

**XVIII ВСЕРОССИЙСКАЯ  
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ  
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ»**

**17 марта 2020 года**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**Москва 2020**

**УДК 681  
ББК 32.8  
В85**

**В85 XVIII Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М: ФГБОУ ВО МГППУ, 2020. – 432 с.**

**ISBN 978-5-94051-214-1**

*Печатается по решению организационного и программного комитетов XVIII Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение»*

**Издание материалов конференции  
осуществлено под редакцией**

д.ф.-м.н., профессора А.В. Чечкина, д.т.н., профессора Л.С. Куравского, к.т.н., профессора С.Л. Артеменкова, к.ф.-м.н., доцента Г.А. Юрьева, д.т.н., профессора А.В. Горбатова, д.т.н., профессора С.Д. Кулика.

**УДК 681  
ББК 32.8**

**ISBN 978-5-94051-214-1**

**© ФГБОУ ВО МГППУ, 2020.**

# СОДЕРЖАНИЕ



## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Применение системного подхода при создании искусственных нейронных сетей на базе мемристоров .....	18
Разработка программного тренажерного комплекса на основе прикладной многоагентной системы для обучения операторов сложных систем .....	23
Обучение избирательных бинарных нейронных сетей без математики и без учителя с использованием самоорганизации .....	27
Особенности представления квалификационной работы связанной с применением нейронной сети .....	29

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Повышение адекватности имитационного моделирования распределенных интеллектуальных информационных систем .....	32
Проблемы, связанные с информацией и знаниями, и их решение на основе интеллектуальных систем с прямым наложением знаний ...	33
Разработка системы автоматического распознавания дактильных знаков с применением технологии дополненной реальности .....	37
Разработка интеллектуальной системы обработки естественного языка с использованием облачного сервиса.....	38
Автоматизированное определение характеристик лесных насаждений с применением нейронной сети глубокого обучения.....	40
Распознавание вида и стадии роста сорняковых растений с помощью сверточной нейронной сети.....	42
Реализация нейронной сети хопфилда на языке PYTHON 3.....	44
Методика сравнительного анализа вариантов однородного моделирования структуры гетерогенной робототехнической системы управления .....	45
Нейронные сети, генетический алгоритм и целевые функции.....	47
К вопросу об инфографике как виде коммуникационного дизайна.....	49
Об особенностях интерпретации грамматических моделей при формировании терм-документной матрицы .....	51

Применение нейросетевых технологий при построении учебно-тренировочных средств подготовки операторов систем специального назначения .....	52
Разработка программного обеспечения системы планирования и управления работой целевой аппаратуры космического аппарата на основе языка RADICAL .....	54
Исследовательский стенд для изучения работы генетического алгоритма при решении оптимизационных задач .....	55
Проблемы проведения виртуальных механических испытаний на цифровых двойниках бортовой радиоэлектронной аппаратуры.....	56
Субъективная реальность в нейрокомпьютере и ее динамика в собственном масштабе времени .....	57
Применение интеллектуальных методов для адаптации стратегий реагирования на инциденты .....	58
Автоматизация распознавания нештатных ситуаций в угольных шахтах на основе нейронной сети с изменяемыми топологией и весовыми коэффициентами.....	59
Подход к разработке гибридных интеллектуальных информационных систем на основе сложных графов.....	60
Веб-ресурс для формирования научно исследовательских компетенций университета .....	62
Использование передовых технологий для оптимизации информационно-управляющего поля кабины перспективного самолёта.....	66
Способ обнаружения несанкционированно установленных радиоэлектронных средств с обучением .....	69
Моделирование элементов очков френзеля .....	70
Разработка метода оценки надежности радиоэлектронной аппаратуры с применением современных методов распознавания образов.....	71
Методы создания совмещенной подеревной 3D модели участков леса с использованием цифровой модели рельефа .....	71
Распределенный предиктивный игровой искусственный интеллект, учитывающий психоэмоциональное состояние игрока.....	72

Апробация модели рассуждений на основе LP-структуры на дистрибутивной решетке .....	74
Применение предиктивной аналитики на основе пользовательских данных в платежной банковской системе.....	75
Разработка алгоритма детектирования табло средств наземного общественного транспорта .....	77
Современные инструменты описания бизнес-процессов организаций.....	79
Качество данных как основа для глубинного анализа процессов .....	81
Интерпретация классифицирующей нейронной сети с помощью модели бинарной решающей матрицы .....	83
Моделирование студенческого сквера .....	85
Интеллектуальный анализ и обработка больших массивов видеоматериалов с использованием технологий глубокого машинного обучения .....	87
Процедура автоматизированного оценивания свободных ответов обучающихся .....	88
Структура программных средств управления распределенным отображением информации коллективного пользования .....	89
Теория фракталов в интеллектуальных технологиях обработки больших потоков данных.....	90
Мониторинг распределенных интеллектуальных информационных систем, использующих ресурсы киберпространства .....	91
Динамически регулируемый ограничитель скорости автомобиля.....	93
Интеллектуальная модель и метод комплексного управления рисками в сложных системах.....	94
Анализ и визуализация ледовой обстановки на спутниковых снимках с применением глубокого обучения и когнитивной графики.....	94
Нейросетевой подход к анализу текста.....	96
К вопросу о роевом интеллекте .....	96
Распознавание акцента в речи человека с помощью искусственной нейронной сети .....	97
Интеллектуальная система для автоматизированного построения базы знаний корпоративной информационной системы.....	98

Разработка методики обнаружения препятствий по стереоизображению для лиц с инвалидностью по зрению .....	101
К вопросу обеспечения безопасности распределенных интеллектуальных информационных систем .....	103
Прогнозирование временных рядов финансовых активов .....	104
Разработка технологии интеллектуальной поддержки принятия решений при определении приоритетов событий на основе данных геолокации.....	106
Обоснование выбора средств разработки специального программного обеспечения.....	108
Вторая сигнальная система искусственного интеллекта .....	111
Теория радикалов – основа моделирования поведения избыточных систем .....	113
Обеспечение безопасности ОС Astra Linux по средствам установки Dr.Web.....	114
Концепция мотивации при управлении в ролевой избыточной системе .....	116
NBICS – технологии и системы искусственного интеллекта .....	118
Коррекция инерциально-навигационной системы подвижного объекта сигналами навигационных систем, комплексированными методами нечеткого моделирования...	120
Возможности применения систем идентификации объектов по признаку «СВОЙ»-«ЧУЖОЙ» в робототехнических комплексах .....	122
Модель ситуационного анализа устойчивости сложных организационно-технических систем .....	123
Возможности адаптивного управления робототехническими системами .....	124
Моделирование интеграционного взаимодействия разнородных информационных систем в сервисно-ориентированной архитектуре .....	125
Возможность применения робототехнических комплексов пожаротушения.....	126
Исследование средства централизованного протоколирования и аудита операционной системы специального назначения Astra Linux Special Edition.....	127

## **КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ**

Исследование возможностей нейронных сетей и других методов в задачах анализа текста .....	129
Разработка модели разграниченного доступа на основе среды радикалов.....	130
Применение кода DSCP для повышения качества услуг связи .....	132
АС контроля качества интеграции данных между информационными системами дистрибьютора и производителя на основе когнитивной визуализации .....	134
Методика оценки уровня защищенности автоматизированных информационных систем подверженных сетевым компьютерным атакам .....	136
Анализ атак нарушителя в сетях радиосвязи .....	139
Заметки по созданию автономной интеллектуальной системы поддержки принятия решений при обслуживании технологического оборудования нефтедобычи .....	141
Системная интеграция методов и моделей мониторинга виртуальных субъектов в ЕИУП на основе методов регенеративного анализа больших данных .....	143
Моделирование системы управления качеством электроэнергии и минимизация пожарно-электрического вреда .....	145
Методика защиты информационных ресурсов электронного делопроизводства.....	146
Гибридная система поддержки принятия управленческих решений на основе методов метаанаморфирования и аналитического преобразования изображений .....	148
К вопросу разработки научно – методического инструментария для оценивания эффективности производственных и транспортно – логистических цепочек .....	150
Многоуровневая система аутентификации пользователя автоматизированных систем .....	151
Исследование возможностей нейронных сетей и смежных методов семантического анализа в задачах анализа текстовых данных .....	154

Метод и алгоритмы анализа и управления информационно-аналитическими процессами в сложных системах на основе нейро-нечетких сетей петри .....	155
Реализация фреймворка фоновой обработки пертинентных информационных ресурсов в интересах развития инфраструктуры медицинской смарт-организации .....	156
Мониторинг виртуальных субъектов в едином информационно-управляющем поле на основе методов регенеративного анализа больших данных .....	158
Разработка и исследование гибридных алгоритмов выделения и распознавания специализированных мобильных устройств .....	160
Интеллектуализация программно-целевого управления процессами обеспечения техносферной безопасности .....	162
Модель устройства имитозащиты группы критически важных объектов .....	163
Особенность анализа прохождения трафика в киберпространстве ....	165
Методика работы должностных лиц по производству расчетов для принятия решений .....	167
О возможности интеллектуальной технологии управления техносферной безопасностью региона .....	170
Контроль защищенности информации на объектах информатизации от утечки по техническим каналам .....	171
Применение искусственного интеллекта для обнаружения аномального трафика в мультисервисных сетях связи .....	174
Комплексная оценка технического состояния авиационного газотурбинного двигателя на основе каузальных когнитивных карт .....	176
Управленческие решения в сложных системах на основе использования мониторингового центра .....	179
Подход к управлению системой активной защиты ИТКС на основе алгоритма работы двухслойной искусственной нейронной сети .....	182
Подход к оценке защищённости значимых элементов критически важного объекта инфраструктуры от деструктивных воздействий .....	184
Обобщенный алгоритм мониторинга информационной безопасности инфотелекоммуникационной сети .....	186



Структурная модель системы сетевого контроля инцидентов безопасности .....	188
Тенденции в технологиях управления информационной безопасностью инфотелекоммуникационных систем .....	190
Повышение скрытности и имитостойкости процессов адресации информационно-телекоммуникационных сетей .....	192
Предложение по интеллектуализации выявления и устранения уязвимостей телекоммуникационного оборудования сетей.....	195
Методика оптимизации сетевого мониторинга безопасности сети передачи данных по критерию оперативности пресечения инцидентов безопасности связи.....	197
Задачи системы интеллектуального мониторинга информационной безопасности инфотелекоммуникационной сети.....	198
Модель сетевого мониторинга инцидентов безопасности связи в сети передачи данных.....	200
Интеллектуальное управление бортовых систем беспилотных летательных аппаратов .....	202
Методика построения системы защиты критически важного объекта инфраструктуры от деструктивных воздействий компьютерных атак .....	204
Применении сканеров уязвимостей с целью выявления проблем защиты сетей .....	206
Об инновационной архитектуре системно-стратегических исследований проблемных вопросов интеллектуализации транспортных систем и смежных технологий .....	209
Автоматизация поиска неисправности кабельной сети .....	210
Определение границ изменений трафика в информационно-телекоммуникационной сети.....	211
Научно-методический аппарат контроля технического состояния интегрированных систем и комплексов связи на основе тепловых процессов .....	212
Вариант построения информационно-телекоммуникационной сети в условиях информационного воздействия.....	214

Подход к обоснованию методики оценки своевременности процесса контроля защищенности информации на объектах информатизации.....	216
Методика диагностики интегрированных систем и комплексов связи на основе вейвлет- преобразований терммограмм электронных модулей .....	218
Обеспечение безопасности информации с применением фрактального анализа сетевого трафика.....	219
Разработка и исследование модели интегрированной системы обнаружения и распознавания летательных аппаратов .....	221
Контроль доступа к информационным ресурсам на среде радикалов .....	223
Вопросы повышения защищенности информационно-телекоммуникационной сети на основе интеллектуализации.....	226

## **ХАРАКТЕРИЗАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ**

Проблема привлечения иностранных абитуриентов и сопровождение обучения в работе с иностранными студентами.....	228
Симуляционное обучение как элемент подготовки персонала шахт в области техники безопасности и охраны труда.....	230
Проблемы автоматизации проектирования геометрических моделей шахт для симуляционного обучения технике безопасности в горно-добывающей промышленности.....	232
Разработка автоматизированной системы сбора персональных данных .....	234
Особенности и целесообразность использования видеоконференцсвязи в процессе приема иностраннх студентов в российские вузы.....	236
Тензорные методы для построения измерительных устройств и систем .....	237
Развитие системного подхода в САПР струговых агрегатов и установок .....	238
Разработка программы-слайсера для гелевого 3D-принтера.....	241
Фотосканирующее устройство для дифференциального экспресс-контроля качества солнечных элементов.....	242
Инварианты двойственных сетей .....	243

Технический и человеческий фактор в проведении характеризационного анализа .....	245
Построение защищенных информационно-измерительных систем для научных исследований и промышленного использования .....	247
Взаимодействие как фактор получения больших характеристик об объекте управления .....	248
Ситуационный центр как помощник в принятии управленческих решений .....	251
Использование сверточных нейронных сетей в задаче раскраски вершин графа .....	254
Краткосрочный прогноз возникновения нештатных ситуаций с скуп системными на основе поиска ситуаций-аналогов .....	255
Проектирование элементов звукового оформления как часть единой интерьерной среды .....	256
Фрактально-тензорная декомпозиция моделей биосемиотических систем .....	257
Формирование эмоционального аппарата игрового собеседника на основе «ленивой» нейронной сети с динамическими коэффициентами .....	257
Цифровое развитие государственного управления .....	258
Особенности и обоснование разработки личного кабинета преподавателя в образовательной платформе .....	259
Особенности тестирования экспертных систем .....	260
Алгоритм автоматического рационального распределения объектов на заданной территории .....	263

## НЕЙРОМАТЕМАТИКА

Применение тригонометрической аппроксимации и нейронных сетей для ультразвуковой термометрии (УЗТ) .....	265
Адаптация приближённых нейросетевых решений краевых задач для дифференциальных уравнений под изменение данных об объекте моделирования .....	266
Нейросетевое моделирование прогиба круглой мембраны (случай асимметрично расположенного груза) .....	268
Математическое моделирование в обратных задачах экологии нейросетевым приближением и методом дополнительного аргумента .....	269

Нейросетевое моделирование прогиба однопролётной балки из конструкционного материала .....	271
Функциональные нейронные сети, помнящие историю обучения .....	272

## **ТЕОРИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Математический анализ и развитие нейронных сетей .....	275
Применение системного подхода при создании искусственных нейронных сетей на базе мемристоров .....	277
Системный критерий отказоустойчивости искусственных нейронных сетей на базе мемристоров .....	280
Системная классификация методов обеспечения отказоустойчивости искусственных нейронных сетей на базе мемристоров .....	283
Применение нейронных сетей для построения рекомендательных систем .....	286
Реализация и исследование усовершенствованной версии алгоритма адаптивного построения иерархических нейросетевых классификаторов .....	288
Применение гибридных нейронных сетей в кредитном скоринге .....	289
Многокритериальное управление робототехническими системами ..	291
Многозначность роли кодов ребер и вершин функциональных нейронных сетей .....	292

## **НЕЙРОСЕТЕВЫЕ И НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ**

Создание самоадаптируемой к пространству и времени интеллектуальной системы массовой оценки и прогнозирования стоимости городской недвижимости .....	295
Изучение качества прогнозирования состояния магнитосферы земли алгоритмами машинного обучения .....	297
Нейросетевая система классификации пользователей социальных сетей и экспертный способ ее создания .....	298
Задача определения итоговой оценки по результатам текущего контроля с использованием нейронной сети .....	300
Нейросетевое решение многопараметрических обратных задач на основе совместного применения нескольких физических методов измерения .....	302

Опыт создания нейросетевой системы анализа технологического процесса изготовления стержней для лопаток авиационных двигателей .....	303
Распознавание категорий сцен на основе сверточных нейронных сетей .....	306

## **НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Применение метода Монте-Карло при прогнозировании содержания полезного компонента в руде .....	309
Применение алгоритма FED в задачах распознавания объектов нелинейных изображений нейронной сетью в центре обработки данных .....	311
Отладка параметров насосного оборудования в составе поверочного проливочного стенда с использованием интеллектуальных методов .....	315
Комплексная система обнаружения вредоносных программ в операционной системе для мобильных устройств с применением интеллектуальных методов .....	316
Интеллектуализация систем защиты информации от несанкционированного доступа .....	319
Разработка мобильного приложения для чтения ценников в супермаркетах с применением технологии обнаружении объекта на фотографии .....	321
Реализация математической модели путевого подогревателя на основе нейронной сети .....	323
Кибернетические воздействия на нейронные сети .....	324
Автоматизированная система обнаружения и распознавания транспортного средства и его государственного регистрационного знака .....	325
Обработка результатов мониторинга состояния элементов распределенной системы и условия ее функционирования .....	327
Моделирование нейронных сетей .....	328
Применение сверточных нейронных сетей в задаче синтеза речи .....	329
Нейронные сети в задачах распределения трафика компьютерных сетей .....	330

Выявление недеklarированных возможностей в исходных текстах программного обеспечения используемого в нейронных сетях .....	332
Повышение защищенности территориально распределенных автоматизированных систем управления.....	333
Особенности применения избирательных нейросетевых ансамблей для решения задач классификации .....	334
Проблема разработки анализаторов исходных текстов программного обеспечения используемого в нейронных сетях.....	337
Использование нейрокompьютера для сокращения времени предстартовой готовности беспилотного летательного аппарата .....	338
Особенности управления нелинейными робототехническими системами .....	338
Оценка защищенности конфиденциальной информации от утечки по ВОЛС на основе среды радикалов.....	340
Искусственные нейронные сети в обеспечении информационной безопасности .....	341
Выбор метода выявления целенаправленных атак на основе нейронных сетей .....	342
Интеграция информационно-телекоммуникационных сетей обеспечения автоматизированных систем управления в международное киберпространство .....	343
Способы поиска мест повреждения полностью диэлектрических оптических кабелей.....	344
Проблема функционирования критической информационной инфраструктуры использующей ресурсы киберпространства .....	346

## **НЕЙРОФИЛОСОФИЯ**

Десять тезисов о проекте нейрофилософии.....	348
О проверке нормативных научных моделей на правомерность их применимости.....	350
От истории новой метафизики к философии и нейрофилософии .....	354

## **ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Модель динамической классификации потоковых данных на основе самоорганизующихся нейронных графов.....	358
---	-----

Исследование нейросетевого решения обратной задачи спектроскопии при добавлении шумов с использованием методов анализа формы для предобработки данных.....	361
Использование технологий дополненной реальности в рамках современной системы образования.....	362
Построение программно-аппаратного комплекса для движения внутри помещений.....	363
Разработка системы голосовой идентификации на основе данных операторов связи .....	364
Применение углублённого анализа нейросетевых процессов в задаче семантической сегментации изображений.....	365
Применение глубоких нейронных сетей для решения задач по детектированию книг .....	368
Разработка программного обеспечения для станков с числовым программным управлением на основе технологии анализа изображения .....	369
Внедрение современных алгоритмических решений для станков с числовым программным управлением.....	371
Требования к программно-математическому обеспечению выдачи информации на наблюдательные пункты .....	373
Перспективы развития управления и наведения антенного поста измерительного средства при проведении испытаний летательных аппаратов .....	375
Современные методические подходы к обработке и комплексному анализу измерительных данных.....	376
Алгоритм для комплекса методик пространственно-углового определения координат летательных аппаратов.....	377

## **БИОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА**

Модель организации процесса сестринского ухода за пациентами и способы ее автоматизации на современном этапе развития здравоохранения в РФ .....	379
Моделирование робота для проведения спасательных работ.....	382
Моделирование роботизированного почтальона в CAD «Компас-3D» как практическая реализация творческого замысла .....	385

К вопросу о компьютерном моделировании распространения инфекционных заболеваний .....	387
Система анализа видеоизображений для контроля движения агрегата .....	389
Метод проектирования сетевой модели оптимального размещения газовых извещателей для раннего обнаружения пожара .....	391
Применение современных компьютерных симуляционных технологий в процессе обучения среднего медицинского персонала .....	393
Моделирование проводящих структур нервной системы квазиклеточными сетями .....	394
Алгоритм переноса движений реального танцора-тренера на 3D-персонажа .....	396
Модели распространения инфекции .....	398
Параметрическая идентификация в информационно-измерительных системах беспилотного летательного аппарата .....	399

## **ОБУЧАЕМЫЕ СТРУКТУРЫ В ПСИХОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ**

Проблемы психологической методологии моделей используемых при проектировании нейросетей распознавания эмоций.....	403
Концепция «интеллектуальной паутины» субъекта и ее влияние на принятие решений .....	406
Сетевое моделирование конструктора продуктивности интеллектуальной деятельности: решение задачи классификации .....	409
Программные средства нейросетевой реализации в хирургии .....	413
Мобильное приложение DiaPsy для улучшения самоконтроля диабета и психологической поддержки людей с сахарным диабетом 1 типа.....	413
Возможности применения искусственных нейронных сетей для обнаружения аномального поведения в компьютерных сетях.....	416
Психофизическое исследование восприятия объектов, изменяющихся в размере .....	417

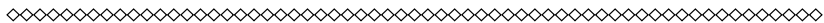


Применение методов многомерного шкалирования для анализа показателей посещаемости вуза .....	419
Система психологического тестирования для выявления склонности к суициду.....	420
Адаптивный контроллер для людей с тремором.....	420
Цикл явлений в мобилизации процесса обучения.....	422

## **БИОМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

Задача повышения эффективности идентификации человека при помощи криминалистического исследования волос .....	426
Интеллектуальная информационная система для телемедицины .....	427
Экспериментальные исследования нейросетевого алгоритма YOLO для обнаружения объектов .....	429
Алгоритм формирования требований информационно- системной надежности для баз знаний интеллектуальных систем.....	430

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ



### **Применение системного подхода при создании искусственных нейронных сетей на базе мемристоров**

*Щаников Сергей Андреевич*

*Борданов Илья Алексеевич*

*Зув Антон Дмитриевич*

*Данилин Сергей Николаевич*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Владимирский государственный университет имени Александра  
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*

*Королев Дмитрий Сергеевич*

*Белов Алексей Иванович*

*Михайлов Алексей Николаевич*

*Нижегородский государственный  
университет имени Н.И. Лобачевского*

Одними из наиболее перспективных электронных компонентов для аппаратной реализации искусственных нейронных сетей (ИНС) и нейроморфных систем являются мемристоры [1,2], что подтверждается результатами аналитических обзоров научных публикаций [3–5] и мнениями авторитетных исследователей в данной области [6–9]. В настоящее время во всем мире проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию органических [10,11] и неорганических [12–14] материалов и структур, обладающих мемристивными свойствами. В составе ИНС мемристоры выполняют роль синапсов. При этом с их помощью можно аппаратно реализовать как синапсы традиционных архитектур ИНС (многослойный персептрон, сеть Хопфилда, глубокие сети и др.), в которых входной сигнал умножается на запрограммированный заранее вес (встречаются архитектуры синапсов с двумя [9,15], четырьмя [16,17] и более мемристорами), так и синапсы для спайковых ИНС, в которых мемристор проявляет механизмы синаптической пластичности (подобно живым биологическим нейронным сетям) [18–21].

Как показывают результаты анализа опубликованных научно-технических исследований, теория проектирования, производства и эксплуатации ИНС на базе мемристоров (ИНСМ) находится на начальном этапе развития [6,22]. Целью работы авторского коллектива является создание методов и алгоритмов инженерного проектирования ИНСМ, а также определение и обеспечение требуемых значений их показателей качества (точности, отказоустойчивости, надежности), регламентируемых государственными и международными стандартами.

Для достижения цели работы авторы применили ранее разработанный общий подход [23,24] к инженерному проектированию, производству, исследованию и эксплуатации ИНС, основанный на теории системного подхода и анализа [25], математического и имитационного моделирования [26], планирования экспериментов, общей теории ИНС [27], представления об информации и ее свойствах [28], позволяющий более последовательно и эффективно решать имеющийся комплекс проблем [29,30], а также в соответствии с концепцией построения перспективных ИНСМ, разработанной А.И. Галушкиным [31].

С точки зрения данного подхода ИНСМ необходимо исследовать как единые физическо-информационные объекты, реализованные аппаратно-программными обучаемыми средствами. Вышеназванные составляющие ИНСМ оказывают совместное, в общем случае зависимое влияние на все их параметры и характеристики в связи с неизбежным наличием внутренних и внешних физических и информационных дестабилизирующих работу ИНСМ факторов, а также производственных и эксплуатационных погрешностей значений параметров компонентов структуры и элементов платформы их реализации.

ИНСМ в данном случае рассматривается как система, моделируемая на разных структурно-функциональных уровнях иерархии, с учетом возможных изменений достигнутых значений показателей качества на всех этапах жизненного цикла: проектирование, производство, эксплуатация. Математическая системная формализация работы ИНСМ в соответствии с рассмотренным общим подходом может быть представлена в следующем виде:

$$\text{Ивых} = f(\text{Ивх}, \Pi(t), P(t), C(t)),$$

где Ивх и Ивых – значения параметров входной и выходной информации ИНСМ;  $\Pi(t)$  – физические и информационные параметры ИНСМ, входной информации, шумов и помех, вариации которых относительно номинальных значений (из-за внутренних или внешних дестабилизирующих факторов) влияют на Ивых;  $P(t)$  – влияние режимов работы системы;  $C(t)$  – влияние сигналов управления на разных структурно-функциональных уровнях;  $f$  – формализуемая или не формализуемая зависимость между Ивх, Ивых,  $\Pi(t)$ ,  $P(t)$  и  $C(t)$ .

Вышеописанный подход лег в основу проекта системы программно-аппаратного моделирования (ПАМ или Hardware-in-the-Loop (HIL) Simulation) ИНСМ. Система ПАМ ИНСМ состоит из двух основных частей. Аппаратная часть предназначена для подачи входных сигналов в ИНСМ и регистрации выходных сигналов. Управление имитационным циклом осуществляется с помощью ПЛИС. Программная часть [32–34] укрупненно включает в себя драйверы, необходимые для задания параметров эксперимента в ПЛИС и захвата результатов симуляции с

последующей передачей их на основной пакет прикладных программ «МемриСим». Он представляет собой кроссплатформенное программное обеспечение (ПО), написанное на языке программирования Python и имеет графический пользовательский интерфейс.

Применение разработанного авторами подхода и программного обеспечения рассмотрено в докладе на примере процесса проектирования варианта аппаратной реализации ИНСМ на базе матриц мемристивных устройств в оригинальной топологии «кросс-бар»  $16 \times 16$  [35], являющейся компонентом двунаправленного адаптивного нейроинтерфейса для автоматической регистрации и стимуляции биоэлектрической активности живой нейрональной культуры, разрабатываемого в Университете Лобачевского. Создан проект ИНСМ для нейроинтерфейса с точностью распознавания паттернов сигналов биоэлектрической активности живых культур не менее 95% [36]. Проект включает в себя набор моделей разного уровня структурно-функциональной иерархии, который позволил определить номинальные значения электронных компонентов принципиальной схемы ИНСМ. В результате имитационного моделирования назначены допустимые пределы отклонения от номинальных значений. Показано, что мемристоры типа  $\text{Au/Ta/ZrO}_2(\text{Y})/\text{Ta}_2\text{O}_5/\text{TiN/Ti}$  хорошо подходят по своим электрофизическим параметрам и характеристикам для технической реализации ИНСМ, являющейся компонентом двухстороннего адаптивного нейроинтерфейса.

В настоящее время авторы продолжают работу над предложенным подходом [37–40], совершенствуют методы и средства проектирования и исследования ИНСМ, которые лежат в основе создаваемой системы для их программно-аппаратного моделирования.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 18–38–00592 (в части разработки методов имитационного моделирования ИНСМ и создания пакета прикладных программ «МемриСим») и № 19–07–01215 (в части разработки методов проектирования ИНСМ с заданной отказоустойчивостью и надежностью). Алгоритмы отказоустойчивой настройки ИНСМ в настоящее время разрабатываются при поддержке гранта Президента Российской Федерации МК-3927.2019.9. Для апробации разработанных алгоритмов используются большие массивы мемристивных устройств в топологии «кросс-бар» с нелинейными резистивными состояниями, разрабатываемые в Университете Лобачевского при поддержке гранта Российского научного фонда № 16–19–00144 (руководитель к.ф.-м.н. Алексей Николаевич Михайлов).

*Литература:*

1. *Chua L.O.* Memristor–The Missing Circuit Element // *IEEE Trans. Circuit Theory.* 1971. Vol. 18, № 5. P. 507–519.
2. *Strukov D.B.* et al. The missing memristor found // *Nature.* 2008. Vol. 453, № 7191. P. 80–83.

3. *K. Derbyshire*. Integrating Memristors For Neuromorphic Computing [Electronic resource] // Semiconductor Engineering. 2018. URL: <https://semiengineering.com/integrating-memristors-for-neuromorphic-computing/>.
4. *Schuman C.D.* et al. A Survey of Neuromorphic Computing and Neural Networks in Hardware. 2017.
5. *Галушкин А.И.* Мемристоры в развитии высокопроизводительной вычислительной техники // Информационные технологии. 2015. Vol. 2. P. 146–156.
6. *Zidan M.A., Strachan J.P., Lu W.D.* The future of electronics based on memristive systems // Nat. Electron. Nature Publishing Group, 2018. Vol. 1, № 1. P. 22–29.
7. *Xia Q., Yang J.J.* Memristive crossbar arrays for brain-inspired computing // Nature Materials. Nature Publishing Group, 2019. Vol. 18, № 4. P. 309–323.
8. *Minnekhanov A.A.* et al. Parylene Based Memristive Devices with Multilevel Resistive Switching for Neuromorphic Applications // Sci. Rep. Nature Publishing Group, 2019. Vol. 9, № 1.
9. *Mikhaylov A.N.* et al. One-Board Design and Simulation of Double-Layer Perceptron Based on Metal-Oxide Memristive Nanostructures // IEEE Trans. Emerg. Top. Comput. Intell. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2018. Vol. 2, № 5. P. 371–379.
10. *Demin V.A.* et al. Hardware elementary perceptron based on polyaniline memristive devices // Org. Electron. Elsevier B.V., 2015. Vol. 25. P. 16–20.
11. *Lapkin D.A.* et al. Spike-timing-dependent plasticity of polyaniline-based memristive element // Microelectron. Eng. Elsevier B.V., 2018. Vol. 185–186. P. 43–47.
12. *Степанов А.В.* et al. Улучшение параметров мемристоров на основе оксида кремния методом ионного облучения // Вестник чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1(4). P. 87–91.
13. *Gupta I.* et al. Sub 100 nW volatile nano-metal-oxide memristor as synaptic-like encoder of neuronal spikes // IEEE Trans. Biomed. Circuits Syst. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2018. Vol. 12, № 2. P. 351–359.
14. *Hamdioui S., Aziza H., Sirakoulis G.C.* Memristor based memories: Technology, design and test // Proceedings – 2014 9th IEEE International Conference on Design and Technology of Integrated Systems in Nanoscale Era, DTIS 2014. IEEE Computer Society, 2014.
15. *Bayat F.M.* et al. Implementation of multilayer perceptron network with highly uniform passive memristive crossbar circuits // Nat. Commun. Nature Publishing Group, 2018. Vol. 9, № 1.
16. *Adhikari S.P.* et al. Memristor bridge synapse-based neural network and its learning // IEEE Trans. Neural Networks Learn. Syst. 2012. Vol. 23, № 9. P. 1426–1435.
17. *Adhikari S.P.* et al. Building cellular neural network templates with a hardware friendly learning algorithm // Neurocomputing. Elsevier B.V., 2018. Vol. 312. P. 276–284.
18. *Nikiruy K.E.* et al. Adaptive Properties of Spiking Neuromorphic Networks with Synapses Based on Memristive Elements // Tech. Phys. Lett. Pleiades Publishing, 2019. Vol. 45, № 4. P. 386–390.

19. *Emelyanov A.V. et al.* Self-adaptive STDP-based learning of a spiking neuron with nanocomposite memristive weights // *Nanotechnology. NLM (Medline)*, 2020. Vol. 31, № 4. P. 045201.
20. *Gupta I. et al.* Real-time encoding and compression of neuronal spikes by metal-oxide memristors // *Nat. Commun. Nature Publishing Group*, 2016. Vol. 7.
21. *Serb A. et al.* A geographically distributed bio-hybrid neural network with memristive plasticity. 2017.
22. *Галушкин А.И.* Новые технологии микроэлектроники и разработки перспективных нейрокомпьютеров // *Информационные технологии*. 2016. Vol. 7, № 22. P. 550–555.
23. *Данилин С.Н., Щаников С.А.* Исследование точности функционирования нейросетевых компонентов ртс на основе мемристоров // *Радиотехнические и телекоммуникационные системы*. 2015. Vol. 1, № 17. P. 39–48.
24. *Галушкин А.И., Данилин С.Н., Щаников С.А.* Нейросетевой контроль точности функционирования технических средств на основе мемристоров // *Радиотехнические и телекоммуникационные системы*. 2016. Vol. 2, № 22. P. 44–51.
25. *Кулик С.Д.* Элементы системного анализа для студентов старших курсов университета // *Естественные и технические науки*. 2018. Vol. 11, № 125. P. 373–377.
26. *Куравский Л.С., Баранов С.Н.* Компьютерное моделирование и анализ данных. Москва: РУСАВИА, 2009. 217 p.
27. *Галушкин А.И.* Нейронные сети: основы теории. Москва: Горячая линия-Телеком, 2013. 496 p.
28. *Данилин С.Н.* Современное представление об информации // *Информационные системы и технологии*. 2012. Vol. 4. P. 138–146.
29. *Данилин С.Н. et al.* Состояние исследований в области инженерного проектирования и производства нейрокомпьютеров // *Алгоритмы, методы и системы обработки данных*. 2019. Vol. 1, № 39. P. 14–45.
30. *Данилин С.Н., Щаников С.А.* Проблемы проектирования искусственных нейронных сетей на базе мемристоров с заданной точностью функционирования // *Алгоритмы, методы и системы обработки данных*. 2016. Vol. 1, № 34. P. 3–11.
31. *Галушкин А.И.* Стратегия развития современных супернейрокомпьютеров на пути к эксафлопным вычислениям // *Приложение к журналу «Информационные технологии»*. 2012. Vol. 2. P. 32.
32. *Щаников С.А. et al.* Модуль определения точности функционирования искусственных нейронных сетей на базе мемристоров для системы имитационного моделирования. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019661246. Внесено в Реестр программ для ЭВМ 23.08.2019.
33. *Щаников С.А. et al.* Модуль определения функциональных допусков искусственных нейронных сетей на базе мемристоров для системы имитационного моделирования. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019661251. Внесено в Реестр программ для ЭВМ 23.08.2019.

34. *Щаников С.А. et al.* Модуль определения отказоустойчивости для системы имитационного моделирования искусственных нейронных сетей на базе мемристоров. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019611745. Внесено в Реестр программ для ЭВМ 04.02.2019.
35. *Грязнов Е.Г. et al.* Свидетельство о государственной регистрации топологии интегральной микросхемы № 2018630129. Топология тестового кристалла с матрицей мемристивных микроустройств. № 2018630123; заявлено 12.07.2018; опубл. 08.08.2018.
36. *Danilin S. et al.* Design of Multilayer Perceptron Network Based on Metal-Oxide Memristive Devices // 2019 12th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE). 2019.
37. *Danilin S.N., Shchanikov S.A., Bordanov I.A., Zuev A.D.* Quantitative determination of fault tolerance of memristor-based artificial neural networks // Journal of Physics: Conference Series. Vol.1333. 2019. 062027.
38. *Danilin S.N., Shchanikov S.A., Bordanov I.A., Zuev A.D.* Using Simulation to Define the Tolerances for the Information and Physical Parameters of Memristors-Based Artificial Neural Networks // Journal of Physics: Conference Series. Vol.1333. 2019. 062026.
39. *Danilin S.N., Shchanikov S.A., Sakulin A.E., Bordanov I.A.* Determining the Fault Tolerance of Memristors-Based Neural Network Using Simulation and Design of Experiments // 2018 Engineering and Telecommunication (EnT-MIPT). 2018. PP. 205–209.
40. *Danilin S.N., Shchanikov S.A., Sakulin A.E.* Algorithm for Determining Optimum Operation Tolerances of Memristor-Based Artificial Neural Networks // 2017 IVth International Conference on Engineering and Telecommunication (EnT). 2017. PP. 140–144.

## **Разработка программного тренажерного комплекса на основе прикладной многоагентной системы для обучения операторов сложных систем**

***Попков Сергей Игоревич***

*Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)*

Проблемы исследования коллективного поведения и организации группового управления привлекают внимание исследователей с 30-х годов 20-го века. Их значимость значительно возросла в последние годы в связи с актуальностью задач управления коллективом роботов, включая группы беспилотных летательных аппаратов и других мобильных систем. Особенно трудными являются задачи управления группами подвижных объектов, которые должны координировать свое поведение в пространстве и кооперироваться для достижения заданного результата. В настоящее время исследования и разработки в этой области ведутся во многих странах с привлечением большого количества специалистов. Под многоагентными системами далее понимаются системы,

образованные совокупностью взаимодействующих интеллектуальных агентов. Класс многоагентных систем с децентрализованной архитектурой, в отличие от централизованной, определяет агентов в рамках системы как равноценных и способных, при необходимости, действовать автономно согласно определенной цели. За прошедшее время подходы к решению подобных задач значительно изменились, требуя, в частности, новых способов формализации, математических моделей и алгоритмов адаптивного управления поведением прикладных распределённых многоагентных систем. Актуальность темы работы обусловлена необходимостью создания новых подходов к решению задачи группового управления многоагентными системами, обеспечивающих прогнозирование моделируемой ситуации и принятие решений на основе количественных критериев, а также оценку уровня подготовки и обучение операторов, работающих с этими системами. Построение и применение соответствующего комплекса программ на практике может быть полезно не только при решении задач поиска оптимальной стратегии, но и для повышения квалификации и определения уровня компетентности операторов сложных систем, связанных с предметной областью моделируемой системы. Применяемые в настоящее время в РФ боевые комплексы управляются операторами, что делает их неоправданно уязвимыми и создаёт проблемы при оперативном принятии решений в боевой обстановке, существенно понижая эффективность управления. Полная автоматизация обеспечивает повышение эффективности использования комплексов данного типа, в частности, за счёт оптимизации их поведения и увеличения скорости принятия решений. Однако в ситуациях, когда полная автоматизация, в силу ряда причин, не представляется возможной, а присутствие человека, напротив, необходимо и неизбежно, существует потребность в наличии компонента человеко-машинного взаимодействия, который позволил бы вести обучение и определять уровень компетентности потенциальных операторов многоагентной системы для управления средствами поражения цели, и реализация такого рода обучающего процесса с практической точки зрения полезна тем, что позволила бы избежать выхода из строя реального дорогостоящего оборудования во время тренировки за счет внедрения соответствующего программного комплекса, контролирующего правдоподобную имитацию ведения боевых действий. Таким образом, возрастает потребность в разработке кроссплатформенного комплекса программ для имитационного моделирования, обеспечивающего оценку уровня подготовки оператора сложной многоагентной системы и реализующего принципы адаптивного обучения на специализированных тренажёрах. Осуществить подобную процедуру возможно с помощью компонента человеко-машинного взаимодействия, который позволил бы вести обучение и определять уровень компетентности по-



тенциальных операторов многоагентной системы, а реализация такого рода обучающего процесса с практической точки зрения полезна тем, что позволила бы избежать выхода из строя реального дорогостоящего оборудования во время тренировки.

Несмотря на многообразие сфер применения и способов реализации, все многоагентные системы – это системы, образованные совокупностью взаимодействующих интеллектуальных агентов. Под термином «интеллектуальный агент» (далее – «агент») понимается процесс, получающий информацию в виде данных о совокупности других управляемых процессов и способный влиять через управление этими процессами, способствуя достижению поставленной цели. Под окружающим миром понимается совокупность целей, с которыми взаимодействует агент, самих агентов и окружения, задаваемого моделируемой системой.

Набор средств получения информации и восприятия окружающего мира называется сенсорами агента, а совокупность механизмов, осуществляющих воздействие на окружающий мир – актуаторами агента.

Особенности практического применения рассматриваемых систем требуют, чтобы каждый интеллектуальный агент обладал умением выполнять задачи в сложном окружении без постоянной поддержки извне (автономностью); способностью улучшать качество выполняемой работы на основе приобретенного опыта (адаптивностью); способностью к организации деятельности в соответствии с алгоритмом функционирования; собственной целевой функцией.

Многоагентные системы берут свое начало в концепции многопоточного программирования, расширяя ее до универсальной абстракции. Такой взгляд на многоагентные системы позволяет масштабировать системы искусственного интеллекта, распараллеливая решаемые задачи на уровне модели. Например, если стоит задача распознавания образа, соответствующий алгоритм применяется относительно совокупности участков распознаваемого изображения, причем за каждый участок отвечает независимый агент, и, в общем случае, алгоритм, задающий действия агента, может адаптироваться под особенности конкретного участка, оптимизируя процесс распознавания в целом. Если стоит задача взаимодействия с оператором с целью его обучения, многоагентная система может осуществлять адаптивный подбор действий по степени эффективности в соответствии с текущим уровнем навыков оператора.

Были рассмотрены аналогичные системы, работа которых могла бы обеспечить функционирование описанного процесса обучения. Для некоторых из них характерно наличие математической модели, описывающей адаптивное обучение, однако ограничения реализации в рамках конкретной предметной области не позволяют организовать процесс обучения для оператора сложных систем в общем виде. Для других систем не предусмотрено наличие специализированной мате-

матической модели для оценки уровня обучения с учетом определяемых параметрами модели критериев, несмотря на адаптацию к предметной области сложных систем. С учетом недостатков исследованных подходов к решению поставленной выше задачи был разработан и программно реализован виртуальный адаптивный тренажер на основе модели многоагентной системы в качестве программного комплекса взаимосвязанных приложений и динамических библиотек.

Игровое поле многоагентной системы представлено в виде круглой области, однако в центре находится игрок, играющий роль цели, тогда как агенты постепенно приближаются к нему, стремясь поразить. Игрок может переключать текущий вид игрового поля, чтобы изучить карту уязвимостей либо осуществимостей – при этом поле приобретает градиент, соответствующий выбранному режиму. Задача игрока в рамках одной сессии – поразить всех агентов, имитируя цель. Приказ вести огонь на поражение и выбор сектора для ведения боя осуществляется с помощью доступного средства ввода (например, мыши или клавиатуры). Тренировка осуществляется на наборе из сессий, формируемых из числа генерируемых игровых ситуаций разного уровня сложности, причем «средний» уровень сложности является начальным. Задача игрока в рамках набора сессий – не допускать ошибок, которые могут привести к недостижимости успешного выполнения задачи в каждой отдельно взятой сессии. Тренировка осуществляется в реальном времени, а скорость течения времени характеризуется параметром, задающим минимальное количество тактов в единицу времени.

Принцип работы тренажера основан на Марковской модели гибели и размножения, то есть является Марковским процессом с постоянной интенсивностью переходов, представляющим переходы испытуемого от уровня 0 до уровня  $M-1$ , где  $M$  – количество доступных тренажеру уровней. Уровень позволяет условно оценить степень компетентности пользователя – оператора, осуществляющего управление тренажером. Предполагается, что при выполнении поставленной задачи значение текущего уровня для оператора рано или поздно (в бесконечности) сойдется к значению, соответствующему приближенной оценке его способностей. Подбор уровней может осуществляться как вручную, так и с помощью механизма прогнозирования благоприятной стратегической ситуации на базе макропараметров, позволяющего значительно упростить процедуру подбора и генерации уровней. Число используемых уровней определяет точность прогнозирования компетентности оператора. При необходимости, уровни можно редактировать вручную с помощью специального редактора, входящего в состав комплекса программ.

# Обучение избирательных бинарных нейронных сетей без математики и без учителя с использованием самоорганизации

*Мазуров Михаил Ефимович*

*Российский Экономический Университет  
им. Г.В. Плеханова, Москва*

Нелинейная динамика электрических процессов и переработки информации в импульсных нейронных сетях наиболее близка к реальным процессам в биологических нейронных сетях. Обучение наиболее распространенных нейронных сетей, использующих нейроны МакКаллока-Питтса, сводится к расчету его весовых коэффициентов [1, 2]. Наиболее часто используют итерационные процедуры расчета, метод обратного распространения ошибки. Обучение избирательных нейронных сетей достигается не за счет подбора весовых коэффициентов, а за счет избирательной кластеризации каналов связи, по информационным свойствам входных сигналов [1, 2]. Избирательные нейроны описаны в работах [3–6]. Избирательные свойства могут быть реализованы в нейронных сетях, работающих как на бинарных входных сигналах, так и на импульсных, спайковых. Структура избирательного нейрона включает избирательный кластер каналов связи вместо системы каналов связи, снабженных перемножителями на рассчитанные при обучении весовые коэффициенты как в нейронах МакКаллока-Питтса.

После прохождения порогового устройства в нейроне МакКаллока-Питтса получаем ответ

$$y = F\left(\sum_{i=1}^n (w_i x_i - \theta)\right),$$

где:  $x_i$  - входные сигналы,  $w_i$  - весовые коэффициенты,  $n$  - число входов нейрона;  $\theta$  - порог возбуждения. Для избирательного нейрона ответ равен  $y = F\left(\sum_{i \in K} (x_i - \theta)\right) = F\left(L\left(\sum_{i=1}^n (x_i - \theta)\right)\right)$ ,

где  $i \in K$  - номера каналов связи, принадлежащих избирательному кластеру  $K$ ;  $L$  - нелинейный оператор, характеризующий избирательную кластеризацию;  $F$  - нелинейный оператор, характеризующий пороговую функцию для бинарных нейронных сетей на нейронах МакКаллока-Питтса, или релаксационную автоколебательную систему для избирательного импульсного нейрона.

Доказана теорема о существовании единственности распознавания несовместимых контурных объектов в двумерной области [1, 2].

После суммирования импульсных последовательностей согласно теореме Кронекера функция следует с интервалами так называемых  $\varepsilon$ -почти-периодов. Существование  $\varepsilon$ -почти-периодов является специфическим свойством почти-периодических функций, отсюда следует

и существование  $\varepsilon$ -почти-периодов и максимальной суммы импульсов, следующих с интервалом  $\varepsilon$ -почти-периода.

Нелинейная часть импульсного нейрона является импульсной автоколебательной системой, выдающей один импульс или периодическую последовательность импульсов или пачки импульсов (берсты).

Исследование работы избирательных нейронных сетей было проведено экспериментально с помощью учебной нейрообразовательной системы (в «железе»), предназначенной для обучения нейротехнологиям студентов и специалистов смежных профессий. Нейрообразовательная система была рассчитана на инструментальное распознавание букв L, T, X без использования математики. Были реализованы на компьютере более сложные распознавания, например, распознавание 10-ти цифр на экране монитора 4х6.

Было реализовано и более сложное распознавание при инструментальной реализации и на компьютере при распознавании полноцветных портретов русских писателей и поэтов, картин русских художников, «умное» распознавание ЭКГ [1, 2, 7].

#### *Литература:*

1. Мазуров М.Е. Нелинейная динамика, почти-периодическое суммирование, автоколебательные процессы, информационное кодирование в избирательных импульсных нейронных сетях // Изв. РАН. Сер. физическая. 2018. Т. 82, № 11, С. 1564–1570.
2. Мазуров М.Е. Механизмы инвариантного помехоустойчивого кодирования в импульсных нейронных сетях // Изв. РАН. Сер. физическая. 2020. Т. 84, № 1, С. 90–95
3. Мазуров М.Е. Импульсный нейрон, близкий к реальному. Патент на изобретение № 2598298. 09.02.2015.
4. Мазуров М.Е. Нейрон, моделирующий свойства реального нейрона. Патент на изобретение № 2597495. 07.11.2014.
5. Мазуров М.Е. Однослойный перцептрон на основе избирательных нейронов. Патент на изобретение № 2597497 13.01.2015.
6. Мазуров М.Е. Однослойный перцептрон, моделирующий свойства реального перцептрона. Патент на изобретение № 2597496. 24.02.2015.
7. Mazurov M.E. Intelligent Recognition of Electrocardiograms Using Selective Neuron Networks and Deep Learning, //International Conference of Artificial Intelligence, Medical Engineering, Education. 2017, Moscow, Russia p.182–198.

## **Особенности представления квалификационной работы связанной с применением нейронной сети**

**Кулик Сергей Дмитриевич**

*Московский инженерно-физический институт  
(национальный исследовательский  
ядерный университет) (НИЯУ МИФИ)*

В докладе основное внимание уделяется проблемам, связанным с новизной результатов, с составлением оглавления (содержания) диссертации (по техническим наукам в области нейронных сетей), а также выводам и заключению по всей работе.

Выполнение научно-исследовательской работы в рамках диссертационного исследования состоит, как правило, из несколько этапов. Можно выделить три этапа. Это деление достаточно условно, так как обычно научно-исследовательская работа выполняется итерационно (циклически). На первом этапе формулируются те задачи, которые необходимо решить и планируются научно-технические результаты необходимые для решения этих задач (по возможности отдельно выделяются новые результаты). На втором этапе решаются сформулированные ранее задачи, а также задачи, которые встали на текущем этапе работы. В случае необходимости список задач и их формулировки корректируются по мере выполнения работ. На этом этапе возможно составления текста диссертации и написание формулировок научно-технических выводов. На третьем этапе формируется (оформляется) текст диссертации в виде квалификационной работы как это требует ВАК РФ [1]. Рассмотрим кратко некоторые особенности представления квалификационной работы (диссертации) связанной с применением нейронной сети.

Новыми результатами такой диссертации могут быть:

*для нейронной сети (НС)*

- новая НС (новый тип НС),
- модификация известной НС,
- новая структура НС,
- модификация известной структуры НС,
- модификация известного метода (алгоритма) обучения,
- обучение (настройка) НС,
- новые необходимые обратные связи в известной НС,
- новая реализация НС (специальная плата, спецпроцессор),
- новый симбиоз НС (объединение НС).

*для алгоритма*

- новый алгоритм (новый класс алгоритма),
- модификация известного алгоритма,
- теоретическая оценка эффективности (сложности) алгоритма,
- реализация алгоритма (специальная плата, спецпроцессор),

*для признаков*

выявленный новый набор признаков для алгоритма распознавания (нейронной сети),  
сформированный модифицированный набор признаков,  
разработан новый алгоритм предварительной обработки признаков,  
представлен модифицированный известный алгоритм предварительной обработки признаков для выбранной прикладной области,  
новый метод (способ) извлечения признаков для выбранной прикладной области,  
модифицированный метод (способ) извлечения признаков для выбранной прикладной области,

*для показателей*

новые показатели эффективности (они показывают что-то, но не сообщают плохо это или хорошо),  
новые численные показатели,  
новые качественные показатели,  
новый набор показателей (показатели известны, но их комбинация (набор) – уникален (т.е. новый до этого никем не использовался)),

*для критериев*

новый критерий эффективности (он показывает плохо это или хорошо) – это правило, алгоритм, который может быть выражен формулой,  
модифицированный критерий эффективности,  
новое правило принятия решения,  
модифицированное правило принятия решения,  
новый алгоритм принятия решения,  
реализация правила (специальная плата, спецпроцессор).

Выводы по результатам диссертационного исследования

Желательно чтобы выводы отражали тему диссертации ее оглавление и содержали:

- элементы заявленной новизны результатов,
- элементы паспорта специальности и его пункты с формулой,
- сведения о заявленных задачах (решены, частично решены, необходимо решить, решение этой задачи представлено далее в главе такой-то),
- сведения о применении заявленных методов в автореферате и во введении,
- перекрестные ссылки вверх по тексту и вниз по тексту,
- сведения о полученных результатах в соавторстве и лично автором.

В выводах по главам условно можно выделить несколько слоев. Это разделение на слои условно. Эти слои могут пересекаться (один слой может содержаться в другом). В выводах по главам могут присутствовать следующие слои:

Слой 1: указывается, что сделано в главе простым перечислением с учетом оглавления (рассмотрено..., представлено..., разработан..., модифицирован..., проанализирован..., выполнен обзор..., выполнен анализ..., синтезирован..., проведены эксперименты..., получены результаты..., подтверждена гипотеза..., получены подтверждения результатов представленные другими авторами или группами исследователей..., явно указывается, что является новизной в диссертации и отмечается кратко, кто и что сделал уже в этом направлении...)

Слой 2: представлено личное отношение автора к содержанию написанного текста.

Слой 3: приведены перекрестные ссылки вверх по тексту (это было ранее упомянуто и вот что по этому направлению сделано и вот вывод к этому) и вниз по тексту (далее это ... необходимо разработать, исследовать..., провести эксперименты..., выполнить анализ ... и решить задачи...).

Слой 4: приведены научно-технические выводы (необходимо показать связь с новизной, с паспортом специальности).

Слой 5: представлена четкая прямая констатация того, что сделано в данной главе из заявленного ранее по тексту (темы диссертации, введения, автореферата,...). Например: таким образом, алгоритм ... разработан; обзор для прикладной области .... выполнен; необходимый анализ эффективности системы проведен; нейронная сеть обучена с помощью модифицированного алгоритма; прикладная заявленная задача ... решена; система ... для выбранной прикладной области разработана и экспериментально проверена на реальных данных и т.п.

В заключении приводятся ключевые и существенные выводы по главам, отражающие новизну, достигнутые результаты (их внедрение или использование на практике), используемые методы и паспорт специальности.

При составлении оглавления (содержания) необходимо придерживаться ГОСТ, например [2] и паспорта специальности. Желательно чтобы тема диссертации, оглавление и список использованных источников в диссертации прямо или косвенно указывали на паспорт специальности, по которой планирует защищаться соискатель.

#### *Литература:*

1. ВЫСШАЯ АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vak.minobrnauki.gov.ru/main> – (Дата обращения: 09.02.2020).
2. ГОСТ 7.0.11–2011. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. – М.: Стандартинформ, 2012.

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ



## Повышение адекватности имитационного моделирования распределенных интеллектуальных информационных систем

*Вершенник Елена Валерьевна*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Распределенные интеллектуальные информационные системы (РИИС) относятся к классу больших систем, этапы проектирования, внедрения, эксплуатации и эволюции которых в настоящее время невозможны без использования различных видов моделирования [1–5].

В настоящее время известны способы моделирования распределенных интеллектуальных информационных систем, в том числе имитационного. Однако все они не учитывают взаимосвязи показателей РИИС, что снижает степень адекватности модели [1–5].

Основные показатели распределенных интеллектуальных информационных систем взаимосвязаны. Можно предположить, что все показатели связаны «каждый с каждым», при этом каждый из них может быть оценен рядом параметров. Одни и те же параметры могут оказывать влияние на один, несколько или все выбранные показатели. При изменении значений параметров изменяются значения показателей. Таким образом, значение ранее рассчитанного показателя может не соответствовать требуемому после расчета и приведения к требуемому уровню в процессе моделирования последующих значений показателей.

В докладе рассматривается способ, учитывающий взаимосвязь показателей распределенных интеллектуальных информационных систем, позволяющий осуществить выбор минимального значения степени адекватности по каждому показателю, осуществить расчет последующих значений показателей с учетом скорректированных исходных данных, что позволяет максимизировать степень адекватности модели РИИС в целом, не использовать метод прямого перебора и тем самым сократить время на создание адекватной модели распределенной интеллектуальной информационной системы.

*Литература:*

1. Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В., Закалкин П.В., Стекольников Г.А. Способ адаптивного повышения адекватности модели информационно-телекоммуникационной системы // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2015. № 2 (10). С. 94–100.



2. *Сухорукова Е.В., Закалкин П.В., Андреянов С.Н.* Моделирование торговых бизнес-процессов: способы задания модельного времени // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 1 (1). С. 104–109.
3. *Бречко А.А., Бухарин В.В., Вершенник А.В., Вершенник Е.В., Львова Н.В., Стародубцев Ю.И.* Способ моделирования преднамеренных повреждений элементов сети связи, функционирующей в интересах разнородных, в том числе антагонистических, систем управления. Патент на изобретение RU 2655466, 28.05.2018. Заявка № 2017127332 от 31.07.2017.
4. *Митрофанов М.В., Новиков П.А.* Инжиниринг трафика в транспортных сетях интеллектуальных систем В книге: Нейрокомпьютеры и их применение. тезисы докладов. 2018. С. 114–115.

### **Проблемы, связанные с информацией и знаниями, и их решение на основе интеллектуальных систем с прямым наложением знаний**

***Бронфельд Геннадий Борисович***

***Киров Дмитрий Игоревич***

*Нижегородский государственный технический  
университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)*

Существует ряд проблем, связанных с информацией и знаниями у людей. Их можно вначале насчитать семь : информационный «взрыв» (с запуском проекта SKA ) ; «перенасыщение знаниями» (сатурация); хаос в понятиях информация и знание; интеллектуальный капитал; расширение требований к менеджменту знаний; восприятие знаний в разных культурах; проблема цифрового наследия.

Есть еще и восьмая – это проблема образования. Но это следствие первых семи проблем и она нацелена на обеспечение жизни людей и их экономик в разных странах в условиях, которые вызваны первыми семью. От понимания ситуации с первыми семью зависят и меры, которые надо предпринимать в образовании. Но даже если эти семь проблем рассмотреть как вектор, то есть еще одна девятая проблема, которую надо рассматривать как отдельный вектор, поскольку она существует независимо от первых восьми и наоборот влияет на первые восемь. Эта девятая проблема известна уже более 50 лет. Возникает многомерное пространство, где итоговым вектором является решение, что делать с образованием или его компонентами. Почти все проблемы по отдельности прекрасно известны и десятилетиями исследуются. В докладе будет обсуждено их совокупное взаимодействие. Рассмотрим кратко проблемы по отдельности.

1. Информационный «взрыв» (с запуском SKA) . О нем говорят уже столетиями. В последние десять лет появился еще мощнейший фактор – это проект SKA – создание беспрецедентно чувствительного трансконтинентального наземного радиотелескопа. Сам радиотелескоп

СКА состоит из отдельных антенн разной площади общим количеством около 3 млн, которые будут находиться в Австралии и ЮАР с базой измерений 3 тыс. км. СКА позволит сканировать звездное небо по сфере с радиусом не менее нескольких сотен световых лет. Ожидается, что он будет генерировать объем данных – около 1 зеттабайта в сутки. Это соответствует современному объему суточного трафика всемирного Интернета. Проект СКА ведет к практически мгновенному росту объемов обрабатываемой в мире информации от графика традиционной возрастающей экспоненты вплоть до дельта-функции с неопределенно большой величиной роста в ближайшие годы.

2. «Перенасыщение знаниями» (сатурация), Об этом тоже писали столетиями. Мы живем в ситуации жесточайшей сатурации (перенасыщения знаниями), когда мы не знаем то, что уже хорошо известно. Еще в 1958 г. О. Рейзер писал – «без дальнейшего развития знаний мы погибнем, а с дальнейшим ростом их будем раздавлены».

Приведем некоторые оценки ситуации уже в 60-х годах XX века от А.К. Сухотина.

«Л. Китайгородский замечает, что имеется достаточно примеров математических формул, выведенных «заново» по три-четыре раза, а, ... по крайней мере половина всех экспериментов представляет покоящиеся на незнании литературы повторения. ... Прогресс науки становится невозможным, если исследователь не овладел суммой знаний, которой владеет человечество. Общество не окажется жизнеспособным, допустив слишком большой разрыв между знанием, которое добыто, и тем, которое освоено...»

Теперь вспомним девятую проблему. По оценке Д. Кана «90% всех когда-либо живших ученых живы и сегодня». Эта оценка тоже из 60-х годов XX века. Если пересчитать ориентировочно на текущий период, то сейчас в мире работает около 70% от общего количества ученых, живших за тысячи лет человеческой истории. Получается, что пока этот большой коллектив ученых в мире жив и не прошло 20–30 лет после их ухода из жизни, невозможно оценить реально, что же они сделали в жизни в сравнении с другими.

