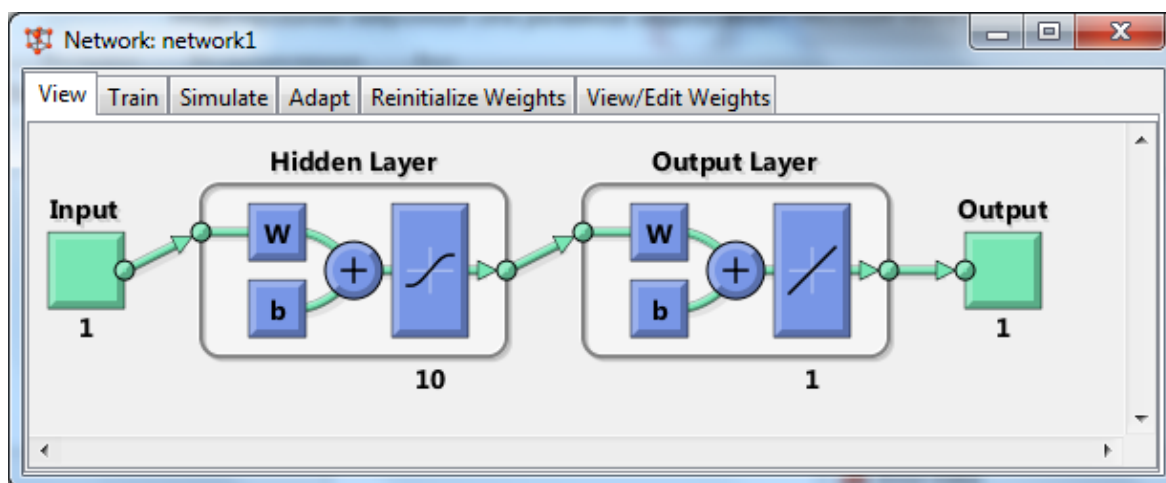


Рис. 4. Внутренняя структура нейросети

Далее на вкладке «Train» необходимо задать входные и целевые данные, а также задать параметры тренировки нейросети. Сеть была настроена на симуляцию 1000 эпох.

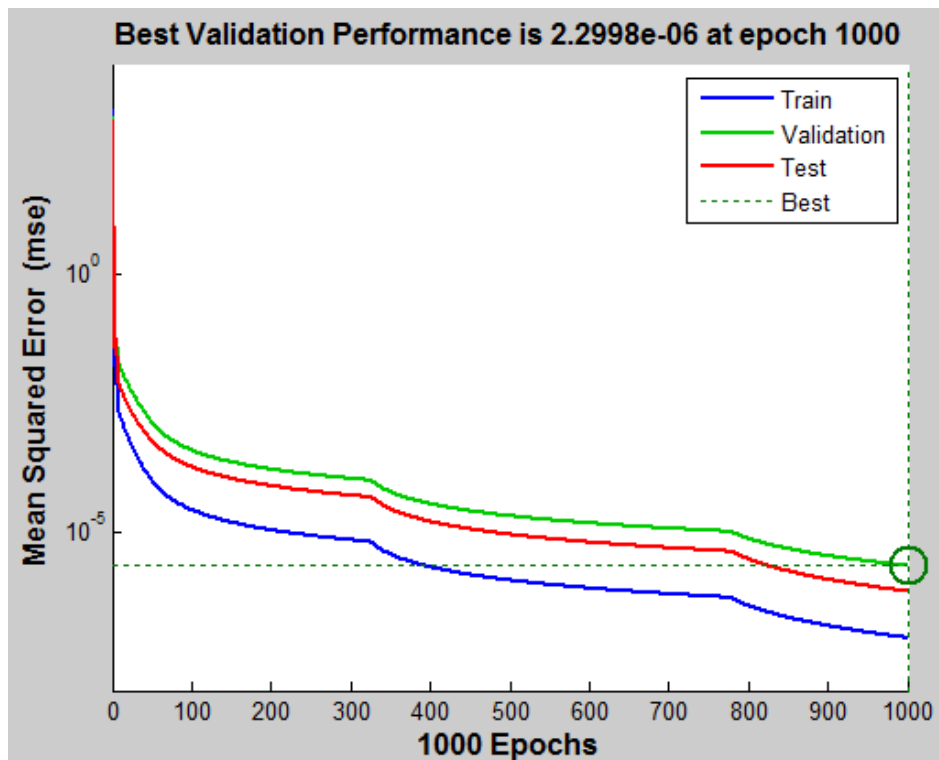


Рис. 5. Кривая ошибок нейросети на трёх наборах обучающих данных

Для проверки правильности работы нейросети нужно симулировать её работу на некоторых новых значениях и сверить результаты её вычислений с результатами вычислений в соответствии с физическим законом. В качестве примера возьмём два значения фазы тока  $b_1 = \frac{\pi}{2}$  и  $b_2 = \pi$ . Первое значение входило в набор тренировочных данных нейросети, второе находится за их пределами. Рассчитаем значения по закону:

$$U(b_1) = 100 * \sqrt{2} * \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = 141.421356$$

$$U(b_2) = 100 * \sqrt{2} * \sin(\pi) = 0$$

Теперь симулируем нейросеть с  $b_1$  и  $b_2$  в качестве входных данных.

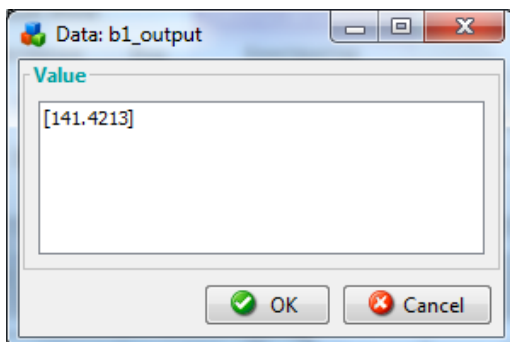


Рис. 6. Выходное значение при  $b_1$

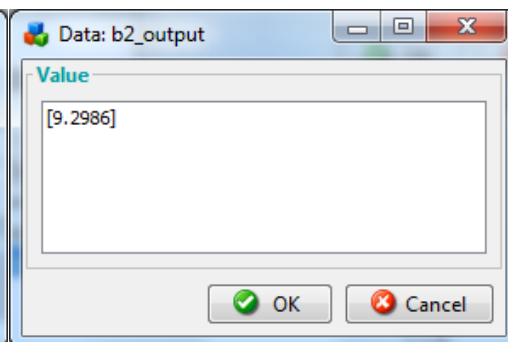


Рис. 7. Выходное значение при  $b_2$

Как видно из рисунков, результат при том значении, которое входило в тренировочные данные нейронной сети, полностью совпадает с вычисленным по формуле значением. А результат при значении, являющимся новым для нейросети,

хоть и не совпадает с точным значением, но всё равно довольно близок и имеет довольно небольшую погрешность. Такой результат обусловлен тем, что нейросеть имела небольшое количество входных и тренировочных данных. Результат будет тем точнее, чем ближе заданное значение фазы тока к диапазону тренировочных значений.

Аналогично построим модели нейронных сетей для индуктивной и ёмкостной моделей.

Цикл для индуктивной модели:

```
xb0 = 3*pi/4-(3*pi/2-5*pi/4)/100;  
for i=1:101  
x2(i)=xb0+(3*pi/2-5*pi/4)*i/100;  
y2(i)=100*sqrt(2)*sin(x2(i)+pi/2);  
end
```

Цикл для ёмкостной модели:

```
xc0 = 2*pi-(7*pi/4-3*pi/2)/100;  
for i=1:101  
x3(i)=xc0+(7*pi/4-3*pi/2)*i/100;  
y3(i)=100*sqrt(2)*sin(x3(i)-pi/2);  
end
```

Общий вид и принцип действия нейронных сетей для этих моделей будет аналогичен нейронной сети для модели переменного тока.