В результате только 2-я проблема в сочетании с 9-й проблемой создают тяжелейшую ситуацию для человечества. Без ее хоть какого-то разрешения невозможна даже борьба с потеплением климата и нарастающими экологическими проблемами, что грозит в будущем весьма большими неприятностями, вплоть до физической гибели человечества или значительного уменьшения численности населения. Подобное происходит впервые за десятки тысяч лет известной людям истории. И тут задержка с началом масштабного применения элинг/аналитических систем управления знаниями (АСУЗ) / библиотека аналитического накопления знаний (БАНЗ) – все это – интеллектуальные

системы с прямым наложением знаний, которые могут если не решить полностью, то облегчить тяжелейшую ситуацию для людей в целом и отдельных стран, может привести к не очень хорошим последствиям.

3. Хаос в понятиях информация и знание. Понятия «информация» и «знания» носят общенаучный характер и используются во всех научно-технических направлениях в интересах людей и человечества, как прикладного, так и общетеоретического характера. В этом одна из принципиальных особенностей этих определений и важность их положения в человеческом языке. И.Н.Бекмана насчитал более 500 «научных» определений только информации.

Проблематику знаний ученые изучают несколько тысяч лет, на проблематику «информации» всерьез стали обращать внимание лишь с начала XX века. При этом сложилась ситуация, когда часть ученых занималась и обращала внимание только на «знания», другая только на «информацию». То, что они жестко взаимосвязаны, мало кто фактически понимал и подчеркивал.

Нарастающий хаос в понятиях информации и знаний приводят к возникновению проблем в понимании этих определений и в противоречиях между ними. Здесь элинги/АСУЗ/БАНЗ могут серьезно помочь нормализации ситуации.

4. Интеллектуальный капитал. Знания всегда играли большую роль в жизни человечества, но сейчас их значение неизмеримо возросло. Это связано, в первую очередь, с тем, что мир переходит на новый этап своего развития, базу которого составляет экономика, основанная на знаниях, – «экономика знаний». Ее отличительная особенность состоит в том, что знания играют в ней решающую роль, а их производство является источником роста экономики. По мнению одного из основоположников концепции интеллектуального капитала Т.Стюарта, «интеллектуальный капитал – это интеллектуальный материал, включающий в себя знания, опыт, информацию, интеллектуальную собственность и участвующий в создании ценностей». Он становится основным ресурсом организации, определяющим ее конкурентоспособность и способность к развитию.

Вот здесь элинги/АСУЗ/БАНЗ могут обеспечить серьезный вклад в ближайшие десятилетия в рост капитализации предприятий на десятки и сотни процентов.

5. Расширение требований к менеджменту знаний. Знания и связанные с ними нематериальные активы стали рассматривать как один из главных активов организации, как фактор, облегчающий приспособление к постоянным изменениям рынка, внедрение инноваций. Это касается как частного, так и для государственного сектора. Приобретение и распространение новых знаний легче организовать на крупных предприятиях. Однако методология менеджмента знаний

пригодна и для внедрения именно на малых и средних предприятиях. Число стандартов и нормативных документов по менеджменту знаний быстро растет в последние 15 лет и счет пошел уже чуть ли не на десятки. Это обязывает работников предприятий и организаций все быстрее осваивать новые знания и продвигаться в своей работе вперед и вперед.

Вот здесь элинги/АСУЗ/БАНЗ могут оказать решающую роль в ближайших десятилетиях в росте производительности труда.

6. Восприятие знаний в разных культурах. В чем именно состоит знание? Этот вопрос был и остается дискуссионным, но мы все равно будем формулировать некоторые определенные подходы к его описанию. Только вот еще люди на Земле имеют разные взгляды на знания с точки зрения разных культур. Считается, что их основных – четыре – западная (Россия к западному относится), индийская, китайская, на основе буддизма.

Все приведенные подходы – западный (с верой как основным элементом), индийская философия (с источниками знаний) и китайская философия (с поиском пути познания) – по-разному рассматривают одну проблему: западный – что мы знаем, китайский – как мы познаем и индийский – откуда мы знаем. Буддийский взгляд на мир включает в себя все три подхода упомянутых культур.

Это очень важный момент – понимание, как воспринимают окружающий мир и природу люди разных национальностей и менталитетов. Оказывается, что даже в одном и том же текстовом изложении содержится разный смысл, который и фиксировать надо по-разному. Неучет этого приводит к тому, что знания у одних групп населения на Земле не воспринимаются другими группами населения и не используются, независимо от их практической полезности. Между разными группами населения могут возникать искусственные противоречия. И с течением времени уже накопленные знания определенными группами населения в течение столетий, могут исчезать и не восприниматься более поздними поколениями людей. Тут тоже элинги/АСУЗ/БАНЗ могут оказать очень большую помощь, если не сказать – определяющую.

7. Проблема цифрового наследия. Объемы электронной информации уже сегодня значительно превысили объемы информации на аналоговых носителях и продолжают лавинообразно увеличиваться в силу расширения и усложнения коммуникаций, повсеместного распространения и использования технических средств, развития способов производства, распространения и хранения цифровой информации. Одна из больших частей этого гигантского объема получила название «цифрового наследия».

В будущем и мы и наши потомки вместо целостной картины прошлого рискуем получить неупорядоченный, «лоскутный» набор информа-

ционных ресурсов. Вот почему целый ряд известных мировых деятелей называют наступающее время «темным информационным веком», описывая его в терминах «цифровой альцгеймер», «цифровая амнезия» и т.д. Вот в этой проблематике элинги/АСУЗ/БАНЗ немногим могут помочь.

## **Разработка системы автоматического распознавания дактильных знаков с применением технологии дополненной реальности**

***Васильева Любовь Алексеевна***

*Нижегородский государственный технический  
университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)*

Распознавание языка жестов является одной из основных проблем в современном мире. Мировые исследования автоматического распознавания жестов включают в себя такие области, как распознавание образов, компьютерное зрение и т.д. Несмотря на сложность визуального анализа, жесты рассматриваются как очень важная функция во многих практических интерактивных приложениях для взаимодействия человек-компьютер.

Согласно статистике Всемирной организации здравоохранения в мире 360 миллионов человек страдают от инвалидизирующей потери слуха, из них 32 миллиона детей – что составляет более 5% от 7 млрд. человек от общего числа населения.

Дактилология – это форма общения, использующая дактильную азбуку, с помощью которой транслируются движения пальцев рук в орфографическую форму. Существуют значительные различия между жестовым языком и пальцевым алфавитом.

В 2013 году компания OcuSpec начала продажи датчика захвата движения рук Leap Motion. Благодаря разработке появились новые возможности применения дополненной реальности при распознавании языка жестов.

Сенсор захвата движений Leap Motion предназначен для детектирования и трекинга положения рук в пространстве с высокой детализацией, вплоть до координат отдельных фаланг. Сенсор представляет собой портативное устройство размером 80x30x10 мм, включающее две ИК камеры и ИК подсветку. Результатом трекинга является скелетная модель руки в виде пространственных координат всех узлов с погрешностью от 25 до 60 мм, в зависимости от положения руки.

В качестве входных данных для системы автоматического распознавания дактильных знаков используется видеопоток с контроллера и координаты положения кистей. На выходе формируются результаты распознавания, дополненные текстовыми сообщениями, и индивидуальная статистика о количестве успешно распознанных знаков. Основные процессы системы осуществляются на основе базы знаний и таймера, используемого при вводе данных, с участием пользователя.

Система автоматического распознавания дактильных знаков принимает решения по изменению эталонной дактилемы в базе знаний в случае неверного воспроизведения знака в течении 3 раз. Каждый жест характеризуется набором координат, необходимых для дальнейшего сопоставления. Процент отклонения от эталонных координат может изменяться от попытки к попытке, но быть не менее 50% для перехода к следующему знаку.

Пользователь в процессе изучения дактильной азбуки показывает положение кистей рук, которые распознаются контроллером. Система автоматического распознавания дактильных знаков анализирует показанные положения кистей рук на основе определенных правил дактилем. Данные, распознанные контроллером как фон для дактиля и текущая, эталонная дактилема, статистика, текстовые сообщения отображаются пользователю.

Разработанный продукт возможно использовать в рамках социальной сферы, в частности, социальной работы. Основные группы потребителей могут составить: специализированные учреждения социальной сферы; здоровые люди, желающие обучиться дактильной азбуке; слабослышащие и глухонемые люди.

Работа выполнена за счет средств гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор № 13954ГУ/2019 от 24.04.2019 г.).

#### *Литература:*

1. Дорощев Н.С., Розалиев В.Л., Орлова Ю.А., Солошенко А.Н. Система распознавания дактильных жестов русского языка глухих // Известия ВолГТУ. 2013. № 14 (117). С. 42–45.
2. Зайцева Г.Л. Жестовая речь. Дактилология: учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2015 г. – 192 с.
3. Azuma R. A Survey of Augmented Reality Presence: Teleoperators and Virtual Environments, pp. 355–385, August 1997.

### **Разработка интеллектуальной системы обработки естественного языка с использованием облачного сервиса**

***Бурова Анжела Григорьевна***

*Нижегородский государственный технический  
университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)*

Основная глобальная задача – осуществить автоматическое преобразование текста в речь с разными голосами (в диалогах и повествовании), с разной эмоциональной окраской, с наличием осмысленных пауз в тексте, с увеличением и уменьшением громкости в нужные моменты времени и с другими особенностями речи.

Задача синтеза текста в речь решается с помощью облачного сервиса Google Text-to-Speech и созданием нейронной сети, необхо-

димой для разметки текста нужным образом, подготовки данных для обучения и преобразования псевдо-разметки в SSML-формат.

При этом применяется подход word embedding, основанный на идее использования плотного распределенного представления для каждого слова, на практике подход реализован с помощью word2vec.

Word2vec – технология, разработанная компаниями Google, для нахождения семантических связей между словами.

Исходный текст преобразуется в векторы, которые подаются на нейронную сеть. На выходе истинным значением будут также векторы, которые получены из того же текста, который, в свою очередь, получен после разметки. Затем полученный текст подается на функцию, которая преобразует псевдо-разметку в SSML-формат.

В поставленной задаче на входе и на выходе нейронной сети должен быть один и тот же текст, с некоторыми различиями. Исходя из этого утверждения, можно сделать вывод, что сети с классификацией и регрессией не подходят, в данном случае наиболее подходящая сеть – автоэнкодер со сверточными слоями.

Отличительная особенность автоэнкодера – количество нейронов на входе и на выходе совпадает.

Google Cloud Text-to-Speech API также предлагает группу голосов, генерируемых с использованием модели WaveNet, той же технологии, которая используется для создания речи для Google Assistant, Google Search и Translate. Эта технология представляет новый способ создания синтетической речи и позволит решить поставленную задачу в рамках разрабатываемой системы, которая соответствует субтехнологии «Компьютерное зрение» сквозной цифровой технологии «Искусственный интеллект» федерального проекта «Цифровые технологии».

#### *Литература:*

1. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика : учеб. пособие / Большакова Е.И., Клышинский Э.С., Ландэ Д.В., Носков А.А., Пескова О.В., Ягунова Е.В. – М.: МИЭМ, 2011. – 272 с.
2. A Simple Introduction to Natural Language Processing [Электронный ресурс]. – URL: <https://becominghuman.ai/a-simple-introduction-to-natural-language-processing-ea66a1747b32?gi=d470ce500ea8>. Дата обращения: 31.01.2020.

## **Автоматизированное определение характеристик лесных насаждений с применением нейронной сети глубокого обучения**

*Хуснетдинов Дмитрий Радикович*

*Терехов Валерий Игоревич*

*Ерошенкова Дарья Андреевна*

*Чумаченко Сергей Иванович*

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

В последнее время идёт интенсивное развитие различных беспилотных аппаратов (роботов, автомобилей, летательных и подводных аппаратов и т.д.), предназначенных для автоматизации рабочих процессов человеческой деятельности. Их применение исключает человеческий фактор, повышает производительность, а также наиболее эффективно решает поставленные задачи. Беспилотные аппараты уже применяются в таких сферах как: транспортировка грузов, медицина, сельское хозяйство, строительство, связь, вооружения, мониторинг объектов и т.д.

В некоторых случаях на беспилотные аппараты устанавливают лидарные системы (Light Detection and Ranging – LiDAR) [1], которые используются для автоматического построения трёхмерной карты (сцены) окружающего пространства и пространственной ориентации аппарата. Такие системы генерируют огромные массивы данных, которые можно использовать не только для визуализации получаемого изображения, но и для анализа расположенных на изображении отдельных объектов, например, с помощью методов машинного обучения [2, 3].

Используя данный подход, можно усовершенствовать уже работающие решения, а также разработать более эффективные способы решения существующих проблем в различных областях. Исходя из этого, в работе рассматривается способ, который будет определять породный состав, запас насаждений и другие показатели лесных насаждений, используя методы машинного обучения на основе лидарных данных.

Данное направление чрезвычайно актуально, так как на сегодняшний день применение беспилотных аппаратов становится наиболее востребовано в лесном хозяйстве [4]. Это связано в первую очередь с тем, что беспилотный летательный аппарат (БПЛА) с установленной на нём системой LiDAR совершает дальние полёты для съёмки труднодоступных участков леса, производит мониторинг территорий большой площади, а также в короткие сроки получает данные о характеристиках лесных насаждений. С помощью анализа полученных данных различными методами, в том числе методами машинного обучения, можно оценить динамику развития лесного фонда изучаемой местности.



Проведенный анализ известных подходов и способов по инвентаризации лесов и их реализаций показал отсутствие приемлемых, с точки зрения качества, готовых решений [5]. В связи с этим, для решения данной проблемы необходимо разработать собственный способ, основанный на данных съёмки БПЛА, систем LiDAR и применения глубокого обучения, реализованного с помощью нейронной сети, как одного из методов машинного обучения. Для этого предлагается следующий алгоритм работы:

1. Совместить данные LiDAR и данные «плотного облака» [6], представляющего собой разновидность плана местности на точной геодезической основе;
2. Сегментация крон деревьев на совмещённых снимках. Сегментация крон означает, что каждая точка на снимке должна принадлежать определённому дереву, если это точка действительно является точкой дерева, т.к. на снимках могут быть и другие объекты. Таким образом, необходимо решить задачу сегментации;
3. После сегментации крон деревьев, необходимо найти диаметр крон. Посчитав диаметр крон по известным зависимостям [7], можно определить диаметр ствола. Данный показатель является определяющим при анализе древостоев изучаемой местности;
4. Обобщая результаты пунктов 1–3 можно определить такие характеристики лесных насаждений, как: преобладающая порода, породный состав на изучаемой территории, высота древостоев, диаметр кроны и диаметр ствола. Значения этих показателей могут быть использованы для расчета запаса насаждений и полноты на заданной территории.

В результате, в работе предложен способ для автоматизированного определения породного состава, запаса и других характеристик лесных насаждений. Он включает в себя съёмку с БПЛА с установленной на нём системой LiDAR и применением нейронной сети глубокого обучения для обработки полученных массивов данных. Описан порядок работы и алгоритм решения данной проблемы. Показано, что предложенный в работе способ является перспективной, но непростой научно-технической задачей.

#### *Литература:*

1. *Weitkamp C.* (ed.). Lidar: range-resolved optical remote sensing of the atmosphere. – Springer Science & Business, 2006. – Т. 102.
2. *Weiss U.* et al. Plant species classification using a 3D LIDAR sensor and machine learning // 2010 Ninth International Conference on Machine Learning and Applications. – IEEE, 2010. – С. 339–345.
3. *Chernenkiy, V., Gapanyuk, Y., Revunkov, G., Kaganov, Y., & Fedorenko, Y.* (2018, August). Metagraph Approach as a Data Model for Cognitive Architecture. In *Biologically Inspired Cognitive Architectures Meeting* (pp. 50–55). Springer, Cham.
4. *Banu T.P., Borlea G.F., Banu C.* The use of drones in forestry // *Journal of Environmental Science and Engineering B.* – 2016. – Т. 5. – № . 11. – С. 557–562.

5. *Hyypä J. et al.* Review of methods of small footprint airborne laser scanning for extract-ing forest inventory data in boreal forests // *International Journal of Remote Sensing*. – 2008. – Т. 29. – № 5. – С. 1339–1366.
6. *Thrower N.J. W., Jensen J.R.* The orthophoto and orthophotomap: characteristics, devel-opment and application // *The American Cartographer*. – 1976. – Т. 3. – № 1. – С. 39–56.
7. *Chumachenko S.I. et al.* Simulation modelling of long-term stand dynamics at different scenarios of forest management for coniferous–broad-leaved forests // *Ecological Model-ing*. – 2003. – Т. 170. – № 2–3. – С. 345–361.

## **Распознавание вида и стадии роста сорняковых растений с помощью сверточной нейронной сети**

*Забелина Варвара Александровна*

*Савченко Григорий Александрович*

*Терехов Валерий Игоревич*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

В современных условиях быстрыми темпами развивается органическое сельское хозяйство – такая форма ведения сельского хозяйства, в рамках которой происходит сознательная минимизация использования синтетических удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений и кормовых добавок. Считается, что органическое сельское хозяйство предполагает в долгосрочной перспективе поддерживать здоровье как конкретных объектов, с которым имеет дело (растений, животных, почвы, человека), так и всей планеты [1]. Для увеличения урожайности, обеспечения культурных растений элементами минерального питания, борьбы с вредителями и сорняками используются агрономические, биологические и механические методы.

В работе решается задача механической борьбы с сорняками в средних фермерских хозяйствах. В таких хозяйствах сорняки приводят к снижению урожайности и ухудшению качества сельскохозяйственной продукции, а их уничтожение требует серьезных материальных затрат и физических усилий.

Идея решения задачи состоит в том, чтобы специальная машина с помощью видеокамеры позиционировала и определяла сорняк, его стадию роста, после чего механически выкорчевывала. Важно определять стадию роста растения, т.к. многие сорняки имеют разную длину корня в разный период вегетации.

Камера по распознаванию сорняков передает изображение на обучающую модель. Модель построена на основе архитектуры Convolutional Neural Network, состоящей из 6 слоев [2]. Обучение проводилось на выбор-

ке, собранной Орхусским университетом (Aarhus Universitet, [www.au.dk](http://www.au.dk)) и университетом Южной Дании и представляющей собой около 3000 изображений, состоящих из 12 видов сорняковых растений Европы [3, 4]. Выборка была предварительно разбита на периоды вегетации сорняков – от 3 до 4 периодов для каждого вида, с их последующей разметкой.

Обучение нейронных сетей проводилось с использованием надстройки над TensorFlow открытой библиотеке на Python – Keras. Для каждого вида сорняка была подобрана и создана модель, показывающая наилучший результат. После чего все обученные модели были собраны в единую Модель [5–8].

Результатом проведенного исследования стала Модель, достигающая 82% точности распознавания. По получаемому с видеорекамеры изображению модель определяет тип сорняка и его период вегетации.

Проведенная работа показала, что для некоторых видов сорняков было сложно добиться высокой точности распознавания. Это было связано с тем, что количество изображений конкретного сорняка и его периода вегетации было недостаточным. Исходя из этого направление дальнейшей работы лежит в области повышения точности распознавания (92–95%) и, следовательно, увеличения выборки сорняковых растений отражающей их периоды вегетации не только европейской части, но и других регионов России.

*Литература:*

1. International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) – <https://www.ifoam.bio/en/what-we-do>
2. Сверточная нейронная сеть, часть 1: структура, топология, функции активации и обучающее множество <https://habr.com/ru/post/348000/>
3. Plant Seedlings Dataset <https://vision.eng.au.dk/plant-seedlings-dataset/>
4. Giselsson T.M. et al. A public image database for benchmark of plant seedling classification algorithms //arXiv preprint arXiv:1711.05458. – 2017.
5. Weiss U. et al. Plant species classification using a 3D LIDAR sensor and machine learning //2010 Ninth International Conference on Machine Learning and Applications. – IEEE, 2010. – С. 339–345.
6. Liu S., Deng W. Very deep convolutional neural network based image classification using small training sample size //2015 3rd IAPR Asian conference on pattern recognition (ACPR). – IEEE, 2015. – С. 730–734.
7. Howard A.G. Some improvements on deep convolutional neural network based image classification //arXiv preprint arXiv:1312.5402. – 2013.
8. Ciresan D.C. et al. Flexible, high performance convolutional neural networks for image classification //Twenty-Second International Joint Conference on Artificial Intelligence. – 2011.

## **Реализация нейронной сети хопфилда на языке PYTHON 3**

**Гапанюк Юрий Евгеньевич  
Белоусов Евгений Александрович**

**Попов Илья Андреевич**

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Архитектура нейронной сети Хопфилда была предложена в 1982 году американским ученым Джеймсом Хопфилдом [1]. В современном понимании, сеть Хопфилда сложно назвать нейронной сетью. По сути, нейронная сеть Хопфилда – это набор матричных преобразований, позволяющий отнести любой образ к одному из эталонных.

Для применения сети Хопфилда данные необходимо преобразовать в бинарный вектор. Вместо принятых в программировании 1 (True) и 0 (False) в нейронных сетях Хопфилда используются 1 и -1. Из-за аналогии со спинами электронов, эти значения иногда называют «спинами».

Нейронные сети Хопфилда отличаются от остальных нейронных сетей простотой реализации и обучения. В отличие от перцептронов, обучение сети Хопфилда проходит за один цикл.

Основное применение сети Хопфилда нашли в распознавании зашумленных изображений. Это связано с тем, что при обучении сеть Хопфилда запоминает набор устойчивых образов, а при распознавании пытается сопоставить распознаваемый объект с одним из образов, в предположении что объект является зашумленной версией одного из образов.

Но область применения сетей Хопфилда намного шире. Ведь устойчивый образ можно трактовать как аттрактор в произвольном пространстве состояний. В работе В.Л. Введенского и А.А. Ежова [2] показано, как можно просмотреть состояние сети Хопфилда, варьируя порог пороговой функции. Основываясь на методике, предложенной в работе [2], можно проводить исследования сложных пространств состояний, содержащих аттракторы.

Необходимо отметить, что для успешной работы нейронной сети Хопфилда эталонные образы должны значительно различаться, так как в противном случае образуется новый сильный аттрактор, состоящий из элементов похожих эталонных образов. Подобные образы, похожие на несколько эталонных сразу, но не совпадающие в точности ни с одним из них, называются химерами.

Предложенная реализация сети Хопфилда на языке Python 3 позволяет производить эксперименты с изображениями на основе методики, рассмотренной в работе [2].

В рамках концепции гибридных интеллектуальных информационных систем (ГИИС), сеть Хопфилда может рассматриваться как

фрагмент модуля подсознания (МП) ГИИС [3]. Основной задачей МП является обеспечение взаимодействия ГИИС со «средой», или «выживание» ГИИС в среде. Поскольку среда может быть представлена в виде набора непрерывных сигналов, то в качестве методов обработки данных «подсознания» хорошо подходят методы, основанные на нейронных сетях. Одной из важных задач для МП является задача распознавания в «среде» зашумленных образов. Эта задача может быть успешно решена с помощью сетей Хопфилда.

*Литература:*

1. Hopfield J.J. Learning algorithms and probability distributions in feed-forward and feed-back networks. PNAS December 1, 1987 84 (23), pp. 8429–8433. <https://doi.org/10.1073/pnas.84.23.8429>
2. Введенский В.Л., Ежов А.А. Ритмы мозга и самовоспроизведение информации. Природа. 1990. № 4. С. 33–44.
3. Черненький В.М., Гапанюк Ю.Е., Ревунков Г.И., Терехов В.И., Каганов Ю.Т. Метаграфовый подход для описания гибридных интеллектуальных информационных систем. Прикладная информатика. 2017. № 3 (69). Том 12. С. 57–79.

### **Методика сравнительного анализа вариантов однородного моделирования структуры гетерогенной робототехнической системы управления**

*Павловский Игорь Станиславович*

*Институт проблем управления  
им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН)*

Перспективы развития интеллектуальных роботов предполагают создание многообразных по структуре и функциям робототехнических систем управления. Особо следует выделить класс систем управления, в которых гетерогенные связи между элементами зависят от свойств этих элементов, которые в свою очередь также могут быть гетерогенными.

Принципиальная особенность гетерогенной робототехнической системы управления (ГРТСУ) рассматриваемого класса гетерогенности заключается в возможности полного перестроения структуры таких систем управления. Вариантов подобных перестроений может быть достаточно большое количество. Заранее оценить системность (целостность) возможных вариантов систем управления достаточно сложно даже для небольшого количества элементов. Для больших систем сделать это практически невозможно. Это означает, что оценка целостности построенной системы управления должна проводиться «внутри» системы управления в режиме реального времени.

Необходимо отметить, что целостность проявляется в системе в возникновении у нее новых интегративных свойств, которые отсутствуют у ее элементов. При этом целостность системы обеспечивается существо-

ванием четких связей между элементами, сближение которых делает их совершенно необходимыми друг для друга в интересах системы [1]. В теории систем закономерность целостности рассматривается в тесной связи с закономерностью иерархичности, согласно которой наряду с первичностью системы как целого над ее элементами утверждается и принципиальная иерархическая организация системы [2].

Основная проблема оценки целостности на основе иерархической упорядоченности ее элементов заключается в построении единой системообразующей иерархической структуры, которая наиболее полно учитывает многообразие отношений между элементами в сложной системе.

При этом оценить возможно только такую структуру ГРТСУ, которая представлена однородными элементами и связями. Поэтому актуальной является задача поиска однородных элементов и связей для формирования однородной иерархической структуры ГРТСУ.

Для решения поставленной задачи с точки зрения системного подхода выбран системообразующий конструктивный элемент структуры ГРТСУ – элементарная система управления (ЭСУ). Путем интеграции ЭСУ возможно получить иерархическую структуру ГРТСУ.

В ходе исследований определений основных понятий из общей теории управления [3] выявлены концепты управления [4], которые составляют содержательную основу ЭСУ.

Так как по своей сути концептная модель ЭСУ представляет собой циклический граф, построить иерархическую структуру ГРТСУ на основе интеграции таких моделей не представляется возможным. Исходя из сказанного, поставленная задача сводится к преобразованию концептной модели ЭСУ в однородное представление.

Предложены автором и рассмотрены несколько вариантов решения данной задачи.

Для проведения сравнительного анализа предложенных вариантов использована методика структурно-топологического анализа [5]. Оцениваемыми показателями в данной методике являются: структурная избыточность, неравномерность распределения связей, структурная компактность, центральность структуры, обобщенный показатель.

Получены результаты оценки вариантов однородных моделей в соответствии с указанной методикой и предложен выбор предпочтительного варианта.

Однако в контексте интеграции однородных моделей ЭСУ в единую иерархическую структуру ГРТСУ наряду с оценкой модели каждого варианта ЭСУ следует оценивать интегративные свойства этих моделей. Для этого необходимо провести структурно-топологический анализ структур, которые образуются в результате интеграции моделей ЭСУ для каждого рассмотренного варианта.

*Литература:*

1. *Марков Ю.Г.* Функциональный подход в современном научном познании. Новосибирск: Наука, 1982. – 255 с.
2. *Садовский В.Н.* Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. – М.: Наука, 1974. – 280 с.
3. Теория управления. Терминология. Вып. 107. – М.: Наука, 1988. – 55 с.
4. *Павловский И.С.* Концептуальный подход к интеграции элементов систем управления междисциплинарной природы // Восьмая Всероссийская мультиконференция по проблемам управления. Материалы мультиконференции: в 3 т. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. Т.1. – С. 199–201.

**Нейронные сети, генетический  
алгоритм и целевые функции**

***Семикина Елена Викторовна  
Руденко Эдуард Михайлович  
Вартанов Юрий Андреевич  
Воробьев Евгений Павлович***

*Военная академия РВСН имени Петра Великого*

Рассматривается математический подход к расчету нейронных сетей с помощью генетического алгоритма [1]. Решение задач маршрутизации на графах, проведенный средствами минимизации целевой функции графа генетическим алгоритмом, приводит к построению маршрутов, проходящих через вершины и ребра. Целевые функции в этом случае могут быть построены на основе теоретико-числового подхода для широкого класса графов: Эйлеровы, Гамильтоновы, неориентированные, ориентированные, мультиграфы, псевдографы [2]. Замкнутые маршруты на Эйлеровых графах, проходящие по всем ребрам, целиком описывают геометрию графа и подобны структурам нейронных сетей с обратной связью. Разомкнутые маршруты на ориентированных графах описывают подграф, подобный графу нейронной сети прямого распространения. На пересечении маршрутов (перекрестках) по аналогии с нейронными сетями, в вершинах, располагаются нейроны. Ребра графа рассматриваются как связи между нейронами. В этом случае целевая функция, описывающая маршруты на графе, содержит информацию о структуре нейронной сети. В научной литературе существует несколько различных подходов к построению структуры нейронной сети с помощью генетического алгоритма [3], в которых описывается как граф нейронной сети напрямую зависит от кодирования аргументов целевой функции, способа скрещивания, мутации и отбора особей-аргументов [4, 5]. При обучении нейронной сети предполагается, что ее структура известна, а находятся только весовые коэффициенты связей (ребер) между нейронами и смещения функций активации в них. Целевая функ-

ция нейронной сети для определения ее структуры не только представляет собой величину отклонения отзвучиваний нейронной сети на обучающих выборках от заданных значений, но и информацию о маршрутах по сети от входных нейронов до нейронов выхода и другие данные [6]. Таким образом, построение структуры сети с помощью генетического алгоритма граф должен наращиваться из исходного набора входных и выходных нейронов путем добавления промежуточных нейронов и связей между ними. Если предположить, что задан шаблон, представляющий собой, например, прямоугольную матрицу, на пересечении столбцов и строк которой могут находиться нейроны искомой сети, то входные нейроны расположены в левом (нулевом) столбце, а выходные – в последнем столбце. Количество элементов в столбце шаблона может быть выбрано на основе теорем Колмогорова–Арнольда [7, 8, 9]. Целевая функция нейронной сети в шаблоне строит подграф искомой нейронной сети и проверяет выполнение отклонения отзвучиваний нейронной сети на обучающих выборках от заданных значений. Подграф нейронной сети может представлять собой структуру, в которой отсутствует традиционное выделение слоев нейронов, а нейроны связаны ребрами, которые могут соединять между собой нейроны в разных столбцах матрицы (шаблона). Построенная сеть является минимальным ориентированным подграфом в данном шаблоне и обеспечивает заданное значение отклонения значения целевой функции от нуля, то есть точность ее сходимости. Из общей теории математической логики и теоремы Геделя [10] известно, что любая замкнутая в себе теория, нейронных сетей в том числе, не может сама себя объяснить, и поэтому нужны более общие теории, которые на это способны. Например, этими теориями могут стать теория графов, кодирования и генетический алгоритм. Таким образом проблема объяснения работы нейронной сети может стать более «прозрачной» при использовании генетического подхода.

#### *Литература:*

1. Дьяконов В.П. Инструменты биоинформатики и искусственного интеллекта. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6 / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов – МОСКВА: Солон-Пресс, 2005. – 456 с.
2. Руденко Э.М. Сравнительный анализ эффективности генетических алгоритмов маршрутизации полета с учетом их различной вычислительной трудоемкости и многокритериальности решаемых задач / Э.М. Руденко, Д.А. Михайлин, Н.В. Аллилуева // Труды Московского авиационного института / Электр. Журнал. – Выпуск – № 98. – 2018. Режим доступа: <http://trudymai.ru>.
3. Аксенов С.В. Организация и использование нейронных сетей (методы и технологии) / С.В. Аксенов, В.Б. Новосельцев // Под общ. ред. В.Б. Новосельцева. – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. – 128 с.
4. Akinin M.N., Konkin Y.V., Niriforov M.B. Using Kitano's grammar encoding for finding optimfl multilayer artificial neural network without



- feedback in image processing problems//Science and Education: Materials of the III International research and practice conference (vol. I) – 2013.
5. *Аллилуева Н.В.* Маршрутизация на графе, теоретико-числовые целевые функции и генетический алгоритм / Э.М. Руденко, Е.В. Семикина // Журнал «Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли», № 6, Ноябрь – Декабрь 2019, с. 4–14.
  6. *Hinton E., Drew van Camp.* Keeping Neural Network Simple by a Minimizing the Description Length of the Weights, 1993/ (<http://w.w.w.cs.uturonto.cf/drew/colt93.ps>).
  7. *Арнольд В.И.* О представлении непрерывных функций нескольких переменных в виде суперпозиции функции меньшего числа переменных / В.И. Арнольд // Мат. Просвещение. – № 19. – 1957. – С. 41–61.
  8. *Колмогоров А.Н.* О представлении непрерывных функций нескольких переменных в виде суперпозиции непрерывных функций одного переменного / А.Н. Колмогоров // Докл. АН СССР. – Т. 114. – № 5. – 1957. – С. 953–956.
  9. *Шибзухов З.М.* Некоторые вопросы теоретической нейроинформатики / З.М. Шибзухов // XIII Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2011»: Лекции по нейроинформатике. – МОСКВА: НИЯУ МИФИ, 2010. – 272 с.
  10. *Успенский В.А.* Теорема Геделя о неполноте. – МОСКВА: Физматлит, 1982. – 111 с.

## **К вопросу об инфографике как виде коммуникационного дизайна**

***Ефименко Светлана Михайловна***  
*Московский институт стали и сплавов*  
*(национальный исследовательский*  
*технологический университет)*  
*(НИТУ МИСЦ)*

В настоящее время язык визуального мышления во многом изменил все виды искусства. Коммуникационный дизайн реализует при проектировании множество систем и объектов: знаков/визуальных комплексов, идентификаций (создание фирменных стилей), рекламных объявлений, плакатов, макетов журналов, упаковок, инфографики и т.д.

Процесс развития дизайна визуальных коммуникаций привел к созданию визуальных текстов как основы общения. Визуальный текст – это любой объект, зрительно воспринимаемый и понимаемый как некая знаковая система (символ, изображение, этикетка, фирменный стиль и т.д.).

Визуальная коммуникация, подобно всякой другой, осуществляется посредством языка, в котором существует текст как единичное сообщение. Задача коммуникационного дизайна – проектирование визуальных коммуникаций и проектирование самого визуального языка.

Коммуникационный дизайн развивается параллельно со всеми направлениями в искусстве, поэтому его язык соответствует их художественному языку. Его виды классифицируются в соответствии с объектами проектирования: промышленная графика – товарные и фирменные знаки, этикетки, упаковка и пр.; рекламная графика – различные рекламные сообщения, плакаты, каталоги, буклеты и пр.; идентификация – логотип, шрифт, цветовая гамма, фирменный блок, документация фирмы, средства транспорта, стилистика интерьеров и пр.; средства визуальной коммуникации – визуальные знаки и символы, пиктограммы, витрины, выставки и пр.; инфографика, анимация, web-дизайн и пр. Это при том, что компьютерная графика как инструмент присутствует во всех видах графического дизайна.

Коммуникационный дизайн – это, прежде всего, особая форма эстетического и творческого мышления. Стремление к совершенству подвигает специалистов-дизайнеров на постоянное обновление образного языка. Например, использование инфографики для наполнения контента позволяет эффективно и просто донести до потенциальных покупателей информацию о бренде и повысить его узнаваемость.

Что такое коммуникационный дизайн? Всё, что уже создано, – продукт дизайна; то, что мы ежедневно наблюдаем, – это дизайн; то, как мы с этим взаимодействуем и где мы это видим, – технологии; то, как мы это воспринимаем, насколько точно и быстро, – коммуникации.

Таким образом, визуальные коммуникации – это наглядность, в которой сложное становится доступным для быстрого и точного понимания. Например, на производстве – инструкция по безопасности может стать более наглядной.

Визуальные коммуникации – это изображения, в которых есть одно конкретное сообщение и оно бьёт прямо в цель. Например, логотипы, в конечном счете, также являются визуальными коммуникациями.

Глобальный принцип коммуникационного дизайна – эффективная передача сообщения, поэтому основными трендами в коммуникационном дизайне сегодня являются 3D, веб-анимация и видеографика – это то, что сейчас может повлиять на развитие любого бренда. В связи с этим, нам интересна разработка инфографики с использованием дополненной реальности: мы наводим смартфон на метки и видим на экране факты о бренде в изображениях.

Считаем, что немаловажную роль в подготовке будущих профессионалов-дизайнеров, играет поиск индивидуальных идей и подходов в образовании. Это позволит сформировать конкурентоспособных специалистов в области коммуникационного дизайна, готовых к расширению сферы визуальной коммуникации и определению развития ее средств, координации своей творческой деятельности с представителями других

профессий, созданию разнообразных систем и средств визуальной коммуникации, творчески мобильных, с широким кругозором и высоким профессиональным уровнем.

*Литература:*

1. Дворцова Д. Профессия будущего: как коммуникационный дизайн меняет наше представление о контенте. – URL: <https://heroine.ru/professiya-budushhego-kak-graficheskij-dizajn-menyaet-nashe-predstavlenie-o-kontente/> (дата обращения: 23.01.2020).
2. Лесняк В. Графический дизайн (основы профессии). – М. : ИндексМаркет, 2011. – 416 с.

### **Об особенностях интерпретации грамматических моделей при формировании терм-документной матрицы**

*Мелихов Александр Александрович*

*ООО «Новые Облачные Технологии»*

Терм-документные матрицы применяются при решении широкого спектра задач автоматизированной обработки текста – от формирования поискового индекса до кластеризации документов. При этом, определённая сложность возникает при выборе алгоритма для извлечения термов. Для полнотекстового поиска среди небольшого числа документов достаточно автоматизированного текстового процессора (АТП), в котором реализован алгоритм определения границ предложений (в англоязычной литературе встречается термин SBD – Sentence Boundary Disambiguation) и простой токенизатор на основе регулярных выражений. В случае, когда необходимо извлечение семантики, требуется более совершенный АТП, позволяющий извлекать из документа синтаксически-связанные единицы (фразовые структуры либо цепочки термов, для которых определены бинарные отношения на основе универсальных зависимостей)[1]. Ранее [2] был предложен подход к формированию терм-документной матрицы с учётом употребления контекста знаков. При практической реализации данного подхода возникает проблема интерпретации исходных данных ввиду различных особенностей синтаксических анализаторов (СА).

В настоящий момент наиболее часто используются СА на основе Универсальных Зависимостей (Universal Dependencies – UD) и грамматики составляющих (как правило, фразовых структур)[3]. Для СА первого типа характерными особенностями являются: 1) отсутствие в базовой модели учёта позиции элемента, что резко усложняет контроль проективности получаемых структур; 2) сложность группировки элементов – для записи требуются два отношения – «объект1-союз «и

«объект2-союз». Для СА второго типа характерны: 1) рекурсивность, из-за которой при анализе конструкций разного уровня возникает дублирование элементов; 2) требование проективности; 3) проблема референции элементов, для которых анализатор не может определить связь (в грамматике зависимостей отношения бинарные, поэтому вероятность того, что элемент не «повиснет в воздухе» значительно ниже). К особенностям СА, характерным для конкретной реализации, можно отнести: 1) различия в синтаксисе описания деревьев; 2) несоответствие тэгов для типов элементов и их свойств.

Учёт контекста знаков при формировании терм-документной матрицы является существенным шагом к снижению её размерности. При этом, реализация рассмотренного подхода ведёт за собой сложности, связанные с особенностями исходной грамматической модели и практической реализацией грамматического анализатора. Рассмотренные проблемы преодолимы, однако разработка универсальных методов формирования терм-документной матрицы требует дальнейших исследований в данной области.

*Литература:*

1. Мелихов А.А. Совместное применение грамматик с фразовой структурой и грамматик зависимостей в системах автоматизированного анализа естественного языка // XV Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М: МГППУ, 2017. С. 50–51.
2. Мелихов А.А. Разработка подхода к формированию терм-документной матрицы с учётом контекста употребления знаков // XVII Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М: МГППУ, 2019. С. 166–167.

**Применение нейросетевых технологий  
при построении учебно-тренировочных средств  
подготовки операторов систем специального назначения**

***Алексеев Владимир Витальевич***

*Тамбовский государственный  
технический университет (ТГТУ)*

***Краюхин Сергей Борисович***

***Вагин Виталий Валерьевич***

***Кастерин Дмитрий Александрович***

Активная работа оборонного промышленного комплекса по совершенствованию и созданию различных систем и комплексов вооружения порождает необходимость в приобретении у операторов новых профессиональных компетенций.

Одним из наиболее эффективных способов, позволяющих приобрести необходимые компетенции в эксплуатации систем специального назначения (далее – ССН), является применение мультимедийных учебно-тренировочных средств (далее – УТС).

Применение этой информационной технологии предусматривает использование комплекса систем моделирования и симуляции в сочетании с программными и физическими компонентами.

Рабочее место оператора в мультимедийном УТС обычно представляет собой копию реального пульта управления и содержит ручки управления, приборы, шкалы и т.д. Моделирующий комплекс включает математическую модель процесса и управляет реакцией системы на действия оператора [1].

Тренировки в условиях «виртуальной реальности» становятся необходимым дополнением к практике работы на реальном оборудовании в учебной и боевой обстановке.

Использование в этих устройствах виртуальных моделей – оборудования, технологических процессов, рабочих ситуаций – обеспечивает возможность многократных репетиций без привлечения реального оборудования, что экономит его ресурсы и исключает риск нарушения норм промышленной безопасности и возникновения техногенных угроз. Персонал, проходящий обучение и повышающий квалификацию с помощью мультимедийных УТС, достигает должного уровня знаний и умений в более сжатые сроки.

Эффективность мультимедийных УТС, применяемых в процессе освоения операторами ССН очевидна, однако считаем перспективным совершенствование используемых на данный момент программных и аппаратных компонентов путём внедрения нейросетевых технологий.

Отличительной особенностью нейросетевых технологий является способность решения задач благодаря специально подобранным примерам, на основе которых происходит освоение без использования заранее разработанных алгоритмов.

Освоение подразумевает корректировку весов связей, в результате которой каждое входное воздействие приводит к формированию соответствующего выходного сигнала. После обучения сеть может применять полученные навыки к новым выходным сигналам [2].

Подобная технология значительным образом меняет процесс освоения операторами новых компетенций. Учебно-тренировочное средство, основанное на нейросетевых технологиях, позволит сформировать необходимые условия, в которых оператор будет принимать решения в зависимости от меняющейся учебной обстановки, которая в свою очередь будет создаваться не на основе запрограммированных алгоритмов, а непосредственно от особенностей действий пользователя.

Как пример, внедрение нейросетевых технологий в УТС применения наземного модуля радиоэлектронного подавления позволит совершенствовать процесс освоения навыков в поиске, сопровождении, определении характеристик и подавлении целей. Причём вне зависимости от поставленных вариантов задач, УТС самостоятельно будет моделировать дополнительные условия работы и учебные задачи (появление новых целей, создание внештатных ситуаций, создание помех противнику и т.п.)

Таким образом, прогнозируемая эффективность применения учебно-тренировочных средств на основе нейросетевых технологий высока, следовательно, их перспектива внедрения в процессе освоения сложных систем операторами остаётся актуальной.

*Литература:*

1. *Алексеев В.В.* Анализ возможностей информационных технологий для построения средств освоения сложных интеллектуальных систем. / В.В. Алексеев. // Воронеж : Изд-во ВГУ .– 2017. – С.5–6 .

**Разработка программного обеспечения  
системы планирования и управления работой  
целевой аппаратуры космического аппарата  
на основе языка RADICAL**

*Пирогов Михаил Викторович  
Рождков Владимир Вадимович  
Губанов Андрей Андреевич  
НПО им. С.А. Лавочкина*

Радикальное моделирование (PM), язык RADICAL направлены на интеллектуализацию сложных систем (СС). Основное понятие PM – понятие радикала, системы с двумя типами состояний. Активный радикал функционирует согласно своему назначению, а пассивный – нет, он «выключен». Цель интеллектуализации – обеспечение информационно-системной безопасности (ИСБ) СС на основе формализации и применения программно-технических средств (ПТС). Имеются две стороны безопасности – информационная и системная. Последняя требует учета всех последствий решения задач и устранения возможных конфликтов. В СС широко применяются ПТС, что не только дает выгоды, но и порождает недопустимые для ИСБ СС проблемы. Для СС, рассматриваемых как автоматизированные системы (АС), характерны такие виды обеспечения, как математическое, программное, техническое, информационное и др. Космические системы (КС) являются сложными АС. Одной из важнейших задач КС является съемка объектов, расположенных на поверхности Земли. Рассмотрена задача разработки программного обеспечения системы планирования и управления работой целевой аппаратуры космического аппарата на основе языка RADICAL.

## **Исследовательский стенд для изучения работы генетического алгоритма при решении оптимизационных задач**

*Писарчук Надежда Александровна*

*Румянцев Олег Константинович*

*Кротов Юрий Николаевич*

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Исследовательский стенд для изучения работы генетического алгоритма при решении оптимизационной задачи нахождения кратчайшего пути для информационного пакета в компьютерной сети

В работе рассматривается программная реализация исследовательского стенда для изучения работы генетического алгоритма (ГА), который может быть использован для лабораторной работы, выполняемой студентами МГТУ им. Н.Э. Баумана специальности (09.03.01) – Информатика и вычислительная техника по курсу: «Методы поддержки принятия решений».

Формулировка исходной задачи: сформулировать задачу и описать исходные данные в терминах ГА; разработать программу, которая осуществляет поиск кратчайшего пути для информационного пакета (сообщения) в компьютерной сети с помощью ГА; при проведении серии экспериментов (не меньше 10) по исследованию работы ГА программа должна позволять пользователю задавать топологию сети (пропускные способности каналов связи), содержащей не менее 100 компьютеров (серверов), а также указывать компьютер-отправитель и компьютер-получатель.

Описание задачи в терминах генетического алгоритма: при решении задачи нахождения кратчайшего пути для информационного пакета с помощью ГА переменные – номера компьютеров, характеризующие решение, представлены в виде генов в хромосоме. Каждая хромосома – это один из вариантов решения задачи. Набор хромосом представляет собой популяцию. Процессом решения задачи является переход от одного поколения к другому. Причём поколение – это переход от одной популяции к другой путём различных модификаций. Новые решения позиционируются в популяции в соответствии с их положением на поверхности целевой функции.

Компьютерная сеть задана в виде матрицы пропускных способностей каналов связи между компьютерами. Для того чтобы в решении могли быть пути, например, только с одним компьютером, сделаем пропускную способность компьютера самому себе бесконечной, записав на диагонали матрицы значение равное 99999999.

Цель исследовательского стенда – предоставить студентам шаблон ГА для тестирования различных видов функций приспособленности

(например, время передачи сообщения), селекции, скрещивания и мутации. Так же можно протестировать несколько критериев остановки алгоритма (нахождение глобального, либо субоптимального решения; исчерпание числа поколений, отпущенных на эволюцию; исчерпание времени, отпущенного на эволюцию и т.д.). В результате проведения исследований студенты могут оценить влияние различных факторов на итоговый результат работы ГА и выбрать его наилучшую реализацию для решения поставленной задачи.

### **Проблемы проведения виртуальных механических испытаний на цифровых двойниках бортовой радиоэлектронной аппаратуры**

*Яхутин Станислав Александрович  
Никитин Антон Андреевич  
АО «ПКС»*

В связи с увеличивающимися возможностями программных расчетных комплексов все больше механических характеристик можно проверить виртуальными испытаниями, объектами для которых служат цифровые двойники изделий бортовой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Внедрение виртуальных испытаний играет важную роль в процессе проектирования и позволяет еще на этапе разработки конструкторской документации избежать серьезных ошибок и инженерных просчетов, путем внесения изменений в конструкторскую документацию (КД) на основе анализа результатов виртуальных испытаний. Дальнейшее подтверждение правильности технических решений, реализованных в КД и изделии, подтверждается натурными испытаниями.

В настоящий момент проведение виртуальных механических испытаний характеризуется рядом проблемных вопросов:

1. Отсутствие методологии построения математических моделей;
2. Оценка достоверности результатов полученных при проведении виртуальных механических испытаний, в связи с неразвитостью методологического аппарата и отсутствием методик, позволяющих получать обобщенные заключения о состоянии испытываемого изделия с оценкой достоверности;
3. Отсутствие заключения о работоспособности РЭА по результатам виртуальных испытаний;
4. Организационно-технологические проблемы, включающие вопросы построения сетки конечных элементов, значительное количество машинных ресурсов необходимых для расчета, отсутствие единых методик построения геометрических моделей, недостаток справочных данных по динамическим характеристикам материалов;
5. Сходимость результатов натурных и виртуальных испытаний. Зачастую отсутствует время допустимой нагрузки на компоненты.



## **Субъективная реальность в нейрокомпьютере и ее динамика в собственном масштабе времени**

*Цыганков Владимир Дмитриевич*

*Шарифов Сабухи Князь-Оглы*

*НПК БИОМЕДИС*

На примере визуализации процессов, происходящих в беспроводном, дистанционном, бесконтактном интеллектуальном интерфейсе «Мозг – нейрокомпьютер» (IBC1) – электронном физическом приборе ZENWAVE, выпускаемом в настоящее время серийно, возможно наблюдать ментальные процессы, происходящие в субъективной реальности (СР) «мозга» нейрокомпьютера в его собственном внутреннем масштабе времени.

К этому следует добавить, что ZENWAVE, в котором нейрокомпьютер является высокочувствительным приемником и регистратором мысленного дистанционного сознательного намерения человека – пользователя, позволяет сознательно, целенаправленно мысленно выбирать и удерживать желаемый цвет свечения цветовых индикаторов из 8 возможных основных цветов с их оттенками и добиваться 4-х кратного увеличения яркости выбранного цвета. Это все достигается путем создания изначально сильной мотивации или необходимости получить желаемый, например, любимый цвет; умением сконцентрировать свое внимание и волю на поставленной цели, направив свой взор на световые индикаторы; волевым усилием удерживать выбранный цвет и регулировать его яркость. Это и есть медитативная практика, которую практикуют буддийские монахи, например, в Тибете.

Субъективная реальность (СР) в нейрокомпьютере представляет собою динамический процесс в виде меняющегося под воздействием мысли и внешней среды пространственно-временного образа, похожего на ВСР – вариацию сердечного ритма (по Р.М.Баевскому) с аналогичными параметрами. Только в нейрокомпьютере в роли сердца выступает электронный пейсмейкер или водитель ритма, модулируемый мыслью или сознанием.

Субъективная реальность и ее образ представляют собою динамическое пространственно-временное виртуальное поле с огромным числом, исчисляемое тысячами, высокочувствительных точек бифуркаций, точек выбора ситуации или нового состояния с двумя или тремя альтернативами с разными вероятностями исхода. Любой человек ежесекундно подсознательно, интуитивно или сознательно делает какой-то выбор в точке бифуркации, т.е. управляет вероятностями своего поведения.

ZENWAVE – это тренажер концентрации собственного внимания с обратной связью, это тренажер и воспитатель своего личного когнитивного базиса. Для детей во время обучения при их гиперактивности и рассеянном внимании прибор – помощник в воспитании доминанты внимания и воли.

## **Применение интеллектуальных методов для адаптации стратегий реагирования на инциденты**

***Грудинин Дмитрий Олегович  
Виноградова Мария Валерьевна***

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

При повсеместном применении автоматизированных информационных систем (АИС) во всех сферах деятельности человека растет потребность в обеспечении непрерывности и стабильности их работы. Одной из наиболее эффективных мер по обеспечению непрерывности на сегодняшний день считается управление инцидентами [1], которое, кроме того, применяется для обеспечения информационной безопасности как на корпоративном, так и на государственном уровне [2].

Существующие системы управления инцидентами строятся на базовой модели цикла Шухарта-Деминга, состоящем из 4 этапов: этап обнаружения, этап реагирования, этап расследования и этап изучения уроков [3]. Этап изучения уроков, на котором производится корректировка планов реагирования на основании изучения уже расследованных инцидентов, на сегодняшний день осуществляется экспертной комиссией ввиду сложности формализации данного этапа [4].

Для автоматизации деятельности экспертов предлагается использовать интеллектуальную систему, выполняющую адаптацию плана реагирования на инциденты с учетом особенностей конкретной ситуации. При проектировании данной интеллектуальной системы были построены модели инцидента и плана реагирования, а также разработана методика адаптации планов реагирования. Описания моделей и методики приведены в докладе.

Кроме того, в докладе рассмотрены методы, которые могут быть использованы для разработки алгоритма адаптации планов реагирования, и проведен их сравнительный анализ. Предложенная модель и методика применимы как для автоматизации процесса адаптации планов реагирования в области автоматизированных информационных систем управления инцидентами ИТ-инфраструктуры, так и для автоматизации этапа изучения уроков в деятельности центров реагирования на инциденты информационной безопасности.

### *Литература:*

1. Информационная технология (ИТ). Управление услугами. Часть 1. Требования к системе управления услугами [Текст] : ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000-1-2013. – Введ. 2015. – Москва : ЗАО ИТ-Эксперт, 2015.
2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент чрезвычайных ситуаций. Требования к реагированию на инциденты [Текст]: ГОСТ Р 22.3.09-2014/ИСО 22320:2011. – Введ. 2014. – Москва : Стандартинформ, 2014.

3. Жуков В.Г. Прецедентный анализ инцидентов информационной безопасности / В.Г. Жуков, А.А. Шалыпин // Сибирский журнал науки и технологий. – 2013. – С. 19–24.
4. Виноградова М.В., Грудинин Д.О. Разработка модели плана реагирования на инцидент и алгоритма оценки его эффективности для автоматизированных информационных систем // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. – 2019.

**Автоматизация распознавания  
нештатных ситуаций в угольных шахтах  
на основе нейронной сети с изменяемыми  
топологией и весовыми коэффициентами**

**Куприянов Вячеслав Васильевич**

*Московский институт стали и сплавов  
(национальный исследовательский  
технологический университет)  
(НИТУ МИСУС)*

Технологии подземной разработки угольных месторождений являются до сих пор наиболее опасным видом добычи ископаемых. Основная причина связана с чрезвычайной сложностью формализованного описания особенностей горно-технологических процессов. Эти процессы имеют стохастический, существенно нестационарный характер. Это обуславливает нерелевантность информационного обеспечения систем аварийной безопасности «изменяющейся» жизни техносферы современных угольных шахт.

Решение задач распознавания штатных ситуаций (НшС), приводящих к подземным авариям, на основе аналитических или стохастических подходов практически невозможно из-за сложных промежуточных взаимодействий большого числа разнородных факторов, имеющих нелинейную стохастическую природу. Оправданным является применение технологий с элементами искусственного интеллекта, характеризующихся способностью к обучению, адаптивностью. В основу формализации интеллектуальной поддержки выбора решений при анализе причин аварий положена цепочка отображений типа «НшС – авария – её последствия». Был выполнен неформальный анализ отображений множества НшС на множество классов аварий, что позволило обосновать выбор алгоритма в виде самообучения на нейронной сети (НС).

Сложность решения задач нелинейной классификации и распознавания образов в рамках классических подходов сопряжена с необходимостью полного перебора и проверки всех возможных комбинаций суммарных расстояний между ситуациями в пространстве параметров. А это при значительном количестве НшС требует громадного объема базы знаний и сложной итерационной процедуры поиска. Кроме того, здесь параллель-

но решается задача распознавания количества существующих классов аварий. Известные для этих целей процедуры ориентированы на одномерный случай. При переходе на многомерную ситуацию классификация становится неадекватной из-за наложения классов аварий. Дополнительные ограничения связаны с неизвестностью в нашем случае «идеальных» выходных данных НС (возможно задание лишь входных обучаемых образов). Для решения этой проблемы использовалось конкурирующее обучение, когда выходные нейроузлы конкурируют между собой за право стать активными; свойство разрешённости обучаемых НшС по отношению к формируемым моделям классов аварий и рекурсивного оценочного метода для коррекции весовых коэффициентов в линиях связи (ЛС) НС. В качестве инструмента использовались двухуровневые НС с изменяемыми топологией и весовыми коэффициентами в ЛС. Учитывалась специфика кластеров: разделённые или перекрывающиеся.

### **Подход к разработке гибридных интеллектуальных информационных систем на основе сложных графов**

*Гапанюк Юрий Евгеньевич*

*Терехов Валерий Игоревич*

*Чёрненький Валерий Михайлович*

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Под гибридной интеллектуальной информационной системой (ГИИС) будем понимать информационную систему, которая использует гибридизацию традиционных методов обработки данных и интеллектуальных методов, таких как продукционные правила, нейронные сети, нечеткая логика, эволюционные методы и др.

Основой структуры ГИИС являются «подсознание» системы (модуль подсознания, МП) и «сознание» системы (модуль сознания, МС). «Подсознание» связано со средой, в которой функционирует ГИИС.

Основной задачей МП является обеспечение взаимодействия ГИИС со «средой», или «выживание» ГИИС в среде.

Поскольку среда может быть представлена в виде набора непрерывных сигналов, то в качестве методов обработки данных «подсознания» хорошо подходят методы, основанные на нейронных сетях и нечеткой логике, в том числе и комбинированные нейронечеткие методы.

Модель данных «подсознания» максимально приближена к «понятийной системе» среды, представляет собой набор данных, который позволяет максимально эффективно взаимодействовать со средой. Часть этих данных может не иметь «физического смысла» с точки зрения МС, однако позволяет МП взаимодействовать со средой с нужной производительностью.

«Сознание» ГИИС строится на принципах обработки данных и знаний, используемых в традиционных информационных системах. Обработка данных в МС может вестись на основе традиционных языков программирования или технологии workflow.

Основой для гибридизации должна являться модель знаний, которая обеспечит требуемый уровень сложности и многообразия. Довольно часто при проектировании интеллектуальных систем применяют сервис-ориентированный подход, при котором каждый сервис может использовать собственную модель знаний. Но такой подход может создавать серьезные сложности при интеграции систем, состоящих даже из относительно небольшого числа сервисов.

В настоящее время в качестве моделей глубинной интеграции все чаще рассматриваются модели на основе сложных графов.

Наиболее известными моделями сложных графов являются гиперграф, гиперсеть, и метаграф. При этом метаграфовая модель является наиболее гибкой и удобной для описания ГИИС.

Основным элементом метаграфовой модели является метавершина. Наличие у метавершины собственных атрибутов и связей с другими вершинами является важной особенностью метаграфов. Это соответствует принципу эмерджентности, то есть приданию понятию нового качества, несводимости понятия к сумме его составных частей. Фактически, как только вводится новое понятие в виде метавершины, оно «получает право» на собственные свойства, связи и т.д., так как в соответствии с принципом эмерджентности новое понятие обладает новым качеством и не может быть сведено к подграфу базовых понятий.

Для обработки метаграфов используются метаграфовые агенты. Метаграфовый агент использует продукционные правила, которые можно разделить на замкнутые и разомкнутые. Разомкнутые правила не меняют в правой части правила фрагмент метаграфа, относящийся к левой части правила. Можно разделить входной и выходной фрагменты метаграфа. Данные правила являются аналогом шаблона, который порождает выходной метаграф на основе входного. Замкнутые правила меняют в правой части правила фрагмент метаграфа, относящийся к левой части правила. Изменение метаграфа в правой части правил заставляет срабатывать левые части других правил. Таким образом, метаграфовый агент позволяет генерировать один метаграф на основе другого (с использованием разомкнутых правил) или модифицировать метаграф (с использованием замкнутых правил).

Подход на основе метаграфов и метаграфовых агентов позволяет описывать работу ГИИС как в статике, так и в динамике.

*Литература:*

1. Basu A., Robert W. Blanning. Metagraphs and their applications. – New York: Springer, 2007.

2. Самохвалов Э.Н., Ревунков Г.И., Гапанюк Ю.Е. Использование метаграфов для описания семантики и прагматики информационных систем. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». 2015. Выпуск № 1. С. 83–99.
3. Черненький В.М., Гапанюк Ю.Е., Ревунков Г.И., Терехов В.И., Каганов Ю.Т. Метаграфовый подход для описания гибридных интеллектуальных информационных систем. Прикладная информатика. 2017. № 3 (69). Том 12. С. 57–79.

## **Веб-ресурс для формирования научно исследовательских компетенций университета**

*Исаков Сергей Сергеевич*

*Артеменков Сергей Львович*

*Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)*

Компетентностный подход, который является перспективным направлением в современном образовании, направлен на применение новых методов обучения и современных технологий, развивающих познавательную, коммуникативную и личностную активность обучающихся с целью формирования компетентного выпускника во всех сферах профессионального образования и жизнедеятельности. Этот подход активно внедряется в практику отечественного образования и уже получил достаточно широкое распространение в образовательной науке и практике [3, 5].

Компетентностный подход применяется и для оценки качества организаций в целом, состоящих их компетентностных работников [4]. Общая или комплексная компетентность при этом строится из отдельных компетенций и в целом базируется на конкурентных и лидирующих технологиях. Каждая из отдельных компетенций является при этом элементом общей компетентности и включает набор преимуществ, технологий, способностей, знаний и умений, позволяющий компании решать типичные для данного сегмента рынка задачи, осуществлять операционные процессы на соответствующем уровне. Вместе с тем, многие проблемы компетентностного подхода остаются не решенными как в методологическом и методическом плане, так и в плане организации деятельности и создания соответствующих технологий [6].

Решаемая проблема по определению научно-исследовательских компетенций, необходимых для планирования и координации научной деятельности МГППУ, связана с применением компетентностного подхода к научно-исследовательской деятельности университета. Цель работы по созданию веб-ресурса для формирования научно-исследовательских компетенций заключалась в разработке компьютерной информационной системы для определения научно-исследовательских компетенций МГППУ и планирования научной деятельности высшего

учебного заведения с функциями частичной автоматизации формирования описаний научно-исследовательских компетенций.

Задачи проекта включали: анализ вопросов формализации описаний научно-исследовательских компетенций; определение функциональных требований к ИС и составление технического задания на разработку ИС; синтаксический и семантический анализ структуры и алгоритмизация отношений между составляющими научно-исследовательских компетенций; разработка механизмов реляционной базы данных научной специализации и научно-исследовательских работ и проектов университета; разработка алгоритмов автоматизации формирования описаний научно-исследовательских компетенций.

Основные требования к веб-ресурсу: структурирование, алгоритмизация и хранение информации о научно-исследовательских возможностях университета; частичная автоматизация формирования описаний научно-исследовательских компетенций в соответствии с классификацией научных специальностей ВАК и видов научной деятельности; определение ресурсов, относящихся к имеющимся компетенциям, и экспертиза постановки новых научных задач; координация и планирование научной деятельности университета. Научно-исследовательские компетенции, относящиеся к различным подразделениям университета должны оформляться и храниться в виде электронных паспортов, которые предлагается формировать на основе сбора и анализа данных научно-исследовательских и проектных работ университета с учетом имеющихся компетенций его сотрудников и паспортов специальностей ВАК.

Разработанная информационная система представлена в виде многостраничного сайта, состоящего из: главной страницы; страницы личного профиля; страницы входа пользователя; страницы ошибок в структурировании данных; страницы предъявления автоматически выделенных компетенций; страницы редактирования/добавления информации; страницы списочной информации

При входе в систему пользователь попадает на главную страницу, где ему представлена сама общая информация с контрольными числами, сообщающими о количестве внесенных в базу данных. Визуальная структура веб-страниц выполнена по так-называемой схеме «панель администратора», основными элементами которой являются: заголовок (шапка); боковая навигационная панель быстрого доступа к основным элементам управления. Для эффективного использования системы шапка и навигационная панель содержат минимально возможный набор элементов управления. Набор навигационных элементов сайта является статическим, как в плане их расположения, так и по набору компонентов и их подписей.

Основная содержательная часть страницы содержит динамический контент и акцентуирующие блоки для визуального структурирования информации. Страницы с перечислением занесённых в базу данных вы-

полнены в стиле «листинга», так как таблицы при большом объеме сопутствующей информации являются визуально неинформативными. При использовании такого подхода необходимо определить основные элементы, содержащиеся в каждой строке списка. Важно заметить, что отказ от использования табличного вывода списочной информации влечёт за собой отсутствие подписей выводимой информации. В связи с этим на сайте использованы интуитивно понятные пиктограммы. Цветовая гамма цветов сайта соответствует цветовой гамме брендбука МГППУ.

Программная реализация информационной системы представляет из себя веб-ресурс, хранящийся на сервере МГППУ. В качестве приложения-сервера используется широко распространенное приложение Apache. Система написана с использованием языков: PHP, JavaScript, CSS, HTML. В качестве приложения базы данных используется приложение MySQL. Так как разрабатываемый веб-ресурс является информационной системой сложной структуры, то для разработки используется фреймворк Laravel, включающий в себя фреймворк Symfony.

В качестве языка представления шаблонов графических HTML элементов в системе используется язык Twig. Гибкое и эффективное взаимодействие с базой данных совершается с использованием библиотеки Eloquent. Вся передача данных внутри системы и от сервера к клиентскому приложению производится на языке структуризации данных JSON. В целом архитектура приложения создана на шаблоне проектирования MVC (Model View Controller).

Шаблон проектирования MVC предполагает разделение данных приложения, пользовательского интерфейса и управляющей логики на три отдельных компонента: Модель, Представление и Контроллер – таким образом, что модификация каждого компонента может осуществляться независимо. Такой систематизированный подход позволяет в достаточной степени и с наилучшей эффективностью использовать концепцию объектно-ориентированного программирования, основанную на представлении программы в виде совокупности объектов, каждый из которых является экземпляром определённого класса, а классы образуют иерархию наследования.

В пилотную версию веб-ресурса информационной системы загружены данные трех факультетов МГППУ. Реализованные алгоритмические механизмы частичной автоматизации формирования компетенций и их описаний включают сравнения ключевых слов и текстов: проектов вуза с выделением наиболее схожих; специальностей сотрудников (по факультетам) с проектами факультета; наиболее частой специальности факультета с проектами факультета.

Данные апробации регистрации и работы пользователей системы с ее базой данных показывают, что созданная система является работоспособной и может выполнять необходимые первичные функции. Сотрудники



МГППУ могут получить право доступа к информационной системе от администратора системы. Доступ обеспечен для всех типов зарегистрированных пользователей (участников) информационной системы.

Возможности использования созданного веб-ресурса и результатов проекта: ввод, упорядочение и сохранение подробной и упорядоченной информации о научно-исследовательских возможностях университета; частичная автоматизация формирования электронных паспортов научно-исследовательских компетенций подразделений университета; определение ресурсов, относящихся к имеющимся научно-исследовательским компетенциям; экспертная оценка, описание и редакция областей применения, уникальности и конкурентности научно-исследовательских компетенций; использование данных информационной системы для экспертизы постановки новых научных задач, координации и планирования дальнейшей научно-исследовательской деятельности университета, публикации и продвижения научно-исследовательских компетенций университета в среде интернет и других изданиях.

Дальнейшее развитие информационной системы может быть связано как с наполнением системы информацией, с добавлением новых функций, с улучшением интерфейсов и правил работы с системой, так с совершенствованием алгоритмической базы системы, что предполагает использование специальных интеллектуальных обучающих алгоритмов, основанных на идеях формальной семантики [1, 2].

#### *Литература:*

1. Андреев А.В., Митрофанова О.А., Соколов К.В. Введение в формальную семантику. СПб.: СПбГУ. РИО. Филол. фак., 2014. 88 с.
2. Бах Э. Неформальные лекции по формальной семантике. М.: УРСС, 2010. 224 с.
3. Гуружапов В.А., Марголис А.А. Проектирование модели практико-ориентированной подготовки педагогических кадров по программам бакалавриата по направлению подготовки «Психолого- педагогическое образование (Учитель начальных классов)» на основе сетевого взаимодействия образовательных организаций, реализующих программы высшего образования и начального общего образования // Психологическая наука и образование. 2014. Т.19. № 3. С.143–159.
4. Хамел, Г. Конкурируя за будущее. Создание рынков завтрашнего дня / Г. Хамел, К.К. Прахалад; пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2002. 288 с.
5. Хван А.А. Теоретические и прикладные проблемы измерения компетенций // В сборнике: Оценка качества обучения в образовательных учреждениях. Уральский государственный педагогический университет. 2012. С. 105–110.
6. Хисамиева Л.Г. Компетенции и компетентность в структуре научно-исследовательской деятельности // Вестник ОГУ. 2014. № 9 (170). С. 33–37.

## **Использование передовых технологий для оптимизации информационно-управляющего поля кабины перспективного самолёта**

*Грешников Иван Игоревич  
Златомрежев Валентин Игоревич  
ФГУП «ГосНИИАС»*

Тенденции к отображению экипажу самолета оптимального объема информации, необходимого для эффективного управления воздушным средством, успешно развиваются и принимают различные формы. Предлагаются и апробируются также альтернативные способы управления самолётными системами и индикацией, более быстрые и удобные.

В малой и боевой авиации уже нашли своё применение сенсорные дисплеи, которые зачастую составляют основу ИУП кабины пилоты, обеспечивая кардинально новый уровень интерфейса между лётным экипажем и кабиной [1].

Использование данной технологии несёт в себе много преимуществ, но без необходимой исследовательской базы, учитывающей присущие данной области особенности, внедрение сенсорного управления не видится возможным повсеместно, в особенности в авиации транспортной категории, где сертификационные требования особенно жёсткие.

Внедрение сенсорного управления в кабине может дать следующие преимущества:

- повышение эргономического качества ИУП;
- повышение надёжности комплекса за счёт замены механических органов управления дисплеями;
- снижение стоимости разработки ИУП и внесения доработок;
- снижение веса за счёт сокращения количества проводов и оборудования, снижение сложности монтажа.

Плохие условия видимости, обусловленные сложными метеоусловиями, особенно в ночное время, по-прежнему остаются одним из основных факторов, негативно влияющих на безопасность и регулярность воздушных перевозок. В связи с этим, задачи информационной поддержки и повышения ситуационной осведомленности экипажа в условиях ограниченной видимости на различных фазах полета и, в особенности, при заходе на посадку не потеряли своей актуальности.

В последнее десятилетие качественный рост сенсорных возможностей бортовых оптико-электронных датчиков, а также появление высокопроизводительных бортовых вычислителей, способных обрабатывать значительные объёмы 2D и 3D визуальной информации в реальном времени, послужили предпосылками к развитию технологий улучшенного и синтезированного видения, призванных снизить требования по допусти-

мым метеоминимумам, вплоть до обеспечения, в перспективе, посадки при любых условиях видимости без ограничений (CAT IIIС ICAO) [2].

Система синтезированного видения (SVS) формирует в бортовом вычислителе и выводит на систему индикации изображение участка земной поверхности с элементами инфраструктуры, который потенциально можно было бы видеть из кабины экипажа при хорошей видимости.

Система улучшенного видения (EVS) формирует и выводит на систему индикации визуально улучшенное изображение закабинного пространства по информации от оптико-электронных датчиков.

Система комбинированного видения (CVS) совмещает в себе все преимущества двух предыдущих систем, с одной стороны это высокая чёткость и наглядность изображения от SVS, с другой стороны абсолютная достоверность данных от датчиков системы EVS.

Дальнейшим развитием системы синтезированного видения является режим интеграции функций синтезированного видения и управления движением в зоне аэродрома (AMM SVS). Применение данной функции, повышает ситуационную осведомлённость лётного состава на этапах посадки и руления.

AMM SVS реализует следующие функции:

- отображение трёхмерного изображения самолёта;
- отображение расширенной информации о структуре аэродрома (рулевые дорожки, указатели, места стоянки, и т.д.);
- отображение маршрута руления на основе CPDLC сообщений.

Использование AMM SVS может быть совмещено с использованием двухмерной карты аэродрома на навигационном кадре. На рис. 4 показано одновременное использование кадров AMM SVS на пилотажном кадре и AMM на навигационном кадре.

Индикатор на лобовом стекле (ИЛС) – предназначен для отображения символьной навигационно-пилотажной информации на лобовом стекле, на фоне закабинной обстановки.

Использование ИЛС позволяет в значительной степени снизить уровень информационной нагрузки пилота, вынужденного следить одновременно как за окружающим пространством, так и за показаниями многочисленных приборов.

Сертифицированная система EFVS дает экипажу эксплуатационные преимущества, под которыми, понимается право экипажа отклоняться от Федеральных авиационных правил США (FAR) или правил Европейского агентства по авиационной безопасности (CS) относительно различных фаз полета. В частности, при наличии на борту ВС сертифицированной системы EFVS, экипаж может продолжать снижение ниже высоты принятия решения по CAT I и CAT II даже тогда, когда фактическая полетная видимость меньше предписанной для данной процедуры посадки, но на

изображении, выводимом EFVS на ИЛС, четко видны и распознаются визуальные ориентиры, указанные в FAA 14 CFR §91.175 [3].

На ИЛС индицируется вся необходимая для пилотирования информация: приборная и вертикальная скорости, барометрическая и радио высоты, курс, и т.п. В целом, индикация на ИЛС осуществляется аналогично индикации на пилотажном кадре (PFD). Поскольку при пилотировании могут, используются как ИЛС, так и PFD, то слишком большие отличия между данными инструментами могут создать путаницу и затруднить восприятие экипажем пилотажной информации.

Традиционный ИЛС имеет ряд недостатков, связанных, в том числе, с ограничением оборудования, используемого для проецирования изображения.

Ещё одним из перспективных форматов индикации на навигационном кадре является формат двумерного визуального представления подстилающей поверхности при наблюдении в надир (режим «2D карта»).

На 2D карте могут отображаться следующие слои данных:

- рельеф местности в гипсометрической окраске (представление высот рельефа псевдоцветами);
- оттенённый рельеф для высотных элементов (горы, холмы);
- гидрография (реки, озёра, водохранилища и т.п.);
- опасные высотные участки рельефа для предупреждения столкновения с землёй (TAWS).

Рассмотренные выше технологии и подходы служат одной главной цели – повысить эргономическое качество ИУП кабины и, как следствие, сократить нагрузку на экипаж значительно повысив качество пилотирования.

В данном докладе рассмотрены технологии, без которых дальнейшего развитие ИУП кабины не представляется возможным. В связи с этим необходимы дальнейшие комплексные исследования перспективных технологий, составляющих основу ИУП. Разработка новых концепций построения ИУП с последующей валидацией их на стендах и летающих лабораториях с привлечением лётных экспертов и других специалистов.

#### *Литература:*

1. *Грешников И.И.* ПРИМЕНЕНИЕ СЕНСОРНЫХ ДИСПЛЕЕВ В ПЕРСПЕКТИВНОЙ КАБИНЕ ПИЛОТОВ / Грешников И.И., Златомрежев В.И. // Моделирование авиационных систем : тезисы докладов III Всероссийской научно-технической конференции, г. Москва, 21–22 ноября 2018 – г. Москва, 2018.
2. *Prinzel L.J.* EVALUATING SYNTHETIC VISION DISPLAYS FOR ENHANCED AIRPLANE STATE AWARENESS / Lawrence J. Prinzel III; Kyle E. Ellis, Trey J. Arthur, Daniel K. Kiggins, Stephanie N. Nicholas, Renee C. Lake, Kathryn Ballard // Situation Awareness in Degraded Environments : материалы конференции, Orlando, 2018.

3. Federal Aviation Administration. CFR 14 AERONAUTICS AND SPACE §91.175. 2019.

## **Способ обнаружения несанкционированно установленных радиоэлектронных средств с обучением**

***Вершенник Алексей Васильевич***

***Алашеев Вадим Викторович***

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Одной из важнейших задач защиты информации от ее негласного добывания является контроль защищенности информации, целью которого является выявление потенциальных естественных и искусственных (созданных с помощью средств негласного съема информации) технических каналов утечки информации.

Доклад посвящен рассмотрению проблемы обнаружения несанкционированно установленных на элементах распределенных интеллектуальных информационных систем радиоэлектронных средств (НУРЭС), которые могут быть использованы в качестве технических каналов утечки конфиденциальной информации [1–4].

Перехваченную информацию НУРЭС в большинстве случаев передают по радиоканалу. Как правило, этот факт лежит в основе известных способов их обнаружения [1–5]. Однако известные способы имеют ряд недостатков, заключающихся в большой вероятности ложных тревог, в относительно большом времени, затрачиваемом для обнаружения несанкционированно излучаемых радиоэлектронных средств, за счет необходимости проводить анализ всей радиоэлектронной обстановки в дальней и ближней зонах, а также в значительном времени, затрачиваемом на обработку баз данных, что заведомо увеличивает время на обнаружение несанкционированно установленного электронного устройств.

Предлагаемый авторами способ обеспечивает снижение вероятности ложных тревог и сокращении времени на обработку баз данных, а, следовательно, время на обнаружение несанкционированно установленных электронных устройств за счет применения обучения.

### *Литература:*

1. *Закалкин П.В., Савченко Ю.Е., Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В., Панкова Н.В.* Способ определения местоположения несанкционированно установленных на объекте электронных устройств. Патент на изобретение *RUS 2558333* 27.07.2015.
2. *Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В., Корсунский А.С., Масленникова Т.Н., Вершенник А.В.* // Задача обнаружения несанкционированно установленных радиоэлектронных устройств и способ ее решения. Автоматизация процессов управления. 2017. № 2 (48). С. 4–9.

3. *Вершенник Е.В., Закалкин П.В., Куприянов Н.А., Стародубцев П.Ю.* Способ обнаружения несанкционированно установленных радиоэлектронных средств на абонентских линиях связи // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии.* 2017. № 5 (325). С. 156–162.
4. *Анисимов В.В., Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Морозов М.М., Чукариков А.Г.* Устройство имитозащиты группы контролируемых объектов. Патент на изобретение RU 2595991 C1, 27.08.2016. Заявка № 2015139917/12 от 18.09.2015.
5. *Корсунский А.С., Лепешкин О.М.* Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности // *Вопросы радиоэлектроники.* 2012. Т. 3. № 1. С. 75–82.

### **Моделирование элементов очков Френзеля**

*Дербенева Ольга Львовна*  
НИТУ «МИСИС»

*Чернов Василий Антонович*  
ГБОУ школа № 1523

Очки Френзеля позволяют врачу вести наблюдение за движением глаз пациента, производить запись исследования и назначать адекватное лечение, приводящее к прекращению нистагма и головокружения(1–6). Прибор производят в двух исполнениях: с автономным источником питания и с возможностью видеозаписи и анализа исследования(1–5).

Очки Френзеля с возможностью видеозаписи исследования, продаваемые в России, в основном произведены в Германии, Дании и их стоимость довольно высокая (до 500 тыс.руб)(5).

Для лечения и исследования вестибулярного аппарата человека в AutoCAD 3D и Inventor созданы модели частей корпуса для прибора видеофрензель. Корпус прибора должен собираться из трех частей, соединяемых между собой при помощи винтов-саморезов. Для освещения глаз и записи исследования в первой части модели корпуса предусмотрены полости для размещения инфракрасных светодиодов (диаметром 3 мм) и видеокамер (USB 2.0®). Передачу изображения на камеры обеспечивают отражающие зеркала, которые крепятся в прорезях средней части модели корпуса. Рассчитан угол наклона прорези в средней модели корпуса для обеспечения отражения изображения глаз пациента от зеркал на видеокамеры. Для качественного исследования нистагма запись исследования происходит в инфракрасном освещении.

Элементы модели корпуса распечатаны на 3D принтере материалом ABS-пластик. Предполагаемый вес всего прибора 300–400 грамм.

Стоимость предложенной конструкции очков в 5–10 раз ниже по сравнению с зарубежными аналогами. Работа представляет интерес для производителей медицинского оборудования, врачей оториноларингологов, офтальмологов.

*Литература:*

1. Справочник МСД. Режим доступа: <http://www.msmanuals.com/ru-ru/профессиональный/заболевание-уха,-носа,-горла/патологии-внутреннего-уха/доброкачественное-пароксизмальное-позиционное-головокружение>.
2. Википедия. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Очки\\_Френзеля](https://ru.wikipedia.org/wiki/Очки_Френзеля)
3. Медицинское оборудование Рамора. Режим доступа: <http://www.ramora.ru/artikel/ochki-frencelya>
4. Medikal Expo. Режим доступа: <https://www.medicalexpo.ru/proizvoditel-medicinskoj-produkcii/ochki-frencela-28991.html>
5. Медицинское оборудование. Режим доступа: <https://eurosmmed.ru/products/videoochki-frenzelya-vf-405>
6. Пальчун В.Т., Гусева А.Л., Чистов С.Д. Доброкачественное пароксизмальное позиционное головокружение: клинические аспекты диагностики и лечения // Consilium Medicum. – 2015. – № 3 Т.17. – С. 46–52.

**Разработка метода оценки надежности  
радиоэлектронной аппаратуры с применением  
современных методов распознавания образов**

*Лопаткин Кирилл Сергеевич*

*Скупяко Татьяна Александровна*

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

В работе рассматриваются существующие методы оценки показателей надежности и их ограничения. Предлагается новый метод оценки надежности радиоэлектронной аппаратуры позволяющий сократить временные и ресурсные затраты на проведение оценки. Особенностью предложенного метода является использования современных методов распознавания образов для оценки технического состояния объекта оценки.

**Методы создания совмещенной  
подеревной 3D модели участков леса  
с использованием цифровой модели рельефа**

*Бабин Виктор Евгеньевич*

*Терехов Валерий Игоревич*

*Черненко Валерий Михайлович*

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Для решения задачи создания интеллектуальной системы измерения и управления многооперационной лесозаготовительной машины (харвестра) для сортиментной заготовки леса рассматриваются методы создания совмещенной подеревной 3D модели участков леса с использованием цифровой модели рельефа.

Для создания такой модели планируется применение технологии дополненной реальности. Такая модель должна служить основой для: 1) проектирования разработчиком-инженером технологической карты вырубки, которая будет проецироваться на монитор, расположенный внутри харвестера, или любые другие устройства оперативной визуальной связи пользователя с управляющим устройством и будет отображать видеоданные, полученные с внешней видеокамеры, закрепленной на кабине харвестера, и совмещенной подеревной 3D модели участков леса; 2) планирования мероприятий по сохранению биоразнообразия (выделения ключевых биотопов, отдельных старовозрастных деревьев и пр.), отметки деревьев, запрещенных в рубку; 3) сбора статистики и накопления информации о всех срубленных деревьях для дальнейшего использования при уточнении местных сортиментных таблиц и уточнения прогнозируемого выхода сортиментов при отводе лесосек, а также для автоматического формирования данных, отчетов для ЕГАИС и учета древесины.

Совпадение изображений лесных насаждений и 3D модели должно быть максимально точным: после того, как дерево срублено, оно удаляется с модели и со средства визуальной связи. В случае нарушения совпадения осуществляется автоматическая коррекция.

### **Распределенный предиктивный игровой искусственный интеллект, учитывающий психозмоциональное состояние игрока**

*Егоров Юрий Сергеевич*

*Милов Владимир Ростиславович*

*Нижегородский государственный технический  
университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)*

*Кербенева Анна Юрьевна*

*Мусонов Владимир Валерьевич*

*ООО «Кибернетика»*

В традиционных исследованиях в области искусственного интеллекта (ИИ) целью, в первую очередь, является создание искусственными средствами «настоящего интеллекта», способного к обучению и социальному взаимодействию, а также к проявлению эмоций. С точки же зрения компьютерной игры такой ИИ выходит за рамки требований развлекательного программного продукта.

В настоящий момент алгоритмы игрового ИИ используются лишь в контексте игрового процесса и контроля игровых механик, не учитывая психозмоциональное состояние игрока при поддержании целостности сюжета или динамики развития событий. Таким образом, научный интерес представляет изучение процесса адаптации игрового процесса к психозмоциональному состоянию игрока.



В результате исследований была осуществлена разработка и техническая реализация прототипа предиктивного игрового искусственного интеллекта, учитывающего психоэмоциональное состояние игрока, который в настоящее время получил функцию распределенного сбора и обработки данных (РПИИИ).

РПИИИ может создавать и поддерживать игровой процесс, получая и анализируя поступающие данные о текущем психоэмоциональном состоянии нескольких игроков одновременно. Обработанные данные используются для принятия решений ИИ и прогнозирования с целью формирования визуальных образов и текстовых сообщений, а также изменения игровых механик и игрового процесса. Дополнительно РПИИИ осуществляет накопление индивидуальной статистики и мониторинг активных действий игроков.

При разработке методы исследования базировались на сочетании методов интеллектуального анализа данных, теоретических подходов к проектированию информационных систем и методов прогнозирования временных рядов.

РПИИИ состоит из трех основных модулей: модуль ввода данных, модуль обработки данных и модуль вывода данных. Модуль ввода данных считывает показания с устройств ввода (смарт браслет, камера, игровое устройство). Модуль обработки данных формирует данные прогресса каждого игрока и данные о его текущем и прогнозном психоэмоциональном состоянии. Модуль вывода данных принимает решение и определяет действия по изменению игрового процесса и игровой механики.

Проект по разработке прототипа был выполнен за счет средств гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор № 11ГСИТИС5/43265 от 06.09.2018 г.) в ООО «Кибернетика».

#### *Литература:*

1. Егоров Ю.С., Сухова А.Д., Кербенева А.Ю. Подход к созданию предиктивного игрового искусственного интеллекта, учитывающего психоэмоциональное состояние игрока // Материалы V Международной научно-практической конференции «Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн» (ВМП-ПД-2018). – Тамбов: ТГТУ, 2018. С. 94–99.
2. Bourg D.M., Seemann G. AI for Game Developers. – Sebastopol: O'Reilly Media, Inc., 2004. – 371 с.
3. Funge J.D., Artificial Intelligence for Computer Games: An Introduction. – Natick: A K Peters, 2004. – 160 с. – ISBN 1-56881-208-6.
4. Yannakakis G.N., Togelius J. Artificial Intelligence and Games. – Berlin: Springer, 2018. – 359 с.
5. Методы проектирования информационно-управляющих и телекоммуникационных систем / Под ред. В.Р. Милова, В.Г. Баранова. – М.: Радиотехника, 2016. – 216 с.

## **Апробация модели рассуждений на основе LP-структуры на дистрибутивной решетке**

*Иванов Илья Юрьевич*

*Махортов Сергей Дмитриевич*

*Воронежский государственный университет (ВГУ)*

Моделирование рассуждений – важный аспект построения интеллектуальных систем. Подобные модели возникают в задачах представления и управления знаниями. Распространенный подход к решению этих задач базируется на продукционно-логических системах, где знания представляются в форме набора продукций (базы знаний) вида «если справедливо А, то справедливо В», где А, В – элементы логики заданного порядка, а управление знаниями осуществляется на основе логического вывода.

Различают прямой и обратный логический вывод. При прямом выводе продукции анализируются в направлении от предпосылок к заключениям с целью установления новых следствий имеющегося исходного множества истинных утверждений. При обратном логическом выводе продукции анализируются в направлении от заключений к предпосылкам с целью поиска истинных предпосылок некоторой выдвинутой гипотезы, причем для установления истинности предпосылок могут подаваться запросы к внешнему источнику информации.

Ранее С.Д. Махортовым была разработана теория LP-структур – специального класса алгебраических систем на основе математических решеток. Она позволяет, среди прочего, моделировать и исследовать на абстрактном уровне продукционно-логические системы. В частности, продукционно-логические уравнения в LP-структуре на атомно-порожденной решетке могут использоваться для повышения эффективности указанных систем в плане уменьшения количества запросов к внешним источникам информации. Данное преимущество было продемонстрировано на практике автором теории и его учениками в случае систем, использующих в своих продукциях одну логическую связку – конъюнкцию.

Позднее в рамках развития теории LP-структур авторами доклада был введен и изучен новый класс продукционно-логических уравнений в LP-структуре на дистрибутивной решетке. Такие уравнения могут применяться для моделирования обратного логического вывода в продукционных системах с расширенным набором связей пропозиционального языка – конъюнкцией и дизъюнкцией.

В настоящем докладе обсуждаются вопросы, связанные с практическим применением уравнений в LP-структуре на дистрибутивной решетке. Показывается, каким образом уравнения представленного класса можно сводить к уравнениям на атомно-порожденной решетке.

Цель такого преобразования – возможность применения разработанных ранее методов к исследуемому классу уравнений.

Приводится прототип продукционно-логической системы, разработанный на основе полученных теоретических результатов. Демонстрируется апробация рассматриваемой модели рассуждений на различных тестовых базах знаний с использованием построенного прототипа.

### **Применение предиктивной аналитики на основе пользовательских данных в платежной банковской системе**

***Федорова Антонина Алексеевна***

***Терехов Валерий Игоревич***

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Сейчас практически у каждого жителя России есть доступ в интернет с мобильного устройства или с персонального компьютера. Благодаря этому появилось множество мобильных приложений, которые предоставляют возможность пользователям оплачивать различные услуги, не выходя из дома всего за несколько минут. В таких приложениях можно переводить денежные средства другим пользователям, приобретать банковские карты, оплачивать услуги ЖКХ, сотовой связи, ТВ и домашнего телефона, интернета и многих других услуг.

Для того, чтобы пользователь мог узнать о всех возможностях, которые ему предоставляет данное приложение, необходимо дать информацию о нем. Одним из способов информирования пользователя в подобных приложениях являются рекламные баннеры. Если делать данную рекламу не таргетированной [1], а одинаковой для всех пользователей, то могут возникнуть различные несогласования. Например, есть вероятность того, что мы будем предлагать пользователю заказать пластиковую карту, у которого она уже есть. Или что пользователей, регулярно оплачивающих сотовую связь каждый месяц, больше заинтересует возможность оплаты услуг ЖКХ через приложение, чем возможность заказать ту же карту.

Подобные задачи, как правило, решаются с помощью предиктивных систем [2] на основе методов машинного обучения. Такие предиктивные системы чаще всего проектируются на основе исторических данных. Так как эти данные могут сильно различаться от приложения к приложению, то нельзя сделать идеальную универсальную систему, которая будет одинаково хорошо работать для всех банковских продуктов. Поэтому невозможно воспользоваться каким-либо уже существующим продуктом, написанным на основе сторонних данных. Следовательно, актуальность данной работы состоит в написании предиктивной систе-

мы на основе исторических данных, полученных в результате работы конкретной платежной банковской системы.

Для создания предиктивной системы необходимо выбрать наиболее подходящий метод машинного обучения дающий наименьшую ошибку при определении предположительного выбора варианта действий пользователя. В качестве данных (датасета) будет использоваться различная информация о пользователе: в каких категориях банковских продуктов совершал платежи данный пользователь, какие продукты приобретал в данном мобильном приложении и т.д. Выходными данными должно являться целевое действие, которое вероятнее всего совершит пользователь, увидев рекламный баннер, направленный на инициализацию этого действия. Так как количество целевых действий ограничено и все возможные целевые действия заранее известны, то решение данной задачи сводится к решению задачи классификации.

Для реализации различных алгоритмов классификации будут использоваться библиотеки Scikit-Learn и TensorFlow. Библиотека Scikit-Learn очень проста в использовании, при том, что она эффективно реализует многие алгоритмы машинного обучения. Это, в частности, делает ее хорошей отправной точкой для изучения машинного обучения. В свою очередь TensorFlow является более сложной библиотекой для распределенных численных расчетов с применением графов потоков данных [3].

В работе предлагается применение следующих основных методов классификации: логистическая регрессия, метод опорных векторов, метод k-ближайших соседей, деревья решений и бустинг [4].

После исследования всех методов будет выбран тот, который покажет лучшие результаты классификации действий пользователя по выбранным метрикам. Дальнейшее тестирование системы должно показать, насколько в приложении выросли конверсии из демонстрации рекламного баннера в совершение целевого действия и каким образом добиться максимизации такой конверсии с учетом принятых ограничений.

#### *Литература:*

1. Wikipedia: Таргетированная реклама [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Таргетированная\\_реклама](https://ru.wikipedia.org/wiki/Таргетированная_реклама) (дата обращения: 09.02.2020)
2. Habr: Предсказательная аналитика [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – URL: <https://habr.com/ru/company/wargaming/blog/270791/> (дата обращения: 09.02.2020)
3. *Орельен Жерон*. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow. – Диалектика, 2018.
4. *Бринк Хенрик, Ричардс Джозеф, Феверолф Марк*. Машинное обучение. – СПб.: Питер, 2017. – 336 с.

## **Разработка алгоритма детектирования табло средств наземного общественного транспорта**

*Могильников Илья Андреевич*

*Терехов Валерий Игоревич*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

По данным статистики Всемирной организации здравоохранения за 2017 год во всём мире насчитывается 36 миллионов незрячих людей и 217 миллионов людей с нарушенным зрением [1]. Исследование по выявлению потребностей слепоглухих людей в проектировании вспомогательных технологий и устройств [2] позволило определить, что наибольшая потребность при передвижении в условиях городской среды возникает в необходимости наличия вспомогательного устройства.

Вариантом такого решения является система поддержки перемещения в условиях городской среды для людей с ограниченными возможностями здоровья по зрению и построенный на ее основе программно-аппаратный комплекс (ПАК), предназначенного для распознавания типов и номеров транспортных средств.

Решение проблемы распознавания типа средства наземного общественного транспорта приведено в [3]. Дальнейшими этапами в решении указанной задачи являются детектирование табло и детектирование чисел в указанной области с табло.

Алгоритм распознавания чисел в области, как и алгоритм распознавания типов транспортных средств, основан на работе сверточной нейронной сети архитектуры TinyYOLOv2, в то время как наличие определенных в ГОСТ [4, 5] цветовых характеристик для светодиодных, так и для бумажных табло позволяет использовать методы библиотеки компьютерного зрения OpenCV с целью уменьшения времени обработки изображения.

Для обработки светодиодных табло был разработан следующий алгоритм:

1. Фильтрация пикселей заданного цвета;
2. Устранение шумов посредством операции размывания с квадратным ядром со стороной 2 пикселя;
3. Объединение областей, находящихся на одной высоте на небольшом расстоянии по горизонтали друг от друга, посредством операции замыкания с прямоугольным ядром шириной 40 пикселей и высотой 10 пикселей;
4. Замена каждого замкнутого контура на изображении прямоугольной областью минимальной площади среди всех прямоугольных областей, которые можно описать вокруг заданного замкнутого контура;
5. Фильтрация всех прямоугольных областей по заданным значениям отношений высоты области к ширине области и ширины области к ширине изображения;

6. Выбор прямоугольной области с максимальной площадью.

Для традиционных черно-белых табло этапы работы предлагаемого алгоритма представлены ниже:

1. Увеличение контрастности изображения методом контрастно-ограниченной адаптивной эквализации гистограммы (CLAHE);
2. Снижения уровня шума с помощью применения двустороннего сглаживания;
3. Применения к изображению детектора границ Канны;
4. Устранение разрывов некоторых контуров посредством операции замыкания с прямоугольным ядром шириной 2 пикселя и высотой 1 пиксель;
5. Замена каждого замкнутого контура на изображении прямоугольной областью минимальной площади среди всех прямоугольных областей, которые можно описать вокруг заданного замкнутого контура;
6. Фильтрация всех прямоугольных областей по заданным значениям отношений высоты области к ширине области и ширины области к ширине изображения;
7. Определение контуров с заданным отношением количества белых пикселей к количеству черных пикселей.

На текущем этапе разработки алгоритмов точность детектирования светодиодных табло составляет 82%, Алгоритм детектирования традиционных черно-белых табло в качестве результата своей работы представляет в среднем 4 области, среди которых присутствует хотя бы одно черно-белое табло с вероятностью 92%.

#### *Литература:*

1. Информационный бюллетень всемирной организации здоровья (Нарушения зрения и слепота) – Режим доступа: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/> (дата обращения 22.05.2018)
2. Ильин В.С., Попова М.С. Выявление потребностей слепоглухих людей для проектирования вспомогательных технологий и устройств. // Новая наука: теоретический и практический взгляд. – Стерлитамак: АМИ, 2017. -№ 1(1) – С.218–221.
3. Терехов В.И., Ильин В.С., Могильников И.А., Попова М.С. Оценка технических средств реабилитации и выбор архитектуры сверточной нейронной сети для создания системы поддержки перемещения в условиях городской среды для людей с ограниченными возможностями здоровья по зрению. // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2018. – № . 4. – С. 41–49.
4. ГОСТ 25869–90. Отличительные знаки и информационное обеспечение подвижного состава пассажирского наземного транспорта, остановочных пунктов и пассажирских станций. Общие технические требования.
5. ГОСТ Р 56350–2015. Интеллектуальные транспортные системы. Косвенное управление транспортными потоками. Требования к динамическим информационным табло.

## **Современные инструменты описания бизнес-процессов организаций**

*Николаева Анна Сергеевна*

*Терехов Валерий Игоревич*

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Многие авторы рассматривают возможность формирования единого подхода к описанию бизнес-процессов организаций, например, через выработку их типового набора, но, ввиду того, что каждая организация обладает своей спецификой деятельности, не существует идеальной единой модели бизнес-процессов для организации.

Широко применяемые в настоящее время средства формализации бизнес-процессов достаточно ограничены. В качестве главного инструмента для описания бизнес-процессов в основном используются визуальные графические и аналитические модели, создаваемые с применением разнообразных нотаций. Они представляют пошаговое описание действий участников, входы и выходы процессов. Кроме того, зачастую применяется как текстовое, так и табличное описание работ, ресурсов и информации [1].

Существующие модели описания бизнес-процессов могут быть условно сгруппированы в три класса [2]:

- диаграммные модели описывают процессы с использованием визуальных диаграмм;
- математические модели присваивают всем элементам бизнес-процессов математическое или формальное обоснование;
- формальные языки описания бизнес-процесса используют специальные формальные языки для описания бизнес-процесса.

При использовании указанных выше подходов к описанию процессной модели организации, управление и оптимизация бизнес-процессов сводится к выполнению атомарных мероприятий по их описанию, внедрению и фрагментарному улучшению. При этом целесообразность и эффективность проводимых мероприятий оценить бывает достаточно сложно, т.к. отсутствует математическое обоснование для проведения соответствующих мероприятий по оптимизации.

Несмотря на множество существующих подходов к математическому описанию процессов, сопряженных с временными ограничениями, неопределенностью и т.п., существующим моделям счисления процессов присущи некоторые общие черты: взаимодействие независимых процессов моделируется через передачу информации (сообщений), а не изменения общих для указанных процессов ресурсов/статусов (состояний); системы и отдельные процессы описываются при помощи определенных операций по комбинированию ограниченного набора

примитивов; формулируются алгебраические законы для выполнения операций над процессами, которые позволяют проводить рассуждения над процессными выражениями.

Развитие подходов к анализу бизнес-процессов организаций и принятию решений по управлению этими организациями во многом обусловлено тенденцией на повышение уровня автоматизации рассматриваемых процессов. Одно из следствий такой автоматизации процессов – возникновение у организаций больших массивов данных. Проанализировав эти данные можно получить ландшафт процессов компании процессов, отражающий их реальное состояние. Для проведения такого анализа может применяться новейший инструмент [3] – технологии глубинного анализа бизнес-процессов (ProcessMining, PM).

Нейросетевые методы, получившие в последнее время распространение во многих отраслях науки, могут быть использованы и для описания процессов. Данные методы позволяют не только создать более точное описание процесса, но и спрогнозировать поведение бизнес-процесса в зависимости от изменения его входных данных.

Таким образом, современное развитие информационных технологий и подходов к принятию решений предлагает широкие возможности для упрощения и автоматизации описания процессов организаций. В то же время, несмотря на многообразие подходов к управлению бизнес-процессами компаний, до настоящего момента мало проработан вопрос создания цельных адаптивных моделей, которые могли бы применяться организациями независимо от их размера и вида деятельности, а также не несли бы для компаний существенных расходов на внедрение, что обуславливает актуальность исследований в направлении создания адаптивной системы управления бизнес-процессами компаний.

#### *Литература:*

1. Мадера А.Г. Моделирование и оптимизация бизнес-процессов и процессных систем в условиях неопределенности // Бизнес-информатика. 2017. № 4 (42). С. 74–82. DOI: 10.17323/1998–0663.2017.4.74.82.
2. Ретин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 544 с.
3. Российский интернет-портал и аналитическое агентство «TAdviser» [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:Process\\_Mining](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:Process_Mining) (дата обращения 10.05.2019)



## **Качество данных как основа для глубинного анализа процессов**

***Николаева Анна Сергеевна***

***Терехов Валерий Игоревич***

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Технология глубинного анализа бизнес–процессов (PM, фокусируется на выявлении, анализе и оптимизации процессов компании на основе данных из журналов событий (eventlogs, EL), информация в котором отражается при выполнении различных операций пользователями в системах информационного обеспечения компаний. Глубинный анализ процессов представляет переходное звено между традиционным анализом процессов с использованием их моделей, построенных по результатам опросов сотрудников, и интеллектуальным анализом данных (DataMining, DM).

PM использует скорее не сущность данных в журналах событий, а определяет взаимосвязи между ними, то есть, в отличие от DM, PM не анализирует низкоуровневые закономерности в исходных данных, не выводит конкретные решения на их основе, но позволяет решить задачу оптимизации бизнес–процессов, в рамках которых формируются эти исходные данные [1].

Вопросы, на которые отвечает PM, можно разбить на две группы:

- вопросы согласованности процессов
- реальная схема процесса, описывающая фактическое, а не теоретическое взаимодействие между подразделениями компании;
- выявление причин отклонений реальных процессов от ожидаемых;
- прогнозирование маршрутов выполнения процессов в будущем.
- Вопросы эффективности процессов
- поиск «узких мест» процессов и причин их появления;
- оптимизация схем выполнения процесса;
- прогнозирование скорости выполнения процессов в будущем.

Чтобы обеспечить возможность построения реальной модели процесса, необходимо, чтобы EL соответствовал следующим критериям [2]:

- Одна строка в EL соответствует одному событию. Одно событие должно описывать один случай выполнения процесса.
- EL должен содержать атрибуты событий, такие как: идентификатор, название действия, отметка времени выполнения, указание на лицо / ресурс, выполнившее действие и т.п.

Обеспечение качества данных в системе – источниках – одно из фундаментальных положений для эффективного использования инструментов PM, т.к. большинство существующих алгоритмов PM предполагают, что информация о событиях в EL является точной и

рассматривает каждую метку как один вид задач, представленный одним экземпляром задачи в модели процесса.

Данные для глубинного анализа процессов могут поступать из разных источников. Одним из больших преимуществ глубинного анализа процессов является то, что он может быть использован не только для какой-то конкретной системы. Любой рабочий процесс или система тикетов, ERP, хранилища данных, потоки кликов, устаревшие системы и даже данные, которые были собраны вручную в Excel, можно анализировать при соблюдении единственного условия: идентификатор конкретного действия, активности и метка времени могут быть идентифицированы.

Однако большая часть этих данных зачастую изначально собирается для целей, отличных от глубинного анализа процессов. И особенно данные, которые были введены вручную, всегда могут содержать ошибки. Для формирования максимально достоверной модели процесса необходимо убедиться в отсутствии ошибок в исходных данных.

Существуют различные подходы к требованиям к исходным данным для глубинного анализа, например, предлагаемые интернет – сайтом инструмента для глубинного анализа процессов «Fluxicon».

На наш взгляд указанный выше пример перечня является наиболее полным, включающим в себя необходимые и достаточные критерии:

1. Отсутствие ошибок при импорте данных из системы – источника.
2. Отсутствие выпадающих временных интервалов.
3. Ожидаемый объем данных.
4. Возможные значения атрибутов известны. Все пустые значения обоснованы.
5. Нет случаев с непредсказуемым количеством шагов.
6. Ожидаемые сроки. Все пропуски в сроках обоснованы.
7. Порядок кейсов ожидаемый. Весь ход процесса обоснован.
8. Проведена валидация данных с экспертом процесса / предметной области.
9. Задokumentированы все вопросы качества и вопросы к данным.
10. Если вам пришлось исключить часть данных из-за проблем с качеством данных, остающийся набор все еще является представительным?

При этом, получившие в последнее время широкое распространение нейросетевые методы позволяют сформировать модель процесса и спрогнозировать его поведение основываясь на данных, требования к точности которых могут быть ниже, чем у традиционных методов описания бизнес-процессов. Несмотря на это, даже при использовании нейросетевых методов повышение качества данных приводит к повышению точности модели процесса.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что качество данных, используемых для глубинного анализа процессов, влияет на результативность проведенного анализа. Приведенный список критериев

позволяет проверить соответствие исходных данных требованиям для формирования наиболее точной модели процесса. Нейросетевые методы дают возможность для построения более точной модели процесса на основании менее точных данных, чем требуют традиционные методы.

*Литература:*

1. *Van der Aalst, W.M.P., Rubin, V., Verbeek, H.M.W., van Dongen, B.F., Kindler, E., Gunther, C.W.:* Process mining: a two-step approach to balance between underfitting and overfitting. *Software and System Modeling* 9(1) (2010) 87–111.
2. *Xixi Lu, Dirk Fahland, Frank J.H. M. van den Biggelaar, Wil M.P. van der Aalst* «Handling Duplicated Tasks in Process Discovery by Refining Event Labels» // 14th International Conference, BPM 2016, Rio de Janeiro, Brazil, September 18–22, 2016. *Proceedings – Pages* 90–107.

### **Интерпретация классифицирующей нейронной сети с помощью модели бинарной решающей матрицы**

***Пименов Виктор Игоревич***

*Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна (СПбГУПТД)*

***Пименов Илья Викторович***

*Государственный университет морского и речного  
флота имени адмирала С.О. Макарова (ГУМРФ)*

При построении распознающей системы ключевыми этапами являются интеллектуальный анализ данных, машинное обучение, определение законов, правил и алгоритмов, по которым происходит отнесение объекта к определенному классу, и метод визуализации решения.

Проблемой остается построение модели «белого ящика», обеспечивающей семантическую интерпретацию решений на основе формальных правил.

Интерпретируемые результаты показывают деревья решений. Однако автоматически построенные для больших данных деревья представляют собой громоздкие конструкции, в которых большинство промежуточных концептов являются абстрактными группами, не поддающимися семантической интерпретации. Построение же оптимального дерева решений, необходимого для получения обобщающих правил, является NP-полной задачей [1].

Трудность вербализации результатов глубокого обучения нейросетевой модели и объяснений, почему она приняла то или иное решение, несмотря на широкий спектр задач, решаемых нейронными сетями, связана с подходом «черного ящика» [2]. В процессе обучения знания формируются как набор весовых коэффициентов связей между нейронами.

Поскольку классифицирующая нейросетевая модель преобразует непрерывное признаковое пространство в конечное, дискретное множество классов, для решения проблемы интерпретации нейросети будем

опираться на гипотезу, согласно которой закономерности обработки информации выражаются нейронными кодами, а сущности предметной области могут быть представлены кодовыми обозначениями. Связь между кодовыми комбинациями значений  $N$  признаков и возможными классами в явной форме может быть установлена дискретной моделью знаний в форме бинарной решающей матрицы (БРМ) [3].

Для построения БРМ на основе обученной нейросети строятся образы классов в пространстве «признак – градация признака». Образ класса выглядит как прямоугольная карта с ячеистой структурой размерности  $N \times T$ . Максимальное количество градаций  $T$  задается по наиболее дискретизированному признаку. При безошибочном разделении нейросетью объектов обучающей выборки (ОВ), образы классов в дискретизированном многомерном пространстве являются уникальными.

Число градаций признаков и мест расположения порогов определяются в процессе адаптивного квантования признакового пространства с помощью алгоритма, который обеспечивает разделение всех непересекающихся по данному признаку классов, используя минимальное число порогов [4].

Для оценки интервала изменения признака внутри рассматриваемого  $m$ -го класса можно построить прямоугольную карту, в которой ячеистая структура градаций заменяется на столбчатую диаграмму. Столбики формируются посредством независимого варьирования значения каждого исходного признака на входе многослойной нейронной сети при выставленных средних значениях остальных признаков, когда срабатывает  $m$ -й выходной нейрон.

Если построение модели нейросети осуществляется с использованием аналитической платформы Deductor, то для удобства интерпретации признаков, принимающих положительные значения, входные показатели нормируются линейно к интервалу  $0 \dots 1$ . При наличии признаков, диапазон изменения значений которых содержит 0, выполняется нормализация к интервалу  $-1 \dots 1$ . Чтобы классифицирующая сеть содержала количество выходных нейронов, равное количеству классов, для выходного признака используется нормализация «позиция бита».

Образ класса для каждого выходного нейрона обученной сети может быть построен в черно-белом (плоском) или цветном (трехмерном) видах. Используются значения линейных комбинаций входов, поступающих на выходные нейроны, и значения соответствующих активационных функций.

Нелинейная сигмоидная функция активации с достаточной крутизной выполняет бинаризацию суммарного сигнала и применяется для заполнения черно-белой карты. Отличная от нулевой мощность характеристического множества классов на  $t$ -м интервале квантования  $j$ -го признака означает заполнение клетки черным цветом для соответствующей  $t$ -й градации  $j$ -го признака.

Для каждого  $m$ -го образа можно определить его интегральные показатели – сумму градаций по всем дискретизированным признакам и

разброс значений признаков, которые определяют местоположение и размер класса в многомерном пространстве.

Взвешенная сумма входов используется для построения цветной, яркостной или трехмерной карты, представляющей образ класса. Клетка с координатами  $(j, t)$  кодируется параметром цвета или третьей координатой по значениям взвешенной суммы входов классифицирующего нейрона. Тем самым воспроизводится доля объектов ОБ, относящихся к заданному  $m$ -му классу (оценка условной вероятности класса), у которых  $j$ -й признак попал в  $t$ -й интервал.

На основе свертки черно-белых диаграмм осуществляется построение БРМ. Таким образом, варьируя значения входных признаков на входе обученной нейронной сети, выполняется обучение логического решающего правила в форме бинарной матрицы, что позволяет интерпретировать классы в терминах входных признаков и выполнять построение различных когнитивных диаграмм – визуализаторов классов [5].

*Литература:*

1. Jankowski D., Jackowski K., Cyganek B. Learning decision trees from data streams with concept drift // *Procedia computer science*. – 2016. – Vol. 80. – P. 1682–1691.
2. Xuan L., Xiaoguang W., Stan M. Improving the interpretability of deep neural networks with knowledge distillation // *IEEE International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW)*. – 2018. – P. 905–912.
3. Пименов И.В., Макаров А.Г. Многомерный анализ и обработка данных при извлечении знаний в области дизайна // *Информатизация образования и науки*. – 2015. – № 4(28). – С. 83–96.
4. Пименов, В.И. Пименов И.В., Кокорин Е.С. Когнитивная обработка многомерных данных на основе построения дискретных моделей знаний // Сборник трудов междунар. науч. конф. «Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики». – Воронеж, 2020. – С. 338–344.
5. Пименов В.И., Воронов М.В., Пименов И.В. Когнитивная визуализация классифицирующих правил, извлеченных из данных, на основе модели бинарной решающей матрицы // *Информационно-управляющие системы*. – 2019. – № 6 (103). – С. 2–11.

## **Моделирование студенческого сквера**

*Дербенева Ольга Львовна*  
НИТУ «МИСИС»

*Майданова Варвара Максимовна*  
ГБОУ школа № 199

Для удобного и безопасного прохода студентов МГУ им. М.Ю. Ломоносова и для ежедневных прогулок и отдыха, актуальной задачей является создание на месте пустыря между корпусами студенческого сквера с дорожками и площадками(8). При проектировании дорожек,

площадок, зон отдыха учитывались требования СНиП II-К.3–62 Улицы, дороги и площади населенных мест.

Данные по плану участка сквера и высотным отметкам поверхности были получены из открытых источников(1–5).

Для моделирования поверхности использовались программы Autodesk Civil 3D и GeoniCS (5–6).

По кадастровой карте (1) площадь участка пустыря составляет 524 627 кв. м, периметр -3364.29 м.

При планировке дорожек и площадок учитывался естественный рельеф местности, расположение корпусов и уже существующие направления прохода по пустырю.

В программе GeoniCS по эскизам создан план горизонтальной планировки дорожек и аллей. Подсчитана их площадь . Для благоустройства вдоль аллей расставлены модели деревьев с шагом 20 метров. Подсчитано необходимое количество деревьев и скамеек.

Для занятий спортом смоделированы две горизонтальные площадки. На плане размещены спортивные сооружения для занятий спортом: 3 теннисных корта, 2 баскетбольных площадки и 3 волейбольных площадки.

Модель планировки сквера представляет интерес для проектных и строительных организаций, занимающихся благоустройством территорий.

#### *Литература:*

1. Публичная карта Росреестра . Режим доступа: <https://pkk5.rosreestr.ru/?text=02%3A55%3A050704#x=4176450.078475801&y=7498347.119496352&z=16&text=55%2C697614%2037%2C521551&type=1&app=search&opened=1>
2. GisLab Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/proj-sk-faq.html#1>
3. Определение системы координат и зоны. Режим доступа: <https://epsg.io/map#srs=32634&x=1533033.874040&y=6296914.070003&z=17&layer=streets>
4. Перевод координат. Режим доступа: <https://mapbasic.ru/msk-wgs>
5. Российский УКВ портал.Карта высот: Режим доступа: <http://www.vhfdx.ru/karta-vyisot>
6. Опыт применения Civil 3D. Режим доступа: <http://yrogachev.blogspot.ru/p/autocad-civil-3d.html>
7. Эрик Ч. AutoCAD Civil 3D 2014. Официальный учебный курс.М.:Д-МК,2015.-438с.
8. Яндекс-карты. Режим доступа: <https://yandex.ru/maps/-/CKEgzI-l>

## **Интеллектуальный анализ и обработка больших массивов видеоматериалов с использованием технологий глубокого машинного обучения**

*Егоров Юрий Сергеевич*

*Милов Владимир Ростиславович*

*Кербенева Анна Юрьевна*

*Бабкина Марина Олеговна*

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)*

В настоящее время активно развиваются научные направления, связанные с интеллектуальным анализом (Data Mining) и обработкой больших объемов накопленных данных (Big Data). Одной из перспективных сфер является видеоаналитика, позволяющая получать новые и практически полезные знания на основании анализа последовательности изображений, поступающих из архивных записей.

Разрабатываемая система интеллектуального анализа и обработки больших массивов видеоматериалов предназначена для обеспечения возможности подготовки выборок данных, автоматического распознавания лиц и идентификации личности на видео, аннотирования видео и создания визуальных эффектов.

В работе методы исследования базируются на сочетании методов интеллектуального анализа данных и глубокого обучения, теоретических подходов к проектированию информационных систем (для принятия архитектурных решения, разработки функциональных и информационных моделей, алгоритмов обработки данных и управления) и методов обработки больших данных. Таким образом, научная новизна заключается в разработке алгоритмов и методов интеллектуального анализа и обработки больших массивов видеоматериалов.

Система включает в свой состав:

- модуль подготовки данных — предназначен для подготовки наборов очищенных данных, пригодных для обработки алгоритмами машинного обучения;
- модуль ввода данных — предназначен для сопряжения с системами видео архива с целью получения видеоматериалов и др. данных;
- модуль интеллектуального анализа видеоматериалов — предназначен для распознавания лиц и идентификации личности, а также автоматического аннотирования видео;
- модуль создания визуальных эффектов — предназначен для интерактивного добавления эффектов в существующий видео ряд;
- модуль визуализации (GUI) — предназначен для графической визуализации информации для пользователя, а также выгрузки результатов анализа и обработки данных;
- база данных.

Разрабатываемая система соответствует сквозной цифровой технологии «Большие данные», а также субтехнологии «Компьютерное зрение» сквозной цифровой технологии «Искусственный интеллект» федерального проекта «Цифровые технологии».

*Литература:*

1. *Анштедт Т., Келлер И., Лутц Х.* Видеоаналитика: мифы и реальность / Торстен Анштедт, Иво Келлер, Харальд Лутц – М.: Security Focus, 2019. – 186 с.
2. *Ng A.* Machine learning yearning // deeplearning.ai. 2018. – 96 с.
3. *Рассел М., Классен М.* Data mining. Извлечение информации из Facebook, Twitter, LinkedIn, Instagram, GitHub / Мэтью Рассел, Михаил Рассел – СПб: Питер – 2019. – 464 с.

**Процедура автоматизированного  
оценивания свободных ответов обучающихся**

*Дубов Максим Сергеевич*

*Милов Владимир Ростиславович*

*Калинина Наталья Андреевна*

*Салтыкова Анна Александровна*

*ФГБОУ ВО Нижегородский государственный  
технический университет им. Р.Е. Алексеева*

Применение вопросов открытого типа при построении тестов, позволяет повысить объективность оценки знаний обучающихся за счет исключения возможности угадывания ответов. В системах тестирования с открытыми вопросами обучающимся предлагается сформулировать и ввести свободный ответ вместо выбора из предложенных вариантов. Для автоматизации оценки свободных ответов на открытые вопросы необходима разработка процедуры анализа семантической близости вариантов определений. В базе данных системы тестирования хранятся правильные (эталонные) ответы и ответы обучающихся, оценки за которые (в баллах) выставлены экспертами (преподавателями). С помощью разработанного алгоритма определяются коэффициенты семантической близости между вновь полученным ответом и содержащимися в базе данных вариантами ответов на заданный вопрос. Определение семантической близости вариантов ответов начинается с лемматизации – приведения слов к начальной форме. Затем применяется фильтр, отсекающий слова, которые не влияют на контекстный смысл фразы. После получения всех векторов слов, содержащихся в анализируемом ответе, выполняется попарное сравнение с векторами слов из ответа, содержащегося в базе. Оценка близости отдельных слов, составляющих ответы, осуществляется с помощью косинусной меры близости и модели представления ответов WordToVec, т.е. инструмента дистрибутивной семантики. Затем с помощью модифицированного решающего прави-



ла метода ближайших соседей определяется итоговая оценка близости анализируемого ответа и рассматриваемого на данной итерации ответа из базы данных, формируется оценка (балл) за текущий ответ. В случае если достаточно близких ответов в базе не найдено, происходит отказ от принятия решения в автоматическом режиме и эксперту (преподавателю) предлагается оценить ответ в ручном режиме. Если анализируемый ответ в точности совпадает с одним из хранящихся в базе, то его балл принимается в качестве искомой оценки и поиск других близких ответов не осуществляется. В случае если для анализируемого ответа в базе найдено несколько близких ответов, то их баллы усредняются с весами, пропорциональными найденным коэффициентам семантической близости. Параметры алгоритма, реализующего предложенную модификацию метода ближайших соседей, оцениваются с помощью перекрестной проверки. На основе предложенных процедур определения семантической близости и автоматизированного оценивания свободных ответов разработан веб-сервис, который проходит этап бета-тестирования.

### **Структура программных средств управления распределенным отображением информации коллективного пользования**

*Вербицкий Андрей Сергеевич  
Ламухина Наталья Анатольевна  
Российский экономический университет  
им. Г.В.Плеханова (РЭУ)*

Применяемые в настоящее время структурные схемы подключения и технология использования мультимедийных видео-проекторов и табло коллективного пользования характеризуются следующими недостатками:

- при управлении отображением информации в диалоговом режиме на презентационном экране просматриваются (как на мониторе компьютера) технологические манипуляции оператора с меню, промежуточные экранные сообщения и прочее, что «засоряет» и снижает качество презентации;
- ограничены возможности дистанционного управления отображением информации;
- отсутствуют средства централизованного управления отображением информации с использованием нескольких проекторов и табло;
- не обеспечивается возможность коллективного использования проекторов в качестве сетевого ресурса.