#### Литература

1. MATLAB. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MATLAB> (дата обращения: 10.12.2019).
2. GUI-интерфейс для ППП NNT. [Электронный ресурс] URL: <http://xnitbabpc0acaivro5j.xnp1ai/GUI-interfeys-dlya-PPP-NNT-72.html> (дата обращения: 10.12.2019).
3. РЗА ПОДСТАНЦИОННОГО ОБОУДОВАНИЯ 330-750Кв: Руководство по эксплуатации.

**Компьютерная геометрическая имитационная модель  
зуборезного инструмента, эквивалентная рабочей поверхности  
инструмента «долбяк» с модифицированной  
производящей поверхностью**

Рязанов Сергей Анатольевич, заведующий лабораторией «Компьютерная графика»  
кафедры «Инженерная геометрия и основы САПР»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

*В качестве зуборезных инструментов наиболее широкое применение находят дисковые и червячные модульные фрезы (шеверы), зуборезные головки, «долбяки» и речные инструменты. В настоящий момент отсутствуют компьютерные алгоритмы получения производящих поверхностей «долбяка», которые получены инструментом с модифицированной производящей поверхностью. Изменение геометрической формы производящей поверхности инструмента приведет к изменению его рабочих поверхностей, что может привести к улучшению их контакта. Данная статья показывает применение разработанных методов и алгоритмов геометрического и компьютерного моделирования, которые предназначены для формообразования рабочих поверхностей зуборезного инструмента «долбяк». Их применение приведет к ускорению процесса расчета промежуточных наладок станков, используемых для нарезания зубчатых передач, минуя сложные математические вычисления.*

При изготовлении различных видов зубчатых передач широко применяются различные зуборезные инструменты, в том числе и «долбяки» (рис. 1а) [7, 8].

Формообразующая поверхность ( $\Pi_{ИК}$ ) «долбяка» представляет собой поверхность, образованную соответствующим движением заданного профиля осевого сечения ( $\Pi_0$ ) вдоль и вокруг соответствующей оси инструмента (рис. 1б). На этом рисунке показан обобщенный алгоритм образования производящей поверхности инструмента, основанный на использовании исходного прямолинейного или модифицированного осевого сечения этой поверхности.

Данная схема позволяет, используя сечение производящей поверхности, получить зуборезный инструмент типа «долбяк». Координаты точек, принадлежащих производящей поверхности инструмента  $\bar{R}_M^{(Su)}$ , удобно описывать в векторно-матричной форме (1):

$$\bar{R}_M^{(Su)} = H_{SouSo\Pi} \cdot \bar{R}_M^{(So\Pi)}, \quad (1)$$



где  $\bar{R}_M^{(S_{o\Pi})}$  – радиус-вектор осевого профиля производящей поверхности в подвижной системе координат  $S_{o\Pi}(O_{\Pi}x_{\Pi}y_{\Pi}z_{\Pi})$ :

$$\bar{R}_M^{(S_{o\Pi})} = |x_M \ y_M \ z_M \ 1|, \quad (2)$$

где  $x_M, y_M, z_M$  – координаты точки, принадлежащей сечению производящей поверхности инструмента;

$H_{S_{ou}S_{o\Pi}}$  – блочная матрица, выражающая движение системы  $S_{o\Pi}$ , связанной с осевым профилем производящей поверхности, относительно системы  $S_{oi}$ :

$$H_{S_{ou}S_{o\Pi}} = \begin{vmatrix} A_{S_{ou}S_{o\Pi}} & r_{o\Pi}^{(S_{oi})} \\ 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad (3)$$

где  $r_{o\Pi}^{(S_{oi})}$  – радиус-вектор сформированной производящей поверхности в системе координат  $S_{oi}(O_{oi}x_{oi}y_{oi}z_{oi})$ ;

$A_{S_{ou}S_{o\Pi}}$  – матрица поворота размерностью  $3 \times 3$ .

Производящая поверхность инструмента «долбляк»  $\Pi_{i5}$  образуется  $Z$ -кратным дискретным поворотом поверхности  $\Pi_{i4}$  (производящая поверхность инструмента «производящая рейка») на угол  $\gamma$  вокруг оси  $X_{ii}$  и одновременным движением вдоль этой же оси на величину  $\bar{S}$  (рис. 1б). Угол поворота профиля  $\gamma$  определяется формулой:

$$\gamma = \frac{2 \cdot \pi}{Z},$$

где  $Z$  – число зубьев инструмента «долбляк».

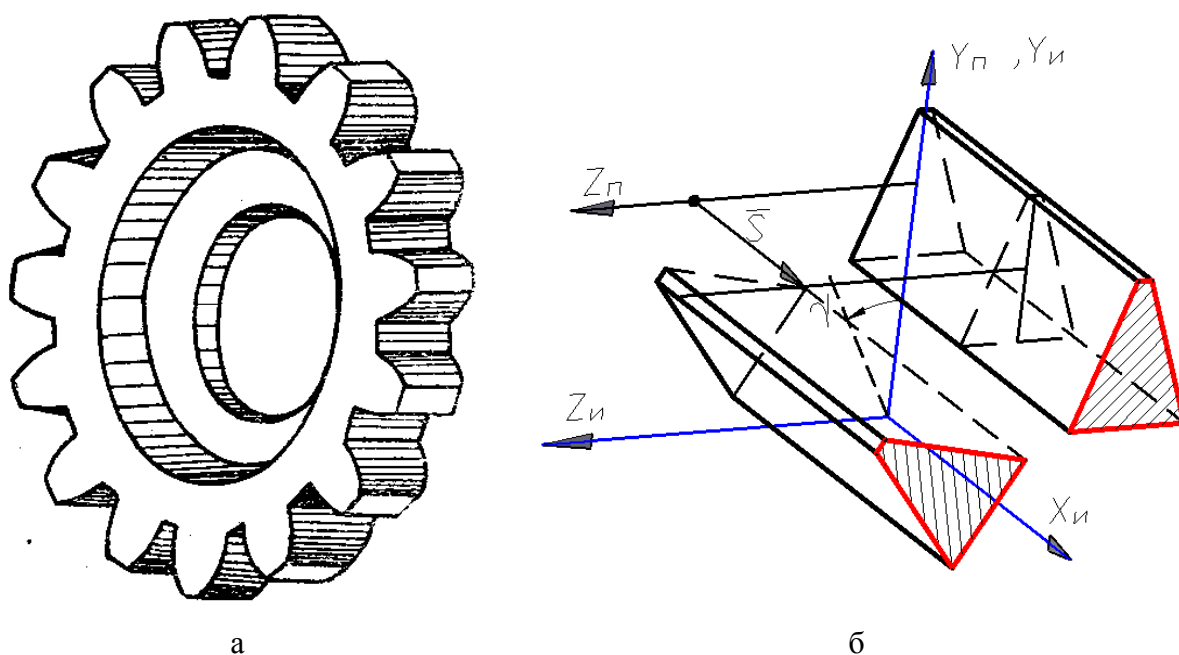


Рис. 1. Геометрическая модель образования производящей поверхности, эквивалентной производящей поверхности зуборезного инструмента «долбляк»

В общем виде, движение и поворот исходного осевого профиля  $\Pi_0 = \Pi_{и4}$ , для получения производящей поверхности, эквивалентной зуборезному инструменту «долбяк» [1, 4], вдоль оси  $X_4$  описывается с помощью матрицы поворота профиля (1) – (3). Для описания координат точек, принадлежащих производящей поверхности, эквивалентной зуборезному инструменту «долбяк», в матричном выражении (3) необходимо задать следующие параметры:

$$A_{S_{ou}S_{o\Pi}} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta_5 & \sin \theta_5 \\ 0 & -\sin \theta_5 & \cos \theta_5 \end{vmatrix}, \quad (4)$$

$$r_{o\Pi}^{(S_{oi})} = |\bar{S} \quad R \cdot \cos \theta_5 \quad -R \cdot \sin \theta_5|^T = \begin{vmatrix} \bar{S} \\ R \cdot \cos \theta_5 \\ -R \cdot \sin \theta_5 \end{vmatrix}, \quad (5)$$

где  $\bar{S}$  – расстояние, на которое происходит движение сечения производящей поверхности, и характеризует текущее положение исходного осевого профиля  $\Pi_0$ ;

$R$  – расстояние от оси  $X_{и}$  до начала подвижной системы координат профиля инструмента;

$\theta_5$  – угол, задающий текущее положение исходного профиля инструмента в системе координат  $S_{oi}(x_{и}y_{и}z_{и})$ .