Традиционный подход к использованию проекционных средств не позволяет полностью реализовать их преимущества при построении развитых информационных видео-моделей для обучения, мониторинга и презентаций. Поэтому в интересах повышения эффективности ис-

пользования проекционных средств разработаны методические и программные средства комплексирования и преобразования видео-моделей. Эти средства сгруппированы в составе четырех кластеров:

- центральный кластер, реализуемый как сервер отображения информации коллективного пользования на выделенном компьютере;
- терминальный кластер, реализуемый (тиражируемый) на каждом компьютере, сопряженном по каналу-видео с мультимедийным средством отображения информации;
- периферийный кластер, реализуемый (тиражируемый) на любом компьютере, с которого предполагается выдача заявок на отображение информации коллективного пользования, в составе диалоговых средств автоматизированных рабочих мест пользователей, а также в составе программного обеспечения моделей автоматизированной системы моделирования применения сил и средств и диспетчера цифрового сценария;

### **Теория фракталов в интеллектуальных технологиях обработки больших потоков данных**

***Мышев Алексей Владимирович***

*Обнинский институт атомной  
энергетики (ИАТЭ НИЯУ МИФИ)*

В работе рассматриваются математический аппарат и логические схемы построения моделей алгоритмов и процедур интеллектуальных технологий обработки параметрически связанных больших потоков данных. Основная посылка методологии построения таких моделей и схем состоит в том, чтобы, во-первых, определить, образует ли параметрически связанный поток данных фрактальную структуру (если да, то необходимо определить оценки информационной и геометрической фрактальной размерности потока). Во-вторых, выделить наличие монофрактальных или мультифрактальных структур в потоке данных с целью их идентификации по признаку принадлежности к классам перколирующего фрактала или фрактального агрегата. Фрактальная парадигма в методологии разработки и реализации интеллектуальных технологий обработки, анализа и классификации больших потоков данных, в отличие от традиционных методов и способов, позволяет учитывать как свойства регулярности и нерегулярности структуры пространства состояний информационной шкалы данных потока, так и факторы их сингулярной вариабельности.

Математический аппарат построения моделей алгоритмов и процедур интеллектуальных технологий строится на основе теории фрактальных размерностей. В качестве критерия идентификации фрактальной структуры на потоке данных используются оценки информационной и геометрической фрактальной размерностей [1].

Для исследования и определения масштабов процессов информационной перколяции на фрактальной структуре потока данных разработаны логические схемы алгоритмов процедур интеллектуальных технологий обработки потока данных и методы анализа обозначенных процессов.

Эти методы и логические схемы позволяют отразить и определить особенности получаемых оценок разных фрактальных мер и размерностей в технологиях интеллектуального анализа потока данных, а также область применения выводов. В этом случае используются два типа фрактальных размерностей – информационная и геометрическая. Информационная фрактальная размерность отражает вариабельность элементов и сингулярные процессы на вероятностном пространстве потока данных. Геометрическая фрактальная размерность отражает вариабельность элементов потока данных относительно цены деления информационной шкалы измерения.

Практическая реализация интеллектуальных технологий обработки и анализа больших потоков данных осуществлена в виде программных компонентов и программных систем. Результаты обработки реальных потоков данных с использованием информационных технологий и программных компонентов позволили показать, как и в чем проявляется синергия пространственной геометрии и информационной насыщенности потока данных, а также описать и объяснить синергетические свойства потока данных в рамках фрактальной парадигмы. Можно ли провести такие аналогии в рамках традиционных моделей, алгоритмов, схем интеллектуальных технологий обработки и анализа больших потоков данных? Если да, то покажите результаты обозначенных аналогий и сформулируйте тренды их теоретического развития и практического продолжения.

*Литература:*

1. *Мышев А.В.* Метрологическая теория динамики взаимодействующих объектов в информационном поле нейросети и нейрона // Информационные технологии. 2012. № 4. С. 52–63.

### **Мониторинг распределенных интеллектуальных информационных систем, использующих ресурсы киберпространства**

*Вершенник Алексей Васильевич  
Стародубцев Пётр Юрьевич*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Доклад посвящен проблеме мониторинга сложных систем, использующих ресурсы киберпространства. В общем случае под мониторингом понимается любая деятельность по выявлению ключевых (явных или косвенных) признаков (параметров) объекта мониторинга, влияю-

щих на уровень защищенности и необходимых для вынесения суждения об объекте мониторинга в целом, на основании анализа требуемого количества характеризующих его признаков. Существующие на сегодняшний день системы мониторинга не способны в полной мере обеспечить требуемый уровень информированности о степени защищенности таких сложных объектов, как распределенные интеллектуальные информационные системы. Для обеспечения их оптимального функционирования необходимо осуществлять мониторинг на всех временных этапах функционирования системы [1–5].

В существующих системах мониторинга такое требование как «полнота» реализуется практически сто процентным контролем параметров объекта защиты, что увеличивает нагрузку на систему, временные и финансовые затраты, повышает сложность обработки и анализа полученной информации. При этом, практически не учитываются такие параметры, как время проявления и среднее время существования демаскирующих признаков, а также их информативность. Выявление коррелируемых демаскирующих признаков позволит сократить количество каналов мониторинга, а выявление наиболее информативных и легкоизмеряемых параметров позволит сократить время мониторинга и при этом повысить полноту данных мониторинга. Кроме того, для оперативного реагирования под быстроизменяющиеся условия функционирования сложных систем – необходимо решить задачу оптимального (рационального) распределения ресурсов на подсистемы мониторинга, принятия решения, реализации мер защиты.

*Литература:*

1. *Нижегородов А.В., Закалкин П.В., Стародубцев П.Ю., Кабанов А.С.* Роль мониторинга в системе обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак // *Промышленные АСУ и контроллеры*. 2013. № 7. С. 67–71.
2. *Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В., Закалкин П.В.* Мониторинг корпоративных сетей // *Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности*. 2016. № 1 (13). С. 70–74.
3. *Вершенник Е.В., Вершенник А.В., Львова Н.В., Стародубцев Ю.И.* Предложения по повышению эффективности функционирования комплексов мониторинга // В сборнике: *Неделя науки СПбПУ материалы научной конференции с международным участием*. 2017. С. 423–426.
4. *Васюков Д.Ю., Смыгин А.М., Митрофанов М.В.* Подход к противодействию компьютерным атакам на критически важных информационных сегментах сети специального назначения // В сборнике: *Региональная информатика и информационная безопасность*. 2017. С. 61–63.
5. *Карпов А.В., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Шостак Р.К.* Способ сетевого мониторинга объектов и систем связи // В сборнике: *Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная научно-техническая и научно-*

методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах.  
Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 442–445.

## **Динамически регулируемый ограничитель скорости автомобиля**

***Борисов Даниил Константинович***

*ГБПОУ НАТТ «Нижегородский  
автотранспортный техникум»*

***Дубов Максим Сергеевич***

*Нижегородский государственный технический  
университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)*

Развитие технологий в сфере автомобильного производства позволяет создавать транспорт обладающий высокоэффективными скоростными характеристиками, что представляет опасность, возникающую в следствии нарушения скоростного режима водителем.

С целью снижения аварийности на дорогах общего пользования предлагается разработать систему постоянно контролирующую максимально разрешенную скорость и динамически ограничивающую скорость автомобиля на основе данных о максимально разрешенной скорости на данном участке дороги.

Система должна состоять из аппаратного блока, имеющего связь с блоком управления двигателем и выдающий ему команду на запрет повышения скорости. Реализация данных возможностей уже широко используется, например, при переводе автомобиля на газобаллонное оборудование к блоку управления добавляется линия запрета подачи топлива в двигатель. Так же для эффективной работы системы необходим приемник GPS для выявления текущего ограничения скорости заранее размещенного в памяти системы. Подобные системы широко распространены как радар детекторы, предупреждающие водителей о нарушении скоростного режима.

Предлагается объединить системы для исключения возможности нарушения скоростного режима водителями транспортных средств.

Известные на данный момент системы такие как регулируемый ограничитель скорости (ASLD), не способны изменять ограничения скорости в динамическом режиме в соответствии с требованиями данного дорожного участка. В связи с этим они не эффективны в условиях города, где ограничения скорости часто изменяются. Предложенная система не обладает такими недостатками поскольку не требует трудозатрат связанных с заданием ограничений скорости на данном участке дороги. Скорость устанавливается в соответствии с разрешенной на том участке дороги где непосредственно находится водитель автоматически.

## **Интеллектуальная модель и метод комплексного управления рисками в сложных системах**

***Борисов Вадим Владимирович***

*Московский энергетический институт,  
Смоленский филиал (СФ МЭИ)*

Описана формализованная постановка задачи и разработана интеллектуальная модель комплексного управления рисками в сложных системах.

Модель основана на подходе к гибридизации и комплексированию нечетких и нейро-нечетких моделей.

Комплексность управления рисками при функционировании сложной системы определяется обеспечением не превышения допустимого уровня рисков нарушения как для основных процессов системы в целом, так и для всех стадий этих процессов.

Предложенная интеллектуальная модель включает в себя нечеткие и нейро-нечеткие модели для: покомпонентного анализа процессов в системе; оценки эффективности процессов в системе; оценки рисков нарушения процессов в системе.

Описан предлагаемый метод комплексного управления рисками сложных систем с использованием разработанной интеллектуальной модели, заключающийся в задании различных сочетаний управляющих параметров на каждой стадии для всех процессов в системе с учетом накладываемых на эти процессы ограничений, в моделировании и в определении таких сочетаний управляющих параметров, которые обеспечат повышение эффективности процессов при не превышении допустимого уровня рисков нарушения этих процессов.

Представлены экспериментальные результаты комплексного управления рисками с использованием предложенной модели и метода на примере процессов в сложной теплотехнологической системе.

## **Анализ и визуализация ледовой обстановки на спутниковых снимках с применением глубокого обучения и когнитивной графики**

***Якубов Алексей Ренатович***

***Терехов Валерий Игоревич***

***Буклин Сергей Владимирович***

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Дрейфующий лед, встречающийся на территории северного морского пути, может неожиданно блокировать каналы движения судов или кораблей несоответствующего ледового класса, что угрожает срывом сроков поставки и привести к возникновению различных внештатных ситуаций.

Для предотвращения подобных инцидентов используются спутниковые изображения морских льдов, полученные радаром с синтезированной апертурой (SAR). В настоящее время, при анализе полученных изображений, для выбора маршрутов или районов безопасного маневрирования судов эксперт классифицирует типы льда и делает карты-схемы ледовой обстановки практически в ручном режиме, что является долгой, сложной и дорогостоящей операцией. В работе исследуются методы автоматизации создания подобных карт-схем с помощью глубокого обучения на SAR снимках ледовой обстановки исследуемой территории.

Результаты, полученные при обучении глубокой нейронной сети, показывают, что предварительная обработка данных SAR изображений играет определяющую роль в анализе ледовой обстановки, поэтому важной частью решения задачи является исследование эффективности специализированных алгоритмов предобработки SAR изображений для улучшения их качества, а также методы глубокого обучения для распознавания границ ледового покрова, айсбергов и разреженных льдин.

Полученные в результате анализа спутниковых снимков данные, с учетом проходимости тех или иных участков морского пути предоставляются лицу, принимающему решения, в наглядной форме с использованием метода динамической метаанаморфозы [1], относящегося к методам когнитивной визуализации. Метод дает возможность проводить визуальное моделирование оптимальных траекторий движения судов в линейном пространстве не только той категории льда, которая соответствует ледовому классу судна, но и любого количества других актуальных для движения показателей (ветер, течения, экологические ограничения, хозяйственная активность, социальные факторы и др.). Такой подход позволяет автоматизировать, и, следовательно, сократить время принятия решения на анализ, оценку и прогноз движения судов различных ледовых классов с учетом изменяющейся ледовой обстановки за определенный промежуток времени. При этом прогнозные модели изменения ледовой обстановки можно создать на основе нейронных сетей [2].

#### *Литература:*

1. *Terekhov V.I. et al. Cognitive Visualization in Management Decision Support Problems //Optical Memory and Neural Networks. – 2019. – Т. 28. – № 1. – С. 27–35.*
2. *Биденко С.И., Храмов И.С., Шилин М.Б. ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СИТУАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ //Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2019. – № 54. – С. 109–123.*

## Нейросетевой подход к анализу текста

*Мисник Антон Евгеньевич*

*Игнатова Дарья Сергеевна*

*Белорусско-Российский университет,  
г. Могилев, РБ*

Анализ текстов является достаточно актуальной и в то же время ресурсоёмкой задачей. Существующие подходы в основном ориентированы на сравнительный анализ слов и словосочетаний с эталонными выборками.

Целью данного исследования было проанализировать базовые возможности применения нейронных сетей для кластеризации слов по частям речи, что, как минимум, позволяет ускорить сравнительный анализ.

Для нейросетевого анализа принадлежности слова к той или иной части речи необходимо, в первую очередь, определиться с тем, каким образом преобразовывать слово к виду, пригодному для передачи нейронной сети.

В настоящее время два подхода считаются основными для преобразования слов к пригодному для передачи нейронной сети виду: one hot encoding и word2vec.

One hot encoding предполагает сопоставление каждому элементу выборки, например слову, значения в матрице, размерностью в выборку. Данный подход не очень удобен в ситуации, когда выборка у нас равняется всему текущему словарю

Word2vec – более сложный вариант, уже основывающийся на машинном обучении. Классически, он принимает текст в качестве входных данных и сопоставляет каждому слову вектор, определяя координаты слов в тексте. Данный подход весьма затратен по ресурсам и времени, кроме того, получаемые вектора для конкретного слова, что очевидно, меняются, в зависимости от переданного для анализа текста.

Предложен модифицированный вариант one hot encoding, при котором слово по семантическим алгоритмам разбивается на части, после чего, каждая часть обрабатывается по правилам one hot encoding. При данном подходе размер матриц для каждой части слова существенно уменьшается, скорость обработки возрастает.

При использовании многослойного персептрона в качестве тестовой архитектуры нейронной сети и модифицированного варианта one hot encoding, при анализе слов английского языка на принадлежность к частям речи точность достигла 87%.

## К вопросу о роевом интеллекте

*Истомин Валерий Валерьевич*

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Экстремальная робототехника занимается вопросами выполнения задач, поставленных робототехнической системе в экстремальных внеш-



них условиях, опасных для человека или исключаяющих его присутствие. Под экстремальными условиями понимаются как аварийные ситуации (определяемые случайными событиями), так и штатные экстремальные ситуации (определяемые, например, технологическим процессом). Экстремальная робототехника включает несколько подразделов: промышленная, космическая, воздушная, водная и подводная, военная.

На сегодняшний день для экстремальной робототехники и, в частности, для военной робототехники наиболее критичными являются вопросы повышения автономности функционирования робототехнических систем в произвольно меняющейся внешней среде и обеспечение соответствующего управления этими системами.

В экстремальных ситуациях можно определить некоторое множество потенциальных проблем, однако в военной области заранее предугадать все критические ситуации практически невозможно. Поэтому необходимо, чтобы робототехническая система могла сама принимать решения в таких случаях. Здесь и возникает задача повышения автономности робототехнических систем. Сегодня считается, что ее решение сводится к повышению интеллектуальности роботов.

Развитие искусственного интеллекта и автоматического управления потенциально может позволить создать полностью автономные действующие машины, однако в экстремальной робототехнике в общем случае существует ряд требований, выдвигаемых робототехническим системам и ее составляющим: малый размер отдельных роботов, экономичное электропотребление и малое время на решение задач управления.

## **Распознавание акцента в речи человека с помощью искусственной нейронной сети**

*Ким Самуил Ильич*

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Анализ речи любого человека, обладающей большим количеством разнообразных характеристик, позволяет сделать множество определенных выводов. Так, например, в криминалистике голос является значимой уликой при распознавании преступника. При этом анализ его речи позволяет получить о нём много дополнительных сведений, особенно если преступник не пойман и одной из доступных улик является запись его речи.

Одной из характеристик речи является акцент. Жители каждой страны, говоря на другом языке, имеют индивидуальный акцент. Это хорошо видно на примере английского языка, который используется во многих странах как один из основных языков, однако имеет свои отличия, выраженные в виде акцента. Таким образом с помощью акцента можно узнать в каком регионе родился и жил человек, с учетом того что языки немного отличаются в зависимости от региона.

В настоящее время для определения акцента привлекают экспертов. Однако найти эксперта, который мог бы определить акцент человека или определять какому региону он принадлежит, является сложной организационно-технической задачей, что и определяет актуальность задачи создания искусственной нейронной сети, которая могла бы определить акцент речи человека.

Известным фактом является то, что как для всех нейронных сетей, так и для всего машинного обучения в целом, качество работы моделей предсказания во многом (если не в основном) зависят от качества данных, на котором и будет происходить обучение. Кроме того, в связи с временными и ресурсными ограничениями, создать модель, которая могла бы определить акцент всего региона, достаточно сложно.

Поэтому в работе исследуется модель распознавания акцента человека с помощью искусственной нейронной сети, ограниченная двумя ветвями, а именно два вида английского акцента: британского и американского. В условиях принятых ограничений решение задачи не должно вызвать трудностей, так как аудио записи на британском и американском английских можно найти в интернете (YouTube). Кроме того компания Google даёт возможность воспользоваться не только разработанными библиотеками для звуковой классификации, но и преобразованными данными из YouTube. Тот факт, что будут отсутствовать проблемы с недостатком или недоступностью данных, дает основание рассчитывать на хорошее качество работы разрабатываемой искусственной нейронной сети.

Можно предположить, что искусственная нейронная сеть со временем будет «разрастаться», т.е. значительно усложнять свою архитектуру за счет добавления распознавания акцентов многих стран, что может сильно ухудшить точность предсказания. Однако если разбить процесс определения акцента речи на этапы и создать сеть для каждого этапа, т.е. некое «дерево» ветвями и листьями которого будут являться нейронные сети для определения акцента внутри одной страны, то можно избежать проблемы «разрастания» сети.

### **Интеллектуальная система для автоматизированного построения базы знаний корпоративной информационной системы**

*Виноградова Мария Валерьевна  
Ларионов Андрей Сергеевич*

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Для успешного развития современных технологических компаний требуется механизм накопления опыта и компетенций в рамках организа-

ции. Эффективным инструментом для этого является создание собственной базы знаний [1]. База знаний выступает надстройкой над основной информационной системой предприятия, снижая затраты на эксплуатацию последней и повышая эффективность работы предприятия в целом [2,3]. С другой стороны, при достаточно быстром росте информационной системы сами трудозатраты на поддержание актуальности базы знаний становятся значительными, особенно если присутствует неопределенность того, какие материалы следует заполнять в первую очередь.

Цель работы – это создание интеллектуальной системы для автоматизированного построения базы знаний корпоративной информационной системы, использование которой повысит эффективность процессов построения и использования последней.

Для создания подобной интеллектуальной системы необходимо построить модель базы знаний, учитывающую ее взаимодействие с информационной системой предприятия, и разработать методы и алгоритмы определения наиболее актуальных разделов предметной области, для которых требуется создать материалы в первую очередь.

В рамках достижения поставленной цели выделим следующие задачи:

- определить источники информации об элементарных событиях в системе, вызываемых действиями пользователей, и построить модель их представления для дальнейшего анализа;
- спроектировать модель базы знаний, позволяющую построить проекцию ее материалов на объекты и бизнес-процессы в информационной системе предприятия;
- разработать методику оценки приоритета составления новых материалов для базы знаний по конкретным разделам предметной области.

Перед детальным рассмотрением перечисленных задач следует уточнить, что качестве практического образца для построения моделей и проведения экспериментов были использованы следующие программные продукты:

- исследование методов анализа элементарных событий информационной системы выполнено с применением программного продукта из линейки 1С:Enterprise, предназначенного для автоматизации производственных компаний [4];
- для реализации базы знаний используются инструменты Semantic MediaWiki [5];
- источниками данных для анализа элементарных событий являются собственный журнал регистрации 1С и регистры замеров времени [6] в месте с инструментами Google Analytics и файлами логирования Semantic MediaWiki, фиксирующими частоту просмотра статей и поисковые запросы.

Наиболее эффективным способом задания структуры базы знаний признана онтология [7], которая позволяет объединить информацию о

конкретных объектах, абстрактных понятиях и связях тех и других в виде трехуровневой семантической сети:

- совокупность данных по объектам системы (документы, справочники и т.д.);
- совокупность данных по бизнес-процессам, описываемых последовательностью действий по преобразованию информационных элементов;
- совокупность данных по рабочим обязанностям пользователей, состоящих из множества стандартных и нестандартных задач.

Взаимные ссылки объектов разных типов позволяют построить для событий системы описание с указаниями на связанные элементы из всех трех совокупностей. Построение модели базы знаний и трека действий пользователей позволяют автоматизировать процесс определения приоритета составления материалов и получить дополнительную информацию о связанных объектах.

Составление нового материала для базы знаний считается актуальным, если суммарное время простоя пользователей из-за связанной с ней проблемы превышает трудозатраты эксперта на ее написание. Назовем соотношение этих величин коэффициентом актуальности. Анализ последовательностей элементарных действий пользователей позволяет оценить их фактическое суммарное время простоя из-за той или иной проблемы и таким образом составить рейтинг актуальности составления новых материалов для базы знаний. Идея состоит в том, что оценка приоритетов составления материалов для базы знаний позволяет уменьшить общее время простоя сотрудников при работе с информационной системой предприятия.

Для подтверждения эффективности предложенного подхода к определению приоритетов составления материалов было проведено имитационное моделирование. Была построена модель системы массового обслуживания, имитирующая обращения пользователей к материалам базы знаний и работу сотрудников технической поддержки при возникновении ошибок. При моделировании сравнивалось время простоя при различных подходах к наполнению базы знаний. Оцениваемым параметром при имитационном моделировании выступало совокупное время простоя пользователей. Лучшим признается подход, наиболее эффективно снижающий этот показатель. Результаты моделирования показали, что целенаправленное определение приоритетов составления материалов приносят ощутимую выгоду даже для небольших организаций, имеющих около 20 сотрудников.

Таким образом, результаты моделирования подтвердили исходное утверждение о том, что внедрение предлагаемого подхода и реализующей его интеллектуальной системы снижает трудозатраты на развитие и поддержание актуальности базы знаний.

*Литература:*

1. *Alavi, M., & Leidner, D.E.* (2001). Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS quarterly*, 107–136.
2. *Gorlacheva, E. N., Gudkov, A. G., Omelchenko, I. N., Drogovoz, P. A., & Koznov, D. V.* (2018, June). Knowledge Management Capability Impact on Enterprise Performance in Russian High-Tech Sector. In 2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) (pp. 1–9). IEEE.
3. *Migdadi, M. M., & Abu Zaid, M. K. S.* (2016). An empirical investigation of knowledge management competence for enterprise resource planning systems success: insights from Jordan. *International Journal of Production Research*, 54(18), 5480–5498.
4. 1C-Rarus (2019) 1C:Enterprise platform. Business automation, consulting and support. <https://rarus.ru/en>. Accessed by 20 apr. 2019.
5. Semantic MediaWiki (2019) Semantic MediaWiki. [http://mediawiki.org/wiki/Semantic\\_MediaWiki](http://mediawiki.org/wiki/Semantic_MediaWiki). Accessed by 20 apr. 2019.
6. 1C-Rarus (2019) Objects of configuration at 1C:Enterprise 8. <https://its.1c.ru/db/metod8dev/content/2579/hdoc>. Accessed by 20 apr. 2019.
7. *Fedotova, A. V., Tabakov, V. V., Ovsyannikov, M. V., & Bruening, J.* (2018, September). Ontological Modeling for Industrial Enterprise Engineering. In International Conference on Intelligent Information Technologies for Industry (pp. 182–189). Springer, Cham.

**Разработка методики обнаружения  
препятствий по стереоизображению  
для лиц с инвалидностью по зрению**

**Ильин Валерий Сергеевич  
Терехов Валерий Игоревич**

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

По статистике всемирной организации здоровья на 2017 год [1] 217 млн человек имеют умеренные и тяжелые нарушения зрения, а 36 млн человек поражены слепотой. Согласно проведенному ранее исследованию [2] основные проблемы, с которыми сталкиваются люди с нарушениями зрения связаны со своевременным обнаружением препятствий на уровне головы и ног. Существующий метод, основанный на оригинальном озвучивании изображения с монокамеры носимого устройства [3] требует от шести месяцев обучения пользователя для достижения наиболее эффективного результата обнаружения объектов. Разработанная методика позволяет решить проблему обнаружения препятствий, а также не требует длительного времени обучения пользователя.

Основу обнаружения ближайшего объекта составляет алгоритм реконструкции карты глубины по паре изображений [4] со стереокамеры носимого устройства. К полученному изображению карты глубины

применяется операция бинаризации, после чего производится поиск контуров на полученной маске. Контур с наибольшей площадью соответствует ближайший объект.

Для передачи пользователю устройства положения ближайшего объекта используется разработанный алгоритм. В качестве входных данных алгоритму подаются координаты центра контура с наибольшей площадью. На выходе алгоритма – звуковая последовательность, основанная на сигнале синусоидальной формы. Частота звука определяется на какой высоте (ось Y) находится препятствие на изображении: частота изменяется от 300 Гц до 550 Гц с шагом 25 Гц (применялась операция отображения). Смещение звука по каналам наушников определяет смещение объекта по оси X на изображении. Громкость сигнала (амплитуда) определяется площадью контура ближайшего объекта.

Дальнейшее определение объектов основывается на модели свёрточной нейронной сети на базе архитектуры Darknet YOLO [5]. Для распознавания использовалась предобученная на наборе данных Microsoft COCO [6] нейронная сеть. Исходное изображение распознавалось при помощи данной модели, и координаты распознанных объектов соотносились с контуром ближайшего объекта.

Таким образом, на выходе разработанной методики получили озвучивание координат и названия (используется технология TTS [7]) объекта. После модификации технологии удалось настроить адаптивную озвучку до трех ближайших объектов подобным образом.

Дальнейшая разработка методики будет связана с улучшением методов обнаружения ближайших объектов при помощи алгоритмов SLAM, а также с усовершенствованием методов звуковой идентификации ближайшего объекта.

#### *Литература:*

1. *Bourne R.R. A. et al.* Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis//The Lancet Global Health. – 2017. – Т. 5. – №. 9. – С. e888-e897.
2. *Ильин В.С., Попова М.С.* Выявление потребностей слепоглохих людей для проектирования вспомогательных технологий и устройств // Новая наука: теоретический и практический взгляд. – 2017. – №.1. – С. 218.
3. *Meijer P.B.L.* An experimental system for auditory image representations// IEEE transactions on biomedical engineering. – 1992. – Т. 39. – №.2. – С. 112–121.
4. *Konolige K. et al.* Outdoor mapping and navigation using stereo vision // Experimental Robotics. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. – С. 179–190.
5. *Redmon J. et al.* You only look once: Unified, real-time object detection // Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2016. – С. 779–788.

6. Lin T.Y. et al. Microsoft coco: Common objects in context // European conference on computer vision. – Springer, Cham, 2014. – С. 740–755.
7. Shen J. et al. Natural tts synthesis by conditioning wavenet on mel spectrogram predictions //2018 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). – IEEE, 2018. – С. 4779–4783.

## **К вопросу обеспечения безопасности распределенных интеллектуальных информационных систем**

*Вершенник Елена Валерьевна*

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)*

В настоящее время в области информационных технологий наблюдается резкое повышение интереса к построению распределенных приложений и систем, которые могут использоваться в сетевом окружении группой пользователей. Такие системы могут открыть дорогу к разделению и совместному использованию знаний в компьютерных сетях. Все большее использование знаний с возможностью обмена ими по сети позволят поднять содержательность информационных ресурсов сети на принципиально новый уровень, так как сетевые ресурсы будут содержать не слабоструктурированную текстовую информацию, а представленные определенным образом знания, пригодные для использования в процессе логического вывода для решения задач пользователей.

Другим важным аспектом при создании таких распределенных интеллектуальных информационных систем является обеспечение защищенности как их элементов, так и процессов передачи информации через сети связи общего пользования [1, 2].

Распределенные системы характеризуются тем, что к ним применим такой вид атак, как «удаленные атаки», поскольку их компоненты используют открытые каналы передачи данных и нарушитель может не только проводить пассивное «прослушивание» передаваемой информации, но и модифицировать, задерживать, дублировать, удалять передаваемые сообщения, неправомочно использовать их реквизиты, т.е. осуществлять активное воздействие. В настоящее время разработано достаточное большое количество средств и способов повышения защищенности элементов распределенных информационных систем (РИС) от компьютерных атак, однако они обладают рядом недостатков, таких как значительный рост технической сложности элементов РИС, увеличение вычислительной нагрузки на элементы РИС, увеличение длины «безопасных сетевых дейтаграмм», что, в свою очередь приводит к увеличению нагрузки на сеть, узкая применимость вследствие наложения ограничений применяемых протоколов [3–5].

В докладе рассматриваются способы, расширяющие арсенал средств и способов повышения защищенности распределенных информационных систем.

*Литература:*

1. *Вершенник Е.В., Закалкин П.В., Стародубцев Ю.И.* Кибернетические воздействия на информационно-телекоммуникационные сети связи // В сборнике: Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях Труды III Межвузовской научно-практической конференции. 2018. С. 210–213.
2. *Вершенник А.В., Федоров В.Г., Попова А.В.* Способ защиты информационных потоков в многооператорных информационно-телекоммуникационных сетях // В сборнике: Современные информационные технологии. Теория и практика Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Отв. ред. Т.О. Петрова. 2018. С. 154–158.
3. *Васюков Д.Ю., Смыгин А.М., Митрофанов М.В.* Подход к противодействию компьютерным атакам на критически важных информационных сегментах сети специального назначения // В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность. 2017. С. 61–63.
4. *Сидоренко Е.Н., Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В., Фёдоров В.Г.* Способ защиты информационно-телекоммуникационных сетей специального назначения от сетевых компьютерных атак // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании Сборник научных статей: в 3-х томах. 2016. С. 333–337.
5. *Бегаев А.Н., Грецишников Е.В., Добрышин М.М., Закалкин П.В.* Предложение по оценке способности узла компьютерной сети функционировать в условиях информационно-технических воздействий // Вопросы кибербезопасности. 2018. № 3 (27). С. 2–8.

### **Прогнозирование временных рядов финансовых активов**

*Миловидов Алексей Евгеньевич*

*Проскураков Александр Юрьевич*

*Муromский институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский  
государственный университет имени Александра  
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*

Помимо применения распознавания и классификации в областях медицины, обработки изображений, сигналов и текстов, множество задач прогнозирования на основе нейронных сетей, связаны со сферой бизнеса и финансов. В настоящее время искусственные нейронные сети (далее ИНС) широко применяются для решения инвестиционно-финансовых задач [1], таких как прогнозирование индекса фондовых бирж, прогнозирование банкротства и классификация корпоративных облигаций. Прогнозирование доходности фондового рынка является важным



вопросом в сфере финансов. Это краткосрочные и долгосрочные прогнозы тенденций финансовых, валютных, фондовых рынков, прогнозирование платежеспособного спроса, продаж и выручки, рисков кредитования, фьючерсных контрактов и ряд других.

Любой исследуемый процесс может быть представлен в виде временного ряда. Благодаря этому становится возможным анализировать сам процесс для решения задач распознавания, классификации и предсказания с помощью различных инструментов, включая ИНС [2].

В результате эмпирических тестов использовались различные параметры архитектуры нейронной сети, такие как количество скрытых слоев, количество нейронов во входном и скрытом слоях. Данные параметры влияют на итоговую точность прогноза, однако простое увеличение количества скрытых слоев и нейронов в них не дает существенного прироста эффективности модели, однако значительно увеличивает вычислительную нагрузку.

Тип нейронной сети – многослойный персептрон прямого распространения. Во входном слое содержится 4 нейрона, два скрытых содержат по 100 нейронов, выходной слой имеет 1 нейрон. Метод обучения нейронной сети – алгоритм обратного распространения ошибки.

Основными гиперпараметрами изменяемыми при обучении нейронной сети являются количество скрытых слоев, количество нейронов в скрытом слое, функция вычисления ошибки (параметр *loss*), количество эпох при обучении (параметр *epochs*), метод оптимизации (параметр *optimizer*), а также параметр *batch\_size*, определяющий, сколько входных векторов будет подано на вход нейронной сети до изменения весовых коэффициентов.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что для решения поставленной задачи прогнозирования финансовых трендов оптимальным является использование архитектуры нейронной сети 4–100–100–1, количество эпох обучения 100, метод оптимизации – Adam, функция вычисления ошибки – Mean Squared Error. После реализации модели искусственной нейронной сети, можно использовать ее для прогнозирования временных рядов стоимостных показателей финансовых активов [4].

Использование нейронных сетей для анализа финансовой информации является перспективной альтернативой для традиционных методов прогнозирования в силу своей адаптивности.

Поскольку основной задачей на данном этапе исследования является определение среднесрочного тренда, а не точное предсказание ценовых уровней, в качестве недостатка разработанной искусственной нейронной сети можно выделить сложность ее применения для высокочастотного трейдинга и прогнозирования финансовых показателей со временными интервалами (таймфреймы) менее 1 дня [4].

В ходе исследования было установлено, что разработанная модель прогнозирования временных рядов финансовых показателей на базе многослойного персептрона может применяться в качестве как отдельного инструмента для анализа и прогнозирования динамики стоимости биржевых активов, в том числе активов цифровой экономики, так и в качестве дополнения к традиционным методам анализа. Показатель погрешности прогноза составляет от 9 до 32%.

*Литература:*

1. *Gudelek, Ugur & Boluk, Arda & Ozbayoglu, Murat.* (2017). A deep learning based stock trading model with 2-D CNN trend detection. 1–8. 10.1109/SSCI.2017.8285188
2. *Kropotov, Y.A., Proskuryakov, A.Y., & Belov, A.A.* (2018). Method for forecasting changes in time series parameters in digital information management systems. *Computer Optics*, 42(6), 1093–1100. doi:10.18287/2412–6179–2018–42–6–1093–1100
3. *Proskuryakov, A.Y.* Processing and forecasting of time series in systems with dynamic parameters / 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017 – Proceedings. WOSUID: WOS:000414282400259.
4. *Миловидов А.Е., Кропотов Ю.А., Проскуряков А.Ю.* Вариативность нейросетевых инструментов в задаче прогнозирования временных рядов финансовых активов // *Инновационные, информационные и коммуникационные технологии*. 2019. № 1. С. 103–108.

### **Разработка технологии интеллектуальной поддержки принятия решений при определении приоритетов событий на основе данных геолокации**

*Сухова Александра Денисовна*

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)*

На данный момент в мире сфера услуг и туристическая инфраструктура проходят период обновления. Идет цифровизация туристического рынка. В России национальный проект «Цифровая экономика» предполагает цифровизацию всех отраслей, в том числе туристической, где уровень развития цифровых технологий может стать одним из конкурентных преимуществ национальной экономики. В частности, в регионах это может стать фактором пространственного развития территорий.

Возрастающие информационных потоки требуют от современного человека быть постоянно подключенным к каналам коммуникации, планировать жизнедеятельность и контролировать достижение поставленных целей. В условиях неопределенности на анализ поступающей информации уходит много времени. Принятие взвешенных и эффективных решений – одна из главных задач, стоящих перед современным человеком. На данный момент разработаны стандартные программные средства

(будильник, календарь, карта, голосовой помощник), направленные на повышение производительности людей. Современные сервисы решают общие типизированные проблемы, но не учитывают персональные факторы, индивидуальные приоритеты для оценки и анализа с целью принятия эффективного решения. Человек самостоятельно анализирует текущую информацию в условиях неопределенности при формировании альтернатив. Таким образом, зачастую идет фокусирование на второстепенных задачах планирования рутинных действий, что ведет к неблагоприятным последствиям (таким как – многозадачность, информационная перегрузка, перенапряжение, стресс и ухудшение здоровья).

Актуальной проблемой является автоматизация процесса принятия решений. Разработка направлена на создание технологии для формирования наиболее удобных условий организации времени пользователя и повышения его эффективности при планировании различных задач.

Цель проекта – разработать и технически реализовать библиотеку интеллектуальной поддержки принятия решений пользователей мобильных устройств при определении приоритетов событий на основе данных геолокации.

В задачи проекта входит разработка информационного и математического обеспечения и программного продукта.

Научная новизна содержится в следующих результатах проекта:

1. Комплекс функциональных и информационных моделей процессов принятия решений, позволяющих создать полное описание процедур формирования рекомендаций пользователю.
2. Архитектура системы поддержки принятия решений, отличающаяся применением адаптивного алгоритма поддержки принятия решений, позволяющего объединить в единое информационное пространство отдельные модули системы, обеспечить адаптацию и эволюцию знаний в процессе функционирования системы.

Для решения поставленных задач предполагается использование методов комбинаторной оптимизации и интеллектуального анализа данных, в частности методы классификации, моделирования и прогнозирования, статистические методы.

Продукт предназначен для обработки данных геолокации и статистики при формировании альтернативных решений относительно маршрутов передвижения пользователей между контрольными точками заданных ими событий.

На данный момент проведен анализ методов интеллектуального анализа данных, осуществлено проектирование информационного и математического обеспечения, разработан графический интерфейс пользователя (GUI), сформированы варианты использования графического интерфейса.

Использование системы поддержки принятия решений, метода интеллектуального анализа данных и алгоритма на основе комбинаторной оп-

тимизации в логике работы современных сервисов поможет реализовать необходимый функционал для обеспечения поддержки принятия решений пользователя при планировании жизнедеятельности и определении приоритетов событий, что позволит исключить человеческий фактор при организации и принятии решений. Таким образом, предлагается разработка интеллектуального персонального программного агента.

Работа выполнена за счет средств гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор № 14830ГУ/2019 от 13.12.2019).

#### *Литература:*

1. *Бертран М.*, «Объектно-ориентированное конструирование программных систем» [Текст] / М. Бертран; Под.ред. В. Биллинг : – изд. Русская Федерация, 2005. – 1204 с.
2. *Баргесян А.А., Холод И.И., Тесс М.Д., Куприянов М.С., Степаненко В.В.*, «Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining» [Текст] / А.А. Баргесян : – СПб.: БХВ-Петербург, 2009.
3. Knowledge Discovery in Databases: An Overview / W. Frawley, G. Piatetsky-Shapiro, C. Matheus : AI Magazine, 1992. – 228p.
4. *Merkert J., Mueller M., Hubl M.* A Survey of the Application of Machine Learning in Decision Support Systems. – ECIS, 2015.
5. *Tariq A., Rafi K.* Intelligent Decision Support Systems – A Framework. – India, 2011.

### **Обоснование выбора средств разработки специального программного обеспечения**

*Тесленко Евгений Алексеевич  
Екимова Мария Юрьевна  
Попова Анастасия Николаевна*

Контроль проведения хода натурных экспериментов, а также оперативное принятие управленческих решений в ходе их проведения в условиях реального масштаба времени являются сложнейшими задачами, связанными с ограничениями во времени и в связи с этим увеличением риска принятия неправильных и необратимых решений. Для решения указанных задач необходимо специализированное программное обеспечение по автоматизации процессов сбора, обработки и представление измерительной информации в реальном масштабе времени (СПО СОИ РМВ) и как её составная часть – специализированное программное обеспечение формирования исходных данных в режиме реального времени (СПО ФИД РМВ).

СПО СОИ РМВ является составной частью АССОИ РМВ. СПО СОИ РМВ является следующим этапом развития комплекса реального времени АССОИ, с которым должна быть произведена интеграция.

На СПО СОИ РМВ возложено решение следующих задач [1], [4]:

- экспериментальное определение на испытательных трассах количественных и качественных характеристик опытных и серийных образцов ракетного вооружения с использованием современных информационных технологий;
- сбор в РМВ измерительной информации (траекторной информации и ограниченного потока радиотелеметрической информации) от привлекаемых к натурному эксперименту (НЭ) измерительных средств;
- автоматизированный контроль в РМВ и оперативная оценка хода натурных экспериментов для обеспечения управления процессом испытаний и решения задач их безопасности;
- накопление в реальном масштабе времени (РМВ) измерительной информации (траекторной информации (ТИ), ограниченного потока радиотелеметрической информации (РТИ) и др.) на АРМ АССОИ РМВ для дальнейшего послесекансного анализа;
- обработку измерительной информации в РМВ с получением обобщённых характеристик (синхронизация, совместная обработка), предназначенных для различных категорий пользователей, характеризующих поведение объектов испытаний, средств измерений и обработки;
- представление обобщённой информации о ходе эксперимента любым удалённым пользователям в соответствии с их полномочиями;
- контроль состояния работы измерительных средств, формирование и выдача на них целеуказаний;
- оперативный прогноз точек падения изделий и элементов боевого оснащения.

Создаваемое СПО СОИ РМВ должно быть унифицированным, кроссплатформенным инструментом, способным обеспечить сбор, обработку и представление измерительной информации в ходе проведения натурных экспериментов [2],[3]. Единый выполнимый файл должен функционировать под различными операционными системами, включая MS-Windows, Linux и MacOS.

В настоящее время происходит бурное развитие аппаратных средств ПК и операционных систем. Для того, чтобы избежать жесткой привязки создаваемого СПО к конкретной аппаратуре ПК и операционной системе необходима разработка кроссплатформенного специализированного программного обеспечения (СПО). Разрабатываемое СПО не должно быть привязано к конкретной ОС и аппаратным средствам ПК. Выполнимая программа должна без каких-либо дополнительных усилий (например, перекомпиляции исходного кода – как того требует инструментарий Qt) переносится на АРМ с иными аппаратными средствами под управлением ОС отличной от исходной [5]. В настоящее время решение данной задачи в полном объеме способны обеспечить две кроссплатформенные платформы: Java и .NET Framework (Mono).

По результатам исследований платформа .NET Framework (Mono) показала значительно лучшие результаты в сравнении с платформой Java, в связи с чем разработку СПО СОИ РМВ и СПО ФИД РМВ необходимо осуществить на языке C# с графическим интерфейсом пользователя (GUI) Windows Forms (WinForms). СПО, разработанное на C# под WinForms, обеспечит работоспособность комплекса в ОС MS-Windows, Linux и MacOS. В качестве среды выполнения необходимо использовать среду выполнения .NET приложений компании Xamarin – «Mono», проекта по созданию полноценного воплощения системы .NET Framework на базе свободного программного обеспечения.

#### *Литература:*

1. ГОСТ 34.003–90 Автоматизированные системы. Термины и определения.
2. ГОСТ 34.602–89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированных систем.
3. ГОСТ 34.601–90 Автоматизированные системы стадии создания.
4. ГОСТ РВ 51987–2002. Типовые требования и показатели качества функционирования информационных систем.
5. *Хетагуров Я.А.* Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления.. Москва; Высшая школа, 2006.
6. *Екимова М.Ю., Тесленко Е.А., Шарлай Д.В., Второва С.Г., Попова А.Н.* Специализированное программное обеспечение для вычислительного комплекса «Эльбрус» //Известия Тульского государственного университета/ Технические науки/ Тула; № 7, 2019г, с. 305–312.
7. *М.Ю. Екимова, Тесленко Е.А.* Возможности автоматизированного измерительного комплекса обработки измерительной информации в реальном масштабе времени //./ Тезисы докладов/ XVII всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». 19 марта 2019 г., Москва, с. 216
8. *М.Ю. Екимова, Тесленко Е.А., Д.В. Шарлай* Особенности методики обработки данных, полученных при проведении натурных испытаний, в автоматизированных информационно-управляющих системах // Тезисы доклада / II Всероссийская научно-практическая конференция/ Проблемы повышения эффективности научной работы в оборонно-промышленном комплексе России. 11–12 апреля 2019г. Знаменск, – С. 56–62.

## **Вторая сигнальная система искусственного интеллекта**

**Чечкин Александр Витальевич**

*Финансовый университет при Правительстве  
Российской Федерации (ФинУниверситет),*

**Воронков Геннадий Сергеевич**

*Московский государственный университет  
имени М.В.Ломоносова (МГУ)*

**Потюнкин Александр Юрьевич**

*Военная академия РВСН имени Петра Великого*

В докладе рассматриваются умные поведенческие технические системы, т.е. системы искусственного интеллекта (ИИ) на базе информационно – системной избыточности [1]. Развивается идея организации сети таких систем как многоагентной системы на основе создания единой общей «второй сигнальной системы» для всех участников сети. Вторая сигнальная система для каждого ИИ является единой (общей) языковой системой или языком всей сети ИИ [2]. Такой язык является специфической распределенной интеллектуальной операционной системой всей сети и одновременно операционной системой для каждого отдельного ИИ сети. При этом, такой язык является для всей сети и каждого ИИ сети системой их реструктуризации, их целеполагания и прогнозирования, их управления и ускоряющегося обновления, обучения, их развития и далее преобразования их широкой проблемной области. Такой язык является: когнитивным, активирующим и коммуникационным.

В основе каждой поведенческой системы сети лежит ее первая сигнальная система – это определяемая своими сенсорными элементами избыточная символьная модель всего театра действий такой ИИ, т.е. модель широкой проблемной области не только одной данной ИИ, но и всей сети ИИ в форме среды радикалов. Вместе такие модели являются распределенной радикальной моделью всей сети ИИ с разной степенью рефлексии отдельных частных моделей каждой ИИ, для которых единый язык всей сети ИИ выступает как их вторая сигнальная система подобно языку человеческого общества.

Для всякого языка требуются: синтаксис языка, включающий алфавит (графический, звуковой или др.), грамматику (правила составления слов или словосочетаний и т.п.), семантика языка, включающая лексику, онтологию, толковые словари и т.п., прагматика языка, включающая системный подход, целеполагание (выбор очередной доминирующей задачи из имеющегося набора задач), прогнозирование, логический вывод и т.п.

Когнитивность языка означает: 1) Обеспечение (оснащение) слов и словосочетаний семантикой в рамках радикальных моделей каждого ИИ сети; 2) Толкование (перевод) сенсорных измерений каждой ИИ сети в форму (штатных – нештатных) языковых данных, семантиче-

ских сетей и в форму (штатных – нештатных) задач; 3) Определение для сети ИИ и каждой ИИ сети дерева целей с выделением стратегических и тактических целей; 4) Объединение всех потоков текущих задач в единую систему текущих задач с приоритетами, выбор и планирование очередных доминирующих штатных задач; 5) Включение штатных данных и штатных задач в радикальные модели каждой ИИ; 6) Учет хода и результата выполнения текущих штатных задач для коррекции единой системы текущих задач; 7) Анализ и активные попытки снятия нештатности с нештатных данных и задач, т.е. выбор и планирование обновления, развития сети ИИ и всей ее проблемной области, включение соответствующих данных и задач в ранг штатных; 8) Коррекция радикальной модели сети ИИ и языка сети ИИ и т.д.

Активирующее свойство языка означает, что каждый раз в радикальной модели сети с каждым словом или словосочетанием, обрабатываемом (воспринимаемом) каждой ИИ сети, происходит в радикальной модели оперативное локальное активирование частной модели (системокванта), соответствующей семантике этого слова или словосочетания. Например, с каждой штатной задачей, обрабатываемой ИИ должны быть оперативно активированы радикалы частной модели затем радикалы постановки задачи затем радикалы метода ее решения далее радикалы алгоритма ее решения в рамках этой модели и наконец, данная штатная задача должна быть эффективно решена соответствующим системоквантом радикальной модели.

Коммуникативное свойство языка – это возможность посылать и принимать по каналам связи сообщения, запросы, ответы, просьбы, задания и т.п. к другим умным поведенческим системам сети и от них. Тем самым сеть ИИ будет функционировать как одно целое, развиваться, обновляться и перестраивать свою широкую проблемную область.

Вывод. Ближайшей проблемой ИИ в технике будет разработка единого языка сети ИИ и его внедрение в практику.

#### *Литература:*

1. *А.Ю. Потюпкин, А.В. Чечкин.* Искусственный интеллект на базе информационно – системной избыточности. М.: Издательство «КУРС», 2019 г., 384 с.
2. *Г.С. Воронков, А.В. Чечкин.* Проблемы моделирования сенсориума и языковой системы естественного интеллекта индивидуума. М.: Издательство МГУ. Журнал «Интеллектуальные системы», том 2, вып. 1–4, 1997 г.



## **Теория радикалов – основа моделирования поведения избыточных систем**

*Потюпкин Александр Юрьевич  
Чечкин Александр Витальевич*

В монографии [1] рассматривается моделирование поведения много-агентных систем, относящихся к категории избыточных систем (ИЗС), т.е. систем, для которых их информационный и системный ресурс (сведения, данные о широкой проблемной области, включая саму ИЗС и инструментарий для работы с ними) превышает ресурс, необходимый и достаточный для решения только штатных задач системы на каждом этапе ее жизненного цикла. В качестве формы организации избыточности предлагается использовать формализм среды радикалов. Радикалы – это реальные, или идеальные, или смешанные информационно-системные функциональные модули (агенты), имеющие два взаимоисключающих состояния: активен – пассивен, с помощью которых поведенческая система выстраивает свое целенаправленное поведение, под которым будем понимать согласованную активизацию и совместную деятельность системоквантов (групп агентов) для достижения цели. Целесообразность выбора подобного подхода обусловлена необходимостью учета принципа несовместимости: с ростом сложности систем наша способность делать точные и содержательные утверждения об их поведении падает до определённого предела, за которым такие характеристики как точность и содержательность становятся взаимоисключающими.

Для избыточных систем важной характеристикой их функционирования являются сценарии поведения, отражающие их ситуационное поведение. Сценарий поведения ИЗС – описание возможных вариантов решения целевых задач, предполагаемого распределения информационных и системных ресурсов при различных сочетаниях внутренних и внешних для системы факторов. Особенностью ИЗС является полисценарность поведения – одна и та же система может реализовывать различные сценарии, выполнять целый комплекс различных функций, решать множество целевых задач, включая задачи развития путём варьирования ресурсами системы, при этом каждая из задач должна быть информационно и системно обеспечена. В [1] показано, что сети из активных радикалов позволяют отразить сценарии поведения ИЗС и тем самым осуществить моделирование её поведения. На практике особый интерес представляют избыточные среды радикалов многоагентных систем и механизм реализации радикального моделирования с использованием матриц активации, в которых учитываются параметры радикалов, например пространственные координаты; технические параметры; реализуемые функции и их параметры; многое другое в зависимости

от выбранного пространства функционирования радикалов, а также разнообразные функции активации, определяемые целью и задачами функционирования ИЗС; типом и параметрами структуры среды (сети) радикалов; состоянием взаимодействующих радикалов; требованиями по активации и выделенным ресурсом. Предлагаемый подход к моделированию поведенческой активности ИЗС на основе теории радикалов может быть успешно применён при описании поведения систем большой размерности, в частности роботизированных систем специального назначения, в том числе групп беспилотных летательных аппаратов, функционирующих с использованием технологий IoT.

*Литература:*

1. *А.Ю. Потюпкин, А.В. Чечкин.* Искусственный интеллект на базе информационно-системной избыточности. Монография. М: Издательство «КУРС», 2019.

### **Обеспечение безопасности ОС Astra Linux по средствам установки Dr.Web**

*Тимофеева Надежда Сергеевна  
Золотова Екатерина Сергеевна*

Операционная система Astra Linux, является разработкой российских программистов по заказу Министерства Обороны Российской Федерации (МО РФ). Данная операционная система специализируется на защите обрабатываемых данных. Защита может быть любого уровня сложности, от защиты персональных данных вплоть до защиты информации, которая находится под грифом «совершенно секретно».

Данный продукт является трудом разработок ОАО «НПО РусБИ-Тех», который совместно с АО «МЦСТ» проводили тестирования для проверки того, насколько приспособлена данная операционная система к процессору «Эльбрус». В процессе тестирования были проведены следующие действия:

1. Используя компилятор, который предназначен для работы с платформой «Эльбрус», была собрана операционная система с использованием изначальных кодов;
2. Производился запуск операционной системы;
3. Производилась проверка графического интерфейса;

Одной из основных характеристик данной системы, как мы уже сказали, является то, что она предназначена для создания автоматизированных систем, которые будут исполнять защитные функции. Система создана и развивается на основе таких известных дистрибуторов, как Debian и Ubuntu.

К основному плюсу данной системы относится то, что она была полностью одобрена со стороны ФСБ, МО и ФСТЭК. То есть это говорит о

том, что ОС Astra Linux может быть допущена к хранению и обработке информации, в том числе и к «совершенно секретной» информации. По полученным сертификатом, можно сказать, что данная операционная система полностью устраивает Вооруженные Силы РФ, а это способствует полному переходу на систему Astra Linux.

Помимо своей внутренней защиты, на данную систему можно установить дополнительные антивирусные программы. Это необходимо для обеспечения безопасности информации в Вооруженных силах РФ.

Установка антивирусной программы начинается с того, что нам необходимо узнать разряд нашей операционной системы. Так как мы имеем дело с операционной системой «Смоленск», то, по вышеуказанным данным, мы знаем, что данная операционная система имеет процессорную архитектуру x86–64 бита. В дальнейшем нам необходимо взять лицензионную версию дистрибутива, только после этого можно продолжать работу.

Файл дистрибутива является исполняемым файлом, который необходимо запустить. Однако для этого не всегда достаточно двойного щелчка мышкой на файл. Это связано с тем, что система Astra Linux выполняет запуск файлов лишь при наличии соответствующего разрешения на исполнение. Это можно сделать, используя стандартный файловый менеджер, который есть в графической оболочке или же воспользоваться командной строкой, введя команду:

```
# chmod +x <имя_файла>.run
```

Дальше необходимо запустить файл, внутри файлового менеджера или же можно воспользоваться командой:

```
# ./<имя_файла>.ru
```

После этого должна запуститься программа для установки. Если же программа была запущена без соответствующих прав, то система запросит повышение прав. В зависимости от возможности системы, запуск дистрибутива может производиться, как в графическом редакторе, так и с использованием командной строки(терминала). Так как нам необходимо установить программу без использования сети интернет, то мы должны воспользоваться терминалом.

При установке в режиме командной строки выполняются следующие действия:

Перед пользователем появится окно, в котором будет висеть приглашение на установку. Ответом должно быть Yes/Y, если вы хотите продолжить установку.

После получения согласия система выдаст вам текст лицензионного соглашения, с которым необходимо ознакомиться. Для того, чтобы перелистывать страницы текста, вы можете воспользоваться пробелом.

После прочтения соглашения, необходимо ввести согласие. Это осуществляется с помощью ввода Yes/Y.

После принятия лицензионного соглашения, система автоматически запустит установку компонентов антивирусной программы. На экране же будет содержаться информации о ходе установки и перечне установленных компонентов.

После того, как все компоненты программы установятся, на экране будет отображаться сообщение о результатах прошедшей установки, и программа завершит свою работу.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что операционная система Astra Linux оправдывает возложенные на нее ожидания, так как она обеспечивает полную безопасность информации, независимо от того, какому уровню она относится. Так же она обгоняет другие операционные системы в необходимых параметрах и не совершает тех же ошибок. Однако любая система неидеальна, и безусловная данная система так же имеет свои отрицательные стороны.

#### *Литература:*

1. Общая информации об антивирусной программе Dr.Web. [Электронный ресурс] Режим доступа <https://company.drweb.ru/>
2. Установка Антивирусной программы на операционную систему Astra Linux [Электронный ресурс] Режим доступа <https://itsecforu.ru/2017/05/12/dr-web-esuite-server-10-00-1-astra-linux-1-3-smolensk-se/>
3. Характеристики операционной системы Astra Linux [Электронный ресурс] Режим доступа [https://infostart.ru/journal/news/tekhnologii/uspekhi-i-provaly-otechestvennoy-operatsionnoy-sistemy-astra-linux\\_793722/](https://infostart.ru/journal/news/tekhnologii/uspekhi-i-provaly-otechestvennoy-operatsionnoy-sistemy-astra-linux_793722/)

### **Концепция мотивации при управлении в ролевой избыточной системе**

*Анисимов Владимир Юрьевич*

Рассматриваются вопросы управления в ролевых избыточных системах. Под ролевой избыточной системой понимается система, относящаяся к классу систем, представляющих собой взаимосвязанную и взаимодействующую среду радикалов [1]. В отличии от парадигмы функциональной избыточной системы, в которой радикалы представляются как некоторые обособленные функциональные модули, способные находиться в пассивном или активном состоянии, в парадигме ролевой системы конкретный активный радикал играет определенную роль, выбор которой чаще всего зависит от текущего сценария и оценок процесса поведения иных радикалов и ролевой системы в целом. В этом случае активный системный радикал реализует не определенное заранее известное единственное преобразование входного сигнала в выходной результат, а выбирает, на основе своих оценок соответствующий вариант действий, направленных на достижение как своих целей, так и целей всей системы [2]. Такая особенность ролевой избыточной системы су-

ущественно меняет и концепцию управления данными системами, поскольку возникает существенная неоднозначность в прогнозировании возможного выбора каждым активным радикалом той или иной роли для достижения целей управления. Такого рода системы существенно отличаются от классических функциональных систем, для которых основными ключевыми понятиями являются состав активных элементов, структура элементов и их функциональное назначение. В данном случае имеет место не только элементно-структурная избыточность (наличие активных и пассивных радикалов), но и информационно-функциональная (возможность выбора каждым радикалом определенной роли из своего репертуара). Кроме того пространство переменных, определяющих внутреннюю среду ролевой системы также не имеет строго определенной размерности. В случае избыточной ролевой системы результат определяется как выполнение некоторого сформированного по соответствующей ситуации сценария, путем исполнения ролей элементами системы, которые в свою очередь представляют собой выбор и реализацию некоторой функции из ролевого арсенала.

Особенности реализации ролей радикалами в избыточных ролевых системах предопределяют и особенности управления такого рода системами. Для функциональных систем задачей управления является определение некоторой функции (цели управления) преобразующей текущее состояние системы в желаемое (терминальное), декомпозиция этой функции на ряд известных функциональных преобразований, зафиксированных в функциональном назначении соответствующих радикалов системы (задачи исполнителям), активизация радикалов в соответствии с известной структурой их взаимодействия, определяющих некоторый алгоритм получения результата путем организованного выполнения элементами предписанных им функций (организации доведения задач и контроль их исполнения). В ролевых избыточных системах помимо функциональных аспектов в концепцию управления включаются мотивационные аспекты, предусматривающие мотивацию как привлечения свободного радикала в состав исполнителей, так и обеспечения требуемого (желаемого) характера и качества исполнения роли, выбранной радикалами для реализации сценария. При этом сценарий не устанавливает жесткого соответствия в изменениях свойств входных и выходных объектов, а определяет лишь базовые отношения и взаимосвязи, которые должны соблюдаться между всеми объектами, входящими в сценарий. В этом случае концепция управления наряду с функциональными аспектами должна включать мотивационные аспекты, направленные на обеспечение принятия решения об изменении своей активности радикалами исполнителями а также выбора активными радикалами характера и качества реализации своей роли для решения поставленной задачи.

Рассматриваются основные понятия реализации мотивационного аспекта концепции управления в избыточных ролевых системах. Выделяются два типа мотивации: мотивация включения направленная как на переход в

активное состояние и мотивация исполнения, направленная на обеспечения выполняемой роли уже в активном состоянии. Подчеркивается, что любая мотивация радикала определяется «эмоциональным напряжением» радикала, которое создается в зависимости от представлений радикала о ценностях всей системы и своих ценностях в текущий момент времени. Для реализации управления в избыточной ролевой системе предложена концепция управления, предусматривающая формирование сценария достижения поставленной цели и реализации данного сценария путем формирования мотивации включения (самосборки системокванта [2]) и мотивации исполнения ролей активными радикалами. Рассмотрены вопросы формирования «видения» как информационного образа сценария достижения желаемых результатов, способы реализации мотивации включения и мотивации исполнения в избыточной ролевой системе, а также классы отношений, способных выступать в качестве формирующего основания для мотивационной функции. Реализация концепции мотивация основана на наличии у каждого радикала системы некоторого мотивационного пространства, включающего множество источников мотивации, с указанием их свойств и направлений положительного и отрицательного изменения этих свойств и состояний, а также моделями адекватными или неадекватными мотивационных пространств других участников сценария. Управляющий радикал, используя свое представление о мотивационных пространствах исполнителей, обеспечивает восприятие (адекватное или не адекватное) информации о возможных изменениях свойств объектов, входящих в мотивационное пространство и тем самым создает напряжение у соответствующего радикала, который, стремясь редуцировать данное напряжение, реализует выбранную поведенческую функцию согласно своей роли в сценарии. Рассмотрены типовые ситуации, возникающие при реализации мотивационной концепции и подходы к формализованному представлению данных ситуаций.

*Литература.*

1. Потюпкин А.Ю., Чечкин А.В. Искусственный интеллект на базе информационно-системной избыточности. – М.: КУРС, 2019. – 384с. – (Серия «Наука»)

## **NBICS – технологии и системы искусственного интеллекта**

***Воронов Михаил Владимирович***

*Московский государственный психолого-педагогический университет*

***Силаева Мария Дмитриевна***

*НИУ Высшая школа экономики  
Санкт-Петербургский филиал*

Перспективы развития цивилизации на современном этапе связывают с бурным развитием технологий, базирующихся на нано, био, инфо и

когно-технологиях (NBIC). Появление и широкое использование принципиально новых производственных технологий обуславливает происходящие на наших глазах изменения и в социальной жизни общества. В этой связи анализ ситуации и прогнозирование направлений развития цивилизации целесообразно рассматривать на основе NBICS – конвергенции, расширенной за счет включения социальных аспектов наших знаний (социо-технологий).

Представляется целесообразным рассмотреть структуру совокупности этих технологий. Естественные науки, и в первую очередь за счет освоения микромира (N+B), создают основу для реализации эффективных информационных технологий. Именно NBI – технологии открывают потенциальные горизонты для дальнейшего развития цивилизации. Одним из результатов их практического становления является формирование качественно нового всеохватывающего информационного пространства, что открывает возможности решения сложнейших задач нашего бытия.

Это, например, снятие многих коммуникационных проблем, сбор и обработка практически неограниченных объемов информации и др.

Следует отметить, что NBI – технологии – дают возможность создать лишь эффективный инструментальное обеспечение процессов обработки информации. Центральное же место в сознательной деятельности людей всегда занимают технологии содержательной обработки информации.

Мыслительные процессы, происходящие в специализированной информационной среде, называют когнитивными технологиями. В итоге приходим к комплексу NBIC – технологий.

Некоторое время именно от NBIC – технологий ждали революционных прорывов в экономике. Однако в производственной сфере эффект от их внедрения оказался существенно ниже ожидаемого.

Вместе с тем огромные изменения, обусловленные использованием NBIC – технологий, происходят в социальной среде, свидетелями которых мы являемся. К сожалению, не только позитивные. Достаточно упомянуть следующие:

- Тектонический сдвиг в социуме от естественного к искусственному и виртуальному;
- Все большее число людей в психологическом плане практически постоянно находятся в виртуальном пространстве, что сродни состоянию наркотического опьянения;
- Нарастает тенденция индивидуализации производства и потребления. Как следствие происходит обособление людей и в пространстве, и в социальном плане (атомизация сообщества);
- В целом наблюдается замедление социального прогресса, упрощенческий подход к обустройству бытия становится доминирующим. Буквально на глазах человек разумный превращается в человека не разумного.

Именно поэтому в обиход исследователей процессов дальнейшего развития цивилизации добавились социо-технологии и все чаще речь

идет о комплексе NBICS – технологий. При этом по результатам именно социо-технологий (ведь именно они, как правило, лежат в основе целедостигающих процессов) можно судить об эффективности всех иных технологий, приносимых ими пользе и вреде.

Действительно, в нашей истории все научные и технологические достижения находят применение для продвижения как негативных, так и позитивных изменений, причем первые проявляются в первую очередь. В данном случае, поскольку интеграция знаний в сфере NBICS – технологиях демонстрирует огромный синергетический эффект результативности, последствия от их использования могут быть грандиозными вплоть до фатальных.

Несмотря всю важность рассматриваемых технологий принципиально важным в складывающейся ситуации (политической, экономической, культурной) являются успехи в области искусственного интеллекта и связанные с ними весьма неоднозначные перспективы широкого применения базирующихся на их основе систем и технологий. Несомненно, практические результаты систем искусственного интеллекта возможны только при определенном уровне развития математики, информатики и информационных технологий. Однако они обуславливают только потенциальное достижение преследуемых целей. При более тщательном анализе обнаруживается, что они, скорее всего, ознаменуют наступление качественно новой страницы в истории человеческой цивилизации.

В представленном докладе обсуждаются социально-экономические перспективы широкого применения систем выработки решений, основанных на достижениях искусственного интеллекта.

**Коррекция инерциально-навигационной  
системы подвижного объекта сигналами  
навигационных систем, комплексированными  
методами нечеткого моделирования**

*Орлов Илья Анатольевич*

Комплексирование показаний навигационных систем подвижного объекта, измеряющих текущее значение линейной скорости с помощью различных физических принципов, целесообразно проводить для коррекции динамики гиростабилизированной платформы инерциальной курсо-вертикали (ИКВ) необходимой для снижения величины погрешностей в числении текущего значения географической широты и долготы объекта. Внешняя коррекция демпфирует колебания платформы и уменьшает период этих колебаний при условии, что погрешность в числении местной скорости объекта корректирующей системы меньше погрешности инерциальной навигационной системы на базе ИКВ.



Чтобы коррекция была эффективной, необходимо постоянное воздействие корректирующего сигнала. Однако корректирующие системы по разным причинам могут выдавать значение линейной скорости объекта с большой погрешностью. Поэтому необходима интеллектуальная система, которая могла бы автоматически отключать корректоры, которые не способны положительно влиять на движение гиropлатформы ИКВ, а из оставшихся скомпоновать сигнал, способный эффективно демпфировать колебания ИКВ. В основу интеллектуальной системы расчета корректирующего сигнала была положена нечеткая логика, реализованная в модифицированном алгоритме Мамдани.

Внешняя коррекция ИКВ дает возможность значительно уменьшить период колебаний гиpовертикали, а также сделать эти колебания затухающими, что, в свою очередь, может значительно уменьшить погрешность в числении значений географической широты и долготы текущего местоположения объекта.

Корректирующие системы в зависимости от складывающихся обстоятельств могут быть в штатном или в нештатном состоянии; откуда вытекает, что комплексирующая система должна уметь автоматически не учитывать или учитывать частично в те или иные моменты времени те или иные корректирующие системы. Результатом правильного комплексирования должен быть сигнал, имитирующий значение линейной скорости и несущей в себе погрешность меньшего размера, чем погрешность в измерении линейной скорости объекта с помощью гиросистемы. Чем меньше будет погрешность в системе, тем эффективнее будет результат коррекции.

В связи с тем, что в качестве корректирующего сигнала используется разность значений скорости, измеренной гиросистемой и корректирующей системой, комплексировать необходимо сигналы разностей скоростей, измеренных гиросистемой и другими навигационными системами, участвующими в комплексировании.

Таким образом, целью комплексирования навигационных систем (НС), является определение текущего значения сигнала, способного изменить движение гиropлатформы ИКВ таким образом, чтобы ошибки в числении географических координат уменьшались с течением времени.

Задачу комплексирования сигналов, перечисленных выше НС, можно отнести к задачам, решение которых исключает применение точных количественных методов и подходов и сводится к нечеткому моделированию в связи с тем, что зависимости данных и ограничений этих НС от изменяющихся условий, являются слишком сложными и плохо определенными для того, чтобы допустить точный математический анализ.

## **Возможности применения систем идентификации объектов по признаку «СВОЙ»–«ЧУЖОЙ» в робототехнических комплексах**

*Лычагин Дмитрий Владимирович  
Шульга Денис Сергеевич*

Наиболее перспективным направлением развития систем охраны объектов является применение робототехнических комплексов. При выполнении задачи охраны объекта, РТК осуществляет обзор пространства в заданном секторе наблюдения в автоматическом

режиме – сканирование местности. При обнаружении подозрительного объекта в секторе наблюдения, производится определение его координат, сопровождение и наведение огневых средств поражения.

Вся оперативная информация передается на автоматизированное рабочее место оператора. При этом, для уничтожения объекта вторжения, его необходимо идентифицировать как противника. Идентификация объекта вторжения, в настоящее время, происходит оператором по изображению, полученному средствами технического зрения РТК ВН.

Основным признаком, по которому возможна идентификация личности обнаруженного объекта является лицо. Именно по лицу, в большинстве случаев, возможно идентифицировать объект и причислить его к определенной категории: «свой» или «чужой».

Идентификация человека по признакам внешности представляет собой установление тождества или различия конкретного лица, путем описания примет внешности по определенной системе и с применением специальной терминологии.

Отождествление человека по признакам внешности возможно в силу того, что каждый человек обладает лишь ему присущей индивидуальной совокупностью признаков, которые отличают его от других людей и даже близких родственников. Индивидуальность проявляется в неповторимости форм, размеров и особенностей наружных частей тела, которые в свою очередь также обладают совокупностью признаков: размерами, размещением, конфигурацией.

*Литература:*

1. *Герасимов И.Ф. и др.* Криминалистика: Учеб. для вузов/И.Ф. Герасимов, Я.Л. ДрапКкин, Е.П. Ищенко и др.; Под ред. И.Ф. Герасимова, Л.Я. Драпкина – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Высш. шк., 2000.– 672 с. 2000.
2. *Брилюк Д.В., Старовойтов В.В.* Распознавание человека по изображению лица нейросетевыми методами. – Минск, 2002.
3. Электронный ресурс <https://cadelta.ru/science/id3258> (дата обращения 09.02.2020)

## **Модель ситуационного анализа устойчивости сложных организационно-технических систем**

*Молоканов Геннадий Геннадьевич*

Под ситуационным анализом устойчивости сложных организационно-технических систем (СОТС) предлагается понимать процесс установления закономерностей развития прогнозируемых ситуаций, возникающих в процессе целевого применения данных систем, и оценивания возможности возникновения кризисных ситуаций, препятствующих достижению целей их функционирования.

Считается, что процесс целевого применения СОТС является многоэтапным и управляемым на основе концепции рационального поведения, согласно которой на каждом из этапов осуществляется выбор рациональных способов действий (принятие управленческих решений), соответствующих классу текущей ситуации и обеспечивающих достижение требуемых результатов (переводу ситуации в заданный целевой класс).

Для описания классов ситуаций предлагается использовать множество значений нечетких переменных, устанавливающих качественный уровень степени достижения целей этапов применения СОТС или наличие достаточных (необходимых) условий для реализации различных операций на текущем этапе. При этом считается, что вследствие влияния на процесс целевого применения СОТС дестабилизирующих факторов различной природы, параметры прогнозируемых ситуаций на этапах целевого применения СОТС могут рассматриваться как случайные величины.

Соответственно для оценки устойчивости СОТС может использоваться характеристика возможности наступления нечетко-случайных событий, связанных с реализацией ситуаций, относящихся к классу неблагоприятных (кризисных) ситуаций, то есть способствующих срыву достижения целей применения СОТС.

Для моделирования целевого применения СОТС разработан алгоритм, предусматривающий процедуры идентификации текущей ситуации (на основе методов нечеткого-логического вывода), определения оптимального способа реализации операции, соответствующей классу текущей ситуации (на основе методов нечетко-случайного программирования), а также прогнозирования результатов изменения ситуации на основе имитационного моделирования определенной операции в соответствии с рассчитанным способом. Указанные процедуры выполняются для каждого из этапов процесса целевого применения СОТС в результате чего формируется нечетко-случайная сеть событий, отражающая прогноз развития текущей ситуации. На ее основе осуществляется расчет показателя устойчивости СОТС.

## **Возможности адаптивного управления робототехническими системами**

*Зайцев Александр Владимирович  
Канушкин Сергей Владимирович*

Динамика беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) определяется режимом полета, технологическими разбросами, состоянием атмосферы. В таких условиях традиционные методы управления оказываются ограниченными в применении, так как, не обеспечиваются требуемое качество. Приспособление к условиям функционирования в адаптивных системах обеспечивается путем накопления и обработки информации о динамике объекта в процессе его полета. Это обеспечивает существенное снижение влияния неопределенностей на качество управления, при этом компенсируется недостаток априорной информации на этапе разработки БПЛА [1,2,3].

При синтезе закона управления в системе угловой стабилизации возникает противоречие в выборе величины коэффициента усиления. Для обеспечения устойчивости необходимо коэффициент усиления уменьшать, а для обеспечения точности – увеличивать. Обычно поступают следующим образом: выбирают величину коэффициента усиления таким, чтобы обеспечить требуемую точность системы, а устойчивости добиваются путем введения корректирующих контуров.

Использован эвристический метод, в котором отсутствует строгое теоретическое доказательство устойчивости адаптивной системы. Задача решается в классе самонастраивающихся систем. При этом структура алгоритма управления заранее определена, и необходимо выбрать алгоритм адаптации для настройки коэффициентов, то есть реализуется прямое адаптивное управление. В системе с прямым адаптивным управлением контур адаптации должен работать по замкнутому циклу. Быстрые процессы будут управляться основным регулятором системы, а медленные изменения отслеживаться адаптором [4].

Предлагается изменять величину коэффициента передачи по углу в зависимости от величины отклонения изображающей точки на фазовой плотности. При больших отклонениях от нулевого значения на фазовой плоскости значение коэффициента передачи по углу уменьшается, что увеличивает создаваемое опережение по фазе. При малых отклонениях значение коэффициента увеличивается, что обеспечивает увеличение точности системы угловой стабилизации. Проведенное моделирование в среде MATLAB Simulink динамики канала стабилизации БПЛА с линейным и адаптивным управлением подтверждает предпочтительность последнего, у которого значение установившейся ошибки на порядок меньше.

*Литература:*

1. Методы современной классической теории автоматического управления. Учебник в 5-ти томах. Том 5 Методы современной теории автоматического управления. / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова – М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2004. -784с.; ил.
2. *Зайцев А.В., Канушкин С.В., Барыкин Д.А., Павлов Р.С.* Структура регулятора в задаче адаптивного управления беспилотным летательным аппаратом. Научно – технический сборник трудов ФВА, Серпухов, 2017. – С.172–175
3. *Зайцев А.В., Канушкин С.В.* Управление робототехническими системами в условиях неопределенности. Труды XVII Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» – М: МГППУ, 2019. – 472 с.; С. 359–360
4. Система угловой стабилизации. Авторы: Канушкин С.В., Зайцев А.В., Волков А.В., Шишкин К.В., Сачук А.П. Патент на полезную модель № 182886 по заявке № 2018117102, приоритет от 07.05.2018.

**Моделирование интеграционного  
взаимодействия разнородных информационных  
систем в сервисно-ориентированной архитектуре**

*Попов Александр Александрович*

В работе рассматривается создание информационно-управляющей системы организации межвидового взаимодействия на уровне тактического звена. Обоснована необходимость обеспечения органов управления актуальным и максимально полным информационным ресурсом посредством применения интеграционной шины военного назначения (с рядом специфических требований к ней) в сервисно-ориентированной архитектуре информационной системы. Обоснована необходимость в разработке подходов и моделей оценивания процесса предоставления устаревающей информации. Для решения задачи предложено использование отдельного класса систем массового обслуживания – систем с ограниченным временем пребывания. Кроме того, для математического описания характеристик сетевых моделей, предложено применение перспективной теории сетевого исчисления.

## **Возможность применения робототехнических комплексов пожаротушения**

*Ечина Мария Юрьевна  
Скороходов Илья Александрович*

Тушение пожаров и ликвидация чрезвычайных ситуаций на объектах хранения взрывчатых веществ, боеприпасов и вооружения, как правило, представляет особую опасность для личного состава. Такие сложные, быстро распространяющиеся, сопровождающиеся взрывами и разлетами осколков, пожары являются одними из наиболее опасных воздействий на личный состав пожарных команд подразделений. Основной угрозой при таких авариях является непосредственный контакт с отравляющими веществами, взрывы, разлет осколков, а так же быстрое распространение огня.

Пожары сопровождающиеся взрывами несут за собой глобальные последствия, связанные с травмами и гибелью личного состава воинских подразделений, а так же причинением ущерба вооружению, военной и специальной технике и приводит к практически полному уничтожению объекта.

Для снижения рисков опасного воздействия факторов пожара на личный состав, который непосредственно занимается ликвидацией возникающих пожаров и аварийных ситуаций на особо опасных объектах, предлагается использование робототехнических комплексов пожаротушения. Во многих случаях они являются, важным, порой единственным, средством, применяемым для проведения работ, связанных с риском для жизни [1].

Многофункциональный робототехнический комплекс «Уран-14» на гусеничной базе предназначен для ликвидации пожаров и аварий, и доставке к месту применения средств пожаротушения. Такого рода комплекс способен наиболее эффективно решать задачи по ликвидации пожара, и полностью исключает непосредственное воздействие опасных факторов на человека в первую очередь за счет дистанционного управления. Комплекс оснащен емкостями с водой и пенообразователем, имеется возможность установки на внешний водоисточник [2].

Предлагается внедрить в состав пожарных команд военных подразделений многофункциональный робототехнический комплекс пожаротушения для эффективной и качественной ликвидации пожаров и аварий на объектах хранения взрывчатых веществ, боеприпасов и вооружения.

*Литература:*

1. Направления развития робототехнических комплексов в системе МЧС России. Авторы: Дмитриев С.А.. Применение робототехнических комплексов специального назначения: сборник трудов секции

№ 5 XXVII Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь» 22 марта 2018 года – ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. – 2018. – 125 с.

2. Технология применения многофункционального робототехнического комплекса пожаротушения «Уран-14» при ликвидации ЧС на взрывопожароопасном объекте. Авторы: Кабылбеков А.К. Применение робототехнических комплексов специального назначения: сборник трудов секции № 5 XXVII Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь» 22 марта 2018 года – ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. – 2018. – 125 с.

### **Исследование средства централизованного протоколирования и аудита операционной системы специального назначения Astra Linux Special Edition**

*Шостак Роман Константинович  
Родников Евгений Евгеньевич*

Данная статья посвящена обеспечению мониторинга вычислительных сетей с помощью SIEM-системы Zabbix, а также автоматизации сбора информации о контролируемой сети с помощью встраиваемых сценариев. Разработан сценарий командной оболочки Bash, демонстрирующий повышение качества работы с таким программным обеспечением.[1]

Цель статьи – обоснование необходимости разработки сценариев автоматизации мониторинга состояния вычислительных сетей в среде операционной системы специального назначения Astra Linux Special Edition.[2]

По итогам проведенного исследования следует сделать вывод о том, что программное обеспечение мониторинга Zabbix является перспективным, доступным и гибким для настройки представителем SIEM-систем, и поэтому рекомендуется для использования в организациях, активно эксплуатирующих распределенные вычислительные сети.[3] Встраивание собственных сценариев позволяет получить более широкий спектр информации о контролируемой сети, повышает скорость обработки информации оператором путем наглядной демонстрации необходимых параметров, а также позволяет отслеживать аппаратное состояние всех узлов сети. [4] что обуславливает необходимость их разработки и дальнейшего применения.

*Литература:*

1. Семенов В.Ю. Исследование и анализ средств и методов мониторинга вычислительных сетей [Электронный ресурс] / В.Ю. Семенов // Научная электронная библиотека «Киберленинка» – 2014 г. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sistem-monitoringa-telekommunikatsionnyh-setey/viewer> (дата обращения: 28.11.2019).

2. Операционная система специального назначения Astra Linux Special Edition. Руководство администратора. Часть 1. РУСБ.10015–01 95 01–1.
3. Активирующая подсистема сетевого мониторинга системы связи специального назначения / Шостак Р.К., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Худайназаров Ю.К. // В сборнике: Радиолокация, навигация, связь Сборник трудов XXIV Международной научно-технической конференции. В 5-и томах. 2018. С. 39–44.
4. Актуальность развития сетевого контроля защищенности информационных сетей от угроз безопасности в информационном пространстве / Карпов А.В., Лепешкин О.М., Шостак Р.К. // Методы и технические средства обеспечения безопасности информации. 2017. № 26. С. 83–85.



# КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ



## Исследование возможностей нейронных сетей и других методов в задачах анализа текста

**Кублик Евгений Ильич**

*Финансовый университет при Правительстве  
Российской Федерации (ФинУниверситет)*

Одним из направлений семантического анализа текстов является анализ тональности (иногда исследователи используют термин Opinion mining, указывая на задачу поиска в текстах оценочных суждений). Данный раздел обработки естественного языка актуален во многих сферах – использованию в социальных сетей и общественного мнения по вопросам политики, экономики, социальных проблем, маркетинге и бренд-менеджменте, противодействию терроризму, анализе фондового рынка, рекомендательных информационных системах, направленных на улучшение процесса принятия управленческих решений.

В исследовании были рассмотрены несколько групп методов анализа тональности текстов: словарные методы, методы, основанные на правилах, методы машинного обучения с учителем и без и нейронные сети. В результате проведенного анализа были выделены линейные классификаторы и нейронные сети. При этом наибольший эффект при работе с текстовыми данными продемонстрировали рекуррентные и сверточные нейронные сети, а также их комбинации [1–6].

### *Литература:*

1. Будко Н.П., Будко П.А., Булгаков О.Ю., Васильев В.В., Давидчук В.В., Евграфов А.Е., Жук А.П., Карпов В.В., Князев В.В., Кублик Е.И., Лепешкин О.М., Илющенко В., Ляченко С.В., Мезенцев А.В., Павловский И.С., Пирогов М.В., Попов А.А., Потюпкин А.Ю., Прошин Д.С., Радько С.А. и др. Интеллектуализация сложных систем язык схем радикалов в проблемных вопросах предпроектных исследований, оснащения, сопровождения систем и в экспериментальных задачах внедрения критических наукоемких технологий: коллективная монография Информационно-измерительные и управляющие системы. 2009. Т. 7. № 3. С. 1–92.
2. Клековкина М.В., Котельников Е.В. Метод автоматической классификации текстов по тональности, основанный на словаре эмоциональной лексики // Труды XIV Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» (RCDL) / Переславль-Залесский: изд-во «Университет города Переславль», 2012. С. 118–123.
3. Легович Ю.С., Рожнов А.В., Лобанов И.А., Чернявский Д.В. Управление развитием в аспекте системной интеграции на предпроект-

ном этапе жизненного цикла проблемно-ориентированных систем // Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД-2015, Москва, 21–23 октября 2015 года). Седьмая Всероссийская научно-практическая конференция, труды конференции в 2 томах.

4. Рожнов А.В., Нечаев В.В., Гончаренко В.И., Лычев А.В., Лобанов И.А. Интеграция компонентов виртуальной семантической среды и обобщенной модели анализа среды функционирования Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12. № 3–1. С. 187–194.
5. Сигов А.С., Нечаев В.В., Рожнов А.В., Лобанов И.А. Построение версий информационной инфраструктуры с опережением возникновения информационных потребностей управления // Десятая Всероссийская мультikonференция по проблемам управления МКПУ-2017. Материалы 10-й Всероссийской мультikonференции. В 3-х томах. Отв. ред. И.А. Каляев. Ростов-на-Дону: Изд-во: ЮФУ, 2017. С. 112–115.

### **Разработка модели разграниченного доступа на основе среды радикалов**

*Сташко Яна Сергеевна*

*Лепешкин Олег Михайлович*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

В настоящее время построение современных информационных систем (ИС) управления тесно связано с проблемой обеспечения функциональной безопасности. Перед современными системами управления стоит проблема решения организационно-управленческих задач распределения и контроля использования ресурсов в реальном масштабе времени. Ввиду того, что данная задача связана с ключевыми понятиями «функции» и «ресурсы», актуальна тема разработки нового методологического подхода, который учитывает специфику как информационной безопасности, так и функциональной безопасности-модель разграниченного доступа [1].

Значимость исследования обусловлено необходимостью разработки новой модели разграничения доступа для обеспечения функциональной безопасности автоматизированных систем. Модель должна описывать процедуры предоставления доступа в реальном масштабе времени.

В ИС применяются различные модели управления доступом. Для эффективной работы с какой-либо системой, возникает необходимость создания моделей. Но все эти модели имеют один общий существенный недостаток – они разрабатываются для проектирования системы, не учитывая динамические процессы, происходящие в системе при работе с ней, то есть при любых изменениях в структуре системы, модель перестает быть рабочей и требует дальнего изменения в структуре модели. Таким образом, изменения в структуре системы влекут за собой необ-

ходимость изменения модели. В таких системах остро стоит проблематика обеспечения безопасности и устойчивого функционирования [2,3].

Предположим, что два объекта должны получить доступ к одному и тому же объекту для выполнения задачи, с условием того, что объектом является техника связи либо информация, при работе с которой она изменяется, в этом случае нужно разграничить доступ к данному объекту.

Поэтому для решения данной проблематики, рассматривается объединение двух основных понятий как информационная безопасность (ИБ) и функциональная безопасность (ФБ), с помощью которых можно описать безопасное функционирование в реальном масштабе времени. Модель основана на том, что доступ к ресурсам объекта осуществляет при помощи функций и задач. Каждый субъект, которому необходимо получить доступ к какому-либо ресурсу, должен иметь определенные права. Эти права описаны в функциях. Когда субъекту необходимы данные для работы, сначала ему задают функции, с которыми он имеет разработать. Каждая функция представляет собой набор задач, таким образом, получая доступ какой-либо функции, субъект получает доступ к определенному набору задач, соответствующих данной функции [4].

Разработанная модель разграничения доступа может использоваться для проектирования и реализации эффективных систем разграничения доступа. Основные положения исследования могут быть применены при разработке и проектировании защищенных информационных систем, носящих социотехнический характер.

#### *Литература:*

1. *Burlov V., Lepeshkin O.* Modeling the process for controlling a road traffic safety system based on potentially active elements of space and time В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 94–96.
2. *Архипкин А.С., Баландин А.Е., Бикеев С.И., Будко П.А., Бурлака А.И., Дуков И.А., Емелин Н.М., Жарков И.Д., Зайцев А.В., Захаров Е.Н., Карпов В.В., Князев В.В., Козлов М.С., Лепешкин О.М., Павловский И.С., Пирогов М.В., Радько С.А., Рожнов А.В., Савицкий А.С., Семенов А.В.* и др. Язык схем радикалов: методы и алгоритмы Под ред. А.В. Чечкина и А.В. Рожнова. Москва, 2008. Сер. Библиотека журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение».
3. *Ракицкий Д.С., Ракицкий С.Н., Зотов Д.Г.* Алгоритм действия нарушителя информационной безопасности В сборнике: Инновационная деятельность в Вооруженных Силах Российской Федерации Труды всероссийской научно-практической конференции. 2016. С. 264–266.
4. *Васюков Д.Ю., Смыгин А.М., Митрофанов М.В.* Подход к противодействию компьютерным атакам на критически важных информационных сегментах сети специального назначения.

## **Применение кода DSCP для повышения качества услуг связи**

*Филин Андрей Викторович*

*Анисимов Василий Вячеславович*

*Неговелов Роман Викторович*

*Евсеев Михаил Васильевич*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

В активном режиме работы узлов связи пунктов управления, возникает ситуация превышения объема передаваемой информации, над пропускной способностью доступной транспортной сети. При этом из-за возникающих перегрузок требования к качеству и своевременности предоставления услуг перестают выполняться для всех услуг особенно для услуг реального времени. Существуют разные варианты решения вышеуказанной проблемы, но наиболее приоритетным среди них выглядит применение приоритезации трафика с помощью кода DSCP.

Приоритезация трафика (QoS – Quality of Service) – это функция определенных моделей маршрутизаторов доступа, которая анализирует проходящий трафик и определяет в нем пакеты IP-телефонии, после чего дает именно таким пакетам максимальный приоритет для обеспечения гарантированной ширины полосы пропускания транспортной сети. Данный механизм позволяет повысить качество услуг реального времени, особенно в условиях «узкого» канала.

Единственная возможность- влиять на сами потоки данных, замедляя их до того, как в сети наступит перегрузка. Поэтому задачей маршрутизатора становится слежение за всеми сессиями проходящего трафика, определение того, какой трафик является низкоприоритетным и «подтормаживание» его за счет выборочного удаления пакетов, что приводит к замедлению передачи отправителем. Операционная система NetDefendOS обеспечивает QoS, позволяя администратору указывать приоритеты для сервисов и обеспечивать гарантии полосы пропускания.

Определенному количеству трафика присваивается максимальный приоритет. Остальному трафику, который превышает это количество, назначается такой же приоритет, как и любому другому трафику.

Ограничение скорости передачи данных может быть выполнено двумя способами:

1. Отбрасываются все пакеты, превышающие лимит скорости передачи (шейпер);
2. Задержка превысивших заданное ограничение скорости передачи пакетов в очереди и отправка их позже, как только появляется такая возможность, т.е. выравнивание скорости передачи (шедулер).

Как видно на иллюстрации, шейпер режет всё, что не влезло, а шедулер просто притормаживает. Соответственно, именно шедулер является

более гибким механизмом. После чего каждому виду трафика присваивается свой приоритет. Первый класс обслуживается в первую очередь, последний – в последнюю.

Всем пакетам, которые проходят через каналы шейпинга трафика, присваивается определенный Приоритет (Precedence). С помощью приоритетов указывается как общая пропускная способность канала, так и гарантированная полоса пропускания для каждого приоритета.

Использование DSCP-битов является механизмом для установки приоритетов, приоритет пакетов определяется значением DSCP-битов в пакете. DSCP является элементом архитектуры Diffserv, а биты Type of Service (ToS) являются частью заголовка IP-пакета.

Научно-техническое предложение по реализации механизма приоритезации трафика в инфокоммуникационной сети специального назначения позволяет повысить качество и своевременность предоставления должностным лицам пункта управления услуг реального времени, таких как телефонная связь, видео и видео-конференц-связь, факсимильная связь, передачи данных.

*Литература:*

1. Киберустойчивость информационно-телекоммуникационной сети / М.А. Коцыняк [и др.]. – СПб. : Бостон- спектр, 2015. – 150 с.
2. Модель функционирования сети связи общего пользования, учитывающая нагрузку от разнородных абонентов.
3. *Анисимов В.В.* В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность Сборник трудов. Санкт-Петербургское общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления. 2016. С. 360–365.
4. *Чукариков А.Г., Анисимов В.В.* Математическая формализация обеспечения превентивной защиты инфо- телекоммуникационных систем // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды девятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции. Том 1. Вооружение, военная и специальная техника. – СПб. : РАН, 2016. – С. 203–209.
5. *Шостак Р.К., Лепешкин О.М.* Актуальность развития сетевого контроля защищенности информационных систем В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 190–192.

## **АС контроля качества интеграции данных между информационными системами дистрибьютора и производителя на основе когнитивной визуализации**

*Нурлыева Дана Джалилевна*

*Терехов Валерий Игоревич*

*Черненький Валерий Михайлович*

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

С каждым днём пользователи, работающие в различных областях, получают всё большее количество информации, огромные датацентры хранят петабайты данных. Информация становится ценным видом продукции, суммарная стоимость которой в ближайшем будущем должна превзойти суммарную стоимость продуктов материального производства.

Вопрос о том, как обработать такое количество информации, а также представить ее в форме, которую пользователь мог бы быстро проанализировать, сделать необходимые выводы в контексте решаемой задачи или открыть новые решения, стоит чрезвычайно остро. Более того, в настоящее время необходимы инструменты поддержки принятия решений для контроля огромного количества показателей сверхсложных организационно-технических систем, взаимовлияния показателей друг на друга и выявления скрытых процессов, которые могут привести к нарушению функционирования как системы в целом, так и ее подсистем.

Одним из путей решения таких задач являются применение когнитивных технологий, которые предполагают решения, в которые включаются процессы восприятия, мышления, познания, объяснения и понимания лицом, принимающим решение (ЛПР). Когнитивный подход применяется в тех случаях, когда объем и качество имеющихся сведений об объекте изучения и управления не позволяют использовать традиционные методы анализа данных. Эта ситуация часто обозначается как ситуация глубокой априорной неопределенности в отношении объектов управления или сложная, плохо определенная ситуация.

В когнитивных технологиях в отдельный класс выделяются различные методы когнитивной (познавательной) компьютерной графики (ККГ) [1]. Такие методы позволяют проанализировать многомерные данные под различными углами зрения, представляя данные в виде визуальных образов, которые легко воспринимаются ЛПР и позволяют получить представление о скрытых закономерностях и тенденциях в данных решаемых задач, являются одним из способов визуализации многомерных данных и могут применяться в качестве одного из методов в гибридных системах поддержки принятия решений (СППР).

Особенно эффективно применение методов ККГ при решении прикладных задач в организационно-технических системах, связанных

с пространственно-временным анализом. Такой анализ предполагает не только совершенствование способов отображения пространственно-временных явлений, но и показ отношений и связей с другими явлениями, особенно в тех случаях, когда их анализируют как системы, т.е. возникает необходимость исследовать одновременно происходящие, изменяющиеся и влияющие друг на друга в пространстве и времени показатели (характеристики) нескольких явлений.

При этом особенность ККГ состоит в том, что изображение, преобразованное с помощью одного из методов ККГ, как правило, содержит больше информации, чем до проведенного преобразования. Поэтому первоначальное, исключительно иллюстративное изображение оказывается способным подсказывать ЛПР новые мысли и идеи по нахождению варианта решения. Таким образом, первоначальная иллюстративная функция изображения превращается в когнитивную функцию.

Задачей исследования является разработка такого метода ККГ который обладает основными признаками КГ – предоставление ЛПР визуальных информационных образов, приводящих к резкому сокращению времени принятия обоснованного решения в системе контроля качества интеграции данных между информационными системами дистрибьютора и производителя. Такой метод должен работать с многомерными большими данными эволюционирующими во времени и сохранять все основные перечисленные положительные качества ККГ и получать интерпретируемые ЛПР результаты преобразования данных в виде визуализации качества интеграции данных между информационными системами дистрибьютора и производителя.

В работе проанализированы такие визуализации данных, как: графики; диаграммы; матрицы; карты, а также методы ККГ: пиктографики лица Чернова; картограммы; диаграммы Кивиата; глобус Башлыкова; визуально-матричный метод с использованием карты Карно; n-симплекс; спектральный; адаптивной когнитивно-образной визуализации; динамического проектирования многомерных данных, анаморфирования [2] и др.

Сделан вывод о том, что наиболее адекватно, с точки зрения уменьшения размерности задачи на количество локальных показателей различной физической природы, выявления скрытых закономерности поведения различных показателей и с учетом этого, визуального моделирования принятия решения ЛПР в задачи контроля качества интеграции данных между информационными системами дистрибьютора и производителя наиболее приемлемой является группа методов анаморфирования, исследованная в [3].

Направления дальнейших исследований продолжают в направлении адаптации метода метаанаморфирования к решению задачи контроля качества интеграции данных между информационными системами дистрибьютора и производителя (представление исходных данных и ин-

терпретация результатов работы, как обоснованного варианта принятия решения) и построения на этой основе автоматизированной системы.

*Литература:*

1. *Зенкин А.А.* Когнитивная компьютерная графика. – Наука, 1991.
2. *Гусейн-Заде С.М., Тикунов В.С.* Анаморфозы: что это такое //М.: Эдиториал УрСС. – 1999. – С. 59–63.
3. *Terekhov V., Chernenky I., Buklin S., Yakubov A.* Cognitive Visualization in Management Decision Support Problems. Optical Memory and Neural Networks, 2019, Vol. 28, No. 1, pp. 27–35.

**Методика оценки уровня защищенности  
автоматизированных информационных систем  
подверженных сетевым компьютерным атакам**

***Онучин Александр Евгеньевич***

***Березин Александр Олегович***

***Белоусов Андрей Сергеевич***

***Васюков Дмитрий Юрьевич***

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Автоматизированные информационные системы (АИС) являются сегодня одним из главных инструментов управления организацией и важнейшим средством производства современного предприятия. Появление локальных и глобальных сетей передачи данных предоставило пользователям компьютеров новые возможности для оперативного обмена информацией. Но с развитием интернета возникли угрозы способные нарушить функционирование как самой АИС, так и информации обрабатываемой и хранимой на ней. Применяя информационные технологий необходимо уделять повышенное внимание к вопросам информационной безопасности. Так как разрушение информационного ресурса, его временная недоступность или несанкционированное использование могут нанести значительный материальный ущерб предприятию.

Методы и средства защиты информации постоянно совершенствуются, поэтому разработка методики оценки уровня защищенности и создание инструментальных средств, при помощи которых проводятся подобные проверки, по-прежнему актуальны и востребованы. [3, 6].

Автоматизированная информационная система представляет собой сложный комплекс разнородного аппаратного и программного обеспечения: компьютеров, операционных систем, сетевых средств, СУБД, разнообразных приложений.

Существующие сетевые компьютерные атаки (mailbombing, переполнение буфера, программы вирусы, снифферы, rootkit, IP-спуфинг, man-in-the-middle, отказ в обслуживании, phishing-атаки) заставляют принимать меры по защите от их возможного воздействия. [1,2,7].



Исходными данными методики являются: программно-технические средства АСУ (персональные компьютеры, серверы), объединенные в локальную вычислительную сеть (ЛВС); коммуникационное оборудование (маршрутизаторы, коммутаторы ЛВС, концентраторы и т.п.); средства защиты информации (межсетевые экраны, антивирусные средства, средства защиты информации и др.).

К выходным показателям методики относятся количество выявленных IP-адресов и открытых портов на них, а также уязвимых мест элементов информационно телекоммуникационной сети и реализованных через них компьютерных сетевых атак [8,9].

Алгоритм методики заключается в выполнении следующих этапов:

1. Выполнение начинается с подключения к вычислительной сети и проведения пассивного прослушивания сетевого трафика, в результате чего определяются IP-адреса компьютеров, оборудования, находящихся в сети.
2. Полученные при прослушивании сети IP-адреса компьютеров задаются в виде диапазона, по которому проводится сканирование сети. В результате сканирования формируется уточненный перечень компьютеров и их IP-адресов с указанием количества открытых портов (P) на них.
3. Следующим действием является анализ уязвимостей. Для этого при помощи соответствующих программных средств задается уточненный перечень IP-адресов компьютеров для сканирования. В результате сканирования формируется список уязвимостей и уязвимых портов, на которых функционируют службы и сервисы ОС тестируемых компьютеров.

Путем локального тестирования можно определить коэффициент уязвимости компьютеров вычислительной сети.

Коэффициент уязвимости (L) локального тестирования равен сумме отношения количества открытых портов (Y) к количеству портов (P), на которых обнаружена уязвимость.

4. Этап методики, заключается в моделировании компьютерных атак через уязвимости протоколов передачи данных, ОС, ПО. Программные средства моделирования компьютерных атак включают в свой состав основные (Е) и дополнительные (А) сценарии компьютерных атак.

По результатам сетевого тестирования определяется коэффициент уязвимости (S) вычислительной сети, который равен сумме отношения количества реализованных компьютерных атак к общему количеству возможных (предполагаемых) компьютерных атак.

Оценка уровня защищенности АИС может быть получена на основе расчета обобщенного коэффициента, который находится как произведение коэффициента защищенности системы и коэффициента эффективности СЗИ [4].

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечиваются полнотой учета исходных данных о сценариях компьютер-

ных атак, уязвимостях АИС, полученных из практики; полнотой учета факторов, влияющих на защищенность АИС в условиях компьютерных атак; созданием реальной обстановки (внезапность проведения испытаний) и наличием штатно функционирующих СЗИ, а также выбором показателей оценки эффективности средств защиты информации, применяемых в разработанных методах и алгоритмах тестирования.

Используя предложенную методику можно провести оценку уровня защищенности АИС в условиях моделирования компьютерных атак. Выявить элементы информационно-телекоммуникационной сети подверженных сетевым компьютерным атакам, определить уязвимости программно-технических средств АИС. По результатам тестирования выбрать из предложенных рекомендаций мероприятия по защите информации и элементов ИКТС, установить необходимые обновления для операционных систем (ОС), заблокировать незадействованные порты и устройства ввода/вывода (USB, FLOPPY, DVD), правильно настроить межсетевые экраны. и др. [5,6,7].

#### *Литература:*

1. Карнов А.В., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Шостак Р.К. Способ сетевого мониторинга объектов и систем связи. В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 442–445.
2. Шостак Р.К., Лепешкин О.М. Актуальность развития сетевого контроля защищенности информационных систем В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 190–192.
3. Анисимов В.В., Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Морозов М.М., Чукариков А.Г. Устройство имитозащиты группы контролируемых объектов патент на изобретение RUS 2595991 18.09.2015
4. Корсунский А.С., Лепешкин О.М. Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т. 3. № 1. С. 75–82.
5. Burlov V., Lepeshkin O. Modeling the process for controlling a road traffic safety system based on potentially active elements of space and time В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 94–96.
6. Васюков Д.Ю., Смыгин А.М., Митрофанов М.В. Подход к противодействию компьютерным атакам на критически важных информационных сегментах сети специального назначения В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 61–63.
7. Данилова Е.И., Лаута О.С., Митрофанов М.В., Ракицкий С.Н. Компьютерные атаки и их характеристики. В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 297–301.

## **Анализ атак нарушителя в сетях радиосвязи**

***Вахромов Денис Сергеевич***

***Летавин Александр Васильевич***

***Муртазин Ильдар Робертович***

***Коцыняк Михаил Антонович***

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Для обеспечения безопасности связи в сети подвижной радиосвязи (СПРС) требуется решить ряд сложных научно – технических проблем, таких как обеспечение требуемой защищенности сообщений в условиях комплексных атак квалифицированного нарушителя, выявления и нейтрализации атак нарушителя, гарантированной доставки заверенных сообщений в условиях противодействия нарушителя, направленного на дезорганизацию и срыв процесса обмена информацией. Проведенный анализ атак показал, что ранее основными угрозами считались угрозы нарушения секретности передаваемых сообщений и трафика в целом [1]. Все более актуальной становится задача разработки и использования таких систем имитозащиты сообщений и аутентификации корреспондентов, которые способны обеспечить требуемую защищенность от информационного воздействия квалифицированных нарушителей и интенсивных случайных и преднамеренных помех передачи [2,3]. Особые сложности вызывает обеспечение доступности услуг передачи различных видов мультимедийной информации в условиях применения как хорошо апробированных методов радиоэлектронного подавления линий и каналов СПРС, так и новых видов атак блокирования различных элементов сетей. Исследуем системный подход к оценке возможных атак нарушителя на СПРС. Он основан на том, что реальные возможности нарушителя ограничены. Нарушитель обладает некоторой конечной вычислительной способностью и запоминающими устройствами ограниченной емкости, ему не известны потенциально возможные наилучшие алгоритмы имитонавязывания (возможно, они еще просто не разработаны), ограничен временем анализа и временем реализации атаки, в течение которого навязывание ложных корреспондентов, режимов управления, информации не теряет своей актуальности, имеет реальные ограничения по доступу к разведываемым и блокируемым элементам СПРС, не способен осуществлять одновременно все виды атак и т.д. [4,5].

Очевидно, что, реализуя атаку отказа в обслуживании, нарушитель будет стремиться максимизировать время проверки вызова занимать каналы доступа, значительно ограничивая ресурс каналов доступа для обслуживания законных корреспондентов. При этом при любых технологиях построения СПРС и алгоритмов проверки вызова, если время проверки подлинности велико, то данная атака всегда будет актуальна для систем связи военного назначения.

В настоящее время в нормативных документах не существует критериев, обеспечивающих возможность оценить результаты атаки блокирования доступа в СПРС, однако существуют критерии для оценки результатов воздействия нарушитель на систему управления путем подавления линий связи и уничтожения узлов связи.

Можно предположить, что результаты атаки блокирования доступа к информационным ресурсам соизмеримы с результатами подавления нарушителем линий радиосвязи: так, при блокировании в течении 30 % времени функционирования каналов доступа работа БС будет затруднена, при блокировании в течении 50 % времени – нарушена, а при блокировании в течении более 75 % времени – сорвана. При этом ложный вызов может быть рассмотрен как форма оптимизированной имитационной помехи, так как по своей структуре он неотличим от вызова законного корреспондента, а невозможность обслуживания вызовов законных корреспондентов распространяется не только на время передачи ложного вызова, но и на время его анализа и обработки, которое значительно больше собственно времени передачи вызова..

Следует отметить, что кроме «чистых» атак, таких как только имитонавязывание, нарушитель может ставить перед собой комбинированные задачи противоборства. В качестве комбинированной задачи противоборства нарушитель может ставить перед собой задачу ввода ложной информации, а если имитонавязывание не окажется успешным, то сорвать процесс передачи, так как ложные вызовы воспринимаются в канале доступа как оптимизированная помеха [6,7].

#### *Литература:*

1. *Алашеев В.В., Акишин А.В., Чеснаков М.Н.* // Взгляды США на разработку доктрины информационного воздействия в киберпространстве. В сборнике: Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях Труды III Межвузовской научно-практической конференции. 2018. С. 67–71.
2. *Burlov V., Lepeshkin O.* Modeling the process for controlling a road traffic safety system based on potentially active elements of space and time В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 94–96.
3. *Муртазин И.Р., Коцыняк М.А., Мамай А.В., Лаута О.С.* // Функциональная модель комплекса информационного воздействия на беспроводные сети передачи данных. В сборнике: Актуальные проблемы защиты и безопасности Труды XXII Всероссийской научно-практической конференции РАРАН. 2019. С. 188–189.
4. *Гудков М.А., Муртазин И.Р., Гагарин Ю.А., Крибель А.М., Соловьёв Д.В.* // Применение методов захвата и анализа пакетов, передаваемых по информационно-телекоммуникационным сетям, для аудита сетевой безопасности сетей. В сборнике: Современные информационные технологии. Теория и практика Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Отв. ред. Т.О. Петрова. 2018. С. 158–162.

5. *Муртазин И.Р., Коцыняк М.А., Бесков А.В., Лаута О.С., Мамай А.В.* // Архитектура сети подвижной радиосвязи на основе эталонной модели взаимодействия открытых систем. В сборнике: Радиолокация, навигация, связь Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции в 6-ти томах. Воронежский государственный университет, АО «Концерн «Созвездие». 2019. С. 173–182.
6. *Черкасов С.А., Васюков Д.Ю., Митрофанов М.В.* // Направления повышения разведывательной защищенности сети радиосвязи специального назначения в современных условиях. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 117–119.
7. *Игнатенко К.А., Левин Ю.В., Мартынюк И.А., Штаненко В.И.* // Технические каналы утечки конфиденциальной информации. В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 414–418.

### **Заметки по созданию автономной интеллектуальной системы поддержки принятия решений при обслуживании технологического оборудования нефтедобычи**

*Селетков Илья Павлович*

*Пермский государственный национальный  
исследовательский университет (ПГНИУ)*

Современные нефте- и газодобывающие скважины являются высокотехнологичными объектами, представляющими собой трудно формализуемые сложные системы, состоящие из большого числа взаимодействующих компонентов. Для автоматизации и совершенствования управления такими системами приходится прибегать к использованию новых языков и методов моделирования, способных охватить сложность, сделать её описание и алгоритмизацию простой.

В качестве таких методов могут быть использованы нейронные сети, деревья решений, нечёткая логика и т.д. Проблема заключается в том, что для построения моделей с помощью большинства методов требуется обучающая выборка, а фактические данные по обслуживанию скважин оцифрованы далеко не на всех существующих нефтегазодобывающих предприятиях. Оцифровка бумажных журналов может оказаться весьма трудоёмкой.

Одним из математических аппаратов, не требующих для работы большого объёма оцифрованных данных, является предложенная Л. Заде нечёткая логика. Этот аппарат позволяет моделировать человеческие рассуждения и строить алгоритмы управления сложными системами на языке высокого уровня с использованием сформулированного экспертами небольшого набора правил.

В работах автора с коллегами [1–4] развито матричное представление нечётких логических операций, нечёткого логического вывода, модель нечёткого логического автомата, позволяющие упростить построение нечётких интеллектуальных систем и повысить адекватность получаемых результатов исходным знаниям. В работе автора [5] описывается предметная область задачи обслуживания технологического оборудования нефтедобычи, и выявляются проблемы, которые могут возникнуть при построении в ней автоматизированных систем.

Для разработки системы поддержки принятия решений на первом этапе выбраны наиболее используемые виды насосного оборудования по количеству установок и по количеству добываемой нефти, чтобы небольшими трудозатратами автоматизировать большую часть процессов обслуживания. Для выбранных установок собраны знания нескольких технологов, что позволило снизить степень субъективности полученных знаний.

На следующем этапе создана логическая модель информационной системы, получившая клиент-серверную архитектуру, проработаны пути интеграции с существующими в предметной области информационными системами. Это позволило получать необходимые для анализа данные о плановых технологических режимах работы оборудования и истории изменения параметров, истории ремонтов в автоматическом режиме.

Итогом проведённых исследований стало приложение для мобильных устройств «МИРМ», позволяющее использовать знания экспертов-технологов, плановые режимы работы, историю изменения параметров работы оборудования в автономном режиме, которое успешно прошло период опытно-промышленной эксплуатации, внедрено на базе ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» и получило положительные оценки специалистов.

В настоящее время происходит накопление оцифрованных данных по параметрам работы нефтяных скважин и выполнению операций обслуживания на них – подготовка обучающей выборки, которую планируется использовать для построения других видов интеллектуальных моделей. Применение сразу нескольких различных моделей в виде каскадного алгоритма позволит повысить точность и объективность формируемых решений, возможность адаптации алгоритма к применению на разных скважинах, месторождениях, видах нефти и климатических зонах.

#### *Литература:*

1. *Марценюк М.А.* Матричная реализация алгоритмов нечёткого вывода [Текст] / М.А. Марценюк, В.Б. Поляков, И.П. Селетков, Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2012. – № 6 (162). – С. 133–141 : граф. – Библиогр.: с. 140–141 (10 назв.).
2. *Марценюк М.А.* Приведение конечного нечёткого автомата к нечёткой комбинационной схеме с блоком памяти [Текст] / М.А. Мар-

- ценюк, И.П. Селетков, Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. № 6 (210). С. 67–80.
3. *Марценюк М.А.* Нечеткий клеточный автомат для регулирования поля температуры [Текст] / М.А. Марценюк, И.П. Селетков, Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. № 2–3 (212–217). С. 125–138.
  4. *Seletkov I.P., Yasnitsky L.N.* Application of Matrix Fuzzy Logic in Machine Independent Temperature Controller. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 850. Springer, Cham. 2019. pp. 443–449.
  5. *Селетков И.П.* Формализация задачи поддержки принятия решений при обслуживании технологического оборудования нефтедобычи [Текст] / И.П. Селетков, Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века: сб. ст. по материалам Четвертой всерос. науч.-практ. конф. (г.Пермь, 21–23 мая 2019 г.) Ч. II. – 2019. – С. 156–161.

### **Системная интеграция методов и моделей мониторинга виртуальных субъектов в ЕИУП на основе методов регенеративного анализа больших данных**

*Лобанов Игорь Александрович*

*Тюрин Сергей Анатольевич*

*Институт проблем управления  
им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН)*

*Слепо Галина Евгеньевна*

*Международный юридический институт (МЮИ)*

В работе рассматриваются актуальные вопросы системной интеграции, анализа функционирования и мониторинга виртуальных субъектов деятельности в едином информационно-управляющем поле (ЕИУП). Под виртуальными субъектами в предложенном контексте понимается отчасти косвенное отображение их возможной деятельности в значительных массивах данных, которые производятся, накапливаются, перерабатываются и т.д. в ЕИУП. Комплексное исследование основано на применении новых методов и алгоритмов регенеративного анализа больших данных с позиций сквозной системной интеграции. Предложены новые инструментальные средства в интересах расширения возможностей мониторинга в ряде некоторых приложений [1–3]. В частности, рассмотрена новая задача формирования адаптивного информационно-управляющего пространства при разработке алгоритмического и программно-математического обеспечения условий эффективного управления специализированными сервисами мобильных устройств, функционирующими в различных условиях неполной ситуационной осведомленности [4–11]. Предложен ряд гипотетических сценариев

на базе регенеративного метода при исследовании тенденций развития средств визуализации для ЕИУП и его сравнение с результатами анализа методом частичной дискретизации пространства. Показано приложение полученных результатов в контексте дополняемых представлений концептуальной модели информационно-управляющего поля – среды функционирования данных виртуальных субъектов (цифровые двойники).

Исследование выполнено при частичной поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19–29–09030.

#### *Литература:*

1. *Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Лобанов И.А.* О новых средствах контрфактического прогнозирования и сопредельном потенциале информационно-аналитического обеспечения сложных систем. В сборнике: Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. 2017. С. 263–268.
2. *Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Лобанов И.А., Купач О.С.* Методический подход к описанию сложных эволюционирующих систем при реализации угроз безопасности информации. В сборнике: Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды XXI Международной конференции. Под редакцией Н.И. Архиповой, В.В. Кульбы. 2013. С. 61–65.
3. *Легович Ю.С., Рожнов А.В., Лобанов И.А., Чернявский Д.В.* Управление развитием в аспекте системной интеграции на предпроектном этапе жизненного цикла проблемно-ориентированных систем. В сборнике: Имитационное моделирование. Теория и практика Седьмая всероссийская научно-практическая конференция, труды конференции в 2 томах. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН; под общей редакцией С.Н. Васильева, Р.М. Юсупова. 2015. С. 163–167.
4. *Лобанов И.А., Рожнов А.В.* Оценивание эффективности проблемно-ориентированной системы управления на ранних стадиях жизненного цикла комплекса с использованием модели Free Disposal Hull. В сборнике: Фундаментальные проблемы системной безопасности (материалы V Международной научной конференции). – Елец: ЕГУ, 2014. С. 377–379.
5. *Лобанов И.А., Рожнов А.В.* Разработка предложений по системной интеграции задач в единой технологии мониторинга чрезвычайных ситуаций. В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016). Материалы Девятой международной конференции: в 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2016. С. 329–331.
6. *Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Стратифицированная модель единого информационно-управляющего поля для формализации особенностей переключения режимов управления смешанными группами пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов. В сборнике: Устойчивость и колебания нелинейных систем управления (конференция Пятницкого) Материалы XIII Международной конференции. 2016. С. 304–307.
7. *Сигов А.С., Нечаев В.В., Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Построение версий информационной инфраструктуры с опережением возник-



- новения информационных потребностей управления. В книге: Десятая всероссийская Мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2017). Материалы 10-й Всероссийской мультиконференции в 3-х томах. Отв. ред.: И.А. Каляев. 2017. С. 112–115.
8. Сигов А.С., Нечаев В.В., Рожнов А.В., Лобанов И.А. Методы интеграции и биоинспирированные модели для формирования компонентов виртуальной семантической среды. Депонированная рукопись № 31-B2017 03.03.2017.
  9. Abrosimov V., Goncharenko V., Ryvkin S., Rozhnov A., Lobanov I. Identikit of Modifiable Vehicles at Virtual Semantic Environment. Proceedings – 2017 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM 2017 and 2017 Intl Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics, ACEMP 2017 2. 2017. С. 905–910.
  10. Rozhnov A.V., Lobanov I.A. Investigation of the joint semantic environment for heterogeneous robotics. Proceedings of 2017 10th International Conference Management of Large-Scale System Development, MLSD 2017 10. 2017. С. 8109678.
  11. Ryvkin S., Rozhnov A., Lobanov I., Fateeva Y., Lychev A. Multiaspect modeling of infrastructure solutions at energy landscape as virtual semantic environment. Proceedings – 2017 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM 2017 and 2017 Intl Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics, ACEMP 2017 2. 2017. С. 935–940.

### **Моделирование системы управления качеством электроэнергии и минимизация пожарно-электрического вреда**

***Прус Юрий Витальевич***

*Российский государственный университет  
нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина*

***Периков Артем Валерьевич***

*Академия государственной  
противопожарной службы МЧС России*

При реализации риск-ориентированного подхода к проблеме снижения пожаров по электротехническим причинам представляется перспективным направление, связанное с развитием понятия ПЭВ (пожарно-электрического вреда), которое позволяет исследовать основные факторы, влияющие на уровень пожарной опасности при эксплуатации электроприборов. Проведен анализ, детализация, теоретическое и технологическое обоснование понятия пожарно-электрического вреда. Предлагается использование электросчетчика подавителя пожарно-электрического вреда и опасных факторов пожара в жилом секторе. Построены когнитивная модель, учитывающая возможности влияния электросчетчика подавителя на снижение ущерба по электротехническим причинам и функциональная модель системы качества электроэнергии.

## **Методика защиты информационных ресурсов электронного делопроизводства**

***Кравченко Мария Михайловна***

***Лепешкин Олег Михайлович***

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)*

В настоящее время, в век информационных технологий возрастает потребность в работе с документами с помощью электронных ресурсов, базы электронного делопроизводства. Вместе с этим и необходимость в обеспечении защиты и управления данным ресурсом. Так широкое распространение получили системы электронного документооборота, в связи с внедрением «электронного правительства».

С целью повышения уровня защищенности информационных ресурсов ограниченного доступа в информационно телекоммуникационных сетях, предотвращения угроз информационной безопасности, разработана методика по защите ресурсов ограниченного доступа в инфокоммуникационных сетях специального назначения (ИТКС СН) [1].

Учитывая задачи служебного делопроизводства [2,3] и специфику работы с электронными документами, электронное делопроизводство должно предусматривать:

- а) наличие перечня документов, разрешенных для хранения и обработки;
- б) определение прав пользователей сети, управление доступом;
- в) определение времени хранения документов, своевременное удаление;
- г) протоколирование действий пользователей;
- д) организацию порядка передачи документов;
- е) обеспечение сохранности документов (определение прав на удаление и изменение).

Для решения поставленных задач в первую очередь необходимо определить структуру хранения документов, что означает: установить иерархию каталогов. Данная структура позволит настроить доступ к файлам таким образом, чтобы исключить возможность нсд к информации в том числе и внутри одной группы пользователей.

Для организации четкой архитектуры хранения документов, реализации контроля и управления доступом к ним требуется атрибутирование электронных документов. Так, готовый документ, после присвоения ему атрибутов, обладает конкретными ограничениями касаясь доступа к нему и разрешенных операций с ним, а также занимает предназначенное ему место в системе каталогов [4].

При работе со служебными документами необходимо обеспечить разграничение доступа, разграничение прав на проведение операций с файлами, таких как изменение и удаление, а также соблюдение сроков хранения документов. Запрет или разрешение на доступ к файлу другим

группам пользователей заключается в понятии общедоступности [5].

Полученная методика построения системы защиты информационных ресурсов ограниченного доступа в ИТКС СН представлена совокупностью структурной схемы методики построения системы защиты, моделью разграничения доступа, моделью присвоения атрибутов, алгоритмами создания, учета и удаления электронных документов. Методика описывает вариант порядка регламентирования электронного делопроизводства в системе электронного документооборота и может быть использована в качестве инструкции. Разработанные предложения представляют собой описания правил, согласно которым осуществляется деятельность, обеспечивающая создание служебных документов и организацию работы с ними. Применение данных предложений повышает уровень защищенности информационных ресурсов ограниченного доступа в информационно телекоммуникационных сетях.

Применение полученной методики позволит устранить существующие угрозы несанкционированного доступа к служебной информации и повысить уровень защищенности информационных ресурсов в целом.

*Литература:*

1. Корсунский А.С., Лепешкин О.М. Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т. 3. № 1. С. 75–82.
2. Зегжда Д.П., Ивашко А.М. Основы безопасности информационных систем. – М.: Горячая линия – Телеком, 2000. – 452с.: ил.
3. Архипкин А.С., Баландин А.Е., Бикеев С.И., Будко П.А., Бурлака А.И., Дуков И.А., Емелин Н.М., Жарков И.Д., Зайцев А.В., Захаров Е.Н., Карпов В.В., Князев В.В., Козлов М.С., Лепешкин О.М., Павловский И.С., Пирогов М.В., Радько С.А., Рожнов А.В., Савицкий А.С., Семенов А.В. и др. Язык схем радикалов: методы и алгоритмы Под ред. А.В. Чечкина и А.В. Рожнова. Москва, 2008. Сер. Библиотека журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение».
4. Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Ракицкий С.Н., Разиков В.Н. Научно-исследовательская работа Санкт-Петербург, 2015.
5. Burlov V., Lepeshkin O. Modeling the process for controlling a road traffic safety system based on potentially active elements of space and time В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 94–96.