Значение угла  $\theta_5$  определяется формулой  $\theta_5 = \gamma \cdot Z_i$ ,

где  $Z_i$  – текущий шаг положения профиля, т. е.  $Z_i \in 1 \dots Z$ .

Подставляя значения блочной матрицы  $A_{S_{ou}S_{o\Pi}}$  (4) и вектора  $r_{o\Pi}^{(S_{oi})}$  (5) в матричное произведение (1), получим окончательный вид матрицы, описывающей значение координат радиус-вектора формообразующей поверхности инструмента в системе координат инструмента  $S_{oi}(x_{и}y_{и}z_{и})$ :

$$\bar{R}_M^{(Su)} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & \bar{S} \\ 0 & \cos \theta_5 & \sin \theta_5 & R \cdot \cos \theta_5 \\ 0 & -\sin \theta_5 & \cos \theta_5 & -R \cdot \sin \theta_5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot \bar{R}_M^{(S_{o\Pi})}, \quad (6)$$

где  $\bar{R}_M^{(S_{o\Pi})}$  – радиус-вектор осевого профиля производящей поверхности в подвижной системе координат  $S_{o\Pi}(O_{\Pi}x_{\Pi}y_{\Pi}z_{\Pi})$ .

Выполнив умножение матриц (6) и (2), получаем систему уравнений, которая описывает преобразование координат осевого профиля производящей поверхности из системы координат  $S_{o\Pi}(O_{\Pi}x_{\Pi}y_{\Pi}z_{\Pi})$  в систему координат инструмента «долбяк»  $S_{oi}(x_{и}y_{и}z_{и})$  в координатной форме:

$$\begin{cases} R_{MX}^{(Su)} = x_M + S \\ R_{MY}^{(Su)} = y_M \cdot \cos \theta_5 + z_M \cdot \sin \theta_5 + R \cdot \cos \theta_5, \\ R_{MZ}^{(Su)} = -y_M \cdot \sin \theta_5 + z_M \cdot \cos \theta_5 - R \cdot \sin \theta_5 \end{cases} \quad (7)$$

где  $R_{MX}^{(Su)}$ ,  $R_{MY}^{(Su)}$ ,  $R_{MZ}^{(Su)}$  – координаты точки, принадлежащей производящей поверхности, заданной радиус-вектором  $\bar{R}_M^{(So\Pi)}$ ;

$x_M, y_M, z_M$  – координаты точек осевого профиля производящей поверхности, заданные в системе координат  $S_{o\Pi}(O_{\Pi}x_{\Pi}y_{\Pi}z_{\Pi})$ .

Система уравнений (7) позволяет рассчитать и получить координаты положения точек сечения компьютерной модели производящей поверхности, которая эквивалентна производящей поверхности зуборезного инструмента «долбяк» (рис. 3а).

В соответствии с ГОСТ 19650–97 левая боковая производящая поверхность исходного прямолинейного производящего контура сечения описывается уравнением:

$$y_{left} = -\frac{z_{left}}{\operatorname{tg} \alpha_{left}} + \frac{1}{4} \frac{\pi \cdot m}{\operatorname{tg} \alpha_{left}}. \quad (8)$$

А правая сторона сечения производящей поверхности – уравнением:

$$y_{right} = \frac{z_{right}}{\operatorname{tg} \alpha_{right}} + \frac{1}{4} \frac{\pi \cdot m}{\operatorname{tg} \alpha_{right}}, \quad (9)$$

где  $\alpha_{left}, \alpha_{right}$  – угол наклона сечения боковой поверхности инструмента левой и правой сторон соответственно;

$z_{left}, z_{right}$  – проекция точки, принадлежащей боковой исходной производящей поверхности на ось  $z_{\Pi}$ , для левой и правой сторон соответственно.

Подставим в систему уравнений (7) значение  $x_M = 0$ , т.к. сечение в подвижной системе координат находится в плоскости  $Y_{\Pi}Z_{\Pi}$ ; для левого профиля  $y_M = y_{left}$ , значение которой задается уравнением (8) и для правого профиля  $y_M = y_{right}$ , заданного уравнением (9), получим системы уравнений, описывающих производящую поверхность в параметрическом виде для левого (10) и правого (11):

$$\begin{cases} R_{MX}^{(Su)} = x_M \\ R_{MY}^{(Su)} = \cos \gamma_5 \cdot \left( -\frac{z_{left}}{\operatorname{tg} \alpha_{left}} + \frac{1}{4} \frac{\pi \cdot m}{\operatorname{tg} \alpha_{left}} \right) + \sin \gamma_5 \cdot z_{left} + R \cdot \cos \gamma_5 \\ R_{MZ}^{(Su)} = -\sin \gamma_5 \cdot \left( -\frac{z_{left}}{\operatorname{tg} \alpha_{left}} + \frac{1}{4} \frac{\pi \cdot m}{\operatorname{tg} \alpha_{left}} \right) + \sin \gamma_5 \cdot z_{left} - R \cdot \sin \gamma_5 \end{cases} \quad (10)$$

$$\begin{cases} R_{MX}^{(Su)} = x_M \\ R_{MY}^{(Su)} = \cos \gamma_5 \cdot \left( \frac{z_{right}}{\operatorname{tg} \alpha_{right}} + \frac{1}{4} \frac{\pi \cdot m}{\operatorname{tg} \alpha_{right}} \right) + \sin \gamma_5 \cdot z_{right} + R \cdot \cos \gamma_5 \\ R_{MZ}^{(Su)} = -\sin \gamma_5 \cdot \left( \frac{z_{right}}{\operatorname{tg} \alpha_{right}} + \frac{1}{4} \frac{\pi \cdot m}{\operatorname{tg} \alpha_{right}} \right) + \sin \gamma_5 \cdot z_{right} - R \cdot \sin \gamma_5 \end{cases} \quad (11)$$

Выполнив расчеты, с применением алгоритма (рис. 2), получаем модель производящей поверхности, эквивалентной производящей поверхности зуборезного

инструмента «долбяк» [3, 5], заданную системами параметрических выражений (8) и (9) (рис. 3б).