## **Гибридная система поддержки принятия управленческих решений на основе методов метаанаморфирования и аналитического преобразования изображений**

***Буклин Сергей Владимирович***

***Якубов Алексей Ренатович***

***Терехов Валерий Игоревич***

***Черненький Валерий Михайлович***

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Одним из перспективных методов поддержки принятия решений являются методы, относящиеся к когнитивной компьютерной графике [1], а именно такие топологические преобразования многомерного пространства поиска решения, размерность которого равна количеству учитываемых при принятии решения показателей-факторов. Такие методы позволяют активизировать механизмы наглядно-образного мышления лица, принимающего решение (ЛПР) в сложной обстановке, симулировать у него определенные ассоциации, упростить анализ поступающей информации, выявить закономерности в данных и их динамике и, следовательно, ускорить время принятия обоснованного варианта решения. Можно говорить об этих методах, как о методах преобразующих пространство решения с неравномерно распределенными показателями областей в однородное пространство с измененными формами областей полученного графического образа, зависящими от исходных показателей. При этом, в отличие от формы, топология преобразованных областей не меняется.

Одним из таких методов является метод анаморфирования [2], который определяется как преобразование одного визуального образа, построенного на основе евклидовой метрики, в другой визуальный образ, в основе которого лежит метрика выбранного показателя, актуального при решении поставленной задачи. Дальнейшим развитием метода анаморфирования стал метод метаанаморфирования [3], который работает с любым количеством показателей различной физической природы, актуальных при принятии решения в любой предметной области.

При метаанаморфировании, как и при анаморфировании ключевую роль играют матрицы показателей, отражающие числовые значения какого-либо параметра/ров различной физической природы, с учетом которого/рых оцениваются варианты решения. Но основной особенностью анаморфоз после преобразования многомерного пространства в двумерное, является равномерно распределенный (однородный) показатель по всей площади полученного графического образа. Этот результат используется при решении многих задач распределения ресурсов в пространстве неравномерной плотности, в частности, построения маршрутов движения в изначально неоднородном пространстве с

целью нахождения кратчайшего пути между заданными точками. Для этого необходимо после проведения операции анаморфирования и построения кратчайшего пути между заданными точками в пространстве равномерной плотности показателя-фактора провести обратную операцию (морфинг) и вернуть изображение в первоначальное состояние, на котором будет отображен кратчайший путь с учетом неравномерной плотности показателя-фактора [4]. Другими словами – сначала проводится операция анаморфирования исходного изображения, на которое накладывается равномерная сетка, каждой ячейке которой приписывается свое значение показателя-фактора актуального при принятии решения. После анаморфирования координаты узлов сетки изменяются так, чтобы значения показателей во всех ячейках сетки стали равными. Затем необходимо преобразовать исходное изображение в соответствии с новыми координатами узлов сетки. После принятия решения на преобразованном изображении необходимо вернуть его (с отображенным на нем решением) в исходное состояние, которое описывается первоначальными значениями координат узлов равномерной сетки.

Для осуществления таких преобразований необходимо, помимо анализа показателей и построения анаморфозы в виде изменённых координат узлов, разработать алгоритм для соответствующего попиксельного преобразования изображений.

Необходимо заметить, что все сказанное относительно метода анаморфирования без потери общности может быть использовано и для метода метаанаморфирования, особенности работы которого приведены в [3].

В настоящее время авторами разработан метод преобразования изображений, работающий на основе учета координат узловых точек с растровыми изображениями в реальном режиме времени, а также гибридная система поддержки принятия управленческих решений на основе методов метаанаморфирования и аналитического преобразования изображений.

В заключение можно сказать, что разработанная гибридная система позволяет объединить в замкнутый цикл преобразования, служащие для поддержки принятия обоснованного решения в различных предметных областях: исходное изображение и его описание с помощью выбранного ЛПР показателя; анаморфирование исходного изображения относительно выбранного показателя; преобразование изображения с учетом измененных анаморфированием координат узловых точек; принятие решение в пространстве однородной плотности показателя; преобразование анаморфированного изображения в исходный вид с учетом первоначальных значений координат узлов равномерной сетки.

*Литература:*

1. Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика. – Наука, 1991.
2. Гусейн-Заде С.М., Тикунов В.С. Анаморфозы: что это такое //М.: Эдиториал УрСС. – 1999. – С. 59–63.

3. *Terekhov V., Chernenky I., Buklin S., Yakubov A.* Cognitive Visualization in Management Decision Support Problems. Optical Memory and Neural Networks, 2019, Vol. 28, No. 1, pp. 27–35.
4. *Терехов В.И., Черненко И.М.* Разработка варианта принятия решения с помощью метода анаморфирования //Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2016. – Т. 14. – № 12. – С. 132–139.

**К вопросу разработки научно – методического  
инструментария для оценивания эффективности  
производственных и транспортно – логистических цепочек**

*Пестун Ульян Анатольевич*

*Жуков Александр Олегович*

*Федеральное государственное бюджетное научное  
учреждение «Экспертно-аналитический центр»*

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18–00–01125 КОМФИ, грант № 18–00–01126 КОМФИ).

Ключевые слова: оценивание, эффективность, транспортно-логистические система

За последние годы в связи с введением санкций, в нашей стране получило развитие новое научное направление – оптимизация транспортно-логистических систем в едином экономическом и инфраструктурном пространстве, которое наиболее полно отражает и напрямую зависит от глобальных трансформаций мировой экономики и межгосударственных конфронтаций с использованием невоенных методов силового давления. Одновременно необходимо отметить, что логистические затраты в нашей стране выше аналогичных зарубежных (мировых), что обусловлено недостаточной разработанностью методологии оценки эффективности всей цепи поставок, а не отдельных транспортно-логистических операций [1].

Существующие подходы сводятся к относительно простым моделям, не позволяющим в полной мере оценить влияние конкретных бизнес-процессов на изменение общих логистических затрат.

В связи с выше изложенным, в работе предложена общая формализация инструментария оценивания эффективности производственных и транспортно-логистических цепочек в заданных условиях.

В основу инструментария положена динамическая структура, позволяющая оценивать последствия изменений трендов современного состояния параметров, влияющих на логистическое обеспечение [2].

Решение оптимизационной задачи возможно посредством использования классических оптимизационных методов (метод Ньютона), дающих допустимую точность и оперативность расчетов [3].

Таким образом, в рамках работы предложена общая формализация научно-методического инструментария для оценивания эффективности производственных и транспортно-логистических цепочек в заданных условиях. Обосновано применение оптимизационного метода, необходимого для применения инструментария.

*Литература:*

1. Жуков А.О., Пестун У.А. К вопросу моделирования государственного вмешательства в логистическое обеспечение в условиях использования невоенных методов силового давления. Управление экономическими системами: (электронный научный журнал), том 127, № 9. 2019.
2. Маккол Р. Справочник по системотехнике / Пер. с англ.; под ред. А.В. Шиленко. – М.: «Советское радио», 1970. – 688 с.
3. Хрусталёв Е.Ю., Жуков А.О., Пестун У.А. К вопросу организации устойчивого управления социальной и экономической системами в условиях требуемой обороноспособности государства / Национальные интересы: приоритеты и безопасность, издательство Финансы и кредит. 2017. том 13, № 10, С. 1818–1837.

**Многоуровневая система аутентификации  
пользователя автоматизированных систем**

*Летавин Александр Васильевич*

*Березин Александр Олегович*

*Вахромов Денис Сергеевич*

*Митрофанов Михаил Валерьевич*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

В настоящее время надежность и безопасность функционирования стратегических инфраструктурных объектов России, таких как инфокоммуникационные, авто- или железнодорожные сети, газотранспортные, нефтепроводные и энергетические системы и другие, определяют потенциально достижимый уровень экономической состоятельности страны, влияют на ее обороноспособность и национальную безопасность. Для таких объектов разработаны и эксплуатируются разнообразные автоматизированные системы (АС), обеспечивающие разрешение выявленного противоречия определяет актуальность данной работы, связано с разработкой эффективной системы многоуровневой аутентификации пользователя, позволяющей осуществлять защиту от НСД и контроль доступа легитимных пользователей с учетом данных нескольких каналов их коммуникативного взаимодействия с АС. Основным отличием многоуровневой аутентификации от биометрической является возможность учета информации о функциональном состоянии пользователя, способствующая повышению достоверности реализуемой процедуры, функционирование диспетчерских служб, систем контроля состояния элементов, каналов связи, обслуживающих подсистем и персонала.[4]

Автоматизированная система представляет собой систему, одной из составляющей которой является комплекс средств автоматизации деятельности персонала, осуществляющий информационную технологию выполнения определённых функций. Соответственно, функционирование АС неотрывно связано с персоналом организации, выполняющим определённую деятельность, при этом получаемые результаты могут иметь конфиденциальный характер, и доступ персонала к такой информации в организации ограничен.

Непосредственно сам процесс аутентификации лица, желающего получить доступ к АС, возможно реализовать: по собственности – с использованием уникальных физических предметов; по знаниям – на основе информации, которая должна храниться в секрете; по биометрическим параметрам – посредством уникальных физиологических или поведенческих характеристик индивида.

Биометрическая аутентификация реализуется посредством анализа ряда параметров, которые характеризуются всеобщностью, уникальностью, постоянством, изменяемостью и приемлемостью. Биометрические параметры физически неотделимы от пользователей, их невозможно передать другому человеку, некоторые из них крайне трудно, а порой и невозможно подделать – всё это объясняет широкий интерес к изучению основ и применению на практике различных систем биометрической аутентификации личности.

Биометрическую систему аутентификации можно представить, как систему распознавания образов. Она состоит из двух подсистем: одна – для регистрации пользователя, другая – для осуществления его аутентификации. Во время регистрации биометрические параметры объекта считываются, необходимая информация собирается блоком выделения признаков и сохраняется в базе данных. При помощи определенного идентификационного номера (/D-номера) репрезентация биометрических параметров согласуется и связывается с другими необходимыми данными, например, фамилией.[3,6]

Задача непосредственно самой подсистемы аутентификации заключается в распознавании объекта на более позднем этапе и идентификации одного пользователя среди множества других (сравнение 1:N) или же верифицировании пользователя (сравнение 1:1). Данная подсистема реализует следующие функции:

- обнаружение (считывание подлежащих анализу входных сигналов, их преобразование в форму, необходимую для работы системы);
- опознание (обеспечение проверки пользователя и установление его легитимности);
- управление (формирование разрешающего или запрещающего управляющего воздействия для системы контроля доступа, которая позволяет далее работать пользователю или же блокирует его деятельность) [5]/



Для осуществления контроля доступа пользователей к АС и реализации их аутентификации в соответствии с предложенным способом необходимо разработать устройства защиты абонентского терминала от несанкционированного доступа и устройство защиты информации от субъ-ективных непреднамеренных помех. Их применение позволит избежать НСД нелегитимных пользователей к функционирующей АС, реализовать мониторинг функционального состояния пользователя, осуществить постоянный контроль подключения к локально-вычислительной сети и информационной системе в целом, даже в том, когда процесс работы уже начат санкционированным (легитимным) пользователем АС. В предложенном решении аутентификация пользователя производится по голосу, а в самом простом случае возможен вариант модернизации имеющихся стандартных средств политики управления учётными записями пользователей операционной системы технических средств АС.[2]

Применение описанного подхода предоставляет возможность в полной мере реализовать предложенную методику многоуровневой аутентификации пользователя АС.

*Литература:*

1. *Никитин В.В.* Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему: « Модель и методика многомодальной аутентификации пользователя автоматизированных систем».
2. *Анисимов В.В., Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Морозов М.М., Чукариков А.Г.* Устройство имитозащиты группы контролируемых объектов патент на изобретение *RUS 2595991* 18.09.2015
3. База данных клавиатурного почерка для исследования психофизиологического состояния оператора / *В.В. Никитин, С.И. Саитов, М.В. Носов, О.О. Басов* // Свидетельство о государственной регистрации базы данных для ЭВМ № 2017621143 от 03.10.2017.
4. *Шостак Р.К., Лепешкин О.М.* Актуальность развития сетевого контроля защищенности информационных систем В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 190–192.
5. *Корсунский А.С., Лепешкин О.М.* Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности. Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т.3. № 1. С. 75–82.
6. *Лепешкин О.М., Харечкин П.В.* Анализ моделей разграничения доступа, реализованных в современных социотехнических системах. Инфокоммуникационные технологии. 2008. Т. 6. № 2. С. 91–93.

## **Исследование возможностей нейронных сетей и смежных методов семантического анализа в задачах анализа текстовых данных**

***Кублик Евгений Ильич***

*Финансовый университет при Правительстве  
Российской Федерации (ФинУниверситет)*

Одним из наиболее интересных направлений семантического анализа текстов является анализ тональности (также при акценте на особенности решения задач поиска в текстах возможно присутствующих там оценочных суждений используется и «Opinion mining»). Данный раздел обработки естественного языка и/или массивов текстовых данных актуален во многих сферах – это использование в широком спектре анализа и уточнения прикладных вопросов социальных сетей и опросах общественного мнения (как в политике, экономике, различного рода социальной проблематике, противодействии терроризму, так и в маркетинге и бренд-менеджменте, анализе фондового рынка, рекомендательных информационных системах и многих других), направленных на значимое улучшение процесса принятия управленческих решений [1–6]. В исследовании были преимущественно рассмотрены возможности методов анализа тональности текстов: словарные методы, методы, основанные на правилах, методы машинного обучения с учителем и без и нейронные сети. В результате проведенного сравнительного анализа были выделены линейные классификаторы и нейронные сети. При этом наибольший эффект при работе с текстовыми данными на текущем этапе проведения комплексных исследований продемонстрировали рекуррентные и сверточные нейронные сети, а также их комбинации со смежными методами.

### *Литература:*

1. Будко Н.П., Будко П.А., Жук А.П., Карнов В.В., Кублик Е.И., Лепешкин О.М., Павловский И.С., Пирогов М.В., Попов А.А., Потюнкин А.Ю., Рожнов А.В. и др. Интеллектуализация сложных систем язык схем радикалов в проблемных вопросах предпроектных исследований, оснащения, сопровождения систем и в экспериментальных задачах внедрения критических наукоемких технологий: коллективная монография Информационно-измерительные и управляющие системы. 2009. Т. 7. № 3. С. 1–92.
2. Клековкина М.В., Котельников Е.В. Метод автоматической классификации текстов по тональности, основанный на словаре эмоциональной лексики // Труды XIV Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» (RCDL) / Переславль-Залесский: изд-во «Университет города Переславль», 2012. С. 118–123.
3. Легович Ю.С., Рожнов А.В., Лобанов И.А., Чернявский Д.В. Управление развитием в аспекте системной интеграции на предпроект-

ном этапе жизненного цикла проблемно-ориентированных систем // Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД-2015, Москва, 21–23 октября 2015 года). Седьмая Всероссийская научно-практическая конференция, труды конференции в 2 томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, Р.М. Юсупова. 2015. С. 163–167.

4. *Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Лобанов И.А., Купач О.С.* Методический подход к описанию сложных эволюционирующих систем при реализации угроз безопасности информации. В сборнике: Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды XXI Международной конференции. Под редакцией Н.И. Архиповой, В.В. Кульбы. 2013. С. 61–65.
5. *Сигов А.С., Нечаев В.В., Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Построение версий информационной инфраструктуры с опережением возникновения информационных потребностей управления // Десятая Всероссийская мультikonференция по проблемам управления МКПУ-2017. Материалы 10-й Всероссийской мультikonференции. В 3-х томах. Отв. ред. И.А. Каляев. Ростов-на-Дону: Изд-во: ЮФУ, 2017. С. 112–115.
6. *Tang, X. Yang, C., Wong, Y., Wei C.* Understanding Online Consumer Review Opinions with Sentiment Analysis using Machine Learning // Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems. – 2010. – No 3(2). – С. 73–89.

## **Метод и алгоритмы анализа и управления информационно-аналитическими процессами в сложных системах на основе нейро-нечетких сетей петри**

***Мисник Антон Евгеньевич***

*Белорусско-Российский университет, г. Могилев, РБ*

***Прокопенко Сергей Александрович***

***Бобряков Александр Владимирович***

***Борисов Вадим Владимирович***

*Национальный исследовательский университет «МЭИ»*

Эффективность функционирования и развития сложных систем существенно зависит от качества и оперативности осуществляемых в них информационно-аналитических процессов, которые включают в себя процессы сбора, обработки, обобщения, оценки и прогнозирования состояния систем, выработки обоснованных управленческих решений и оценки их реализуемости.

Данные информационно-аналитические процессы характеризуются:

- большими массивами и устойчивым ростом объемов разнородной слабоструктурированной информации из разнородных источников, а также сложностью и интенсивностью информационных потоков;
- необходимостью учета специфики многовершинной иерархии совокупности нелинейно зависимых обобщенных и частных показателей;
- высокой динамикой изменения системных и внешних факторов, требующих оперативной и качественной адаптации этих процессов;

- существенным семантическим разрывом, проявляющимся в «потере» знаний при их передаче от экспертов в предметной области к разработчикам при проектировании информационно-аналитических систем, а также значительным временем, необходимым на итеративную доработку и актуализацию информационно-аналитических систем на всех этапах их жизненного цикла.

Для оценки эффективности функционирования сложных систем, а также формализованного описания и проектирования информационно-аналитических процессов разрабатывается информационно-аналитическая модель, основанная на онтологическом подходе.

В качестве научно-методического аппарата для анализа и управления информационно-аналитическими процессами в сложных системах разрабатывается разновидность иерархических нейро-нечетких сетей Петри, а также основанный на них метод анализа и управления этими процессами.

Для реализации предложенных моделей и метода создана программно-инструментальная среда, а также на ее основе разрабатываются научно-технические решения (алгоритмы и программные средства) для различных сложных организационно-технических систем и промышленных объектов.

### **Реализация фреймворка фоновой обработки пертинентных информационных ресурсов в интересах развития инфраструктуры медицинской смарт-организации**

*Гречанюк Федор Александрович  
Толпыгин Алексей Сергеевич  
ООО «Юникraft»*

В докладе предложены к всестороннему обсуждению ключевые идеи совершенствования ETL-процессов фоновой обработки пертинентных информационных ресурсов в ряде новых проблемных вопросов смарт-медицины. Особое внимание уделяется задачам стандартизации разнородных компонентов для их интеграции в рамках оригинального фреймворка и последующего развития инфраструктуры такой смарт-организации. В частности, рассматриваются различные аспекты (лечебно-профилактические, медицинские, врачебные, социального развития и многие другие) для госпиталей, больниц, поликлиник, аптек, хосписов, моргов, родильных домов и иных смежных организаций и учреждений. Представлены результаты анализа проблематики построения инфраструктуры «смарт-больницы» и прикладные методы решения выявленных приоритетных проблемных вопросов. Под характерными отличиями «смарт-больницы» здесь в первую очередь подразумеваются новые категории лечебно-профилактического учреждения, в котором информационное, техническое и организационное обеспечение сорие-

тировано как на действующих и / или потенциальных пациентов, так и на медицинский (или же врачебный) персонал в сравнении с широко известным (фактически сложившимся в практике) процессно-ориентированным подходом. Исследование основывается на применении новых методов и алгоритмов формализации описания взаимных обязательств между всеми участниками лечебного процесса, смарт-контрактов. Приводятся параллели с некоторыми ранее выполненными проектами в различных прикладных областях науки и техники на базе применения когнитивных технологий [1–8].

#### *Литература:*

1. *Гречаниук Ф.А., Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Разработка и обоснование интеграционных компонентов технологии обработки пертинентных информационных ресурсов. В сборнике: Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2018). Труды XVIII Международной молодежной конференции. Под общей редакцией А.В. Толока. 2018. С. 71–73.
2. *Лобанов И.А., Гудов Г.Н., Рожнов А.В.* Интеллектуальная обработка метаданных и логистики индивида в интересах развития технологий с эффективным применением «data exhaust». В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 440–442.
3. *Лобанов И.А., Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Масюков М.В.* Диверсификация технологии моделирования и управления в задачах мониторинга на ретроспективном примере завершения эксплуатации авиакосмической системы. В книге: Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2019. Материалы двенадцатой международной конференции Научное электронное издание. – М: ИПУ РАН, 2019. С. 1043–1046.
4. *Лобанов И.А., Рожнов А.В.* Разработка предложений по системной интеграции задач в единой технологии мониторинга чрезвычайных ситуаций. В сборнике: Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2016. Труды Девятой международной конференции: в 2-х томах. – М: ИПУ РАН, 2016. С. 306–310.
5. *Нечаев В.В., Проничкин С.В., Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Интеграция и управление развитием цифровой платформы профессионально-ориентированной социальной сети в условиях эволюции информационного ландшафта. В сборнике: Современные информационные технологии и ИТ-образование. Сборник научных трудов III Международной научной конференции «Конвергентные когнитивно-информационные технологии» и XIII Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование». МГУ имени М.В. Ломоносова; ФИЦ «Информатика и управление» РАН. 2019. С. 92–101.
6. *Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Актуальные вопросы системной интеграции в задачах акустического мониторинга беспилотных летательных

- аппаратов и шумовой обстановки в городской среде. DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов. 2016. Т. 6. № 4. С. 862–865.
7. *Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Системная интеграция и обоснование условий применения способа передачи сообщений без этапности установления соединений. В сборнике: Распределенные компьютерные и телекоммуникационные сети: управление, вычисление, связь (DCCN-2019). Материалы XXII Международной научной конференции. Под общей редакцией В.М. Вишневого, К.Е. Самуйлова. 2019. С. 283–287.
  8. *Будко Н.П., Будко П.А., Жук А.П., Карнов В.В., Кублик Е.И., Лепешкин О.М., Павловский И.С., Пирогов М.В., Попов А.А., Потюнкин А.Ю., Рожнов А.В.* и др. Интеллектуализация сложных систем язык схем радикалов в проблемных вопросах предпроектных исследований, оснащения, сопровождения систем и в экспериментальных задачах внедрения критических наукоемких технологий: коллективная монография Информационно-измерительные и управляющие системы. 2009. Т. 7. № 3. С. 1–9.

### **Мониторинг виртуальных субъектов в едином информационно-управляющем поле на основе методов регенеративного анализа больших данных**

***Гудов Геннадий Николаевич***

*Российский государственный  
гуманитарный университет (РГГУ)*

***Кублик Евгений Ильич***

*Финансовый университет при Правительстве  
Российской Федерации (ФинУниверситет)*

***Гречанюк Фёдор Александрович***

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

В докладе представлены вопросы анализа функционирования и мониторинга виртуальных субъектов деятельности в едином информационно-управляющем поле. Под виртуальными субъектами в данном контексте следует понимать также отчасти косвенное отображение их возможной деятельности в значительных массивах производимых, накапливаемых и перерабатываемых данных. Исследование основывается на применении новых методов и алгоритмов регенеративного анализа больших данных с позиций системной интеграции. Рассмотрены новые возможности мониторинга в ряде некоторых приложений [1–8].

*Литература:*

1. *Гречанюк Ф.А., Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Разработка и обоснование интеграционных компонентов технологии обработки пертинентных информационных ресурсов. В сборнике: Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами

- жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2018). Труды XVIII Международной молодежной конференции. Под общей редакцией А.В. Толока. 2018. С. 71–73.
2. Лобанов И.А., Гудов Г.Н., Рожнов А.В. Интеллектуальная обработка метаданных и логистики индивида в интересах развития технологий с эффективным применением «data exhaust». В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 440–442.
  3. Лобанов И.А., Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Масюков М.В. Диверсификация технологии моделирования и управления в задачах мониторинга на ретроспективном примере завершения эксплуатации авиакосмической системы. В книге: Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2019. Материалы двенадцатой международной конференции Научное электронное издание. – М: ИПУ РАН, 2019. С. 1043–1046.
  4. Лобанов И.А., Рожнов А.В. Разработка предложений по системной интеграции задач в единой технологии мониторинга чрезвычайных ситуаций. В сборнике: Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2016. Труды Девятой международной конференции: в 2-х томах. – М: ИПУ РАН, 2016. С. 306–310.
  5. Нечаев В.В., Проничкин С.В., Рожнов А.В., Лобанов И.А. Интеграция и управление развитием цифровой платформы профессионально-ориентированной социальной сети в условиях эволюции информационного ландшафта. В сборнике: Современные информационные технологии и ИТ-образование. Сборник научных трудов III Международной научной конференции «Конвергентные когнитивно-информационные технологии» и XIII Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование». МГУ имени М.В. Ломоносова; ФИЦ «Информатика и управление» РАН. 2019. С. 92–101.
  6. Рожнов А.В., Лобанов И.А. Актуальные вопросы системной интеграции в задачах акустического мониторинга беспилотных летательных аппаратов и шумовой обстановки в городской среде. DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов. 2016. Т. 6. № 4. С. 862–865.
  7. Рожнов А.В., Лобанов И.А. Системная интеграция и обоснование условий применения способа передачи сообщений без этапности установления соединений. В сборнике: Распределенные компьютерные и телекоммуникационные сети: управление, вычисление, связь (DCCN-2019). Материалы XXII Международной научной конференции. Под общей редакцией В.М. Вишневого, К.Е. Самуйлова. 2019. С. 283–287.
  8. Будоко Н.П., Будоко П.А., Жук А.П., Карпов В.В., Кублик Е.И., Лепешкин О.М., Павловский И.С., Пирогов М.В., Попов А.А., Поттопкин А.Ю., Рожнов А.В. и др. Интеллектуализация сложных систем язык схем радикалов в проблемных вопросах предпроектных исследований, оснащения, сопровождения систем и в экспериментальных задачах внедрения критических наукоемких технологий: коллективная монография Информационно-измерительные и управляющие системы. 2009. Т. 7. No 3. С. 1–92.

## **Разработка и исследование гибридных алгоритмов выделения и распознавания специализированных мобильных устройств**

***Рожнов Алексей Владимирович***

*Институт проблем управления  
им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН)*

Интеллектуальная обработка видеопоследовательностей на базе специализированных мобильных устройств сопровождается необходимостью комплексного решения обширной совокупности технических проблем, предопределяемых преимущественно неконтролируемыми условиями съемки. В связи с этим, применяемые комплексные подходы должны быть, по-сути, инвариантны к возникающим множественным искажениям. В данных рассматриваемых случаях видеопоследовательность, как таковая, представляет собой сверхбольшой массив информации в цифровом виде, которую необходимо обрабатывать в реальном времени, – а также и с учётом того, что видеок cadры могут быть или же, как правило, были получены с весьма низким разрешением. При этом следует учитывать, что с другой стороны – доступны весьма ограниченные вычислительные ресурсы мобильных устройств, что существенно сужает применимую в принципе вычислительную сложность гибридных процедур обработки и распознавания объектов в видеопоследовательностях и выдвигают, в свою очередь, весьма интересную задачу разработки новых эффективных алгоритмов. Представляемые акценты комплексного проекта направлены на разработку и исследование смежных алгоритмов надежного и устойчивого выделения и распознавания объектов в условных примерах дорожной сцены с применением портативного аппаратного обеспечения. Обсуждается имеющийся и отчасти применимый задел [1–9]. Рассматривается ряд некоторых характерных особенностей, определяющих условия достижимого повышения эффективности комплекса принимаемых мер по предупреждению потенциальных угроз системной безопасности при помощи современных методов искусственного интеллекта и технологий компьютерного зрения.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект No.19–29–09030 мк.

*Литература:*

1. *Lychev A.V., Rozhnov A.V.* Advanced analytics software for performance analysis and visualization of financial institutions, 11th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies, AICT 2017 – Proceedings. 2019. С. 8687039.
2. *Лобанов И.А., Гудов Г.Н., Рожнов А.В.* Интеллектуальная обработка метаданных и логистики индивида в интересах развития технологий с эффективным применением «Data Exhaust» / XVII Всероссийская



- научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. 2019. С. 440–442.
3. *Оганджанян С.Б., Рожнов А.В.* Какими были искусственный интеллект и представления о нём в XX веке? / XVII Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. 2019. С. 442–443.
  4. *Гречанюк Ф.А., Рожнов А.В., Губин А.Н.* Цифровой двойник: альтернативные или взаимоисключающие современные правовые позиции / XVII Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. 2019. С. 464–466.
  5. *Нечаев В.В., Проничкин С.В., Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Интеграция и управление развитием цифровой платформы профессионально-ориентированной социальной сети в условиях эволюции информационного ландшафта / В сб.: «Современные информационные технологии и ИТ-образование» (Сборник научных трудов III Международной научной конференции «Конвергентные когнитивно-информационные технологии» и XIII Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование»). – М.: МГУ имени М.В. Ломоносова; ФИЦ ИУ РАН. 2019. С. 92–101.
  6. *Богорадникова А.В., Кублик Е.И., Оганджанян С.Б., Рожнов А.В., Тюрин С.А.* и др. Некоторые аспекты контрфактического моделирования новых вызовов посткибератак посредством пертинентной обработки сверхбольших массивов данных и их визуализации // Деп. ВИНТИ РАН, № 69-B2018 05.06.2018.
  7. *Рожнов А.В., Гречанюк Ф.А.* К дискуссии о новых понятиях в сфере интеллекта: что есть «сверхискусственное»? // Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. 2016. С. 21–23.
  8. *Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Лобанов И.А., Купач О.С.* Методический подход к описанию сложных эволюционирующих систем при реализации угроз безопасности информации // В сб.: Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды XXI Международной конференции. Под ред. Н.И. Архиповой, В.В. Кульбы. 2013. С. 61–65.
  9. *Лобанов И.А., Рожнов А.В.* Оценивание эффективности проблемно-ориентированной системы управления на ранних стадиях жизненного цикла комплекса ЛА с использованием модели Free Disposal Hull / В сб.: Фундаментальные проблемы системной безопасности материалы V Международной научной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения выдающегося ученого, генерального конструктора ракетно-космических систем академика В.Ф. Уткина. – Минобрнауки РФ, РАН, ВЦ им. А.А. Дородницына, ФГБОУ ВПО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», 2014. С. 377–379.

## **Интеллектуализация программно-целевого управления процессами обеспечения техносферной безопасности**

***Бурлов Вячеслав Георгиевич  
Лепешкин Михаил Олегович***

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Программно-целевое управление даёт гарантированный результат государственного управления в решении определенной проблемы в заранее установленные сроки на базе условия существования процесса управления.

Основными принципами программно-целевого управления являются: ориентация на конечную цель, сквозное планирование объекта управления, принцип непрерывности.

Программно-целевое управление процессами обеспечения техносферной безопасности осуществляется на основе результатов моделирования процессов социального, экономического, технико-технологического развития региона.

Методология решения задачи разработки модели комплексного управления процессами обеспечения техносферной безопасности региона основана на синтезном подходе и законе сохранения целостности объекта [1]. В основу модели положена математическая модель функционирования трех систем региона: социальной, экономической и технико-технологической. Модель дает возможность для управления процессом обеспечения техносферной безопасности региона, описывать поведение рассматриваемых систем региона при возникновении кризисных ситуаций, катастроф и аварий [2].

Построение рассуждений базируется на естественно-научном и социально-экономическом толковании смысла системообразующих показателей деятельности региона. Основой динамической модели является система дифференциальных уравнений, описывающая изменения 3-х основных системообразующих показателей (численность населения, количество рабочих мест реального сектора экономики и энергопотребление в реальном секторе экономики), а также 9-ти коэффициентов (коэффициент демографической активности; коэффициент антимотивации людей к деторождению; коэффициент обеспеченности региона энергией; коэффициент заинтересованности людей в развитии экономики; коэффициент развития реального сектора экономики; коэффициент энергообеспеченности рабочих мест; коэффициент развития энергообеспеченности региона; коэффициент соответствия населения энергообеспеченности; коэффициент соответствия развития экономики энергообеспеченности) [3–4].

Разработаны механизмы реализации условия существования процесса обеспечения техносферной безопасности региона, моделирование проведено опираясь на статистическую информацию федеральной службы государственной статистики и реализовано в MathCAD [5].

Таким образом, данное моделирование управлением процессами обеспечения техносферной безопасности позволяет определить баланс между уровнем развития технико-технологической системы и состоянием экономической и социальной систем региона и формировать рекомендации.

#### *Литература:*

1. *Лепешкин М.О., Лепешкин О.М., Сагдеев А.К.* Методологический подход оценки функциональной безопасности критической социотехнической информационной СИСТЕМЫ В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании Сборник научных статей: в 3-х томах. 2016. С. 294–299.
2. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М., Кириллова Т.В.* Моделирование процесса управления социальными и экономическими системами региона на основе потенциально активных элементов пространства и времени Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 3 (3). С. 82–85.
3. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М.* Моделирование процесса управления на основе теории радикалов //Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. С. 54–61.
4. *Лепешкин О.М., Лепешкин М.О., Бурлов В.Г.* Синтез модели процесса управления техническими системами на основе теории радикалов В книге: Нейрокомпьютеры и их применение Тезисы докладов. Под редакцией А.И. Галушкина, А.В. Чечкина, Л.С. Куравского, С.Л. Артеменкова, Г.А. Юрьева, П.А. Мармалюка, А.В. Горбатова, С.Д. Кулика. 2016. С. 18-В.
5. *Burlov V.G., Grobitski A.M.* Development of a Model for Social System Management in the Construction Process Taking into Account Manager's Qualification// Humanities & Science University Journal. № 15 (2015), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia.2015, pp.25–36.

### **Модель устройства имитозащиты группы критически важных объектов**

***Филин Андрей Викторович***

***Анисимов Василий Вячеславович***

***Миллюк Никита Романович***

***Уваров Константин Андреевич***

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Все системы безопасности уникальны, поскольку отражают специфику конкретных предприятий, для защиты которых они предназначены. Но какие бы различные цели не преследовались при их создании, какие

бы различные технологии ни использовались, какие бы индивидуальные решения ни принимались, общий ход проектирования для всех правильно построенных систем защиты должен иметь циклический характер.

В основе системы защиты и охраны объекта, её информации и организации функционирования лежит принцип создания последовательных рубежей, в которых угрозы должны быть своевременно обнаружены, а их распространению будут препятствовать надёжные преграды. Такие рубежи должны располагаться последовательно – от забора вокруг территории защищаемого объекта до главного, особо важного помещения [1.2].

К средствам обнаружения угроз относятся охранная сигнализация и охранное телевидение. Их основная задача – зафиксировать приближение или начало самых разнообразных видов угроз.

Степень безопасности объекта зависит от своевременного реагирования технических средств охранной и тревожной сигнализации на возникающую угрозу и от времени преодоления физических барьеров. Чем раньше можно обнаружить возникшую угрозу объекту, тем быстрее её можно пресечь. Это достигается правильным выбором и применением технических средств охранной и тревожной сигнализации, их правильным размещением в охраняемых зонах.

Совершенствование приёмно-контрольных приборов идёт в направлении увеличения числа подключаемых шлейфов и типов извещателей, повышения достоверности сигналов тревоги, за счёт дополнительной обработки поступающих сигналов от извещателей, интеграции управления всеми охранными системами, включая систему пожарной безопасности, в одном устройстве управления комплексной системой охраны объекта.

Существуют устройства имитозащиты контролируемых объектов, позволяющего повысить достоверность контроля за охраняемыми объектами и расширить функциональные возможности известных устройств для сигнализации о состоянии контролируемых объектов [3].

Однако существующие устройства имеют ряд недостатков:

относительно низкую надёжность всего устройства в случае выхода из строя одного из датчиков, так как контролируемые объекты включены последовательно;

при возрастании количества контролируемых устройств, существенно возрастает сложность коммутации блока контроля с датчиками.

Предлагаемая модель имитозащиты группы критически важных объектов, который способен обеспечивать повышение надёжности всего устройства, в случае выхода из строя одного датчиков, обладающего должным уровнем имитозащиты и позволяющим определить контролируемое устройство, на которое воздействует злоумышленник, за короткое время [4.5].

Данная модель обеспечивает повышение надёжности и устойчивости функционирования в условиях выхода из строя одного или несколь-

ких датчиков, снижение вероятности проникновения злоумышленника и времени обнаружения данного факта, простоту коммутации датчиков и блока управления и индикации при любом количестве датчиков, что существенно расширяет область применения устройства, расширяет функциональные возможности известных устройств для сигнализации о состоянии контролируемых критически важных объектов.

*Литература:*

1. *Лепешкин М.О., Лепешкин О.М., Сагдеев А.К.* Методологический подход оценки функциональной безопасности критической социотехнической информационной системы В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании Сборник научных статей: в 3-х томах. 2016. С. 294–299.
2. «Устройство для имитозащиты группы контролируемых объектов»: пат. № 2 310 236 Рос. Федерация : МПК7 G08B 25/04 О.М. Лепёшкин [и др.]. – № 2006105288/11 ; опубл. 17.02.2006, Бюл. № 31. - 9 с. : ил.
3. *Карпов А.В., Лепешкин О.М., Попов Н.А.* Структура электромагнитного поля при нелинейной радиолокации В сборнике: Радиолокация, навигация, связь Сборник трудов XXIII Международной научно-технической конференции. В 3-х томах. 2017. С. 1118.
4. Особенность мероприятий защиты информации на критически важных объектах Филин А.В., Анисимов В.В., Рыжов М.В. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 130–131.
5. «Устройство для имитозащиты группы контролируемых объектов»: пат. № 2 595 991 Рос. Федерация : МПК7 G08B 25/04 В.В. Анисимов [и др.]. – № 2015139917/12 ; опубл. 27.08.2016, Бюл. № 24. – 14 с. : ил.

**Особенность анализа прохождения  
трафика в киберпространстве**

*Филин Андрей Викторович*

*Анисимов Василий Вячеславович*

*Феллер Кирилл Олегович*

*Милюк Екатерина Александровна*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Исторически анализ прохождения трафика в киберпространстве использовался для обхода широкого спектра основных протоколов безопасности, включая шифрование. Предприятия используют анализ трафика для исследования рынка и рекламы; правительства собирают иностранную и внутреннюю разведку; исследователи анализируют бесчисленные потоки данных для научных работ. По мере того, как мы становимся все более зависимыми от Интернета и предоставляем IP-адреса всем, от тостеров до тормозов на наших автомобилях, сила IT будет увеличивать и усиливать анализ трафика как никогда раньше [1].

Современные файлы журналов компьютеров являются, по существу, записью всей человеческой деятельности и могут быть добыты любые сведения, от стратегического до тактического уровня. Поскольку киберпространство является всего лишь отражением человеческих дел, все крупные геополитические события, от выборов до вторжений, имеют цифровые аналоги, которые просто ждут своего открытия.

Анализ трафика имеет ограничения. Файлы журналов компьютеров могут предоставить убедительные доказательства активности в реальном мире, но как только анализ будет завершен, традиционные методы расследования, такие как физическая (и сетевая) судебная экспертиза, должны дополнять анализ трафика [2,3].

Заглядывая в будущее, анализ трафика – это установленная дисциплина, но пробелы в исследованиях будут по-прежнему оставаться следствием быстрой и динамичной эволюции всех IT-технологий. В будущих исследованиях следует рассматривать влияние облачных вычислений, автономных систем, искусственного интеллекта (AI) и т.д. Более глубокий анализ правовых и этических аспектов анализа трафика, особенно с учетом того, что существует только один Интернет и одно киберпространство, которое охватывает каждую юрисдикцию и суверенитет на Земле, также давно назрело.

Анализ трафика эффективен в малых и больших масштабах. На микроуровне можно распознать определенные устройства и состав программных средств; также можно подключать созданные сети, пинговать и зондировать незнакомое сетевое пространство. На макроуровне стратегические наборы данных и алгоритмы используются ежедневно. Например, алгоритм Google PageRank может оценить относительное значение веб-страниц через Интернет, путем подсчета количества и качества гиперссылки, указывающей на данный сайт [4].

В геополитическом контексте ни один камень не останется необработанным. Анализ трафика будет не только охватывать временный, пространственный, направленный и логический характер сетевого трафика, но также будет включать в себя сведения из других доменов, таких как человеческие сведения, сведения о прохождении сигнала стратегические сигналы разведки и сведения с открытым исходным кодом [5].

Таким образом сегодня современные информационные технологии, включая повсеместность компьютеров и их взаимосвязь с киберпространством, сделали анализ трафика глобальной и общедоступной дисциплиной. Кроме того, из-за проблем с конфиденциальностью ТА также создает всемирную озабоченность. Цифровые метаданные, доступное компьютерное хранилище, и автоматизированной обработка информации, теперь регистрируют и анализируют почти все человеческую деятельность, и с каждым днем изучение становится более глубоким и актуальным.

*Литература:*

1. Киберустойчивость информационно-телекоммуникационной сети / М.А. Коцыняк [и др.]. – СПб. : Бостон- спектр, 2015. – 150 с.
2. Модель функционирования сети связи общего пользования, учитывающая нагрузку от разнородных абонентов Анисимов В.В. В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность Сборник трудов. Санкт-Петербургское общество информатики, числительной техники, систем связи и управления. 2016. С. 360–365.
3. Чукариков А.Г., Анисимов В.В. Математическая формализация обеспечения превентивной защиты инфо- телекоммуникационных систем // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды девятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции. Том 1. Вооружение, военная и специальная техника. – СПб. : РАРАН, 2016. – С. 203–209.
4. Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Ракицкий С.Н., Разиков В.Н. Научно-исследовательская работа Санкт-Петербург, 2015.
5. Шостак Р.К., Лепешкин О.М. Актуальность развития сетевого контроля защищенности информационных систем В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 190–192.

**Методика работы должностных лиц  
по производству расчетов для принятия решений**

**Онучин Александр Евгеньевич  
Березин Александр Олегович  
Вахромов Денис Сергеевич  
Лепешкин Олег Михайлович**

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Важнейшей обязанностью должностных лиц всех степеней является постоянная работа по добыванию и сбору сведений и данных о своих сотрудников, сотрудников другой компании, условиях ведения конкурентной борьбы, их анализ, обобщение, группирование, а также своевременный доклад начальству (в части касающейся) выводов и предложений по организации применения и обеспечения применения подчиненных войск. Эти сведения и данные составляют информацию об оперативной обстановке. При этом сведениями считаются все полученные от добывающих органов факты, материалы и документы, которые не прошли этапы обработки, анализа, обобщения, группирования и оценки. Данными считаются обработанные, проанализированные, обобщенные, сгруппированные и оцененные сведения, преобразованные в новые знания по конкретным вопросам и представленные в виде соответствующих информационных документов [1].

Информация об оперативной обстановке поступает, в частности в объединение, от различных источников. Такими источниками могут являть-

ся органы управления вышестоящего и взаимодействующих компаний, подчиненных компаний, а также органы управления самой компании.

Информация об оперативной обстановке, поступающая от подчиненных компаний, представляет собой первичную оперативную обстановку за подчиненные (в том числе и приданные), поддерживающие и взаимодействующие объекты. Эта информация поступает, как правило, в виде донесений, докладов, сводок, отчетов, справок и т.п.

От вышестоящей компании в систему управления компании может поступать, как правило, обобщенная оперативная обстановка (в части касающейся) за ту организационно выделенную совокупность компаний, других мелких организаций. Эта обстановка поступает в составе соответствующих распорядительных документов. С точки зрения управления компаниями, она также является первичной [2].

В компаниях ведется обобщенная оперативная обстановка за все организации. На основе этой обобщенной оперативной обстановки осуществляются оценка обстановки и уяснение задачи, выработка замысла и принятие решения на операцию, планирование ее ведения и управление подчиненными организациями.

Поступившая информация об обстановке всесторонне изучается, обрабатывается (анализируется по предназначению, обобщается и группируется), классифицируется по степени достоверности и оценивается по важности. В результате сведения об оперативной обстановке преобразуются в данные, имеющие формы и вид, позволяющие кратко и ясно докладывать их своему командованию, старшему начальнику и использовать для управления организациями [3].

Основу такой информационно-расчетной системы составляет локальная вычислительная сеть, в которой реализована трехуровневая технология обработки информации «клиент-сервер».

Первый уровень составляют автоматизированные места должностных лиц.

Второй уровень составляют сервера функциональных групп.

Третий уровень трехуровневой технологии обработки информации «клиент-сервер» в информационно-расчетная система составляют сервера модуля серверного оборудования.

Наряду с типовыми оперативно-информационными расчетами, выполняемыми с автоматизированных рабочих мест органов управления, как заблаговременно, так и в ходе выполнения поставленных задач, в информационно-расчетной системе организаций могут выполняться и наиболее сложные расчеты с применением штабной математической модели. При этом в каждом подразделении должны быть определены перечень математических моделей и последовательность их применения. Подготовка исходных данных для моделирования с использованием штабной математической модели может быть организована в два этапа [4].



На первом этапе создаются, если не созданы ранее, шаблоны объектов предметной области, которые предполагается включить в состав структуры моделируемой системы.

На втором этапе с использованием имеющихся шаблонов объектов предметной области создаются сами объекты, являющиеся элементами структуры моделируемой системы. Совокупность шаблонов объектов в рабочей области определяет состав элементов структуры модели исследуемой системы.

В математической модели обычно реализуется и визуализация хода моделирования. Она осуществляется, как правило, по этапам моделирования, возможно, с выдачей сигналов перехода от этапа к этапу и с отображением поэтапных промежуточных результатов. Сам ход моделирования в процессе визуализации может сопровождаться текстовыми, звуковыми и графическими комментариями. В частности этапами визуализации хода моделирования операции могут быть: выдвижение и развертывание основных сил; повышение уровня логистики; повышение производительности труда [5].

Визуализация хода моделирования может применяться также и для подтверждения корректности определения структуры модели исследуемой системы и значений свойств ее элементов.

Результаты моделирования с применением штабной математической модели могут оформляться в табличном виде или графическом виде (графики, гистограммы, диаграммы). При этом результирующая информация может отражать данные результатов моделирования: по вариантам замысла; по этапам проведения инспекции; по организационным объектам (компаниям, организациям, конторам); по силам и средствам ведения конкурентной борьбы; по итоговым показателям выполнения задач рекламы.

#### *Литература:*

1. Шостак Р.К., Лепешкин О.М. Актуальность развития сетевого контроля защищенности информационных систем В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 190–192.
2. «Проектирование подсистем и звеньев автоматизированных систем управления», 1975 г., ред. А.Г. Мамиконова
3. Burlov V., Lepeshkin O. Modeling the process for controlling a road traffic safety system based on potentially active elements of space and time В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 94–96.
4. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении. М.: Финансы и статистика, 2009.
5. Карпов А.В., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Шостак Р.К. Способ сетевого мониторинга объектов и систем связи В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 442–445.

## **О возможности интеллектуальной технологии управления техносферной безопасностью региона**

***Бурлов Вячеслав Георгиевич  
Лепешкин Михаил Олегович***

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Управление процессами обеспечения техносферной безопасности региона требует формировать процессы с наперед заданными свойствами. В настоящее время для регионального управления обычно используются модели, основанные на базе анализа с решением прямой задачи управления [1,2]. Такой подход не позволяет удовлетворять в полной мере сформулированным требованиям и достижению запланированного результата. Другие возможности представляет подход к управлению, основанный на синтезе, который позволяет более полно удовлетворять требованиям и выполнять запланированный результат. Новый подход основан на решении обратной задачи управления [3].

Можно выявить диалектику развития социальной, экономической, технико-технологической систем региона и их взаимовлияние друг на друга и на процессы обеспечения техносферной безопасности региона.

Методология решения задачи разработки модели комплексного управления процессами обеспечения техносферной безопасности региона основана на законе сохранения целостности объекта [4].

В основу модели положена математическая модель функционирования и выделения ресурсов на три системы региона: экономическую, социальную и технико-технологическую (техносферная безопасность). Модель дает возможность для управления процессом обеспечения техносферной безопасности, позволяет определить баланс между уровнем развития технико-технологической системы и состоянием экономической и социальной систем региона.

Разработаны механизмы реализации условия существования процесса обеспечения техносферной безопасности региона, моделирование проведено опираясь на статистическую информацию федеральной службы государственной статистики [5].

Таким образом, в рамках данной работы приведена модель управления процессами обеспечения техносферной безопасности региона, а также соответствующий методический аппарат позволяющие формировать количественно обоснованные рекомендации для управления социальной, экономической и технико-технологическими системами региона в условиях требуемого уровня обеспечения техносферной безопасности региона.

*Литература:*

1. *Бурлов В.Г.* О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи. // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2015. № 2 (16). С. 99–111
2. *Бурлов В.Г.* Концепция управления регионом на основе решения обратной задачи. // В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016) Материалы Девятой международной конференции: в 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвир-куна. 2016. С. 181–184.
3. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М.* Моделирование процесса управления на основе теории радикалов //Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. С. 54–61.
4. *Burlov V.G., Grobitski A.M.* Development of a Model for Social System Management in the Con-struction Process Taking into Account Manager's Qualification// Humanities & Science University Journal. № 15 (2015), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia. 2015, pp.25–36.
5. *Лобанов И., Рожнов А., Лепешкин О.* К вопросу моделирования интеллектуального управления в распределенных информационных системах с использованием среды схем радикалов В сборнике: Распределенные компьютерные и коммуникационные сети: управление, вычисление, связь» (DCCN- 2013) Ответственный за выпуск Д.В.Козырев. 2013. С. 206–209.

**Контроль защищенности информации  
на объектах информатизации  
от утечки по техническим каналам**

*Онучин Александр Евгеньевич*

*Березин Александр Олегович*

*Белоусов Андрей Сергеевич*

*Митрофанов Михаил Валерьевич*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Гибридные способы ведения современных войн делают крайне важным обеспечение информационной безопасности Российской Федерации. На смену войне горячего типа, предусматривающей прямые военные столкновения, приходит война гибридного характера, имеющая своей основной целью развитие гражданских войн и создание управляемого информационного хаоса. Для этого используются все возможности – от хакерских атак на важнейшие системы жизнеобеспечения государства до целенаправленной работы средств массовой информации. Повышается и ценность информации. Степень ее защиты от угроз становится все выше, а возможностей по ее получению – все больше. Умение правильно управлять информационными мас-

сивами и их использованием становится важнейшей задачей, стоящей перед обществом. Основным органом управления в военной организации является штаб организации, он предназначен для руководства повседневной деятельностью. Свою работу управление организации осуществляет на основе решений и указаний начальника, которому он подчинен, а также распоряжений вышестоящего руководства. Он обязан строго и неукоснительно проводить их в жизнь [1,2].

Для достижения требуемой степени контроля защищенности информации в данной работе предлагается основным критерием эффективного контроля защищенности информации является грамотное распределение обязанностей среди специалистов, в зависимости от необходимого объема работ и времени, выделяемого для проведения комплексного контроля. Время, отводимое для проведения комплексного контроля, на каждый объект определяется комиссией. Цель проведения комплексных специальных проверок объектов информатизации управления организации заключается в пресечении (предотвращении) получения противником защищаемой информации из этих помещений с помощью средств несанкционированного сбора информации. Тем самым предотвращается ущерб, который может быть нанесён государству в случае использования противником этой информации в своих интересах [3].

С технической точки зрения средство несанкционированного сбора информации является одним из элементов организованного злоумышленником канала съёма информации, включающего объект разведки (информативный сигнал), техническое средство (систему) разведки (средство несанкционированного сбора информации) и физическую среду распространения информативного сигнала. Совокупность этих элементов составляет технический канал утечки информации. Комплексные специальные проверки помещений занимают заметное место общей системе мероприятий по защите информации. Они проводятся при аттестации помещений, периодически (в соответствии с заранее разработанным планом-графиком), после проведения в помещениях каких-либо работ (ремонта, монтажа оборудования, изменения интерьера и т.д.) или неконтролируемого посещения посторонними лицами, а также во всех случаях, когда возникает подозрение в утечке информации через возможно внедрённые средства несанкционированного сбора информации. Вместе с тем, проведение комплексных специальных проверок помещений не позволяет защитить охраняемые сведения от всех видов угроз [4].

Зарубежный и отечественный опыт защиты информации говорит о том, что достаточно эффективной может быть только комплексная защита, сочетающая в себе и правовое, и организационное, инженерно-техническое направления. С этой точки зрения комплексные специальные проверки помещений можно рассматривать лишь в качестве

одного из элементов подсистемы контроля защищенности информации от её утечки по техническим каналам в составе комплексной системы защиты информации [5].

С целью рациональной и финансово выгодной реализации предложенной методики комплексного контроля был проведен анализ используемых средств контроля информации, на основе которого были предложены новые образцы технических средств. Основными критериями при выборе аппаратуры стали стоимость и широкий функционал выполняемых работ. С целью эффективного использования данной аппаратуры мною было предложено создание отделения, предназначенное для проведения комплексного контроля защищенности информации, состоящее из специалистов, способных осуществить данную процедуру. Рациональное распределение специалистов и аппаратуры позволит сократить время на выполнение необходимых работ, а также повысить эффективность защиты информации.

*Литература:*

1. *Меньшаков Ю.К.* Виды и средства иностранных технических разведок, под редакцией доктора технических наук, профессора М.П. Сычева; Москва, 2009.
2. *Карпов А.В., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Шостак Р.К.* Способ сетевого мониторинга объектов и систем связи В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 442–445.
3. *Карпов А.В., Лепешкин О.М.* Моделирование технических каналов утечки информации на распределенных объектах управления. International Journal of Advanced Studies. 2018.
4. *Алашеев В.В., Зотов Д.Г., Ракицкий С.Н.* Подход к моделированию процесса контроля защищенности информации на объектах информатизации. В сборнике: Инновационная деятельность в вооруженных силах Российской Федерации. Труды всероссийской научно-практической конференции. 2015 год, с. 43–46.
5. *Ракицкий С.Н., Вахромов Д.С., Боголепов Д.Е., Алмаев Т.Ю.* Оценка защищенности объектов информатизации от несанкционированного физического доступа. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 133–135.

## **Применение искусственного интеллекта для обнаружения аномального трафика в мультисервисных сетях связи**

*Летавин Александр Васильевич*

*Муртазин Ильдар Робертович*

*Коцыняк Михаил Антонович*

*Михаил Иван Иванович*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Нейронные сети находят применение во многих областях: прогнозирование движения курса валюты, диагностика заболеваний, автоматическое пилотирование наземного и воздушного транспорта, обработка клиентских заявок в сервисных службах. В мультисервисных сетях связи одним из важных применений нейронных сетей является распознавание аномалий в сетевом трафике и выявление вторжений и хакерских атак. Потеря контроля над функционированием мультисервисной сети во всех сферах деятельности, ставит под угрозу успех любых мероприятий, поэтому данный вопрос особенно актуален в условиях стремительного развивающейся цифровизации общества [1,2].

Выделяют две основные архитектуры нейронных сетей – слоистые и полносвязные сети. Слоистая сеть представляет структуру нейронов по слоям. Нейроны первого слоя получают входные сигналы, преобразуют их и через точки ветвления передают нейронам второго слоя. Второй слой обрабатывает поступающие сигналы и аналогичным образом отправляет преобразованные сигналы следующему слою [3]. При этом каждый преобразованный сигнал предыдущего слоя передается на вход всех нейронов следующего слоя (в общем случае). Последний слой возвращает конечные преобразованные сигналы. В полносвязных сетях входные сигналы подаются всем нейронам, каждый нейрон передает свой выходной сигнал остальным нейронам, включая самого себя. Выходными сигналами сети могут быть все или некоторые выходные сигналы нейронов после нескольких тактов функционирования сети.

Тестирование предсказательной способности модели производилось с помощью перекрестной проверки, состоящей из 10 итераций. На каждой итерации вычислялась точность средства измерений (accuracy), точность результата измерений (precision), полнота (recall) и F-мера (F-score). Ниже представлены продемонстрированные моделью показатели, где каждый показатель представляет усредненное по всем итерациям значение: Accuracy – 92%, Precision – 91%, Recall – 92%, F-score – 91% [4].

На каждой итерации производилось тестирование построенной модели на тренировочном наборе данных. Метрики оценки точности при тестировании на тренировочном наборе соответствовали аналогичным

метрикам при использовании тестового набора (с разницей до 1%), что позволяет исключить возможность переобучения или недообучения [5].

По сравнению с результатами, полученными в одной из предыдущих работ, применение алгоритмов машинного обучения, таких как Random Forest и SVM, превосходит предсказательные показатели нейронной сети на основе алгоритма «Адам». Полученные в результате экспериментов, проведенных в данной работе, результаты на 1–8% точнее, в зависимости от типа аномального трафика.

Стоит отметить, что авторы предыдущих работ применили методику выбора атрибутов на основе корреляции (Correlation-based Feature Selection), что позволило повысить точность определения аномального трафика для конкретных семейств атак до 2%, при этом рассматривая проводные (использующие многоканальные металлические и волоконно-оптические линии связи) сети связи и передачи данных, при этом, не обращая в полной мере внимания на стремительно развивающуюся технологию беспроводной самоорганизующейся сети называемую MESH и реализующую в самой себе функцию самообучения [6].

Таким образом, выбор оптимальной математической модели для нейронной сети, а также применение алгоритмов выбора атрибутов позволяют повысить точность определения аномального трафика нейронными сетями и успешно внедрять такие сети в промышленность для решения задач классификации трафика.

#### *Литература:*

1. Шостак Р.К., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Худайназаров Ю.К. // Активирующая подсистема сетевого мониторинга системы связи специального назначения. В сборнике: Радиолокация, навигация, связь Сборник трудов XXIV Международной научно-технической конференции. В 5-и томах. 2018. С. 39–44.
2. Митрофанов М.В., Новиков П.А. // Инжиниринг трафика в транспортных сетях интеллектуальных систем В книге: Нейрокомпьютеры и их применение. XVI Всероссийская научная конференция: тезисы докладов. 2018. С. 114–115
3. Коцыняк М.А., Муртазин И.Р. // Кибернетическая устойчивость MESH сетей. Книга, 2018. Нейрокомпьютеры и их применение XVI Всероссийская научная конференция: тезисы докладов. – С. 102–103.
4. Лаута О.С., Нечепуренко А.П., Муртазин И.Р., Суетин А.И. // Модели интеллектуальных воздействий. Сборник, 2017. Информационная безопасность регионов России. – С. 144–145.
5. Ковайкин Ю.В., Бесков А.В., Лебедев П.В. // Совершенствование системы управления сети передачи данных путем защиты конфигурационного трафика. Книга, 2018. Нейрокомпьютеры и их применение XVI Всероссийская научная конференция: тезисы докладов. – С. 112–113.
6. Burlov V., Lepeshkin O. Modeling the process for controlling a road traffic safety system based on potentially active elements of space and time В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 94–96.

**Комплексная оценка технического  
состояния авиационного газотурбинного  
двигателя на основе каузальных когнитивных карт**

*Жернаков Сергей Владимирович*

*Ефанов Владимир Николаевич*

*Иванова Наталья Сергеевна*

*Уфимский государственный авиационный  
технический университет (УГАТУ)*

Существующие тенденции в области авиационного двигателестроения свидетельствуют о переходе к методологии безопасной эксплуатации авиационных двигателей по техническому состоянию. Суть методологии безопасной эксплуатации по техническому состоянию заключается в максимальном использовании запасов работоспособности конструкции и комплектующих изделий каждого экземпляра двигателя на основе проведения в процессе эксплуатации необходимого контроля его технического состояния и систематической оценки и анализа надежности парка двигателей данного типа в целом. При этом достигается снижение эксплуатационных затрат за счет: замены трудоемких и дорогостоящих плановых заводских ремонтов изделий и двигателя в целом видами периодических регламентных работ – контрольно-восстановительными работами; сокращения потребных объемов обменных фондов запасных частей в связи с отменой назначенных ресурсов и сроков службы и соответствующих замен и ремонтов изделий; уменьшения трудоемкости технического обслуживания и ремонтов вследствие формирования их рациональных режимов при внедрении методов эксплуатации по состоянию. При использовании методологии безопасной эксплуатации авиационных двигателей по техническому состоянию одной из основных проблем является разработка и внедрение эффективной диагностики, позволяющей своевременно обнаруживать дефекты, возникающие на основных деталях при исчерпании их ресурсов. Учитывая важность надежной работы двигателя для обеспечения безопасности полета воздушного судна, существующие нормы летной годности требуют проведения большого объема различных проверок в ходе как стендовых, так и летных испытаний. При этом в двигателях имеются детали и узлы, по отношению к которым диагностика в полной мере неприменима. В частности, это касается лопаток и дисков компрессоров и турбин, а также топливных коллекторов, разрушение которых приводят к тяжелым последствиям, в том числе к разрушению двигателя и самолета. Чтобы избежать подобных последствий при оценке ресурса двигателя прибегают к прочностным расчетам, которые дают возможность выявить наиболее повреждаемые детали и наиболее повреждающие режимы эксплуатации. Однако для того, чтобы такие расчеты



были объективными и эффективными необходимо наличие полного объема характеристик циклического деформирования материалов, характеристик циклической ползучести, циклической пластичности, характеристик циклической прочности с учетом совместного действия вибрационных напряжений, а также наличие полного объема характеристик, определяющих развитие трещин до предельного состояния. В настоящее время такие характеристики в полном объеме отсутствуют, что значительно снижает эффективность расчетных методов. В ряде случаев в качестве таких характеристик используются результаты лабораторных ресурсных или ускоренных эквивалентно-циклических испытаний лопаток турбины, а также дисков компрессоров и турбин при их циклическом нагружении температурной нагрузкой с одновременным наложением вибрационной нагрузки. Но и при лабораторных испытаниях не всегда удается добиться соответствия нагрузок на установках нагрузкам на двигателе, поскольку эта нагрузка существенно зависит от выполняемого в эксплуатации профиля полета. Все это приводит к тому, что при испытаниях не удастся воспроизвести в полном объеме такие дефекты, как растрескивание изнутри на входных кромках лопаток турбины высокого давления, трещины на галтелях титановых дисков турбокомпрессора низкого давления, трещины на сварных корпусах камеры сгорания, трещины на коллекторах форсажной камеры и т.д. В результате в настоящее время в России введена эксплуатация по техническому состоянию только для двигателей РД-33 и АЛ-31, которые используются в ВВС, а для двигателей гражданской авиации эксплуатация по-прежнему ведется по фиксированному ресурсу. Эффективным средством повышения достоверности оценки технического состояния авиационных двигателей может служить экспертная информация, которая формируется в результате интуитивно-логического анализа исходных данных с привлечением соответствующего математического аппарата группой экспертов, что позволяет выявить объективную природу параметров технического состояния исследуемого объекта и расширить на этой основе возможности в достоверной оценке технического состояния последнего. Центральное место в любой экспертной системе занимает база знаний. Применительно к рассматриваемому случаю экспертной системы оценки технического состояния авиационных двигателей база знаний формирует исходные данные для проведения исследовательских процедур в виде последовательности проверок и правил обработки их результатов с целью диагностики состояния объекта исследования. При использовании семиотической порождающей модели база знаний будет содержать не только фиксированный набор аксиом и правил, но и совокупность специальных процедур, которые активизируются по мере необходимости для модификации правил оценки технического состояния. Процедуры определяют последовательность действий,

которые нужно выполнять в складывающихся ситуациях. При этом не требуется описывать все возможные состояния объекта исследования для его диагностики. Достаточно использовать исходные данные и процедуры, генерирующие необходимые описания ситуаций и требуемые действия. Главное преимущество семиотической модели представления знаний заключается в более эффективном механизме вывода за счет введения дополнительных знаний о применении процедур, т.е. знаний о том, каким образом использовать накопленные знания для решения конкретной задачи. Подобная структурная организация базы знаний оказывается особенно эффективной в условиях неполноты знаний, когда отсутствует возможность строгого доказательства справедливости отдельных фактов, поскольку последние гипотетически признаются верными при условии, что правила вывода базы знаний не позволяют доказать противное. Интеллектуальный анализ проблемных ситуаций, возникающих при оценке технического состояния, базируется на системе внутренних представлений и знаний специалистов, осуществляющих подобный анализ. Все это обуславливает возможные ошибки в определении причин и следствий применительно к исследуемой ситуации, поскольку внутренние представления включают в себя набор убеждений, особенностей восприятия, ценностных и практических установок соответствующего специалиста, которыми он руководствуется в своей деятельности и влияет на процесс разрешения проблемной ситуации. При этом отсутствие единой понятийной системы для участников процесса оценки ситуации приводит к тому, что их представления о причинах и возможных способах изменения ситуации оказываются размытыми, нечеткими и противоречивыми. Таким образом, формализация нечетких представлений становится одной из главных задач, которую надо решать при разработке моделей и методов принятия решений в слабоструктурированных ситуациях. Одно из новых направлений современной теории поддержки и принятия решений заключается в когнитивном моделировании при исследовании слабоструктурированных систем и ситуаций. Когнитивный подход к моделированию и управлению слабоструктурированными системами направлен на разработку формальных моделей и методов, поддерживающих интеллектуальный процесс решения проблем благодаря учету в этих моделях и методах когнитивных возможностей (восприятие, представление, познание, понимание, объяснение) субъектов управления при решении управленческих задач. Анализ когнитивной модели позволяет выявить структуру процедуры оценивания ситуации отдельными экспертами, найти наиболее значимые факторы, влияющие на ее эффективность, сравнить воздействие факторов на достижимость целей оценивания, а также разработать сценарии, стратегии управления экспертной процедурой и сформировать соответствующие управленческие решения. В данной работе предлагается совокуп-

ность когнитивных моделей, позволяющая осуществить структуризацию знаний экспертов, выраженных в нечетких категориях, и разработать на этой основе правила согласования мнений группы экспертов с целью подготовки обоснованных оценок технического состояния исследуемых объектов. Предлагаемая когнитивная модель базируется на коллективной каузальной когнитивной карте, описывающей влияние, причинность и системную динамику факторов-симптомов и факторов-причин проблемной ситуации, а также активных субъектов, влияющих на развитие ситуации. Такая когнитивная модель позволяет проводить динамический анализ проблемной ситуации, который лежит в основе генерации возможных сценариев экспертной оценки технического состояния. Построенная модель служит основой для концептуальной структуризации знаний разнородного коллектива экспертов и формирования единой понятийной системы для всех участников процесса оценки технического состояния исследуемого объекта.

### **Управленческие решения в сложных системах на основе использования мониторингового центра**

***Грачев Михаил Иванович***

***Беженцев Александр Анатольевич***

*Санкт-Петербургский университет МВД России*

***Бурлов Вячеслав Георгиевич***

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Развитие информационно-инновационных технологий позволяет использовать их в социальных и экономических системах, таких как образование и позволяет использовать их в процессе принятия управленческих решений в сложных системах [1,2].

Созданный на базе Санкт-Петербургского университета МВД России учебный полигон мониторинговый центр состоящий из программно-аппаратного комплекса включающий в себя средства мультимедийной коммуникации (конференцсвязь, видеоконференцсвязь); систему визуализации информации (экран, дисплейные терминалы, интерактивную панель); систему сбора, анализа и хранения информации, является одним из таких нововведений использующихся в учебном процессе по выработки навыков управленческих решений в сложных системах на основе полученных данных поступающих по техническим средствам. Получение, обработка и выработка правильного управленческого решения является одним из этапов многоуровневого обучения, так как развитие информационного общества затрагивает все его стороны [3–8].

Использование технологических возможностей и приведенных в соответствие с ними учебных программ и методик по дисциплинам обуче-

ния, а также смежных кафедр позволяет комплексно решить такую задачу как улучшение качества практических занятий и обучаемости студентов образовательных организаций. Так как дополнительно получаемая информация от технических средств (мониторы, камеры наблюдения, компьютер, телефон) и в виде устных докладов позволяет вырабатывать и корректировать управленческие решения в сложных системах и соответственно вырабатывать правильные направления действий. Получаемая визуальная информация получаемая по средством технических средств мониторингового центра, ее анализ и использование в учебном процессе ведет к минимизации негативных нюансов при проведении как практических занятий, так и в последующем обучении в максимально приближенными к реальным условиям практической деятельности, что, в свою очередь, способствует повышению статуса обучаемого [9–11].

Проведение в университете различного видов и уровня учений, как формы занятий, при использовании возможностей учебного полигона мониторинговый центр, позволяет поднять их на качественно новый уровень, учитывая возможность принятия участия на любом этапе учения специалистов-практиков, руководителей учений и руководства университета путем мониторинга, оперативного контроля и внесения корректировок в ход учения, а также принятия управленческих решений порой в сложных ситуациях неопределенности дальнейших действий [12–17].

Одной из инновационных форм использования технических возможностей учебного полигона мониторинговый центр по накоплению и анализу информации рассматривается для создания в учебном процессе формы учета, контроля и анализа успеваемости каждого обучаемого в динамике в любой момент периода изучения им тем курсов дисциплин путем создания для каждого обучаемого индивидуального электронного оперативного накопительного поля (электронный пакет бланков служебной документации для заполнения, вводные задачи по темам, индивидуальные тесты и пр.) на весь период обучения.

Роль мониторингового центра при проведении, например, деловых игр и принятии управленческих решений позволяющих достигать цель управления в разных обстановках при мониторинге за ситуацией на дорогах, в городе и в другой сложной обстановке [7,11,13,17].

Уровень оборудования, его технологические возможности, наглядность, удобство выполнения задания, контроля и оценки, атмосфера современности, реальности, конкретно обозначенная роль исполнителя – все это, в качестве организационной и психологической составляющих, учитывается профессорско-преподавательским составом при разработке и проведении занятий как неотъемлемый элемент достижения целей обучения по соответствующим дисциплинам.

Таким образом, применение учебного полигона мониторинговый центр университета позволяет продолжить работу в области совершенствования

информационно-телекоммуникационных систем и формирования единого информационного пространства образовательного учреждения.

*Литература:*

1. *Грачев М.И.* Система управления вузом как сложная социально-экономическая система. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 461-А.
2. *Грачев М.И., Бурлов В.Г.* Мониторинговые центры как помощники в управлении сложными системами. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 449-А.
3. *Грачев М.И.* Управленческие решения в сложных системах. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 463–464.
4. *Грачев М.И., Бурлов В.Г.* Аналитическо-динамическая модель управленческого решения в социально-экономических системах на примере руководителя учебного заведения высшего образования. Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2019. Т. 13. № 10. С. 27–34.
5. *Бурлов В.Г., Грачев М.И.* Информационные технологии как необходимость в образовательных организациях высшего образования. В сборнике: Региональная информатика «РИ-2018» материалы конференции. 2018. С. 358–360.
6. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Примакин А.И.* Внедрение информационных технологий в процесс обучения как необходимость. В сборнике: Региональная информатика «РИ-2018» материалы конференции. 2018. С. 360–361.
7. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Петров С.В.* Управленческие решения и квалификация руководителя при управлении транспортным потоком. В сборнике: МАГИСТРАТУРА – АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ материалы III Всероссийской межвузовской конференции: в 2 частях . 2018. С. 19–23.
8. *Бурлов В.Г., Андреев А.В., Гомазов Ф.А., Грачев М.И.* Модель решения руководителя отвечающего за распределение транспортных потоков с учетом web-технологий. В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2018). Материалы одиннадцатой международной конференции. В 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2018. С. 41–43.
9. *Воронич В.В., Грачев М.И., Локнов А.И., Примакин А.И.* Подготовка и переподготовка кадров в области информационной безопасности для правоохранительных органов. В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность Сборник трудов. Санкт-Петербургское общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления. 2016. С. 80–84.
10. *Бурлов В.Г., Грачев М.И.* Модель управления транспортными системами, учитывающей возможности инноваций. Техничко-технологические проблемы сервиса. 2017. № 4 (42). С. 34–38.
11. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Петров С.В.* Web-технологии и модель принятия управленческих решений специалиста по организации и

- управлению дорожным движением. В сборнике: МАГИСТРАТУРА – АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ материалы II Всероссийской межвузовской конференции: в 2 частях. 2017. С. 30–34.
12. Бурлов В.Г., Грачев М.И., Примакин А.И. Многоуровневый подход в подготовке и переподготовке кадров в сфере безопасности информационных технологий. В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность сборник научных трудов. Санкт-Петербургское Общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления. 2017. С. 185–189.
  13. Burlov V., Grachev M. Development of a mathematical model of traffic safety management with account for opportunities of web technologies. В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 97–105.
  14. Бурлов В.Г., Грачев М.И., Примакин А.И. О необходимости подготовки и переподготовки квалифицированных кадров в сфере безопасности информационных технологий. В сборнике: Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2017) Материалы конференции. 2017. С. 470–472.
  15. Burlov V.G., Grachev M.I., Shlygina N.S. Adoption of management decisions in the context of the uncertainty of the emergence of threats. В сборнике: PROCEEDINGS OF 2017 XX IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFT COMPUTING AND MEASUREMENTS (SCM) 2017. С. 107–108.
  16. Андреев А.В., Гомазов Ф.А., Грачев М.И. Метод управления социально-экономическими системами в условиях неопределенности. Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2018. Т. 1. С. 405–408.
  17. Burlov V.G., Grachev M.I. Model of making managerial decisions in the modeling of traffic flow taking into account web technologies. В сборнике: IX МОСКОВСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ОПЕРАЦИЙ (ORM2018) Труды. 2018. С. 510–512.

**Подход к управлению системой активной  
защиты ИТКС на основе алгоритма работы  
двухслойной искусственной нейронной сети**

*Муртазин Ильдар Робетрович  
Мамай Антон Владимирович  
Коцыняк Михаил Антонович  
Карпов Михаил Андреевич*

Для управления системой защиты информационно-телекоммуникационной сети (далее – ИТКС) необходимо применять высокоэффективные методы мониторинга и контроля состояния сети непосредственно в режиме реального времени. Основой этих методов должны быть данные от инструментов анализа и прогнозирования состояния рубежей контроля и всей системы в целом.

Наиболее подходящим инструментом для прогнозирования являются искусственные нейронные сети (далее – ИНС) [1]. Характерным для двухслойной ИНС является то, что нейроны первого слоя включают в себя  $n$  синапсов, которые имеют связность с входами сети это, так называемый, «фиктивный нуль-слой». Нейроны второго слоя имеют отрицательную обратную связность синапсов. Единственный синапс с положительной обратной связью от каждого нейрона соединён с его же аксоном. Роль входящего слоя заключается в том, что сеть использует на первом этапе показатели его весовых коэффициентов и в дальнейшем алгоритм исключает обращение к нему. Синапс нейрона, связанный с его же аксоном имеет вес, равный  $+1$ . На входы сети подается вектор  $X = \{x_i; i=0 \dots (n-1)\}$ , исходя из значения которого рассчитываются состояния нейронов первого слоя. Далее происходит определение значений новых состояний нейронов второго слоя [3]. Величина порога должна иметь достаточно большое значение, для того чтобы аргумент (каким бы большим не был) не приводил к насыщению. После этого происходит проверка, изменились ли выходы нейронов второго слоя за последнюю итерацию. Таким образом, если иметь прогностические данные об изменении состояния датчиков-анализаторов системы безопасности, то можно управлять системой в зависимости от типа воздействия, локализовывать уязвимости, перенаправлять потоки трафика реального времени, прогнозировать поведение системы, предотвратить потери данных [4].

ИНС Хэмминга оптимальна для подобного рода задач. Необходимо провести обучение сети, на вход подавать данные анализа состояния датчиков системы обеспечения безопасности ИТКС. Исходными данными для обучения сети прогнозированию будут являться эталонные значения состояния датчиков рубежей обеспечения безопасности в виде отклика на деструктивное воздействие: программно-вирусная активность; избыточность входного трафика (характерная для DOS-атаки) [5, 6], нарушение прав разграничения доступа на объекте информатизации ИТКС; недекларируемые режимы работы сетевого оборудования и т.д. На основе данных от анализаторов состояния системы (датчиков) происходит положительное обратное воздействие – активация протоколов управления конфигурацией сети, изменение структуры, резервная маршрутизация критичных для системы потоков информации. Перезапрос на обучение нейросети происходит в случае ошибки (неудачного решения). Через систему обратной связи осуществляется переобучение и формирование нового эталонного образа, что позволяет наиболее корректно сформулировать решение на выходе ИНС, сделать прогнозирование наиболее точным [7].

Задача прогнозирования поведения системы разнородной структуры и управления её конфигурацией является достаточно сложной и актуальной в контексте противодействия технических систем защиты ин-

формационного ресурса и систем несанкционированного доступа [1]. Описанный алгоритм ИНС Хэмминга позволяет строить краткосрочную модель прогноза воздействия, может быть применим в системах обеспечения безопасности информационных объектов, обрабатывающих большие объёмы потоковых данных.

*Литература:*

1. *Лаута О.С., Нечепуренко А.П., Муртазин И.Р., Суетин А.И.* // Модели интеллектуальных воздействий. Сборник, 2017. Информационная безопасность регионов России. – С. 144–145.
2. *Котенко И.В., Саенко И.Б., Коцыняк М.А., Лаута О.С.* Оценка киберустойчивости компьютерных сетей на основе моделирования кибератак методом преобразования стохастических сетей // Труды СПИ-ИРАН. 2017. № 6 (55). С. 160–184.
3. *Муртазин И.Р., Коцыняк М.А., Мамай А.В., Лаута О.С.* // Функциональная модель комплекса информационного воздействия на беспроводные сети передачи данных. В сборнике: Актуальные проблемы защиты и безопасности Труды XXII Всероссийской научно-практической конференции РАРАН. 2019. С. 188–189.
4. *Муртазин И.Р., Коцыняк М.А., Бесков А.В., Лаута О.С., Мамай А.В.* // Архитектура сети подвижной радиосвязи на основе эталонной модели взаимодействия открытых систем. В сборнике: Радиолокация, навигация, связь Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции в 6-ти томах. Воронежский государственный университет, АО «Концерн «Созвездие». 2019. С. 173–182.
5. *Берзин Е.А.* Оптимальное распределение ресурсов и элементы синтеза систем. – М.: Советское радио, 1974. – 303 с.
6. *Васюков Д.Ю., Смыгин А.М., Митрофанов М.В.* Подход к противодействию компьютерным атакам на критически важных информационных сегментах сети специального назначения
7. *Сигов А.С., Нечаев В.В., Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Построение версий информационной инфраструктуры с опережением возникновения информационных потребностей управления / В кн.: Десятая всероссийская мультikonференция по проблемам управления (МКПУ-2017). Материалы 10-й Всероссийской мультikonференции в 3-х т. Отв. ред.: И.А. Каляев. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2017. С. 112–115.

**Подход к оценке защищённости значимых  
элементов критически важного объекта  
инфраструктуры от деструктивных воздействий**

*Муртазин Ильдар Робетрович  
Мамай Антон Владимирович  
Коцыняк Михаил Антонович  
Карпов Михаил Андреевич*

Темпы, с которыми современные экономики развиваются в сфере информационных технологий, подвергают сообщество целому ряду беспрецедентных угроз и факторов уязвимости. Зачастую источником этих угроз



являются антисоциальные и террористические движения, которые стремятся расшатать баланс социально-экономической стабильности, вмешиваясь в активы и процессы, от которых зависит жизнеобеспечение общества. Эти активы и процессы являются центральными узлами, известными как «критически важные объекты инфраструктуры» (далее – КВОИ).

Ключевым режимом функционирования КВОИ является выполнение функций в условиях воздействия внутренних и внешних дестабилизирующих факторов (структурных и параметрических воздействий), к которым относятся: сбои, отказы, ошибки в программном обеспечении, нарушения в работе механизмов синхронизации, заикливания, атаки хакеров, архитектурное несовершенство, аварийные отключения электропитания, побочные электромагнитные наводки техногенного и природного характера, «человеческий фактор» и т.д. Модель угроз представляет собой злоумышленник (хакер или группа хакеров), использующий сетевые компьютерные технологии для несанкционированного проникновения в информационные структуры КВОИ [1], вскрытия её уязвимостей и дальнейшего деструктивного воздействия на них.

При вскрытии топологии системы КВОИ, злоумышленника прежде всего интересуют сложные групповые объекты (центры управления, мониторинга, обеспечения жизнедеятельности и т.д.), так как поражение групповой цели намного эффективнее, чем вывод из строя одиночного объекта [2]. «Вес» одиночного объекта определяется их совокупностью и количеством используемых типов. Поэтому каждый простой элемент системы в отдельности несёт определённую информационную нагрузку о сложности группового элемента, в состав которого он входит [3,5]. Следовательно, вес элемента можно определить через условную вероятность. Используем это допущение для определения вероятности опознавания сложного объекта. Предположим, что в системе КВОИ используется  $m$  типов простых элементов по  $n$  экземпляров каждого. Тогда вероятность опознавания  $k$ -го сложного элемента в системе Роп определяется по формуле полной вероятности, как результат решения статистической задачи. Исходя из того, что сложный объект включает в себя  $n$  простых, то полная группа несовместных событий определяется совокупностью гипотез  $H_i$ , общее число которых равно  $2^n$  [4, 6, 7].

Данный подход имеет высокий уровень формализации, позволяющий получить качественные оценки параметров угрозы и автоматизировать процесс оценки. В конечном итоге, автоматизация позволит динамически пересчитывать полученные результаты при изменении внешней среды или отдельных компонентов системы КВОИ.

#### *Литература:*

1. Лаута О.С., Нечепуренко А.П., Муртазин И.Р., Суетин А.И. // Модели интеллектуальных воздействий. Сборник, 2017. Информационная безопасность регионов России. – С. 144–145.
2. Муртазин И.Р., Коцыняк М.А., Мамай А.В., Лаута О.С. // Функциональная модель комплекса информационного воздействия на

- беспроводные сети передачи данных. В сборнике: Актуальные проблемы защиты и безопасности Труды XXII Всероссийской научно-практической конференции РАРАН. 2019. С. 188–189.
3. *Гудков М.А., Муртазин И.Р., Гагарин Ю.А., Крибель А.М., Соловьёв Д.В.* // Применение методов захвата и анализа пакетов, передаваемых по информационно-телекоммуникационным сетям, для аудита сетевой безопасности сетей. В сборнике: Современные информационные технологии. Теория и практика Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Отв. ред. Т.О. Петрова. 2018. С. 158–162.
  4. *Муртазин И.Р., Коцыняк М.А., Бесков А.В., Лаута О.С., Мамай А.В.* // Архитектура сети подвижной радиосвязи на основе эталонной модели взаимодействия открытых систем. В сборнике: Радиолокация, навигация, связь Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции в 6-ти томах. Воронежский государственный университет, АО «Концерн «Созвездие». 2019. С. 173–182.
  5. *Васюков Д.Ю., Смыгин А.М., Митрофанов М.В.* Подход к противодействию компьютерным атакам на критически важных информационных сегментах сети специального назначения. В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность. 2017. С. 61–63.
  6. *Анисимов В.В., Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Морозов М.М., Чукариков А.Г.* Устройство имитозащиты группы контролируемых объектов Патент на изобретение RU 2595991 C1, 27.08.2016. Заявка № 2015139917/12 от 18.09.2015.
  7. *Рожнов А.В.* О виртуальном молодёжном научном кружке на страницах научно-технического журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение» / В кн.: Нейрокомпьютеры и их применение. Тезисы докладов. Под ред. А.И. Галушкина и др. – М.: МГППУ, 2016. С. 19–21.

### **Обобщенный алгоритм мониторинга информационной безопасности инфотелекоммуникационной сети**

*Худайназаров Юрий Кахрамонович  
Лепешкин Евгений Олегович*

Мониторинг является этапом процесса управления информационной безопасностью. В связи с этим, система мониторинга является компонентом системы управления информационной безопасностью. Так как мониторинг является управляемым процессом, то со стороны СУИБ должны быть заданы конкретные задачи мониторинга, определены исходные данные и параметры мониторинга, установлены требования к качеству результатов мониторинга. На основании разработанной концепции и функциональной модели мониторинга предлагается следующий обобщенный алгоритм мониторинга [1].

Задание спецификации ИТКС подразумевает определение существенных для обеспечения информационной безопасности особенностей объекта защиты. Данные должны быть представлены в формализованном виде и в определенной мере содержать информацию об архитек-

туре информационной системы, информационных ресурсах и потоках, информационных моделях.

Политика безопасности является формализованным представлением данных, содержащим информацию о защищаемых ресурсах, уязвимостях и угрозах, целях и задачах защиты, общей архитектуре системы защиты.

Конфигурацию системы сбора данных требуется выполнять по мере изменения в спецификации ИТКС и в политике безопасности, с целью обеспечения установленных параметров качества мониторинга (полноты, достоверности и точности, оперативности) [2].

Сбор данных мониторинга является непрерывным или периодическим процессом в зависимости от уровня мониторинга. Функциональная безопасность системы защиты должна контролироваться непрерывно в режиме реального времени.

Устойчивость системы защиты может контролироваться в большей части параметров только периодически, когда тестируемые функции безопасности не задействованы в предоставлении услуг связи и нагрузка на телекоммуникационное оборудование и систему защиты минимальная с периодическим выполнением отдельных тестов, которые несовместимы с нормальным режимом функционирования технических средств и комплексов защиты информации.

Полноту системы защиты целесообразно контролировать только по факту изменения спецификации ИТКС или при обнаружении новых воздействующих факторов, оказывающих влияние на состояние информационной безопасности [3].

Интегральные показатели состояния ИБ являются вероятностно-временными и оцениваются по статистическим данным о состоянии объектов контроля. Поэтому, оценка интегральных показателей состояния ИБ осуществляется по мере выполнения заданного множества тестов и накопления достаточного объема статистических данных [4].

Указанная последовательность оценки интегральных показателей обусловлена тем, что тестирование функций безопасности является более высоким уровнем мониторинга ИБ и должно выполняться по результатам оценки функциональной безопасности (целостности) системы защиты. В данном случае имеется возможность оперативного контроля системы резервирования средств защиты и системы электропитания.

Результаты оценки каждого интегрального показателя представляют в удобной для восприятия оператором форме и отображаются на АРМ соответствующих должностных лиц. Кроме того, оцениваются параметры качества мониторинга и также отображаются для предоставления оператору возможности более объективной оценки результатов мониторинга [5, 6].

При выявлении нарушений безопасности информации на каком-либо из уровней мониторинга, осуществляется настройка соответствующей подсистемы для сбора более детальной информации о событии, классификации

выявленного нарушения и локализации. Дополнительные данные передаются в базу инцидентов для обучения системы мониторинга и формирования стереотипа распознавания инцидентов информационной безопасности.

#### *Литература*

1. *Митрофанов М.В., Новиков П.А.* Инжиниринг трафика в транспортных сетях интеллектуальных систем В книге: Нейрокомпьютеры и их применение. тезисы докладов. 2018. С. 114–115.
2. *Анисимов В.В., Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Морозов М.М., Чукариков А.Г.* Устройство имитозащиты группы контролируемых объектов Патент на изобретение RU 2595991 C1, 27.08.2016. Заявка № 2015139917/12 от 18.09.2015.
3. *Васюков Д.Ю., Смыгин А.М., Митрофанов М.В.* Подход к противодействию компьютерным атакам на критически важных информационных сегментах сети специального назначения В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность. 2017. С. 61–63.
4. *Корсунский А.С., Лепешкин О.М.* Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т. 3. № 1. С. 75–82.
5. *Карпов А.В., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Шостак Р.К.* Способ сетевого мониторинга объектов и систем связи В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 442–445.
6. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М., Кириллова Т.В.* Методологический подход к оценке безопасности функционирования социальной и экономической системы управления региона Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 2 (2). С. 99–103.

### **Структурная модель системы сетевого контроля инцидентов безопасности**

***Жбанова Виолетта Вячеславовна***

***Прокончук Дмитрий Сергеевич***

***Лепешкин Евгений Олегович***

***Вахромов Денис Сергеевич***

Система сетевого контроля (СК) инцидентов безопасности связи (ИБС) в сети передачи данных (СПД) – это программно-аппаратное средство, которое выполняет непрерывный мониторинг за сетевым обслуживанием и деятельностью субъектов СПД с целью предупреждения, выявления и предотвращения ИБС.

СК осуществляется путем заблаговременной установки средств сетевого мониторинга на элементы СПД. Активизация средств СК производится с поста СК, результаты фиксации (измерения) заданных параметров поступают на пост СК, обрабатываются и предоставляются должностным лицам. [1]

Система СК включает следующие функциональные элементы:

- источники данных;
- датчики системы СК;
- профиль мониторинга (ПМ) ИБС в СПД;
- контрольное диагностирующее устройство (КДУ);
- оператор;
- администратор.

Источниками данных для системы СК являются все элементы СПД, которые применяются для организации связи. [2]

Датчик проверяют контролируемые параметры и выполняемые логические задачи, и сверяют их с ПМ. Датчик является программным компонентом элементов СПД, который имеет доступ к параметрам и пакетам, буферизуемым на его интерфейсе. [3]

ПМ ИБС в СПД для системы СК, представляет собой набор данных из профиля защиты элементов СПД и профиля уязвимостей. Для того чтобы обнаружить ИБС, ПМ ИБС в СПД должен иметь «библиотеку» сигнатур. Постоянное обновление этой «библиотеки» является обязательным условием ее функционирования.

Контрольное диагностирующее устройство «мозг» системы СК, он получает данные от датчиков и проверяет их на наличие инцидентов и подозрительной активности в СПД. КДУ работает на основе правил, составленных администратором системы СК в соответствии с политикой безопасности. При ИБС в СПД КДУ вырабатывает сообщение тревоги и передает его оператору (при ИБС 1 и 2 категории КДУ блокирует работу элемента СПД) в виде текстовой строки с мерцающим символом, в виде звукового сигнала, продублированного электронным письмом, и т.п. [4, 5]

Оператор системы СК на основе данных уведомления принимает решение о реакции СПД. В зависимости от категории нарушения оператор принимает решение – это может быть переключение на резервные маршруты или игнорирование уведомления, если оператор считает, что вероятность ИБС очень мала. В любом случае, все данные о потенциальном ИБС протоколируются в журнале и могут быть использованы впоследствии для повторного анализа ситуации.

#### *Литература:*

1. Корсунский А.С., Лепешкин О.М. Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т. 3. № 1. С. 75–82.
2. Шостак Р.К., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Худайназаров Ю.К. Формализованное описание системы связи специального назначения, на основе ее свойств и отношений ее элементов // В сборнике: Радиолокация, навигация, связь. Сборник трудов XXIV Международной научно-технической конференции. В 5-и томах. 2018. С. 275–281.
3. Шостак Р.К., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Худайназаров Ю.К. Активирующая подсистема сетевого мониторинга системы связи

- специального назначения // В сборнике: Радиолокация, навигация, связь. Сборник трудов XXIV Международной научно-технической конференции. В 5-и томах. 2018. С. 39–44.
4. *Шостак Р.К., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Худайназаров Ю.К.* Модель сетевого контроля защищенности узлов связи сети передачи данных от деструктивных программно-аппаратных воздействий, разработанная в среде радикалов // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2018. № 11–12 (125–126). С. 61–70.
  5. *Митрофанов М.В., Новиков П.А.* Инжиниринг трафика в транспортных сетях интеллектуальных систем В книге: Нейрокомпьютеры и их применение. тезисы докладов. 2018. С. 114–115.

### **Тенденции в технологиях управления информационной безопасностью инфотелекоммуникационных систем**

*Худайназаров Юрий Кахрамонович  
Пермяков Александр Сергеевич  
Лепешкин Евгений Олегович  
Кравченко Мария Михайловна*

Управление информационной безопасностью (ИБ) традиционно рассматривается как один из инфраструктурных сервисов, обеспечивающих нормальную работу компонентов и средств безопасности и, в то же время, как интегрирующая оболочка информационных сервисов и сервисов безопасности, обеспечивающая их нормальное и согласованное функционирование под контролем администратора [1].

Согласно рекомендации МСЭ-Т X.701 управление распределенными информационными системами строится в архитектуре менеджер/агент [2].

В настоящее время существует достаточно большой спектр программно-аппаратных средств, реализующих технологии управления информационной безопасностью (УИБ) [2].

На ситуационном уровне для управления рисками и политиками безопасности используются технологии автоматизированного структурно-логического моделирования (RELEX, RiskSpektrum, Арбитр и др.) и технологии SADT (BPwin и др.) [3].

На оперативно-техническом уровне подсистема управления непрерывностью функционирования средств защиты (функциональной безопасности) включает в себя средства резервного копирования и восстановления (Acronis True Image Echo Enterprise Server и др.), а также средства обеспечения бесперебойного электропитания (APC UPS и др.). Подсистема может включать и др. компоненты в соответствии с моделью внешних воздействующих факторов.

На технологическом уровне используются следующие подсистемы. Подсистема управления учетными записями и правами доступа

может быть реализована на основе технологий службы каталогов (Active Directory), централизованного управления учетными записями и правами доступа (Novell Identity Manager), однократной аутентификации (Novell SecureLogin), а также двух-(много-) факторной аутентификации (Novell NMAS).

Подсистема управления событиями и инцидентами ИБ использует технологии централизованного сбора информации с программных и аппаратных средств (менеджер/агент), технологии фильтрации, агрегации, нормализации и корреляции данных, технологии визуализации и аналитической обработки информации. Данные технологии реализованы в следующих программных средствах: Cisco MARS, Arcsight Enterprise Security Manager, Zabbix и др. [4]

Подсистема управления средствами защиты включает в себя средства управления обновлениями (ZENworks Patch Management, MS WSUS), средства управления конфигурациями рабочих станций и сетевого оборудования (ZENworks Desktop management, ZENworks Server management и др.), а также средства разграничения доступа к сетевому оборудованию и к командам сетевого оборудования (Cisco Secure ACS, комплекс «Эфрос» и др.).

Распространение информационных систем, использующих транспортные ресурсы глобальных сетей требует развития технологий обеспечения их ИБ. Новый подход к архитектуре безопасности сетей предложен в Рек. X.805 (Архитектура безопасности для систем, обеспечивающих связь между оконечными устройствами). Новая архитектура сквозной сетевой защиты дополнительно предусматривает такие параметры, как безопасность связи, готовность и секретность [5].

Таким образом, очевидна тенденция интеграции управления ИБ с управлением функциональной безопасностью. В данном аспекте интересны Рекомендации МСЭ-Т серии X.1000, Y.700, Y.2000. Задачи развития методологии управления ИБ актуальны. Решение указанных задач целесообразно на основе построения формальных моделей современных инфокоммуникационных систем, а также систем мониторинга информационной безопасности [4, 6] для анализа объекта исследования с позиции «как есть (as is)». Необходимым условием выявления проблем является анализ современных требований к системам обеспечения безопасности, то есть анализ объекта исследования с позиций «как надо (to be)». Кроме того, требуется поиск новых технических решений для повышения функциональной безопасности (готовности) и управляемости СОИБ.

#### *Литература:*

1. Корсунский А.С., Лепешкин О.М. Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т. 3. № 1. С. 75–82.
2. Шостак Р.К., Лепешкин О.М. Актуальность развития сетевого контроля защищенности информационных систем В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 190–192.

3. Формализованное описание системы связи специального назначения, на основе ее свойств и отношений ее элементов. Шостак Р.К., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Худайназаров Ю.К. В сборнике: Радиолокация, навигация, связь Сборник трудов XXIV Международной научно-технической конференции. В 5-и томах. 2018. С. 275–281.
4. Активирующая подсистема сетевого мониторинга системы связи специального назначения. Шостак Р.К., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Худайназаров Ю.К. В сборнике: Радиолокация, навигация, связь Сборник трудов XXIV Международной научно-технической конференции. В 5-и томах. 2018. С. 39–44.
5. Развитие требований к системам обеспечения информационной безопасности. Лепешкин О.М., Худайназаров Ю.К. В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 550–555.
6. *Шостак Р.К., Лепешкин О.М.* Актуальность развития сетевого контроля защищенности информационных систем В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 190–192.

### **Повышение скрытности и имитостойкости процессов адресации информационно- телекоммуникационных сетей**

*Пермяков Александр Сергеевич  
Шуравин Андрей Сергеевич  
Мартынюк Иван Анатольевич*

В работах [1, 2] были рассмотрены вопросы, касающиеся построения скрытных адресных процедур IPv6 на основе методов фиксированных и динамических хекстетов, применения методов трансляционного двоичного кодирования адресных полей IPv6 повышающие скрытность и имитостойкость процессов адресации информационно-телекоммуникационных сетей (ИТКС).

Все уровни стека TCP/IP могут быть подвергнуты атакам, для защиты от которых требуется использовать специализированные средства защиты. Это может быть проблематично, если предположить, что атакующий имеет все права для нахождения в данной сети и соответствующий уровень допуска [3].

На уровне межсетевого взаимодействия большинство атак построены на узких местах стека TCP/IP и, в частности, протокола IP. Одним из возможных методов, позволяющих реализовать возможность построения адаптивных динамических протоколов 3-го (сетевого) уровня транспортной системы (ТС), является метод «фиксированных хекстетов» (ФХ). В методе ФХ нелинейная рекуррентная последовательность (НЛРП) соответствует 16-и позициям хекстета, а каждый хексет уже



не является кодовой формой чисел от 0 до 65535. «Фиксированность хекстетов» в данном случае означает, что в каждом хекстете на 16-ти позициях размещается 16-ти элементная НЛРП фиксированной длины  $\ell=16$ , в виде характеристического кода, существующего в поле GF (17).

Одним из возможных способов повышения скрытности

и имитостойкости процессов адресации ИТКС является применение в качестве адресных идентификаторов – кодовых форм идентификаторов, реализующих принципы неполного кодирования с изменяющейся длительностью адресной части кадрового заголовка пакета с шагом до одного бита, сигнально-кодовых конструкций нелинейной структуры небольшой длины, изменяющихся с шагом 1 бит, обработка которых приемной стороной может осуществляться, в том числе, корреляционными, а не только дешифраторными методами.

Принцип метода ФХ заключается в следующем: сохраняется структура адреса, как и для модели IPv6; вместо тривиального 16-ти позиционного кодирования чисел от 0 до 65535 в каждом хексете на 16-ти позициях размещается 16-ти элементная НЛРП фиксированной длины  $\ell=16$ , в виде характеристического кода, существующего в поле GF (17), т.е. такая НЛРП соответствует 16-и позициям хекстета, каждый хексет уже не является кодовой формой чисел от 0 до 65535.

Процедура адресации на основе метода ФХ характеризуется следующими особенностями: при записи адреса в каждом хекстете, вместо четырех шестнадцатеричных цифр, на 16-ти позициях также размещаются различные кодовые формы 16-ти элементной НЛРП,  $L=16$ ; «фиксированность» в этом методе означает то, что используется НЛРП длительностью  $L=16$ , причем основным видом НЛРП такой длительности является НЛРП в виде характеристического кода, существующего в поле GF (17), т.е. такая НЛРП соответствует 16-и позициям хекстета.

Метод ФХ позволяет реализовать различные модели адресации [4] (иерархическую (как в IPv6), основывающуюся на том, что каждый хексет отвечает за адресацию (нумерацию) узлов-терминалов соответствующего уровня иерархии структуры сети, всевязную (неиерархическую), «зоновую», и др.), что делает такой метод широко применимым.

Сохраняется процедурный принцип формирования адресного поля и его использования при приеме, что не требует серьезных технических модификаций и обеспечивает высокую скрытность арсенала сменных параметров по длине хекстетов [5]. Реализация метода ФХ и модели идентификации основывается на применении соответствующих устройств адресации.

Основным функциональным элементом средств имитостойкой адресации метода ФХ, синтезируемого разработанным ранее программно-алгоритмическим путем, являются средства генерирования систем НЛРП.

Основные достоинства метода ФХ: сохраняет процедурный принцип формирования адресного поля и его использования; использование различных длин хекстетов и всевозможных их сочетаний при сохранении длины адресного поля в 128 бит, позволяет создавать высокую динамичность смены (замену) адресных кодовых форм только за счет длин хекстетов, более 2-х млрд. адресов; данный метод позволяет повышать достижимую достоверность адресного приема за счет возможности создания и реализации второго (корреляционного) канала приема, как хекстетного, так и общего адресного, что является объектом дальнейших исследований.

#### *Литература:*

1. *Сныткин И.И., Енин Н.Н.* Проблемы и направления обеспечения скрытности, имитостойкости, криптоустойчивости процессов адресации сетевого уровня модели OSI/ISO открытых телекоммуникационных сетей СПД. В сборнике: 26-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2016) материалы конференции: в 13 томах. 2016. С. 583–587.
2. *Архипкин А.С., Баландин А.Е., Бикеев С.И., Будко П.А., Бурлака А.И., Дуков И.А., Емелин Н.М., Жарков И.Д., Зайцев А.В., Захаров Е.Н., Карпов В.В., Князев В.В., Козлов М.С., Лепешкин О.М., Павловский И.С., Пирогов М.В., Радько С.А., Рожнов А.В., Савицкий А.С., Семенов А.В.* и др. Язык схем радикалов: методы и алгоритмы Под ред. А.В. Чечкина и А.В. Рожнова. Москва, 2008. Сер. Библиотека журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение»
3. *Сныткин И.И., Балюк А.А., Енин Н.Н.* Метод повышения информационной безопасности специальных информационно-телекоммуникационных систем на основе применения систем трансляционных нелинейных рекуррентных последовательностей. В сборнике: СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии (КрыМиКо'2017) Материалы 27-ой Международной Крымской конференции. В 9-ти томах. 2017. С. 511–515.
4. *Акишин А.В., Алашеев В.В., Стародубцев П.Ю.* Экспериментальная методика и результаты оценки уровня помех в ультракоротковолновом диапазоне. В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) сборник научных статей: в 4 томах. Под редакцией С.В. Бачевского, составители: А.Г. Владыко, Е.А. Аникиевич. 2018. С. 4–9.
5. *Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В., Закалкин П.В.* Способ управления потоками данных распределенных информационных систем. Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2015. № 3 (11). С. 73–78.

## **Предложение по интеллектуализации выявления и устранения уязвимостей телекоммуникационного оборудования сетей**

*Шуравин Андрей Сеогеевич  
Лепешкин Олег Михайлович*

Информационно-телекоммуникационная сеть – технологическая система, предназначенная для передачи по линиям связи информации, доступ к которой осуществляется с использованием средств вычислительной техники. Однако это сложная система и без применения средств интеллектуализации решит задачу выявления и устранения уязвимостей невозможно [1, 2].

Известно, что протокол IP, применяемый в настоящее время для организации связи в СССН является уязвимым по отношению к деструктивным информационным воздействиям, следствием чего является применение для его защиты протокола IPSec, который предназначен для обеспечения аутентификации источника данных, криптографического шифрования передаваемых пакетов, проверки их целостности и подлинности на приёмной стороне, защиты от навязывания повторных сообщений, частичной защиты от анализа трафика, а также распределения ключевой информации [3].

В свою очередь, для контроля эффективности принимаемых мер защиты информации, используют программно-аппаратные средства мониторинга безопасности систем связи. Применяемые в настоящее время программно-аппаратные средства мониторинга безопасности связи при оценке защищенности не учитывают наличие уязвимостей сетей, а следовательно, оценка их защищенности не может быть объективной [4].

Одной из главных задач мониторинга информационной безопасности сетей связи специального назначения является своевременное обнаружение уязвимостей информационных систем с целью определения (оценки) защищенности объекта и принятия мер для их скорейшего устранения. Это позволит предотвратить переход объекта управления в неконтролируемое состояние, а также в такое состояние, при котором будет возможно использование его недеklarированных (скрытых) возможностей.

Предлагается для своевременного выявления уязвимостей сетевой инфраструктуры, построить динамическую систему выявления уязвимостей СССН. Предлагаемая система будет основываться на новых интеллектуальных принципах, а именно, на основе теории радикалов и позволит обнаруживать конфликтные ситуаций и существенно сократить время реагирования на инциденты безопасности [5, 6].

Для обеспечения мониторинга безопасности применяемых методов защиты информации, необходимо: Создать и поддерживать в актуальном

состоянии эталонные профили мониторинга для применяемого типового сетевого оборудования СССН. Регламентировать с применением специализированных протоколов удаленного управления работу применяемого в сегментах сети телекоммуникационного оборудования. Без доступа к ССОП ЕСЭ РФ, проверять подлинность применяемого сетевого оборудования, в случае обнаружения подмены оборудования, ограничивать его дальнейшее применение, сигнализировать администратору безопасности; осуществлять контроль корректности настроек оборудования, их соответствие указанному профилю контроля. Дублировать настройки оборудования основных узлов связи на резервных узлах связи в случае использования радиорелейных средств связи. Переключать (при необходимости) управление безопасностью на резервный узел связи. Формировать и проверять наличие в актуальном состоянии шаблона типового сетевого оборудования конкретного узла связи, с целью их передачи на резервные узлы связи и повышения оперативности контроля.

Построенная подобным образом система выявления уязвимостей, сможет осуществлять мониторинг эффективности работы применяемых средств защиты информации, адекватно реагировать на возникающие инциденты безопасности.

#### *Литература:*

1. Интеллектуализация мониторинга безопасности критически важных объектов на основе сетевых принципов // Худайназаров Ю.К., Новиков П.А., Шуравин А.С., Лепешкин М.О. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 61–62.
2. Защита информации на основе интеллектуализации системы безопасности Шуравин А.С., Сорокин М.А., Федяева И.А., Лепешкин Е.О. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 51–53.
3. Данилова Е.И., Лаута О.С., Митрофанов М.В., Ракицкий С.Н. Компьютерные атаки и их характеристики В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018). VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 297–301.
4. Васюков Д.Ю., Смыгин А.М., Митрофанов М.В. Подход к противодействию компьютерным атакам на критически важных информационных сегментах сети специального назначения В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность. 2017. С. 61–63.
5. Анализ сетей связи специального назначения с точки зрения угроз безопасности информации Шуравин А.С., Лепешкин О.М., Курило А.А. В сборнике: Радиолокация, навигация, связь Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения А.С. Попова. В 6-ти томах. 2019. С. 90–93.
6. Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Лобанов И.А., Купач О.С. Методический подход к описанию сложных эволюционирующих систем при реализации

угроз безопасности информации / В сб.: Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды XXI Международной конференции. Под ред. Н.И. Архиповой, В.В. Кульбы. – М.: РГТУ, 2013. С. 61–65.

## **Методика оптимизации сетевого мониторинга безопасности сети передачи данных по критерию оперативности пресечения инцидентов безопасности связи**

*Новиков Павел Аркадьевич*

Методика содержит алгоритм применения разработанной модели сетевого мониторинга (СМ) инцидентов безопасности связи (ИБС) сети передачи данных (СПД) в режиме времени близком к реальному и позволяет оптимизировать СМ по критерию оперативности пресечения ИБС, а также производить ввод данных в систему СМ и вывод данных в систему поддержки и принятия решения (СППР).[1]

Назначение методики.

Разработанная методика предназначена для оптимизации СМ ИБС СПД, по критерию оперативности и позволяет оптимизировать поиск состояний элементов СПД на основе метода безыбыточного кодирования, получить значения декремента неопределенности измерений и выбрать для каждого измерения параметры по мультипликативному критерию, производить СМ в режиме времени близком к реальному и передавать результаты СМ в СППР с предложениями по пресечению ИБС СПД. [2]

Показатели: 1. Вероятность правильного принятия решения по результатам СМ ИБС СПД. 2. Оперативность СМ ИБС СПД. 3. Полнота СМ ИБС СПД.

Ограничения и допущения:

1. Рассмотрены элементы открытого и конфиденциального сегмента сети передачи данных. 2. Элементы сети передачи данных находятся в пяти возможных состояниях. 3. Использована математическая модель передачи данных в системе реального времени со стохастической передачей данных на базе технологии Ethernet. 4. Количество вычислительных устройств (датчиков) в системе СМ инцидентов СПД не более 50. [3]

Методика реализована в три этапа: I этап – подготовка и ввод данных в систему сетевого мониторинга инцидентов безопасности связи СПД; II этап – сбор, систематизация сведений о состоянии СПД и расчет заданных показателей функционирования СПД; III этап – вывод данных сетевого мониторинга инцидентов безопасности связи СПД в систему поддержки и принятия решения.

Применение разработанной методики сетевого мониторинга безопасности СПД, за счет автоматизации процесса выявления уязвимостей и ошибок в системе, оптимизации процесса выявления состояний элементов

СПД и правильному расчету количества датчиков, позволяет приблизить время реакции системы СМ к режиму времени близкому к реальному.

Разработанная методика предназначена для осуществления сетевого мониторинга безопасности сети передачи данных с использованием программно-аппаратной среды, и оценки эффективности самой системы СМ, и может быть применена должностными лицами для организации и осуществления сетевого мониторинга.

*Литература:*

1. Мартынюк И.А., Новиков П.А. Способы скрытого информационного обмена // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2019. № 1 (34). С. 111–113.
2. Стародубцев Ю.И., Акишин А.В. Экспертная методика и результаты обработки данных об электромагнитной обстановке в ультракоротковолновом диапазоне // Системы управления, связи и безопасности. 2018. № 4. С. 226–248.
3. Новиков П.А., Худайназаров Ю.К., Левин Ю.В. Моделирование скрытых каналов информационного обмена // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2019. № 2 (34). С. 11–14.
4. Бурлов В.Г., Лепешкин О.М., Кириллова Т.В. Методологический подход к оценке безопасности функционирования социальной и экономической системы управления региона Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 2 (2). С. 99–103.
5. Шостак Р.К., Лепешкин О.М. Актуальность развития сетевого контроля защищенности информационных систем В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 190–192.

**Задачи системы интеллектуального  
мониторинга информационной безопасности  
инфотелекоммуникационной сети**

*Худайназаров Юрий Кахрамонович  
Пермяков Александр Сергеевич  
Лепешкин Евгений Олегович*

Задачи системы мониторинга информационной безопасности (ИБ) можно объединить в две группы, обусловленные целевыми функциями мониторинга в системе обеспечения информационной безопасности (СОИБ) (точнее в подсистеме управления информационной безопасностью):

1. Распознавание факторов среды и регистрация событий безопасности;
2. Формирование стереотипа для распознавания в будущем факторов среды, существенных для состояния информационной безопасности
3. Формирование базы инцидентов безопасности для обеспечения интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению ИБ и расследованию инцидентов [1].

Указанные подзадачи должны выполняться на всех функциональных уровнях мониторинга и плоскостях управления информационной безопасностью.

Задача мониторинга функциональной безопасности (целостности) СОИБ выполняется в рамках технологического управления. Это первый уровень мониторинга ИБ. Объект мониторинга имеет минимальный масштаб и представляет собой отдельные технические средства и комплексы защиты информации. Оцениваемыми свойствами объекта мониторинга являются готовность и целостность. Контролируемыми параметрами являются отказы и отклонения от установленных режимов функционирования, конфигурация средств и систем защиты [2].

Задача мониторинга устойчивости СОИБ выполняется в рамках оперативно-технического управления. Это второй уровень мониторинга ИБ. Объектами мониторинга являются среда защиты сегментов связи (защищаемые ресурсы, цели и задачи защиты, структура системы защиты), функции безопасности и реализующие их соответствующие подсистемы.

Оцениваемыми свойствами объектов мониторинга являются структура (профиль) сегментов связи, устойчивость, безопасность инфраструктуры, безопасность услуг и служб, безопасность приложений, характер и интенсивность деструктивных воздействий. Контролируемыми параметрами являются характеристики инцидентов безопасности, их статистика [3].

Задача мониторинга полноты СОИБ выполняется в рамках организационного управления ИТКС. Это третий уровень мониторинга ИБ. Объектом мониторинга является СОИБ в целом и ТКС. Оцениваемыми свойствами являются структура (как составляющая профиля ИТКС), полнота защиты (степень соответствия политики безопасности профилю ИТКС), состояние среды защиты ТКС.

Организация мониторинга СОИБ в рамках обеспечения ее функциональной безопасности включает следующие задачи [4,5]:

1. Идентификация управляемого оборудования и системы управления (в данном случае необходимо определить систему управления информационной безопасностью);
2. Определение множества существенных воздействующих факторов на систему или процесс;
3. Определение перечня контролируемых внешних событий (множество контролируемых параметров);
4. Контроль состояния управляемого оборудования (технических средств и комплексов защиты информации);
5. Определение и контроль потенциальных источников угроз функциональной безопасности;
6. Определение и контроль возможных угроз, обусловленных взаимодействием с другими системами;

7. Определение типов и вероятностей событий, приводящих к аварии.
8. Определение последовательностей событий, приводящих к опасному состоянию системы;
9. Определение рисков, связанных с опасными событиями [6].

Вся получаемая по результатам мониторинга информация должна быть документирована и доступна для соответствующих должностных лиц в рамках системы поддержки принятия решений.

#### *Литература:*

1. *Шостак Р.К., Лепешкин О.М.* Актуальность развития сетевого контроля защищенности информационных систем В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 190–192.
2. *Корсунский А.С., Лепешкин О.М.* Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т. 3. № 1. С. 75–82.
3. *Карпов А.В., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Шостак Р.К.* Способ сетевого мониторинга объектов и систем связи В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 442–445.
4. *Burlov V., Lepeshkin O.* Modeling the process for controlling a road traffic safety system based on potentially active elements of space and time В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 94–96.
5. *Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Ракицкий С.Н., Разиков В.Н.* Научно-исследовательская работа Санкт-Петербург, 2015.
6. *Лепешкин О., Рожнов А.* Обоснование условий формирования обратной связи проблемно-ориентированной системы управления в среде радикалов В сборнике: Распределенные компьютерные и коммуникационные сети: управление, вычисление, связь» (DCCN- 2013) Ответственный за выпуск Д.В.Козырев. 2013. С. 230–232.

### **Модель сетевого мониторинга инцидентов безопасности связи в сети передачи данных**

*Новиков Павел Аркадьевич*

Процессы функционирования сети передачи данных (СПД), как объекта мониторинга, могут быть представлены моделью или их взаимосвязанной совокупностью.

Объектами сетевого мониторинга (СМ) являются элементы СПД (сегменты, телекоммуникационное оборудование и т.д.), используемые для предоставления услуг связи [1].

Задачами СМ инцидентов безопасности связи в СПД являются:

- выявление уязвимостей и уровня защищенности СПД;
- проверка заданного алгоритма функционирования элементов СПД;



- визуализация состава, структуры и процесса функционирования СПД;
- проверка работы программного обеспечения [2].

ГОСТ Р 56545 устанавливает классификацию уязвимостей информационных систем и не распространяется на уязвимости систем, связанных с утечкой информации по техническим каналам, в том числе уязвимостями электронных компонентов технических (аппаратных и аппаратно-программных) средств.

В связи с этим, для обеспечения управления уязвимостями и непрерывности мониторинга инцидентов безопасностью связи необходимо введение понятия «профиль мониторинга инцидентов безопасности». Профиль мониторинга (ПМ) инцидентов безопасности связи представляет собой формализованное описание уязвимости с перечнем параметров, которые необходимо контролировать. Профиль мониторинга формируется с помощью выборки данных из типового профиля защиты телекоммуникационного оборудования и из профиля уязвимостей, представляющего собой компиляцию данных об актуальных уязвимостях соответствующего типа телекоммуникационного оборудования [3, 4].

СМ инцидентов безопасности связи в СПД, предлагается осуществлять путем реализации процессного подхода, который предполагает оценку соответствия текущего состояния СПД заданному ПМ. Для возможности осуществления мониторинга, текущего (регламентного) состояния СПД необходима разработка модели СМ.

Для создания модели СМ инцидентов безопасности связи в СПД предлагается применение концепции построения стенда обеспечения комплексных разработок, которая реализует решение задач жизненного цикла сложной системы на основе двух составляющих: модели СПД и средств управления инцидентами. Предлагаемая модель основана на согласовании составляющих системы (целей, требований, функций, ресурсов и выполняемых регламентов) [5-7].

На основе модели соответствия, составляющих системы предлагается разработать активирующую подсистему СМ инцидентов безопасности связи в СПД, которая реализует замкнутую систему управления моделью СМ и способна решать задачи по выявлению инцидентов и их устранению в процессе функционирования СПД.

#### *Литература:*

1. Новиков П.А., Худайназаров Ю.К., Левин Ю.В. Моделирование скрытых каналов информационного обмена // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2019. № 2 (34). С.11–14.
2. Митрофанов М.В., Новиков П.А. Инжиниринг трафика в транспортных сетях интеллектуальных систем // В книге: Нейрокомпьютеры

и их применение XVI Всероссийская научная конференция: тезисы докладов. 2018. С. 114–115.

3. *Муртазин И.Р., Коцыняк М.А., Бесков А.В., Лаута О.С., Мамай А.В.* Архитектура сети подвижной радиосвязи на основе эталонной модели взаимодействия открытых систем // В сборнике: Радиолокация, навигация, связь Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения А.С. Попова: в 6-ти томах. Воронежский государственный университет, АО «Концерн Созвездие». 2019. С. 173–182.
4. *Игнатенко К.А., Левин Ю.В., Мартынюк И.А., Штаненко В.И.* Технические каналы утечки конфиденциальной информации. // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 414–418.
5. *Анисимов В.В., Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Морозов М.М., Чукариков А.Г.* Устройство имитозащиты группы контролируемых объектов Патент на изобретение RU 2595991 C1, 27.08.2016. Заявка № 2015139917/12 от 18.09.2015.
6. *Корсунский А.С., Лепешкин О.М.* Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т. 3. № 1. С. 75–82.
7. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М., Кириллова Т.В.* Методологический подход к оценке безопасности функционирования социальной и экономической системы управления региона Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 2 (2). С. 99–103.

## **Интеллектуальное управление бортовых систем беспилотных летательных аппаратов**

*Шилоносков Артем Владимирович*

Расширение диапазона возможностей беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), эксплуатационных и тактико-технических характеристик предполагает необходимость создания нового поколения бортовых систем управления, обеспечивающих возможность функционирования в условиях изменяющейся воздушной обстановки с учетом факторов неопределенностей на основе комплексного использования перспективных современных интеллектуальных технологий.

Существующие тенденции развития БПЛА убедительно показывают, что на сегодняшний день и в ближайшем будущем основное внимание исследователей уделяется созданию и развитию «интеллектуальных» систем управления, обеспечивающих эффективное выполнение задач в любых условиях, в том числе при осуществлении противником специальных воздействий.

В системе интеллектуального управления пилотируемыми летательными аппаратами, которую можно принять за основу, рассматриваются три уровня управления [1]:

На верхнем уровне (стратегическом) осуществляется постановка цели функционирования (выбор стратегии). Где целеполагание может возлагаться на интеллектуальную систему управления в процессе наблюдения за внешней обстановкой и внутренним состоянием объекта управления. Используемые алгоритмы на основе информации бортовых источников принимают решение о продолжении выполнения целевой функции (проведение разведки, поиск объекта, доставка груза) или о корректировке управления полетом в связи с изменившимися условиями (применение противником оружия направленного действия, радиоэлектронное подавление, сложные метеоусловия).

На среднем уровне – тактическом выполняется поиск и анализ возможных способов достижения цели и выбор из них предпочтительного варианта (выбор оптимального маршрута, принятие решения на совершение маневра при уклонении от столкновения). Алгоритмы управления этого уровня основаны на использовании методов имитационного моделирования.

На нижнем – исполнительном уровне выполняется работа устройств объекта управления в соответствии с выбранным решением среднего уровня. Алгоритмы управления представляют собой априорные знания об объекте управления и среде.

Принцип иерархического построения систем управления сложными динамическими объектами сам по себе не оригинален. Такая идея имела обсуждения применительно к проблемам управления роботами, обладающими «элементами искусственного интеллекта» в конце 70-х начале 80-х годов.

В последние годы для решения задач управления сложными динамическими объектами в связи с возросшими вычислительными мощностями электронно-вычислительных машин и развитием элементной базы широко используются нейронные сети. Нейронные сети обладают высоким быстродействием, универсальностью в использовании, позволяя решать плохо формализуемые задачи.