Левый модифицированный исходный профиль зададим с помощью системы уравнений:

$$\begin{cases} R_{MX}^{(Su)} = 0 \\ R_{MY}^{(Su)} = \mu \cdot z^2 \cdot \cos \theta_x - z \cdot \sin \theta_x \\ R_{MZ}^{(Su)} = \mu \cdot z^2 \cdot \cos \theta_x - z \cdot \sin \theta_x \end{cases} \quad (10)$$

А правый:

$$\begin{cases} R_{MX}^{(Su)} = 0 \\ R_{MY}^{(Su)} = \mu \cdot z^2 \cdot \cos \theta_x - z \cdot \sin \theta_x \\ R_{MZ}^{(Su)} = \mu \cdot z^2 \cdot \cos \theta_x + z \cdot \sin \theta_x + \Delta z \end{cases} \quad (11)$$

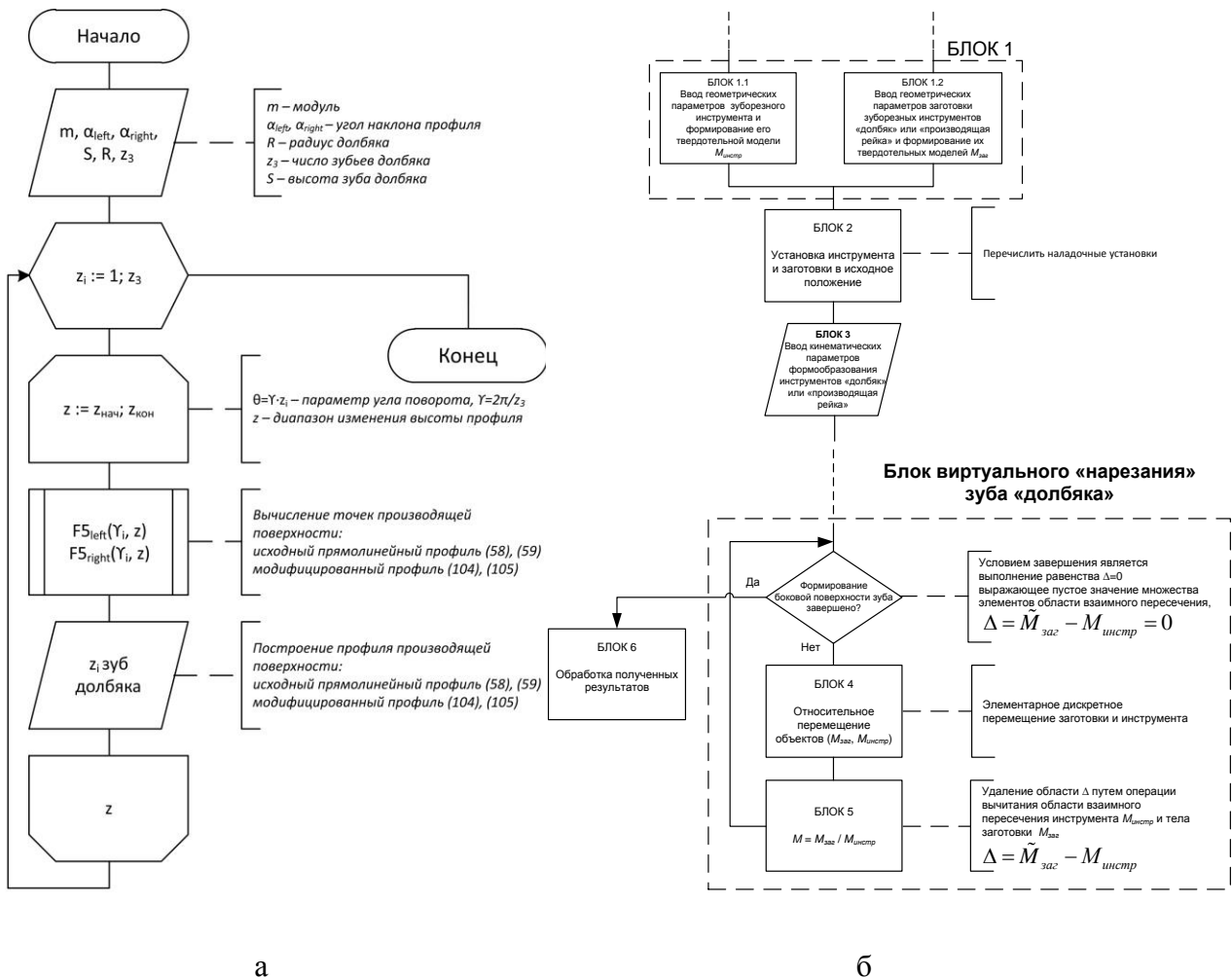


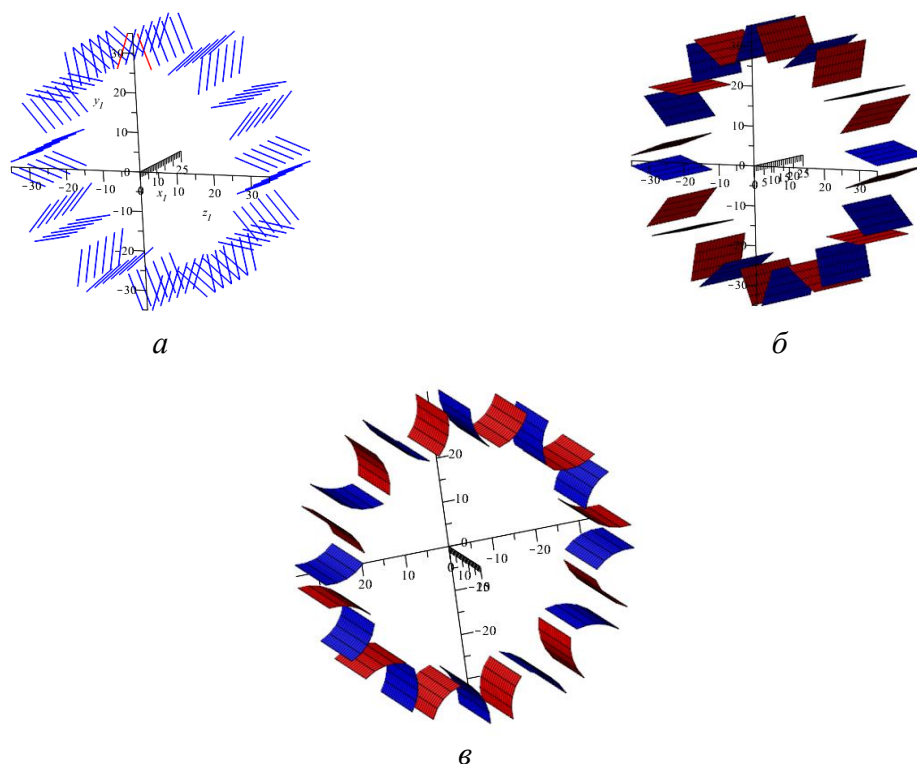
Рис. 2. Алгоритм формирования геометрической компьютерной модели зубьев производящей поверхности, эквивалентной зуборезному инструменту «долбяк»: а – блок-схема формирования точек профиля инструмента; б – блок-схема формирования компьютерной геометрической модели инструмента

Подставив уравнения (10) и (11) в систему уравнений (7), получаем параметрические зависимости, которые позволяют сформировать модифицированную производящую поверхность, эквивалентную зуборезному инструменту «долбяк». При этом система уравнений (12) позволяет сформировать левый, а система уравнений (13) правый модифицированные профили этой производящей поверхности:

$$\begin{cases} R_{MX}^{(Su)} = \bar{S} \\ R_{MY}^{(Su)} = \cos \gamma_5 \cdot (\mu \cdot z^2 \cdot \cos \theta_x - z \cdot \sin \theta_x) + \\ + \sin \gamma_5 \cdot (\mu \cdot z^2 \cdot \sin \theta_x + z \cdot \cos \theta_x + \Delta z) + R \cdot \cos \gamma_5 \\ R_{MZ}^{(Su)} = -\sin \gamma_5 \cdot (\mu \cdot z^2 \cdot \cos \theta_x - z \cdot \sin \theta_x) + \\ + \cos \gamma_5 \cdot (\mu \cdot z^2 \cdot \sin \theta_x + z \cdot \cos \theta_x + \Delta z) - R \cdot \sin \gamma_5 \end{cases} \quad (12)$$

$$\begin{cases} R_{MX}^{(Su)} = \bar{S} \\ R_{MY}^{(Su)} = \cos \gamma_5 \cdot (\mu \cdot z^2 \cdot \cos \theta_x + z \cdot \sin \theta_x) + \\ + \sin \gamma_5 \cdot (\mu \cdot z^2 \cdot \sin \theta_x - z \cdot \cos \theta_x - \Delta z) + R \cdot \cos \gamma_5 \\ R_{MZ}^{(Su)} = -\sin \gamma_5 \cdot (\mu \cdot z^2 \cdot \cos \theta_x + z \cdot \sin \theta_x) + \\ + \cos \gamma_5 \cdot (\mu \cdot z^2 \cdot \sin \theta_x - z \cdot \cos \theta_x - \Delta z) - R \cdot \sin \gamma_5 \end{cases} \quad (13)$$

Системы параметрических уравнений (12) и (13) позволяют сформировать компьютерную геометрическую модель модифицированной производящей поверхности, которая является эквивалентной производящей поверхности зуборезного инструмента «долбяк» с измененным формообразующим профилем (рис. 3в).



*Рис. 3. Модель производящей поверхности, эквивалентной производящей поверхности зуборезного инструмента «долбяк»:*

*a – каркасная модель с исходным линейным производящим профилем; б – поверхностная модель с исходным линейным производящим профилем; в – поверхностная модель с модифицированным производящим профилем*

Таким образом, применение методов компьютерного аналитического моделирования [2, 6] позволяет ускорить процесс создания геометрической модели производящей поверхности, которая является эквивалентной поверхности зуборезного инструмента «долбяк», что даст возможность выполнить виртуальное формообразование рабочей поверхности колеса с новыми контактирующими поверхностями для сокращения времени его проектирования.

#### Литература

1. Антропова Т.В. Особенности построения 3D-модели винтовой поверхности / Т.В. Антропова, И.В. Купин, Ю.А. Зайцев // Математические методы в технике и технологиях. – 2014. – № 4 (63). – С. 83-85.

2. Карачаровский В.Ю. Визуальная оценка параметров локализованного контакта в червячных передачах на основе применения методов 3D компьютерной графики / В.Ю. Карачаровский, С.А. Рязанов // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2011. – № 2. – Вып. 2. – С. 73-77.

3. Карачаровский В.Ю. Геометрическое моделирование формообразования пространственных поверхностей при винтовом относительном движении / В.Ю. Карачаровский, С.А. Рязанов // 1-я Международная научная конференция «Проблемы геометрического моделирования в автоматизированном проектировании и производстве». – М.: Изд-во МГИУ, 2008. – С. 143-146.

4. Карачаровский В.Ю. Обобщенная модель твердотельного зуборезного инструмента с изменяемой кривизной производящей поверхности / В.Ю. Карачаровский, С.А. Рязанов // Сборник «Совершенствование подготовки учащихся и студентов в области графики, конструирования и стандартизации». – Саратов: Изд-во СГТУ, 2010. – С. 152–156.

5. Карачаровский В.Ю. Применение методов компьютерной 3D графики и твердотельного моделирования при разработке технологических процессов зубонарезания / В.Ю. Карачаровский, С.А. Рязанов // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2010. – № 4. – Вып. 1. – С. 55-60.

6. Карачаровский В.Ю. Разработка цифровых технологий твердотельного моделирования процессов формообразования пространственных зубчатых передач для реализации на многокоординатных станках / В.Ю. Карачаровский, С.А. Рязанов // Пятый Саратовский салон изобретений, инноваций и инвестиций: в 2 ч. — Саратов: Изд-во СГТУ, 2010. – Ч. 1. – С. 150-151.

7. Марьина А.А. Разработка конструкторской документации и проведение конструкторского надзора / А.А. Марьина // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. – 2017. – № 8. – С. 290-293.

8. Рязанов С.А. Аналитические зависимости кинематического формообразования начальных поверхностей элементов червячной передачи / С.А. Рязанов, М.К. Решетников // Геометрия и графика. – 2019. – Т. 7. – № 2. – С. 65-75.

## **Автоматизированное проектирование печатных узлов электронной аппаратуры**

Семина Денис Сергеевич, студент специальности

«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»;

Грицюк Светлана Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Информатика и управление в технических системах», декан факультета

«Атомная энергетика и технологии»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В статье проведен анализ систем автоматизированного проектирования печатных узлов электронной аппаратуры. Рассмотрены функциональные возможности САПР, выделены особенности и преимущества с точки зрения разработчиков электронной аппаратуры.*

Печатные узлы являются основой электронной аппаратуры. Печатные платы применяются на всех уровнях конструктивной иерархии: на нулевом – в качестве основания гибридных микросхем и микросборок; на первом – в качестве основания, механически и электрически объединяющего отдельные электронные элементы; на последующих уровнях – для соединения электронных элементов, узлов и блоков. Проектирование печатных плат включает выбор элементной базы (подбор корпусов компонентов), конструкции платы (размера, формы, числа слоев), компоновку элементов, трассировку, расчеты геометрических и электрических параметров и моделирование, оформление конструкторской документации. При выполнении расчетов и моделировании определяется соответствие разработанной конструкции техническим требованиям.

Современные электронные узлы значительно отличаются от изделий разработки прошлых лет. Технологии поверхностного монтажа привели к уменьшению габаритов компонентов, появились новые корпуса интегральных схем с малым шагом выводов, с шариковыми выводами, новые малогабаритные дискретные элементы и соединители. Кроме того, повысилась точность изготовления печатных плат, увеличились возможности для реализации сложной топологии в малых габаритах печатных плат. Технология конструирования современных печатных плат основывается на применении систем автоматизированного проектирования (САПР). Современные САПР обеспечивают сквозное проектирование электронных узлов – от моделирования



и оптимизации принципиальной схемы до разработки топологии печатной платы, получения трехмерных расчетных моделей, конструкторской документации и программ для производственного оборудования.

Для проектирования печатных плат используются различные программные решения. Каждое решение изготавливается под определенные нужды и имеет свои преимущества. Среди многообразия САПР для проектирования печатных узлов выделены Altium Designer, Cadence, DipTrace, XPADS, KiCad, Delta Design, Orcad, обладающие своими достоинствами. В табл. 1 представлена краткая характеристика рассматриваемых программных продуктов.

Таблица 1

Характеристика САПР печатных узлов электронной аппаратуры

Программа	Характеристика
Altium Designer	Проектирование при помощи иерархических схем – блок – модуль – ячейка – печатная плата – электронный компонент Построение отсутствующих в базе компонентов Моделирование работы устройства Наличие набора инструментов для трассировки печатных плат в автоматическом и в полуавтоматическом (интерактивном) режимах Поддержка двунаправленного интерфейса с другими САД-системами
Cadence	Простота освоения, русскоязычная поддержка и обучение Моделирование работы устройства, интеграция с PSpice и Sigridy Удобный табличный редактор правил Allegro Constraint Manager Возможность вывода документации по ЕСКД Библиотеки стандартных символов и компонентов Удобный механизм визуальной проверки многостраничных схем Высокая эффективность при работе со сложными платами
DipTrace	Отечественная разработка Многоуровневая иерархия Визуальная и логическая структура Обмен схемами и чертежами с другими САПР-системами (DXF, P-CAD, PADS, OrCAD, Eagle) Высокоскоростной, share-based автоматический трассировщик Является кроссплатформенной Преимущество – простота в использовании, низкий порог вхождения, низкие требования к компьютеру
XPADS	Анализ и моделирование аналоговых и цифро-аналоговых схем Инструменты для топологического анализа целостности сигналов Расширенные возможности для проектирования ВЧ-плат Проектирование гибко-жестких печатных плат Синтез и оптимизация ПЛИС

KiCad	Большое количество библиотек (в том числе ГОСТ) Создание однолистовых и иерархических схем Разработка плат, содержащих до 16 слоёв меди и до 12 технических слоёв (шелкография, паяльная маска и т.п.) Поддержка внешних трассировщиков Является кроссплатформенной Генерация технологических файлов для изготовления печатных плат Послойная печать схем и чертежей печатных плат
Delta Design	Отечественная разработка Программа сквозного проектирования электронных узлов Поддержка ГОСТ, совместима с международными стандартами Построена на базе транзакционной СУБД IPR, обеспечивающей целостность, надёжность и безопасность хранения данных
Orcad	Программа сквозного проектирования электронных узлов Создание принципиальных электрических схем и печатных плат Моделирование работы устройств (с поддержкой совместной симуляции MATLAB Simulink) Анализ сигналов, коррекция ошибок

Проведенный анализ позволяет выделить преимущества САПР, влияющие на повышение производительности труда разработчиков электронных устройств:

- контроль и целостность данных;
- сквозное проектирование, обеспечивающее полный цикл проектирования электронных устройств;
- наличие оптимизированной библиотеки;
- интеллектуальный схемотехнический редактор, позволяющий автоматическое прокладывание цепей электрической схемы;
- поддержка ЕСКД;
- инновационные инструменты моделирования;
- возможность интерактивной и автоматической трассировки;
- удобный интуитивно-понятный интерфейс и другие.

На рис. 1 представлено окно САПР печатных плат Delta Design.

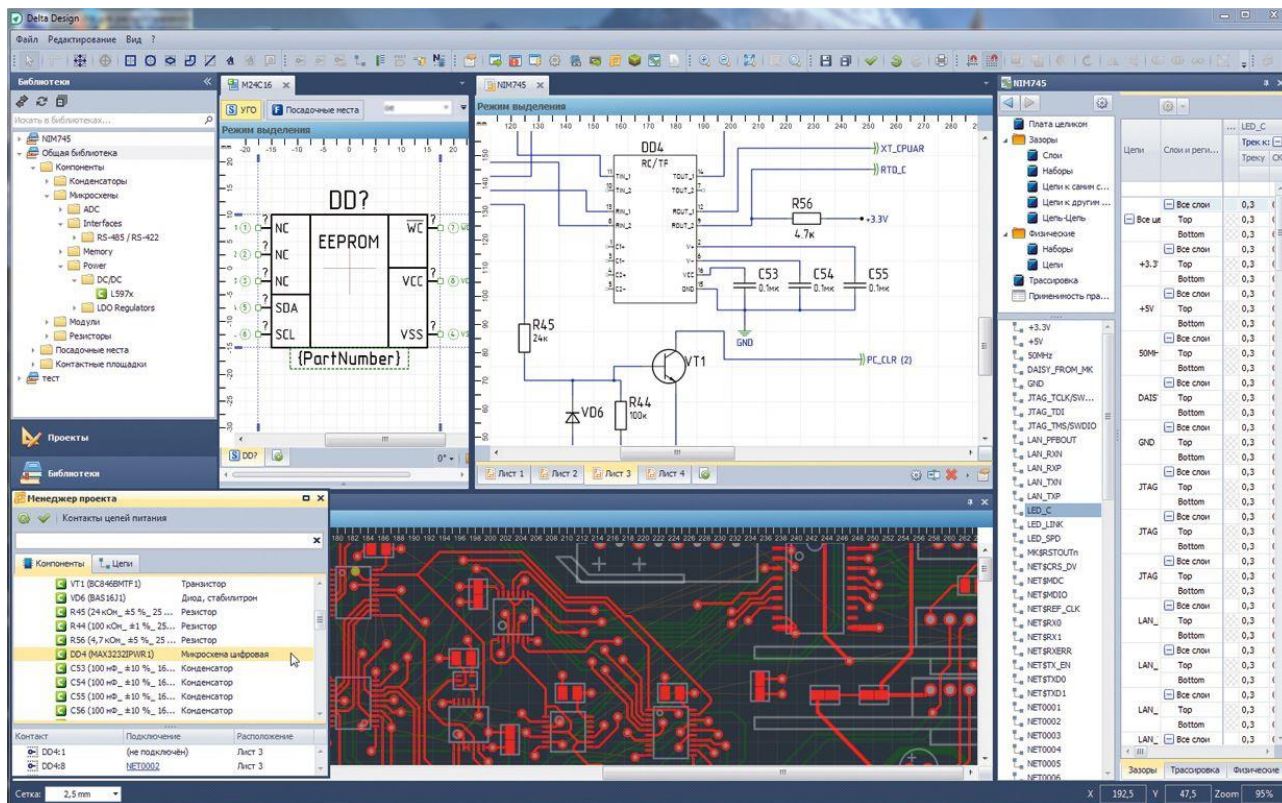


Рис. 1. Окно САПР печатных плат Delta Design

Программа позволяет реализовать все этапы проектирования печатных узлов:

- формирование базы данных радиоэлектронных компонентов;
- разработку схем электрических принципиальных;
- проведение моделирования аналоговых и цифровых схем;
- разработку конструкции печатных плат;
- компоновку элементов и проведение полуавтоматической и автоматической трассировки печатных плат;
- выпуск конструкторской документации (в соответствии со стандартами);
- выпуск производственной документации, в том числе для автоматизированных производственных линий;
- подготовку данных для составления перечня закупаемых изделий и материалов, необходимых для реализации проекта.

Выбор инструментария проектирования печатных плат для реализации конкретного конструкторского решения должен происходить с учетом функциональных особенностей, стоимости и эффективности САПР.

## Литература

1. Уваров А.С. Автотрассировщики печатных плат / А.С. Уваров. – М.: ДМК пресс, 2012.
2. Суходольский В.Ю. Altium Designer: проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах / В.Ю. Суходольский. – М.: ВHV, 2010.
3. Медведев А. Последовательность проектирования печатных плат / А. Медведев // Технологии в электронной промышленности. – 2011. – № 5.

УДК 004.94

### **Направления развития SCADA-систем**

Таранов Андрей Александрович, студент направления

«Управление в технических системах»;

Фролова Марина Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры

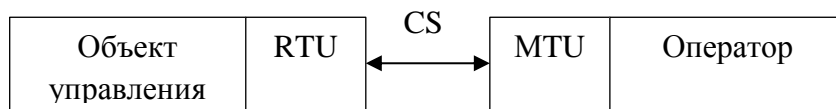
«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*В статье рассмотрены основные задачи, критерии оценки SCADA-систем. Проанализированы направления развития SCADA-систем, их использование на объектах атомной энергетики.*

Современный уровень развития производственных систем предполагает существование особых способов управления технологическими процессами, направленных на снижение влияния человеческого фактора, повышение управляемости и надежности технических систем. Анализ причин возникновения техногенных аварий показывает рост аварий, обусловленных влиянием человеческого фактора. Поэтому широкое распространение в различных отраслях промышленности, являющихся потенциально опасными, таких как энергетика, нефтегазовая промышленность, получили SCADA-системы. SCADA относится к централизованным системам контроля и управления всей системой, или комплексами систем, расположенных на больших расстояниях. Управление происходит автоматически, в зависимости от того алгоритма, который сообщен программе.

Большинство современных SCADA-систем представляют собой совокупность трех основных компонентов [1]. Структура SCADA-систем представлена на рис. 1.



*Рис. 1. Структура SCADA-систем*

В составе структуры SCADA-систем выделяют удаленный терминал (RTU), диспетчерский пункт управления (MTU), каналы связи (CS).

Основной функцией удаленного терминала является съём данных и обработка задачи в режиме реального времени. К элементам RTU можно отнести датчики, вычислительные комплексы и т.д.

Диспетчерский пункт управления осуществляет обработку данных. Именно MTU осуществляет обеспечение интерфейса для работы оперативного персонала и системы.

Каналы связи предназначены для передачи данных с удаленных объектов на пульт оператора. Также по каналам связи осуществляется передача управляющих сигналов на RTU. Коммуникационные системы могут быть реализованы в виде аналоговых телефонных линий, ISDN сетей, выделенных линий, сотовых сетей GSM (GPRS). С целью повышения уровня надежности передачи данных, устройства подключаются одновременно к нескольким сетям.

Основными задачами SCADA-системы являются:

- сбор данных от датчиков;
- визуализация изменения параметров;
- предоставление удобного интерфейса пользователя;
- обеспечение дистанционного управления исполнительными механизмами;
- интерфейс для алгоритмизации процесса автоматического управления;
- реализация алгоритмов автоматического контроля и управления;
- распознавание аварийных ситуаций;
- реализация процесса информирования оператора о состоянии процесса с помощью визуальных и звуковых средств.

SCADA-системы оцениваются по различным критериям [2]:

- по надежности: отсутствие рекламаций по работе, количество инсталляций в отраслях промышленности, количество инсталляций в отраслях мировой экономики;
- по реализации обмена данными: поддержка стандартных сетевых протоколов и форматов данных, наличие встроенных драйверов к отечественным и зарубежным контроллерам, производительность;

- удобство работы: возможность автоматического построения проекта, универсальность, наличие стандартных языков математического описания данных, удобство пользовательского интерфейса;

- техническая поддержка: русификация документации и ПО, возможность поддержки от разработчика, наличие «горячей» линии;

- цена: зависимость цены системы от конфигурации, возможность получения новых версий и бесплатного обновления, наличие бесплатной системы разработки.

К наиболее популярным SCADA-системам, имеющим поддержку в России относят TRACE MODE (Россия), Master SCADA (Россия), SIMATIC WinCC (Германия), Citect SCADA (Австралия), SCADA система InTouch (США). Эти системы близки по своим функциональным возможностям.

Развитие SCADA-систем идет в направлении их постоянного усложнения, роста быстродействия и увеличения объема памяти. Это обусловлено усложнением объектов, на которых используются системы, необходимостью контролировать большое число параметров. При этом в настоящее время в таких комплексах не представлены функции, направленные на усиление интеллектуальной составляющей деятельности оперативного персонала. Системы обладают исключительно информационными функциями.

Также одним из направлений развития SCADA-систем является создание эффективного интерфейса, обеспечивающего повышение надежности систем диспетчерского управления за счет снижения времени реакции оператора.

Второе направление развития SCADA-систем заключается в повышении интеллектуальной поддержки оператора систем диспетчерского управления со стороны автоматизированных систем. Большая часть используемых на данный момент систем обеспечивает получение, обработку, визуализацию данных, получаемых с датчиков, оставляя право принятия решения за оперативным персоналом. Однако современные системы требуют от оперативного персонала быстрой оценки возникающей ситуации и принятия решения, что практически невозможно без интеллектуальной поддержки со стороны этих систем.

Компонентами интеллектуальных SCADA-систем являются: логико-лингвистическая модель ситуации, нечеткая продукционная модель диагностирования, модель прогнозирования последствий развития аномальных ситуаций, модель оценки управляющих действий оператора [3]. Таким образом, помимо традиционных функций интеллектуальных SCADA-системы выполняют дополнительные функции, а именно: ситуационный анализ состояния системы

управления; логический анализ аномальных ситуаций; диагностику состояния оборудования; прогноз поведения технологического процесса; выработка правомерных действий оператора.

Широкое распространение интеллектуальные SCADA-системы получили в атомной промышленности. Так, на Калининской, Нововоронежской атомных станциях и на 6 блоке Черепетской ГРЭС в проекте ВСТО-1 используется SCADA типа «СПРИНТ-РВ». Она реализует все необходимые функции интеллектуальных SCADA-систем в части интеллектуальной поддержки операторов. Интеллектуальный интерфейс оператора-технолога реализован в виде многооконного образа, позволяющего как отображать оперативное состояние объекта управления, так и дистанционно управлять исполнительными механизмами.

Третье направление развития SCADA-систем заключается в использовании беспроводных устройств для передачи информации. Объединенные в беспроводную сенсорную сеть, датчики образуют распределенную, самоорганизующуюся систему сбора, обработки и передачи информации. Использование беспроводных устройств позволяет создать диспетчерскую систему, обеспечивающую оператору непрерывный доступ к информации о состоянии обслуживаемых объектов.

Таким образом, основным направлением дальнейшего развития SCADA-систем является использование в SCADA средств искусственного интеллекта, создание интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Однако, это не предполагает отказа от классических SCADA-систем, а предполагает их интеграцию. Второе наиболее вероятное направление развития SCADA-систем, направленное на повышение их автономности и надежности, представляет собой расширение использования беспроводных сенсорных сетей и построение интеллектуальных сред.

#### Литература

1. Тарасов В.Б. Интеллектуальные SCADA-системы: истоки и перспективы / В.Б. Тарасов, М.Н. Святкина // Машиностроение и компьютерные технологии. – 2011. – № 13.
2. Константинов Ю.В. Анализ современных SCADA-систем / Ю.В. Константинов, В.Г. Некрутов, В.Д. Константинов // Материалы 67-й научной конференции. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015.
3. Леонов В.В. Комплекс интеллектуальных датчиков для контроля промышленных объектов / В.В. Леонов, В.М. Гладченко, И.В. Леонов // Датчики и системы. – 2007. – № 1.

**Обоснование необходимости автоматизации работы  
учреждения здравоохранения на основе процессного подхода**

Троценко Денис Николаевич, студент направления

«Информационные системы и технологии»;

Фролова Марина Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

*Статья посвящена анализу бизнес-процессов учреждения здравоохранения на основе процессного подхода. С использованием методологии IDEF0 выявлены недостатки существующей организации бизнес-процессов и предложен путь решения данной проблемы. Результаты внедрения данного решения, учитывающие использование в качестве механизма программного средства, представлены в виде диаграмм TO-BE.*

В современном мире технологии стали неотъемлемой частью человека. Информационные технологии используют для решения многих задач в каждой отрасли деятельности. На сегодняшний день во всех учреждениях используются программные и аппаратные средства для автоматизации работы.

Сфера здравоохранения не является исключением: сочетание программных средств и современных технологий предоставляют возможность перевести процессы оказания медицинских услуг на новый уровень качества. Информация сегодня стоит наравне с традиционными видами ресурсов, такими как, нефть, газ и другие. Информационные технологии – это процесс, использующий смесь средств и методов накопления, обработки и передачи информации для получения качественных данных о состоянии процесса, объекта или явления. Основная цель информационных технологий – получение необходимой и понятной для пользователя информации в результате действий по обработке начальной информации.

Объектом управления при процессном подходе является процесс оказания медицинских услуг, управленческие и обеспечивающие процессы.

Основные преимущества процессного подхода – непрерывность управления, которое обеспечивается на стыке отдельных процессов, состоящих в рамках системы,



при помощи их взаимодействия и комбинации. Результат достигается быстрее и эффективнее, когда ресурсами и деятельностью управляют как процессами.

Разработка функциональной модели организации помогает в изучении предметной области, выявлении бизнес-процессов, которые использует предприятие, определение информационных потоков [1-4].

IDEF0 – методология функционального моделирования, необходимая для формализации и описания бизнес-процессов.

На начальном этапе строится модель работы организации AS-IS (Как-Есть), которая позволяет определить:

- слабые места;
- преимущества бизнес-процессов;
- распределение ресурсов между операциями.

После построения модели AS-IS строится модель TO-BE (Как-Будет), позволяющая исправить все недостатки предыдущей модели.

Для проведения функционального анализа процесса оказания услуг учреждением здравоохранения была использована методология IDEF0. Контекстная диаграмма основного процесса представлена на рис. 1.



Рис. 1. Контекстная диаграмма исследуемого процесса

Входными данными для процесса являются заявка, документы, пациент.

Выполнение процесса работы регулируется законодательством Российской Федерации в области медицинского обеспечения, и осуществляется сотрудниками больницы. Отклоненная заявка, исходящие документы, обслуженные пациенты являются выходными элементами.

На этапе декомпозиции процесс можно представить в виде подпроцессов:

- запись к врачу;
- прием врача;
- сдача анализов;
- лечение;
- повторный прием врача.

Диаграмма декомпозиции представлена на рис. 2.

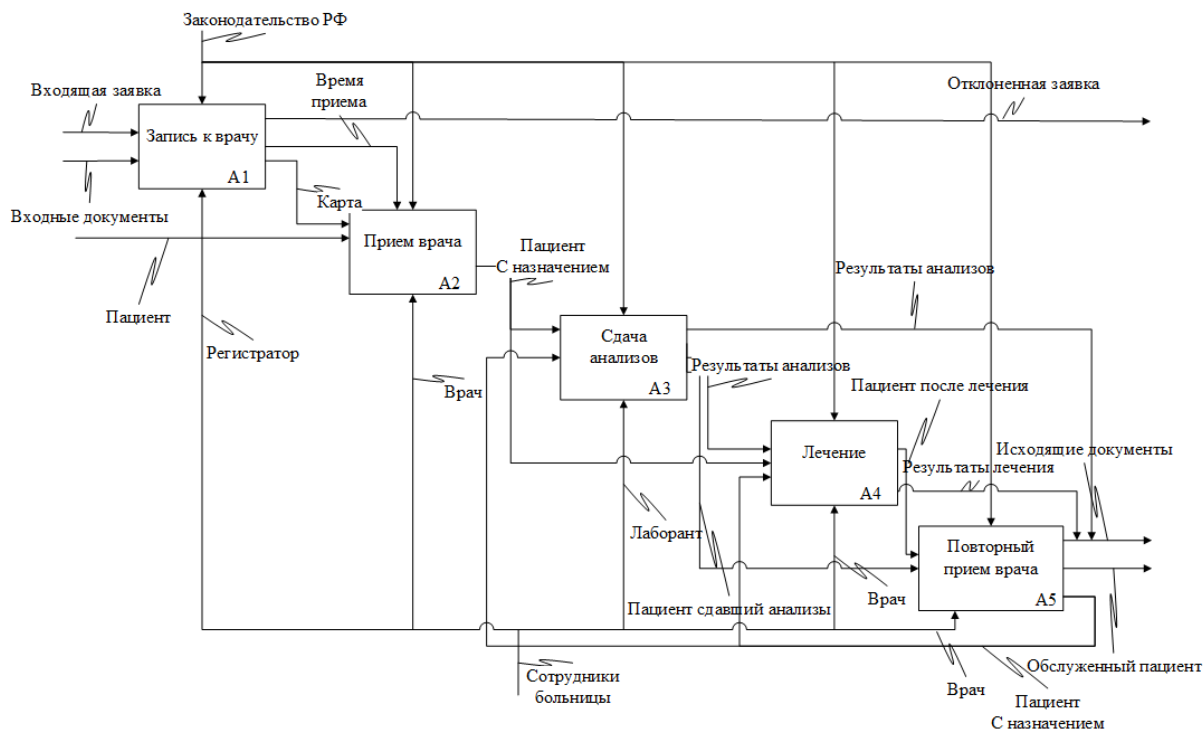


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции AS-IS

Выходом подпроцесса «Запись к врачу» является отклоненная заявка (отказ пациента при отсутствии удобного времени записи), время приема, а также карта пациента.

Прием врача заключается в осмотре пациента и назначение ему лечения. Прием пациента проводится в соответствии с назначенным на предыдущем этапе временем приема и при наличии медицинской карты, что определяется входными и управляющими сигналами подпроцесса. В результате приема пациенту может быть назначено лечение или он будет направлен на сдачу анализов. После выполнения подпроцессов «Сдача анализов» и «Лечение» пациент направляется на повторный прием. При необходимости процесс может быть зациклен, до момента получения положительных результатов лечения.

Анализ полученной диаграммы показал необходимость внедрения программного средства в качестве механизма на каждом этапе процесса. Данное программное

средство позволит автоматизировать работу медицинских работников. Диаграмма декомпозиции ТО-ВЕ представлена на рис. 3.

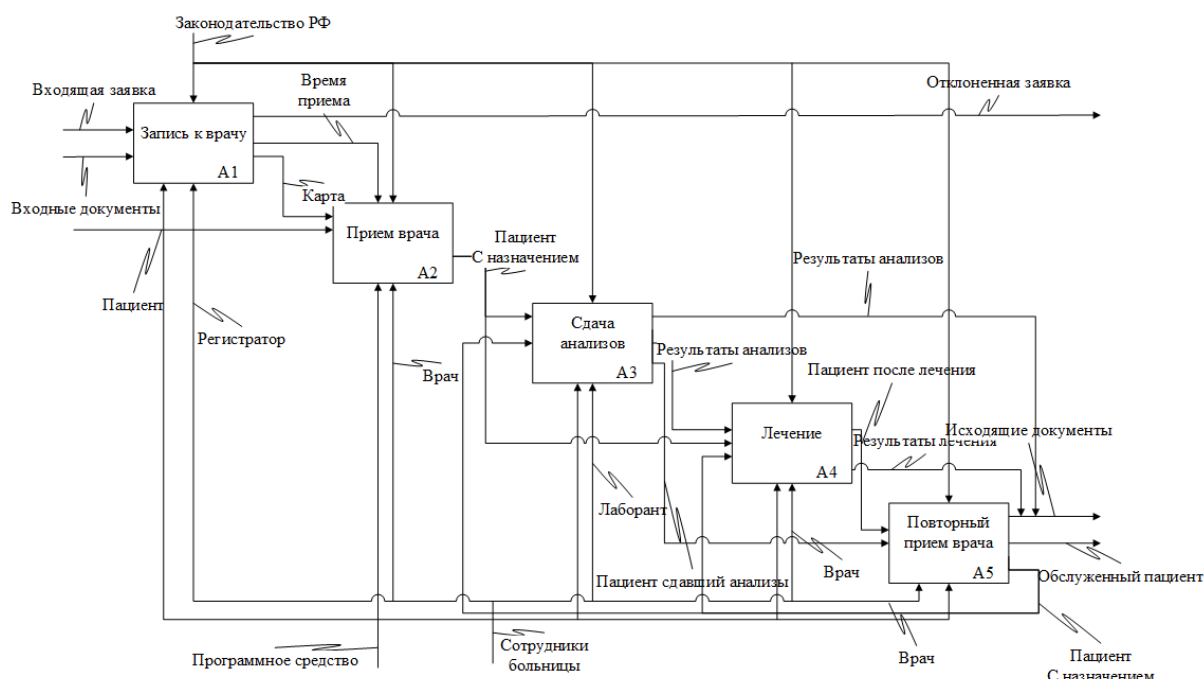


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции ТО-ВЕ

Программное средство отвечает за выполнение следующих функций:

- запись к врачу;
- прием входных документов;
- хранение информации о пациенте;
- хранение результатов лечения и анализов;
- помощь врачу в создании отчета о пациенте.

Таким образом, внедрение программного средства позволит увеличить эффективность управления персоналом; собрать информацию обо всех этапах выполнения процесса; сократить время принятия управленческих решений.

#### Литература

1. Frolova M.A. The use of process approach to base the need of automation of business processes in educational institutions / M.A. Frolova, T.A. Razumova // Information Technologies in Education of the XXI Centur (ITE-XXI): Proceedings of the International Scientific-Practical Conference «Information Technologies in Education of the XXI Century». – Moscow: American Institute of Physics. – 2017.

2. Фролова М.А. Использование процессного подхода для анализа деятельности управления производственно-технической комплектации предприятий агро-промышленного комплекса / М.А. Фролова, С.Н. Грицюк // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 5-3 (47). – С. 197-201.

3. Фролова М.А. Использование имитационного моделирования для анализа деятельности предприятий энергетического комплекса / М.А. Фролова // Молодой ученый. – 2015. – № 14-2 (94.2). – С. 24-26.

4. Фролова М.А. Использование процессного подхода для обоснования необходимости автоматизации процессов реализации социальной политики предприятий энергетического профиля / М.А. Фролова // Сборник трудов II Всероссийской научно-практической конференции «Современные технологии в атомной энергетике». – М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2016. – С. 96-99.