Искусственные нейронные сети с успехом используются для решения задач управления динамическими системами. Нейронные сети с динамическими алгоритмами обучения позволяют моделировать управление сложными динамическими объектами в качестве инверсных и прямых моделей, основываясь на входных и выходных измерениях объекта управления. Нейросетевые средства позволяют решать задачи управления непосредственно в процессе функционирования системы, адаптируя алгоритмы управления под изменяющуюся ситуацию (повреждение конструкции, выход из строя оборудования). Другими словами, возможен синтез неадаптивных и адаптивных вариантов нейросетей в бортовой системе управления. Динамические схемы обучения нейросетей дают возможность разрабатывать адаптивные системы управления, обеспечивающие функционирование и эксплуатацию сложных динамических систем в условиях неопределенности [2, 3].

Проблема практической реализации интеллектуального управления в бортовых системах беспилотных летательных аппаратов в настоящее время находится на начальных стадиях ее решения. Достижения в этой области могут быть получены при проведении широких теоретических исследований и экспериментальных разработок, базирующихся на полученных результатах прикладной математики и современной информатики, полученные при этом результаты позволят резко повысить эффективность применения перспективных БПЛА.

*Литература:*

1. Васильев С.Н., Жерлов А.К., Федосов Е.А., Федунев Б.Е. Интеллектуальное управление динамическими системами. Москва: Физматлит, 2000. – 352 с.
2. Терехов В.А., Ефимов Д.В., Тюкин И.Ю. Нейросетевые системы управления. – М.: ИПРЖР, 2002. – 480 с.
3. Тюменцев Ю.В. Нейросетевое моделирование адаптивных динамических систем. Диссертация д.т.н. – М. 2016. 466 с.

**Методика построения системы защиты  
критически важного объекта инфраструктуры  
от деструктивных воздействий компьютерных атак**

*Зройчиков Павел Сергеевич  
Коцыняк Михаил Антонович  
Верева Владимир Викторович*

Темпы, с которыми современные экономики развиваются в сфере информационных технологий, подвергают сообщество целому ряду характерных угроз. На сегодняшний день по оценкам международных экспертов [1] источником этих угроз являются террористические движения, стремящиеся расшатать баланс социально-экономической стабильности. Их цель – это воздействие на критически важные объекты инфраструктуры (далее – КВОИ), от которых зависит жизнеобеспечение стран, современного общества в целом.

Высокие требования, предъявляемые к уровню защищенности КВОИ, определяют необходимость проведения оценки эффективности системы защиты информационных ресурсов. Трудности определения оценок эффективности системы защиты (СЗ) связаны с несовершенством существующего нормативно-методического обеспечения информационной безопасности КВОИ и, в общем-то, ни одно отдельно выбранное средство защиты информации не может защитить КВОИ от комплекса целенаправленных воздействий компьютерных атак (КА) [2], а простая комбинация разнообразных средств защиты приводит к снижению эффективности защиты в целом из-за различных подходов к построению этих средств и конфликтности основных параметров. Тем

более, что принцип минимизации затрат не обеспечивает выполнение требований по защищенности. Поэтому необходимо определять число, местоположение средств защиты и их взаимосвязь. Для решения этой противоречивой задачи предлагается методика синтеза системы защиты КВОИ от деструктивных воздействий компьютерных атак.

Методика синтеза (оптимального построения) СЗ КВОИ сводится к решению нескольких подзадач: синтез стратегии протокольного воздействия; оценка защищенности протоколов СЗ КВОИ; синтез СЗ КВОИ и управление ею; развертывание СЗ КВОИ. Развертывание СЗ КВОИ относится к инженерному проектированию [3], все остальные задачи являются содержанием системного проектирования СЗ КВОИ.

Результатом проектирования СЗ КВОИ на основе приведённой методики должна быть сформирована система, включающая в себя следующие компоненты (подсистемы):

1. подсистема мониторинга протокольных воздействий (ПВ);
2. базы образов признаков ПВ и характерных состояний КВОИ;
3. подсистему управления и принятия решения на защиту элементов КВОИ, подвергнутых протокольным воздействиям компьютерной атаки.

Анализ полученных расчетов показал, что при комплексном воздействии компьютерных атак и протокольных воздействий средства защиты на элементах КВОИ должны размещаться также комплексно[4,5], а структура системы защиты включать в себя, как минимум, несколько рубежей. Также необходимо отметить, что рассматриваемую задачу следует решать для «частных» временных отсчётов по этапам воздействия КА на элемент КВОИ.

#### *Литература:*

1. Лаута О.С., Нечепуренко А.П., Муртазин И.Р., Суетин А.И. // Модели интеллектуальных воздействий. Сборник, 2017. Информационная безопасность регионов России. – С. 144–145.
2. Муртазин И.Р., Коцыняк М.А., Мамай А.В., Лаута О.С. // Функциональная модель комплекса информационного воздействия на беспроводные сети передачи данных. В сборнике: Актуальные проблемы защиты и безопасности Труды XXII Всероссийской научно-практической конференции РАРАН. 2019. С. 188–189.
3. Гудков М.А., Муртазин И.Р., Гагарин Ю.А., Крибель А.М., Соловьёв Д.В. // Применение методов захвата и анализа пакетов, передаваемых по информационно-телекоммуникационным сетям, для аудита сетевой безопасности сетей. В сборнике: Современные информационные технологии. Теория и практика Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Отв. ред. Т.О. Петрова. 2018. С. 158–162.
4. Муртазин И.Р., Коцыняк М.А., Бесков А.В., Лаута О.С., Мамай А.В. // Архитектура сети подвижной радиосвязи на основе эталонной модели взаимодействия открытых систем. В сборнике: Радиолокация,

навигация, связь Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции в 6-ти томах. Воронежский государственный университет, АО «Концерн «Созвездие». 2019. С. 173–182.

5. *Анисимов В.В., Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Морозов М.М., Чукариков А.Г.* Устройство имитозащиты группы контролируемых объектов Патент на изобретение RU 2595991 C1, 27.08.2016. Заявка № 2015139917/12 от 18.09.2015.

## **Применении сканеров уязвимостей с целью выявления проблем защиты сетей**

*Шуравин Андрей Сеогеевич  
Кравченко Мария Михайловна  
Зуев Александр Юрьевич  
Лепешкин Михаил Олегович*

Известно, что успешная реализация злоумышленниками обнаруженных уязвимостей сетей связи специального назначения (СССН), может вызвать утечку критически важной информации, потерю контроля над системой связи и управления.

Уязвимость (бреешь, изъян защиты) информационной системы – свойство информационной системы, представляющее возможность реализации угроз безопасности обрабатываемой в ней информации [1].

Следует заметить, что «среднее количество вновь обнаруживаемых удаленных и локальных уязвимостей в коде операционных систем за последние годы существенно не изменилось; еще более пристальное внимание в качестве объектов поиска уязвимостей злоумышленники стали уделять устройствам сетевой инфраструктуры и средствам защиты сетей.

Все больший интерес проявляют разработчики вредоносного кода к объектам сетевой инфраструктуры: маршрутизаторам, DSL-модемам, DHCP-серверам и т.п.» [2].

В целях диагностики и мониторинга сетевых компьютеров, а также сканирования сети на предмет обнаружения возможных проблем в системе безопасности, активно применяют программно-аппаратные средства оценки и устранения уязвимостей, называемые сканерами уязвимостей.

Приведем возможности наиболее популярных применяемых сегодня сканеров уязвимостей. Обнаруживать: ненадлежащее использование общего интерфейса шлюза;

уязвимости протокола передачи файлов по сети; удаленный доступ к командному интерпретатору; получение пользователем прав суперпользователя; правомерное использование службы каталогов; получение удаленного доступа к файлам; ненадлежащее использование удалённого вызова процедур; неправомерное управление пользователями; наличие уязвимых версий служб или доменов; ошибки в конфигурации оборудования. Выявлять: наличие паролей по умолчанию, пустых, или слабых паролей.

Выполнять: сканирование активов и сетей; запуск по расписанию; выборочное сканирование; анализ выполненного сканирования в автоматическом режиме [3].

Наряду с зарубежными, существуют и отечественные сканеры уязвимостей, которые способны составить конкуренцию таким общеизвестным сканерам как Nessus (США) или OpenVAS (США).

Безусловно, теоретически возможно применение и тех и других сканеров с целью выявления уязвимостей СССН, однако, на практике всё не так однозначно.

Во-первых, отечественные сканеры уязвимостей являются единственными, имеющими соответствующие лицензии ФСТЭК России и сертифицированные по требованиям Министерства обороны Российской Федерации (МО РФ). Данный факт подтверждает возможность использования подобных программных продуктов в СССН, что нельзя сказать о сканерах зарубежных фирм-производителей.

Во-вторых, российские сканеры помимо общеизвестных источников, могут осуществлять поиск уязвимостей используя базу данных уязвимостей ФСТЭК России, что является их несомненным плюсом перед зарубежными аналогами [4].

В-третьих, большинство зарубежных сканеров уязвимостей имеет возможность использования подключаемых модулей, что существенно может расширить их функционал. Однако, в целях защиты ОС, ряд руководящих документов по защите информации требует нарочного блокирования возможности использования любых подключаемых модулей, что не позволяет использовать таковые, а следовательно, средства будут расходоваться за навязанный невостребованный функционал.

Вместе с тем, ряд экспертов сетевой безопасности критически относятся к использованию данных инструментов в целях организации контроля безопасности связи по ряду причин: Отсутствие «универсального» сканера уязвимостей, обнаруживающего уязвимости всех сетевых ресурсов. Качество выявления уязвимостей зависит от времени обновления баз данных уязвимостей фирмой-производителем конкретного сканера.

Использование сторонних сервисов (баз данных уязвимостей) для выявления найденных уязвимостей. Не всегда объективная картина найденных уязвимостей. Чаще всего, этот недостаток характеризуется при сканировании больших сегментов сети, занимающий по времени от нескольких суток. Необходимость ручного ввода множества аутентификационных данных инфраструктуры сети при подготовке объекта к процессу сканирования может привести к компрометации этих данных. Чаще всего, программное обеспечение подобного класса обнаруживает уязвимости из-за неустановленных патчей или старых версий пакетов, т.е. контроль версионных уязвимостей. Они не могут проверить настройки конфигурационных файлов или предупредить об ошибке в

коде. В случае применения наиболее популярных сканеров уязвимостей, их стоимость нередко превосходит несколько десятков тысяч рублей для одного ресурса сети, а в случае увеличения количества хостов, стоимость сканеров растет в геометрической прогрессии [5, 6].

Таким образом, предлагаемые сегодня сторонними фирмами-производителями программные продукты подобного класса, не могут в полном объеме выполнить возлагаемый на них функционал контроля безопасности СССН. Следовательно, необходимо разработать специализированный комплекс программных средств (ПС) поиска уязвимостей типового сетевого оборудования, работающего на в СССН. Данное программное средство должно обладать унификацией, возможностью использования исключительно на операционных системах (ОС), разрешенных к применению на таких сетях, обладать интуитивно-понятным интерфейсом, и сертифицировано соответствующими органами безопасности.

*Литература:*

1. Корсунский А.С., Лепешкин О.М. Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т. 3. № 1. С. 75–82.
2. Петренко С.А., Ступин Д.Д. Национальная система раннего предупреждения о компьютерном нападении: научная монография / Петренко С.А., Ступин Д.Д. / под общей редакцией С.Ф. Боева. Университет Иннополис. – Иннополис: «Издательский Дом «Афина», 2017. – 440 с.
3. Burlov V., Lepeshkin O. Modeling the process for controlling a road traffic safety system based on potentially active elements of space and time В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 94–96.
4. Бурлов В.Г., Лепешкин О.М., Кириллова Т.В. Методологический подход к оценке безопасности функционирования социальной и экономической системы управления региона Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 2 (2). С. 99–103.
5. Легович Ю.С., Рожнов А.В., Лобанов И.А., Чернявский Д.В. Управление развитием в аспекте системной интеграции на предпроектном этапе жизненного цикла проблемно-ориентированных систем / В сб.: Имитационное моделирование. Теория и практика Седьмая всероссийская научно-практическая конференция, труды конференции в 2 т. Под общ. ред. С.Н. Васильева, Р.М. Юсупова. – М.: ИПУ РАН, 2015. С. 163–167.
6. Данилова Е.И., Лаута О.С., Митрофанов М.В., Ракицкий С.Н. Компьютерные атаки и их характеристики В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018). VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 297–301.



**Об инновационной архитектуре  
системно-стратегических исследований  
проблемных вопросов интеллектуализации  
транспортных систем и смежных технологий**

*Масюков Максим Владимирович*

В работе представлен краткий анализ деятельности Международной рабочей группы по электромобилям Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (называется «неофициальной рабочей группой по электромобилям и окружающей среде» или также «группа по ЭМОС»). К основным направлениям деятельности неофициальной рабочей группы по электромобилям и окружающей среде относятся: особенности испытания транспортного средства на автономность и потребление энергии; обоснование метода определения потребления энергии. Основное внимание в настоящем докладе уделяется инновационной архитектуре системно-стратегических исследований проблемных вопросов интеллектуализации транспортных систем и смежных технологий. Проводимые в настоящее время системно-стратегические исследования проблематики интеллектуализации управления транспортными системами имеют широкий спектр потенциальных приложений в рамках сочетания инновационной и образовательной активности [1–6]. Перспективными моментами комплексной работы могут быть ряд научно-технических решений, преимущественно направленных на популяризационную и выставочные сферы деятельности, к примеру [7].

*Литература:*

1. Гончаренко В.И., Рожнов А.В., Карпов В.В., Уральсков В.А., Масюков М.В., Лобанов И.А. Исследование проблемных вопросов развития автономных гетерогенных робототехнических комплексов и подготовки кадров наукоёмких специальностей аэрокосмической отрасли // Труды ФГУП «НППЦАП». Системы и приборы управления. 2018. № 1 (43). С. 70–76.
2. Гудов Г.Н., Журавлева Н.Г., Карпов В.В., Масюков М.В., Уральсков В.А. О проблематике экологического аудита аэрокосмических объектов при управлении развитием крупномасштабных систем / Материалы 11-й Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2018, Москва). М.: ИПУ РАН, 2018. Т. 2. С. 391–394.
3. Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Масюков М.В., Уральсков В.А. Системно-стратегические исследования проблемных вопросов интеллектуализации транспортных систем: автономность и потребление энергии электромобилями / Труды 2-й Международной научно-практической конференции «Транспорт и логистика: инновационное развитие в условиях глобализации технологических и экономических связей»

- (Ростов-на-Дону, 2018). Ростов н/Д.: Рост. гос. ун-т. путей сообщения, 2018. С. 262–266 .
4. Журавлева Н.Г., Масюков М.В., Радионов А.В. Исследование возможностей применения технологии Data Distribution Service для интеллектуальной обработки данных / Тезисы докладов 16-й Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 2018). М.: ФГБОУ ВО МГППУ, 2018. С. 390–392.
  5. Лобанов И.А., Масюков М.В. Информационно-аналитическое обеспечение предпроектных исследований единой технологии мониторинга водных ресурсов / Труды 17-й Международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2017, Москва). М.: ИПУ РАН, 2017. С. 291–295 .
  6. Лобанов И.А., Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Масюков М.В. Диверсификация технологии моделирования и управления в задачах мониторинга на ретроспективном примере завершения эксплуатации авиакосмической системы. В книге: Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2019. Материалы двенадцатой международной конференции. – М.: ИПУ РАН 2019. С. 1043–1046.
  7. XXII Московский международный салон изобретений и инновационных технологий / Каталог Салона «Архимед-2019». Класс 29. Инновационная инфраструктура. – URL: [http://www.innovexpo.ru/2019/content/cat\\_29.htm](http://www.innovexpo.ru/2019/content/cat_29.htm)

## **Автоматизация поиска неисправности кабельной сети**

***Воронин Сергей Викторович***

Применение адаптивного управления при контроле параметров электрической сети, позволяет автоматизировать поиск неисправностей кабельной линии. Работа нейронной сети при выполнении задач прогнозирования состоит в предсказании будущих значений на выходе системы, основываясь на её предшествующем поведении. Имея исходную информацию по значениям изучаемой переменной  $x$  в определённые моменты времени, предшествующие процессу прогнозирования, эта сеть формирует наиболее вероятное значение прогнозируемой переменной в заданный момент времени  $t$ .

Практическая реализация нейронной сети состояния кабельной линии выполняется с использованием пакета системы научно-технических расчётов MATLAB.

## **Определение границ изменений трафика в информационно-телекоммуникационной сети**

*Муртазин Ильдар Робетрович*

*Кузнецов Сергей Иванович*

*Коцыняк Михаил Антонович*

*Карнов Михаил Андреевич*

В докладе рассматривается методика определения зоны регулируемого равновесия трафика как в мирное время, так и в условиях информационного воздействия, которая позволяет определить диапазон изменения трафика за счет трансформации сети в условиях информационного воздействия, при котором сеть будет устойчиво функционировать [1].

В современных условиях совершенствования информационно-телекоммуникационных сетей (ИТКС) изменяется сам процесс их развития, становясь все более сложным, требующим специального анализа устойчивости функционирования узлов связи (УС) для взаимного обмена информацией, а также глубокого проектного обоснования состава УС и линий связи. На сегодняшний день ИТКС это уже не эпизодическое улучшение, пусть даже важных характеристик управленческого аппарата и методов его работы, а сложная система взаимосвязанных мероприятий по обеспечению устойчивого функционирования УС [2] на всех этапах жизненного цикла сети, которые должны быть разработаны и обоснованы с помощью развитого научно-методического инструментария, количественного и качественного анализа проективных и конструктивных показателей устойчивости функционирования УС и каналов связи с целью взаимного обмена информацией.

Учитывая, что с каждым годом в ИТКС все больше используются современные методы цифровой обработки информации (трафика), такие, как технологии искусственного интеллекта, геоинформационные технологии, технологии с интеграцией услуг связи, а также другие технологии, для работы с которыми требуются значительные ресурсы вычислительной сети, то особую важность приобретает задача обоснования диапазона изменения трафика за счет трансформации ИТКС в условиях информационного воздействия, при котором сеть будет устойчиво функционировать, то есть определение зоны регулируемого равновесия трафика в ИТКС. При чём зона регулируемого равновесия трафика в ИТКС – диапазон изменения трафика за счет трансформации системы [3,5]. Таким образом, структура ИТКС должна быть не только согласована с потоком информации, а также с динамикой его изменения как в мирное время, так и в период информационного воздействия.

Обеспечение целостности работы сети требует дифференцированной стратегии управления старшего УС, учитывающей условия функ-

ционирования сети, функциональные возможности УС и особенности информационного воздействия [4, 6].

Достижение требуемого уровня устойчивого функционирования УС возможно за счет реализации задач долгосрочного планирования развития структуры сети, обеспеченных соответствующими материальными и временными ресурсами.

#### *Литература:*

1. Муртазин И.Р., Мамай А.В., Коцыняк М.А., Васюков Д.Ю. // Организация устойчивой сети беспроводной передачи данных. // Сборник трудов XVII Всероссийская научная конференция «нейрокомпьютеры и их применение» Москва 2019 г. , С. 129–130.
2. Гудков М.А., Муртазин И.Р., Гагарин Ю.А., Крибель А.М., Соловьев Д.В. // Применение методов захвата и анализа пакетов, передаваемых по информационно-телекоммуникационным сетям, для аудита сетевой безопасности сетей. // Сборник трудов IV Всероссийской научно-практической конференции «Современные информационные технологии. Теория и практика» Череповец 2018, С. 158–162.
3. Муртазин И.Р., Коцыняк М.А., Мамай А.В., Лаута О.С. // Функциональная модель комплекса информационного воздействия на беспроводные сети передачи данных. // В сборнике: Актуальные проблемы защиты и безопасности Труды XXII Всероссийской научно-практической конференции РАРАН. 2019, С. 188–189.
4. Митрофанов М.В., Новиков П.А. Инжиниринг трафика в транспортных сетях интеллектуальных систем В книге: Нейрокомпьютеры и их применение. тезисы докладов. 2018. С. 114–115.
5. Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Лобанов И.А. О новых средствах контрфактического прогнозирования и сопредельном потенциале информационно-аналитического обеспечения сложных систем / В сб.: Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций Сборник материалов. – М.: Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России, 2017. С. 263–268.
6. Анисимов В.В., Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Морозов М.М., Чукариков А.Г. Устройство имитозащиты группы контролируемых объектов Патент на изобретение RU 2595991 C1, 27.08.2016. Заявка № 2015139917/12 от 18.09.2015.

### **Научно-методический аппарат контроля технического состояния интегрированных систем и комплексов связи на основе тепловых процессов**

*Гойденко Владимир Константинович*

Значительное количество отказов в современных средствах связи и автоматизации связано с изменением температурных режимов работы электронных модулей комплексов связи и автоматизации. Одним из эффективных методов контроля и диагностирования средств связи и автоматизации является тепловой контроль температурных значений

элементов электронных модулей. Система контроля должна позволять: выявлять скрытые дефекты, возникающие в средствах связи и автоматизации, в реальном времени в процессе функционирования; покрывать значительный перечень скрытых дефектов, возникающих в программно-аппаратных комплексах связи (ПАКС); заменять моделирование дефектов на макете на математическое моделирование с целью сокращения времени наполнения базы состояний [1–4]. Предметом исследования является контроль технического состояния программно-аппаратных комплексов связи в режиме реального времени в рабочем состоянии. Цель работы – повышение оперативности определения технического состояния программно-аппаратных комплексов связи в рабочем состоянии. Для разработки научно-методического аппарата контроля технического состояния используются следующие методы: для моделирования теплового режима электронных модулей программно-аппаратных комплексов был использован метод конечных разностей, для обработки термограмм применяется аппарат вейвлет-анализа [5–8]. Для экспериментальной проверки полученных результатов выбран электронный модуль из состава современных ПАКС, для которого сформирована база состояний с помощью разработанной модели и проведено сравнение результатов распознавания технического состояния с применением разработанной методики и без неё. В результате проведенного исследования были получены тепловая модель программно-аппаратных комплексов связи, методика распознавания вида аномального состояния электронных модулей программно-аппаратных комплексов связи больших интегрированных систем на основе вейвлет-преобразования и алгоритм формирования базы аномальных состояний интегрированных систем и комплексов связи. На основе полученных решений предлагается разработать технические предложения, которые позволят улучшить оперативность определения технического состояния и реализовать возможности предупреждения отказов.

*Литература:*

1. Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Лобанов И.А. О новых средствах контрфактического прогнозирования и сопредельном потенциале информационно-аналитического обеспечения сложных систем. В сборнике: Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. 2017. С. 263–268.
2. Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Лобанов И.А., Купач О.С. Методический подход к описанию сложных эволюционирующих систем при реализации угроз безопасности информации. В сборнике: Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды XXI Международной конференции. Под редакцией Н.И. Архиповой, В.В. Кульбы. 2013. С. 61–65.
3. Легович Ю.С., Рожнов А.В., Лобанов И.А., Чернявский Д.В. Управление развитием в аспекте системной интеграции на предпроектном этапе жизненного цикла проблемно-ориентированных систем. В сборнике: Имитационное моделирование. Теория и практика

Седьмая всероссийская научно-практическая конференция, труды конференции в 2 томах. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН; под общей редакцией С.Н. Васильева, Р.М. Юсупова. 2015. С. 163–167.

4. *Лобанов И.А., Рожнов А.В.* Оценивание эффективности проблемно-ориентированной системы управления на ранних стадиях жизненного цикла комплекса с использованием модели Free Disposal Hull. В сборнике: Фундаментальные проблемы системной безопасности (материалы V Международной научной конференции). – Елец: ЕГУ, 2014. С. 377–379.
5. *Лобанов И.А., Рожнов А.В.* Разработка предложений по системной интеграции задач в единой технологии мониторинга чрезвычайных ситуаций. В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016). Материалы Девятой международной конференции: в 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2016. С. 329–331.
6. *Будко П.А., Винограденко А.М., Гойденко В.К.* Методика теплового диагностирования и контроля технического состояния радиоэлектронного оборудования // Наукоемкие технологии в космических исследованиях земли. 2019.
7. *Рывкин С.Е., Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Convergence of technologies of the evolving prototype of an energy efficient large-scale system / Proceedings of the 20th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies (SIELA 2018, Bourgas, Bulgaria). Bourgas, Bulgaria: IEEE, 2018. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8447067>.
8. *Гончаренко В.И., Кучерявенко Д.С., Гойденко В.К., Скорик Н.А.* Распознавание типа аварийной ситуации при испытании беспилотного космического аппарата на основе использования вейвлет-преобразования // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 1. С. 39–48.

### **Вариант построения информационно-телекоммуникационной сети в условиях информационного воздействия**

*Муртазин Ильдар Робетрович  
Жуляев Валерий Вячеславович  
Шимаров Евгений Вячеславович  
Карпов Михаил Андреевич*

Анализ процессов, протекающих во взаимодействующих сетях показывает, что оценка устойчивости информационно-телекоммуникационной сети (ИТКС) не обеспечивает радикального изменения уровня устойчивого функционирования ИТКС в условиях воздействия злоумышленника, так как не изменяет структуру [1]. Более общим подходом к обеспечению устойчивости ИТКС является синтез структуры сети с требуемыми значениями показателей качества, но для решения задач синтеза необходимо обосновать совокупность методов, обеспечиваю-

щих решение подзадач синтеза больших систем.

Учитывая, что интенсивность обмена данными между узлами связи (УС) сети не является однородной. В ИТКС можно выделить группы УС, более интенсивно связанных друг с другом информационными потоками. В этом случае увеличить производительность сети можно, разместив разные рабочие группы в отдельных сегментах сети. Сегментация сети может быть выполнена с использованием архитектуры сети [2]. В этом случае интенсивный информационный обмен, в том числе и широковещательный трафик, чаще выполняется внутри одного сегмента, следовательно, интенсивность межсегментного трафика уменьшается, и количество коллизий в сети существенно снижается.

Так как ИТКС относятся к классу больших систем они не могут быть созданы за короткое время и предполагают фрагментарное (эволюционное) развитие. Поэтому одни элементы ИТКС могут эксплуатироваться, другие – проектироваться, а третьи – исследоваться. По этой причине методология должна включать не только методы синтеза, методы алгоритмической и параметрической оптимизации (системное проектирование), но и методы инженерного проектирования (реализации результатов синтеза).

С этой целью предлагается метод реализации структурно-топологических принципов обеспечения устойчивости при построении ИТКС, включающая методику построения структурно резервированной ИТКС, реализующая интеграционный – триадный принцип ее построения, алгоритм построения опорного варианта структуры сети и алгоритм ее корреляции с учетом применения злоумышленником средств и методов противодействия [3,5].

Таким образом, подсистемы, обслуживающие аналитико-статистические методы априорной оценки параметров ИТКС, можно рассматривать как инструментальные средства поддержки принятия решений в процедурах обоснования потребной численности УС.

Под устойчивостью функционирования ИТКС следует понимать ее способность безошибочно и своевременно осуществлять взаимный обмен информацией между УС в условиях воздействия злоумышленника. Следовательно, в качестве обобщенного критерия эффективности целесообразно принять интегральную вероятность безошибочного и своевременного информационного обмена [4, 6].

Структуру ИТКС следует рассматривать как опорный вариант, служащий основой для принятия решения о целесообразности или нецелесообразности дальнейшего ее трансформации на основе динамики изменения информационных потоков при воздействии злоумышленника.

При этом выбор метода оптимизации структуры сети осуществляется на основе анализа характера исходных данных и глубины детализации информационных потоков с учетом стоимостных и прочих ограничений. Определение рациональной структурно-резервирован-

ной ИТКС и уточнение ее параметров осуществляется на основе аналитико-статистических методов.

*Литература:*

1. Коцыняк М.А., Лаута О.С., Иванов Д.А., Лукина О.М. // Модель воздействия таргетированной кибернетической атаки на информационно-телекоммуникационную сеть. // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2019. № 3–4 (129–130). С. 58–65.
2. Лаута О.С., Нечепуренко А.П., Муртазин И.Р., Суетин А.И. // Модели интеллектуальных воздействий. // В сборнике «Информационная безопасность регионов России» 2017 г. С. 144–145.
3. Муртазин И.Р., Мамай А.В., Коцыняк М.А., Васюков Д.Ю. // Организация устойчивой сети беспроводной передачи данных. // Сборник трудов XVII Всероссийская научная конференция «нейрокомпьютеры и их применение» Москва 2019 г. , стр. 129–130.
4. Митрофанов М.В., Новиков П.А. Инжиниринг трафика в транспортных сетях интеллектуальных систем В книге: Нейрокомпьютеры и их применение. тезисы докладов. 2018. С. 114–115.
5. Лобанов И.А., Рожнов А.В. Оценивание эффективности проблемно-ориентированной системы управления на ранних стадиях жизненного цикла комплекса ЛА с использованием модели Free Disposal Hull / В сб.: Фундаментальные проблемы системной безопасности материалы V Международной научной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения акад. В.Ф. Уткина. – Елец: ЕГУ, 2014. С. 377–379.
6. Анисимов В.В., Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Морозов М.М., Чукариков А.Г. Устройство имитозащиты группы контролируемых объектов Патент на изобретение RU 2595991 C1, 27.08.2016. Заявка № 2015139917/12 от 18.09.2015.

**Подход к обоснованию методики оценки  
своевременности процесса контроля защищенности  
информации на объектах информатизации**

*Ракицкий Станислав Николаевич  
Данилова Елена Ивановна  
Ракицкий Дмитрий Станиславович*

В связи с большим количеством объектов информатизации поток заявок на проведение аттестаций и спецобследований инструментальным методом значительно увеличивается. Однако в настоящее время существующие органы контроля из-за ограниченности ресурса не в состоянии в полной мере справиться с возложенной на них задачей. И, как следствие, не выполняются требования законодательства и руководящих документов по своевременности и достоверности контроля защищенности информации от ее утечки по техническим каналам на объектах информатизации [1].

Несовершенство имеющегося научно-методического аппарата контроля, проявляющееся в отсутствии возможности оптимального



распределения ресурсов сил и средств контроля во времени по объектам и видам работ и количественного обоснования требуемого ресурса сил и средств контроля на объектах информатизации определяет необходимость разработки методики оценки своевременности контроля защищенности информации от утечки по техническим каналам на объектах информатизации.

Исходными данными для методики своевременности контроля защищенности информации является количество проведенных проверок, количество групп контроля и специалистов в них.

В целях исследования своевременности процесса контроля в рамках методики были разработаны модели для определения количества групп, осуществляющих контроль защищенности информации от утечки по техническим каналам и специалистов в них. Они представляют собой многоканальные системы массового обслуживания, без отказов с очередью, с экспоненциальными законами распределения времени поступления и обслуживания заявок [2].

Правильное распределение сил и средств контроля невозможно без предварительной оценки затрат времени, требуемых для выполнения каждой из запланированных процедур контроля. Средние затраты времени на отдельные операции были определены методом экспертных оценок специалистами контроля с учетом накопленного опыта работ в ходе аналогичных проверок, объёма и других характеристик объектов (помещений), намеченных для проведения проверки [3].

Степень адекватности модели оценки контроля защищенности информации от утечки по техническим каналам на объектах информатизации в работе оценивается по основным группам показателей, соответствующим основным этапам разработки математической модели:

- полноте отображения и точности взаимосвязей основных процессов (экстенсивные показатели);
- глубине и существенности отображения основных факторов (интенсивные показатели);
- достоверности (доказательности) отображения [4–6].

Разработанная методика позволяет обоснованно подойти к выбору количества личного состава в бригаде и количества бригад, что существенно повышает эффективность мероприятий контроля защищенности информации на объектах.

Методика оценки своевременности контроля защищенности информации на объектах информатизации, разработанная на основе модели процесса контроля защищенности информации, позволяет оценивать своевременность контроля по показателям вероятности и среднему времени контроля защищенности информации. На ее основе разработаны предложения по составу сил органов контроля защищенности информации.

*Литература:*

1. *Burlov V., Lepeshkin O.* Modeling the process for controlling a road traffic safety system based on potentially active elements of space and time В сборнике: *Transportation Research Procedia* 2017. С. 94–96.
2. *Архипкин А.С., Баландин А.Е., Бикеев С.И., Будко П.А., Бурлака А.И., Дуков И.А., Емелин Н.М., Жарков И.Д., Зайцев А.В., Захаров Е.Н., Карпов В.В., Князев В.В., Козлов М.С., Лепешкин О.М., Павловский И.С., Пирогов М.В., Радько С.А., Рожнов А.В., Савицкий А.С., Семенов А.В. и др.* Язык схем радикалов: методы и алгоритмы Под ред. А.В. Чечкина и А.В. Рожнова. Москва, 2008. Сер. Библиотека журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение»
3. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М., Кириллова Т.В.* Методологический подход к оценке безопасности функционирования социальной и экономической системы управления региона Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 2 (2). С. 99–103.
4. *Анисимов В.В., Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Морозов М.М., Чукариков А.Г.* Устройство имитозащиты группы контролируемых объектов Патент на изобретение RU 2595991 C1, 27.08.2016. Заявка № 2015139917/12 от 18.09.2015.
5. *Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Ракицкий С.Н., Разиков В.Н.* Научно-исследовательская работа Санкт-Петербург, 2015.
6. *Архипкин А.С., Будко П.А., Емелин Н.М., Лепешкин О.М., Рожнов А.В., Чечкин А.В. и др.* Язык схем радикалов: методы и алгоритмы // Под ред. А.В. Чечкина и А.В. Рожнова. Сер. Библиотека журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение». – М.: Радиотехника, 2008.

**Методика диагностики интегрированных систем и комплексов связи на основе вейвлет-преобразований терммограмм электронных модулей**

*Гойденко Владимир Константинович*

При эксплуатации авиационно-космических организационно-технических комплексов, включающих роботизированные комплексы, автономные космические и подводные аппараты, автоматизированные узлы связи и радиоцентры, возрастает актуальность создания методического аппарата их диагностики и неразрушающего контроля технического состояния [1–4]. Предложена методика распознавания вида аномального состояния электронных модулей программно-аппаратных комплексов связи больших интегрированных систем на основе вейвлет-преобразования. Разработан алгоритм формирования базы аномальных состояний интегрированных систем и комплексов связи [5–7]. Проведено моделирование тепловых процессов программно-аппаратных комплексов связи с помощью систем автоматизированного проектирования. Сделан вывод о том что применение полученной методики позволит повысить достоверность результатов идентификации и чувствительности к обнаружению аварийных ситуаций.

*Литература:*

1. Будко П.А., Винограденко А.М., Кузнецов С.В., Гойденко В.К. Реализация метода многоуровневого комплексного контроля технического состояния морского робототехнического комплекса // Системы управления, связи и безопасности. 2017. № 4. С. 71–101.
2. Рожнов А.В., Лобанов И.А. Стратифицированная модель единого информационно-управляющего поля для формализации особенностей переключения режимов управления смешанными группами пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов. В сборнике: Устойчивость и колебания нелинейных систем управления (конференция Пятницкого) Материалы XIII Международной конференции. 2016. С. 304–307.
3. Сигов А.С., Нечаев В.В., Рожнов А.В., Лобанов И.А. Построение версий информационной инфраструктуры с опережением возникновения информационных потребностей управления. В книге: Десятая всероссийская Мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2017). Материалы 10-й Всероссийской мультиконференции в 3-х томах. Отв. ред.: И.А. Каляев. 2017. С. 112–115.
4. Сигов А.С., Нечаев В.В., Рожнов А.В., Лобанов И.А. Методы интеграции и биоинспирированные модели для формирования компонентов виртуальной семантической среды. Депонированная рукопись № 31-B2017 03.03.2017.
5. Abrosimov V., Goncharenko V., Ryvkin S., Rozhnov A., Lobanov I. Identikit of Modifiable Vehicles at Virtual Semantic Environment. Proceedings – 2017 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM 2017 and 2017 Intl Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics, ACEMP 2017 2. 2017. С. 905–910.
6. Rozhnov A.V., Lobanov I.A. Investigation of the joint semantic environment for heterogeneous robotics. Proceedings of 2017 10th International Conference Management of Large-Scale System Development, MLSD 2017 10. 2017. С. 8109678.
7. Ryvkin S., Rozhnov A., Lobanov I., Fateeva Y., Lychev A. Multiaspect modeling of infrastructure solutions at energy landscape as virtual semantic environment. Proceedings – 2017 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM 2017 and 2017 Intl Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics, ACEMP 2017 2. 2017. С. 935–940.

**Обеспечение безопасности информации  
с применением фрактального анализа сетевого трафика**

*Ракицкий Станислав Николаевич  
Данилова Елена Ивановна  
Ракицкий Дмитрий Станиславович*

В настоящее время борьба за обладание информацией, достижение и удержание информационного превосходства занимает значительное место в геополитической конкуренции стран. Такие характеристики информационного пространства, как трансграничность, открытость,

доступность и анонимность обусловили привлекательность информационной инфраструктуры для осуществления правонарушений в преступных и террористических целях. Противодействие данным видам угроз становится важной составляющей комплекса мер по обеспечению информационной безопасности, как на национальном, так и на глобальном уровне [1].

Следовательно, важной задачей по обеспечению информационной безопасности является выбор эффективных мер и средств защиты, которые должны предотвращать несанкционированный доступ. Добиться этого позволяют решения, обеспечивающие непрерывное пассивное наблюдение за сетевой активностью. Эти системы анализируют сетевой трафик и выделяют из него информацию о сетевых потоках [2].

На характеристики трафика влияют не только особенности организации сетевой структуры, но и различного рода аномалии, вызванные кибер-атаками на элементы системы или случайным поведением сигналов внутри сети.

В трафике присутствуют сильные всплески на фоне относительно низкого среднего уровня, что значительно увеличивает задержки и изменения задержки пакетов (джиттер) при прохождении фрактального (свойство самоподобного) трафика через сеть, даже в случаях, когда средняя интенсивность трафика намного ниже потенциально достижимой скорости передачи в канале.

Фрактальные процессы относятся к процессам с длинной памятью, что позволяет предсказать их будущее, зная относительно недавнее прошлое. Прогнозирование трафика важно при разработке алгоритмов работы сетей для повышения уровня защищенности и качества обслуживания [3,4].

Используя свойство самоподобия предлагается применять фрактальный анализ для обнаружения аномальных изменений сетевого трафика.

С помощью фрактального анализа, производится перехват всего входящего и исходящего трафика. В перехваченном трафике осуществляется поиск заголовков IP-пакетов, из которых извлекаются: объем IP-пакета, IP-адрес источника, IP-адрес назначения, дата и время получения IP-пакета.

Полученная информация сохраняется в базе данных сетевой статистики. На основе накопленных данных проводится прогнозирование объема сетевого трафика. Полученный прогноз сравнивается с реальными данными, поступающими с сетевого устройства. В случае их значительного расхождения делается вывод об обнаружении аномалии и принимается решение о необходимости применения управляющих воздействий [5, 6].

Данный подход позволит повысить безопасность информационно-телекоммуникационных систем с помощью набора свойств, которые могут быть представлены в фрактальном виде.

*Литература:*

1. Корсунский А.С., Лепешкин О.М. Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т. 3. № 1. С. 75–82.
2. Карпов А.В., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Шостак Р.К. Способ сетевого мониторинга объектов и систем связи В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 442–445.
3. Burlov V., Lepeshkin O. Modeling the process for controlling a road traffic safety system based on potentially active elements of space and time В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 94–96.
4. Архипкин А.С., Баландин А.Е., Бикеев С.И., Будко П.А., Бурлака А.И., Дуков И.А., Емелин Н.М., Жарков И.Д., Зайцев А.В., Захаров Е.Н., Карпов В.В., Князев В.В., Козлов М.С., Лепешкин О.М., Павловский И.С., Пирогов М.В., Радько С.А., Рожнов А.В., Савицкий А.С., Семенов А.В. и др. Язык схем радикалов: методы и алгоритмы Под ред. А.В. Чечкина и А.В. Рожнова. Москва, 2008. Сер. Библиотека журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение»
5. Бурлов В.Г., Лепешкин О.М., Кириллова Т.В. Методологический подход к оценке безопасности функционирования социальной и экономической системы управления региона Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 2 (2). С. 99–103.
6. Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Ракицкий С.Н., Разиков В.Н. Научно-исследовательская работа Санкт-Петербург, 2015.

**Разработка и исследование модели  
интегрированной системы обнаружения и  
распознавания летательных аппаратов**

**Груздев Алексей Иванович  
Гончаренко Владимир Иванович  
Филатов Владимир Иванович**

Исследование операций в современных условиях в целом и моделирование различного рода сценариев конфликтных ситуаций применения малогабаритных летательных аппаратов (МЛА) в частности во многих известных ныне из медиасферы случаях характеризуется единовременным применением высокоточных средств различного назначения и противодействия им. В зарубежной литературе имеется значительное количество работ, посвящённых всестороннему применению таких МЛА и подобных им комплексов воздушного базирования, к примеру, крылатых ракет, в том числе по защищенным объектам. При этом известные из печатных источников модели применения сил и средств ПВО и ПРО не позволяют в достаточной степени гарантировать защиту таких объектов с приемлемыми издержками. Одной

из основных причин данного разрешения актуального проблемного вопроса является, например, существенная сложность обнаружения низколетящих целей с дальних расстояний и возможные ограничения полноты при снижении эффективности покрытия в зонах защищаемых объектов радиолокационным полем. В связи с этим, предлагается новая модель интегрированной системы, включающей в себя ряд соответствующих сегментов. Проведено сравнение необходимых элементов научно-методического аппарата при совершенствовании смежных инструментальных средств и методов обобщённой проблемной области [1–11]. Данный проект интегрированной системы ориентирован на повышение эффективности моделирования обнаружения и распознавания воздушных объектов именно на дальних рубежах, что, в свою очередь, предположительно обеспечит более выигрышные во временном отношении условия принятия решений при всесторонней защите различного рода объектов в рассматриваемых сложных условиях.

*Литература:*

1. *Abrosimov V., Goncharenko V., Ryvkin S., Rozhnov A., Lobanov I.* Identikit of Modifiable Vehicles at Virtual Semantic Environment. Proceedings – 2017 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM 2017 and 2017 Intl Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics, ACEMP 2017 2. 2017. P. 905–910.
2. *Goncharenko V.I., Gorchenko L.D.* A method to maneuver aeroballistic missiles under Counteractions. Journal of Computer and Systems Sciences International. 2017. Т. 56. № 3. P. 505–518.
3. *Абросимов В.К., Гончаренко В.И.* Многоагентный подход к описанию сценариев воздушно-космической атаки. Вестник Московского авиационного института. 2013. Т. 20. № 2. С. 172–181.
4. *Лобанов И.А., Рожнов А.В.* Оценивание эффективности проблемно-ориентированной системы управления на ранних стадиях жизненного цикла комплекса ЛА с использованием модели Free Disposal Hull. В сборнике: Фундаментальные проблемы системной безопасности – материалы V Международной научной конференции. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2014. С. 377–379.
5. *Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Стратифицированная модель единого информационно-управляющего поля для формализации особенностей переключения режимов управления смешанными группами пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов. В сборнике: Устойчивость и колебания нелинейных систем управления (конференция Пятницкого). Материалы XIII Международной конференции. – М., 2016. С. 304–307.
6. *Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Лобанов И.А.* О новых средствах контрфактического прогнозирования и сопредельном потенциале информационно-аналитического обеспечения сложных систем. В сборнике: Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. – М.: Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России, 2017. С. 263–268.

7. *Абросимов В.К., Гончаренко В.И.* Мониторинг чрезвычайной ситуации группой разнотипных беспилотных летательных аппаратов. Научные технологии. 2016. Т. 17. № 9. С. 39–47.
8. *Сигов А.С., Нечаев В.В., Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Построение версий информационной инфраструктуры с опережением возникновения информационных потребностей управления. В книге: Десятая всероссийская мультikonференция по проблемам управления (МКПУ-2017). Материалы 10-й Всероссийской мультikonференции в 3-х томах. Ответственный редактор: И.А. Каляев. 2017. С. 112–115.
9. *Карпов В.В., Рожнов А.В., Шевцов С.Н.* О новых системах панорамного проецирования изображения и некоторых особенностях их применения. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение. Тезисы докладов. – М.: МГППУ, 2018. С. 399–400.
10. *Хохлачёв Е.Н., Рожнов А.В., Алешкевич А.А., Орлов Г.Ю., Залетдинов А.В.* Комплекс моделей систем физической защиты на основе многоуровневого описания сложных систем. Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2009. № 12. С. 62–69.
11. *Хохлачев Е.Н.* Оптимизация затрат при обеспечении живучести наземных объектов системы управления спутниками. Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2010. № 1 (3). С. 36–41.

## **Контроль доступа к информационным ресурсам на среде радикалов**

***Жбанова Виолетта Вячеславовна  
Прокончук Дмитрий Андреевич***

Работа с информационными ресурсами в электронном виде на сегодняшний день получила широкое распространение в Вооруженных Силах Российской Федерации. Вместе с этим расширился и электронный документооборот, что привело к угрозам безопасности информации ограниченного доступа.

Инструкцией по делопроизводству в Вооруженных Силах Российской Федерации определен порядок работы со служебными документами. В электронном виде файлы легко модифицируются и копируются, что создает предпосылки к несанкционированному доступу к служебной информации – основополагающему фактору нарушения безопасности [1].

Для предотвращения угроз несанкционированного доступа была разработана модель по защите информационных ресурсов ограниченного доступа в информационно-телекоммуникационных сетях военного назначения. Она определяет порядок, в соответствии с которым обеспечивается создание служебных документов и организуется работа с ними. Использование такой модели помогает устранить существующие уязвимости электронного делопроизводства, однако она не определяет правил хранения файлов и обмена информационными ресурсами между пользователями [5].

Модель контроля обмена информационными ресурсами решает указанную проблему и повышает уровень защищенности электронных документов от угроз безопасности, описывая порядок доступа к информационным ресурсам, размещенным на разных устройствах.

Для организации четкой архитектуры хранения файлов, реализации контроля и управления доступом к ним требуется атрибутирование электронных документов. Так, готовый документ, после присвоения ему атрибутов, обладает конкретными ограничениями касаясь доступа к нему и разрешенных операций с ним.

Атрибутами являются принадлежность к какой-либо группе, дата создания документа, его размер и другие. Одними из наиболее значимых признаков, определяющих разрешение на проведение операций с файлом, являются права доступа. Они дают пользователю возможность видеть файл и (или) изменять его[2].

Права доступа как атрибут могут иметь три несколько состояний. Первое: чтение и запись. Данное состояние устанавливает определенному пользователю право на чтение и изменение документа. Второе: только чтение, при котором изменение файла недопустимо. При установлении третьего состояния права на чтение и запись не предоставляются, то есть пользователь не сможет увидеть документ.

Непосредственный контроль за производимыми над документами операциями и их учет, а также задачи управления доступом возлагаются на субъект управления. В роли него может выступать программа, используемая для организации доступа к файлам с разных устройств. Субъект управления взаимодействует с базой данных, расположенной на сервере [3,4].

В основе разработанной модели лежит ролевая модель управления доступом реализованная на среде радикалов. В данном случае права раздаются как группам пользователей, так и каждому пользователю в отдельности по следующим этапам:

1. Построение структуры информационных ресурсов системы.
2. Определение набора процессов и процедур для формирования функциональных модулей, т.е. построение функционально-алгоритмической структуры системы.
3. Создание ролей, групп на основе функциональных обязанностей персонала и организационно-штатной структуры.
4. Назначение итоговых (ролевых и индивидуальных) прав доступа.

Эффективность системы разграничения доступа определяется способностью системы обеспечивать безопасный доступ пользователей к объектам, при сохранении множества доступов, необходимых пользователям системы для выполнения своих функциональных и должностных обязанностей.

На основе данных соображений введен коэффициент эффективности системы разграничения доступа  $KD$ , который равен отношению



разности максимальной и реальной потенциальных опасностей системы и разности максимальной и минимальной потенциальных опасностей системы [6]:

Потенциальная опасность системы в том случае будет максимальной, если каждый пользователь системы будет иметь доступ ко всем объектам системы. И будет минимальной, если каждый пользователь системы будет иметь доступ только к тем объектам, которые ему разрешены политикой безопасности.

Созданные предложения по построению модели решают проблему беспрепятственного обмена информацией между пользователями за счет присвоения каждому из них определенных прав доступа. Благодаря этому значительно возрастает безопасность информационных ресурсов в электронном виде, уменьшается вероятность несанкционированного доступа к служебным документам, способного повлечь утечку, изменение или утрату информации.

*Литература:*

1. Шостак Р.К., Лепешкин О.М. Актуальность развития сетевого контроля защищенности информационных систем В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность. 2017. – С. 190–192.
2. Лепешкин О.М., Лепешкин М.О., Бурлов В.Г. Синтез модели процесса управления техническими системами на основе теории радикалов В книге: Нейрокомпьютеры и их применение Тезисы докладов. Под редакцией А.И. Галушкина, А.В. Чечкина, Л.С. Куравского, С.Л. Артеменкова, Г.А. Юрьева, П.А. Мармалюка, А.В. Горбатова, С.Д. Кулика. 2016. – С. 18–21.
3. Корсунский А.С., Лепешкин О.М. Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т. 3. № 1. – С. 75–82.
4. Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Ракицкий С.Н., Разиков В.Н. Научно-исследовательская работа Санкт-Петербург, 2015.
5. Лепешкин О.М., Харечкин П.В. Анализ моделей разграничения доступа, реализованных в современных социотехнических системах Инфокоммуникационные технологии. 2008. Т. 6. № 2. – С. 91–93.
6. Архипкин А.С., Баландин А.Е., Бикеев С.И., Будко П.А., Бурлака А.И., Дуков И.А., Емелин Н.М., Жарков И.Д., Зайцев А.В., Захаров Е.Н., Карпов В.В., Князев В.В., Козлов М.С., Лепешкин О.М., Павловский И.С., Пирогов М.В., Радько С.А., Рожнов А.В., Савицкий А.С., Семенов А.В. и др. Язык схем радикалов: методы и алгоритмы Под ред. А.В. Чечкина и А.В. Рожнова. Москва, 2008. Сер. Библиотека журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение».

## **Вопросы повышения защищенности информационно-телекоммуникационной сети на основе интеллектуализации**

*Пермяков Александр Сергеевич  
Сташко Яна Сергеевна*

В современном мире жизнь в развитых и развивающихся государствах стала цифровой. Большинство граждан с помощью мобильных устройств либо дома имеют широкополосный доступ к сети Интернет. Коммерческие и государственные предприятия, муниципальные организации, правительство, образовательные и медицинские учреждения стремятся перейти к оказанию услуг в электронном виде. При этом передаваемая информация во многих случаях является конфиденциальной, носит финансовый характер, представляет собой коммерческую тайну, то есть должна быть надежно защищена.

В то же время, регулярные отчеты экспертов по информационной безопасности свидетельствуют о наличии уязвимостей в программном обеспечении коммуникационного и другого оборудования, подключенного к сети Интернет. Они позволяют злоумышленникам [1]:

- вызвать отказ в обслуживании;
- использовать устройства в своих интересах;
- повысить права доступа до привилегированных;
- модифицировать прошивки для включения зараженных устройств в ботнет;
- получить доступ к личным данным пользователя;
- получить доступ во внутреннюю сеть организации через интернет.

Как показывает практика, уязвимости обнаруживаются в программном обеспечении оборудования вне зависимости от его класса. То есть риску подвержены как пользователи бытовых устройств, так и глобальные ИТ-корпорации, предприятия промышленности, топливно-экономического и кредитно-финансового сектора, и др. [2–3].

Время реакции производителей оборудования после обнаружения уязвимостей до выпуска обновлений прошивок, снимающих возможность их эксплуатации злоумышленниками может составлять от одной-двух недель до нескольких месяцев. Таким образом, в течение достаточно продолжительного времени оборудование и внутренние сети пользователей и компаний остаются подверженными высокому риску вредоносного воздействия нарушителя.

Для минимизации возможного ущерба необходимо строить эшелонированную защиту, применять элементарные меры, повышающие безопасность (регулярная смена паролей, ограничение прав пользователей, использование лицензионного программного обеспечения и антивирусных средств, отказ от использования стандартных настроек и паролей в теле-

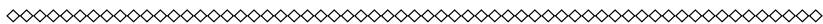
коммуникационном оборудовании, регулярное обновление программного обеспечения). Однако, вероятные воздействия на организацию в виртуальном пространстве могут затрагивать и реальные ресурсы [6, 7].

Предлагается способ повышения устойчивости и надежности функционирования современной цифровой инфраструктуры организации или предприятия путем повышения защищенности ее распределенной сети. Стандартные способы, основным из которых является использование виртуальных частных сетей не всегда справляются с данной задачей. Необходимо использование комплекса защитных мероприятий, резервирование линий привязки к сети Интернет, разработка уникальных решений [4–5]. Данный вопрос в эпоху роста числа угроз и преступлений в информационном пространстве является особенно актуальным и требует повышенного внимания.

*Литература:*

1. Мартынюк И.А., Пермяков А.С., Сорокин М.А. Осуществление конфиденциального информационного обмена. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 131–133.
2. Шостак Р.К., Лепешкин М.О., Шуравин А.С. Оценка защищенности узла связи сети передачи данных в условиях деструктивных программно-аппаратных воздействий на основе вероятностных характеристик выполнения регламента безопасности. В сборнике: Радиолокация, навигация, связь. Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения А.С.Попова. В 6-ти томах. 2019. С. 326–330.
3. Корсунский А.С., Лепешкин О.М. Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т. 3. № 1. С. 75–82.
4. Алисевич Е.А., Иванов Н.А., Иванов С.А., Краснов В.А., Стародубцев П.Ю., Стародубцев Ю.И. Способ защиты акустической речевой информации от сопутствующей передачи по оптическим линиям связи. Патент на изобретение RU 2609893, 07.02.2017. Заявка № 2015146580 от 28.10.2015.
5. Тесля С.П., Мартынюк И.А., Федорова С.В., Чоп А.А. Подход к обоснованию требований к средствам защиты информационно-телекоммуникационной сети. В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 172–173.
6. Рожнов А.В., Карпов В.В. Разработка предложений по созданию единых технологий с перспективными источниками энергии в космической отрасли / В сб.: Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2016. Труды Девятой международной конференции: в 2-х томах. – М.: ИПУ РАН, 2016. С. 150–154.
7. Шостак Р.К., Лепешкин О.М. Актуальность развития сетевого контроля защищенности информационных систем В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 190–192.

# ХАРАКТЕРИЗАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ



## **Проблема привлечения иностранных абитуриентов и сопровождение обучения в работе с иностранными студентами**

***Благушин Ростислав Федорович***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСИС)*

Проблема привлечения иностранных абитуриентов и сопровождение обучения в работе с иностранными студентами

На данный момент высшие учебные заведения по всему миру пытаются привлечь лучших студентов, в связи с чем растет спрос на получение высшего образования за границей. Среди абитуриентов возникает серьезная конкуренция за более доступные программы обучения, что отражается на устойчивом росте числа студентов, обучающихся за рубежом[1].

С ростом популярности международных образовательных программ понятие иностранных студентов трактовалось по-разному. Поэтому в 2015 году ЮНЕСКО, ОЭСД (Организация экономического сотрудничества и развития) и Евростат пришли к единому определению иностранных студентов[1]. По состоянию на декабрь 2019 в глоссарии ЮНЕСКО присутствует следующая запись: иностранные студенты – учащиеся, прибывшие в ту или иную страну с целью получения образования и обучающиеся за пределами страны происхождения[2].

Привлечение иностранных абитуриентов в высшее учебное заведение – это целый комплекс сложно прогнозируемых и взаимосвязанных факторов. Их необходимо изучать и оценивать с целью разработки эффективной политики предоставления образовательных услуг. Анализ практики ведущих вузов мира показывает, что для решения задачи повышения конкурентоспособности российских университетов в международном академическом сообществе необходимо создать целостную систему привлечения иностранных студентов, наиболее весомые параметры которой представлены ниже[3]:

- национальные факторы привлечения иностранных студентов;
- институциональная стратегия;
- институциональная нормативно-правовая база;
- структурно-функциональный дизайн привлечения иностранных студентов;
- методы (способы, инструменты) привлечения иностранных студентов;
- инфраструктура и сервисы поддержки.

Для комфортного обучения необходим индивидуальный подход к каждому студенту. В связи со стремительным развитием технологий увеличивается доступное количество средств, позволяющих формировать студентам важные теоретические и практические навыки. Для личного подхода можно использовать следующие подходы[4]:

Онлайн-курсы, которые позволяют за непродолжительный промежуток времени изучить необходимые разделы из предметной области;

Разработка и внедрение электронных информационно-образовательных сред для автоматизации процесса обучения;

Компьютерные симуляторы, виртуальные лаборатории, тренажеры, с помощью которых можно моделировать процессы реального мира[4].

Используя информационную платформу, можно сопровождать образовательный процесс студента, начиная с зачисления до выпуска из учебного заведения. С помощью интерактивного индивидуального календаря можно формировать личный график с отдельными предметами и расписанием. Путем интеграции календаря с образовательной платформой, которой смогут пользоваться также и преподаватели, университет получит целую выделенную экосистему, которая позволяет контролировать учебный процесс каждого студента.

Образовательная платформа университета способствует привлечению абитуриентов, поскольку с ее помощью каждый студент получает возможность:

- явно мониторить свои результаты в учебе;
- выбирать дополнительные курсы, с целью изучать то, что интересно;
- изучать дополнительные материалы в режиме online;
- вести диалог с преподавателем;
- сдавать online тесты, решать тренировочные варианты, с целью проверки усвоения материала.

При рассмотрении образовательной траектории, нельзя не упомянуть индивидуальный образовательный маршрут, который входит в состав программы обучения и определяется учеными как целенаправленно проектируемая дифференцированная образовательная программа, обеспечивающая учащемуся позиции субъекта выбора, разработки и реализации образовательной программы при осуществлении преподавателями педагогической поддержки его самоопределения и самореализации[5]. Индивидуальный образовательный маршрут зависит от стандартов образования, личностных возможностей обучающихся, а также образовательных потребностей.

Возвращаясь к индивидуальной траектории, следует учесть, что выделяют целых три направления реализации[6]:

Содержательное направление – создание индивидуальной образовательной траектории, предоставляя ученику возможность осваивать то

содержание образования и на том уровне, который в наибольшей степени отвечает его возможностям, потребностям и интересам.

Деятельностное направление – формирование индивидуальной образовательной траектории через современные педагогические технологии и информационные технологии (ИТ).

Процессуальное направление – организационные аспекты педагогического процесса.

Таким образом, индивидуальная образовательная траектория предусматривает наличие индивидуального образовательного маршрута (содержательный компонент), а также разработанный способ его реализации (технологии организации образовательного процесса). В данном случае – способом реализации индивидуального образовательного маршрута следует рассматривать информационную платформу.

*Литература:*

1. Миграционный портал [Электронный ресурс]. URL: <https://migrationdataportal.org/themes/international-students> дата обращения: 21.12.2019
2. Глоссарий ЮНЕСКО [Электронный ресурс]. <http://glossary.uis.unesco.org/glossary/en/home> дата обращения: 23.12.2019
3. Привлечение иностранных студентов в российские университеты. Практическое руководство : [монография] / Е.В. Вашурина, О.А. Вершинина, Ч.Ф. Газиева, Я.Ш. Евдокимова, А.А. Крылов, С.А. Мухамедиева, О.В. Павлова, Ф.А. Хайдаров. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 234 с Дата обращения 24.12.2019
4. *Lyamin A.V.* Creation of individual learning trajectories based on student's achievements and functional state analysis. Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics, 2018, vol. 18, no. 3, pp. 543–553 (in Russian). doi: 10.17586/2226–1494–2018–18–3-543–553 дата обращения: 25.12.2019
5. *Абанкина Т.В.* Развитие сети общеобразовательных учреждений в регионах: результаты реализации приоритетного национального проекта «Образование» в 2007–2008 гг./ Т.В. Абанкина //Вопросы образования. – 2009. – № 2. – С.5–17. (дата обращения: 20.01.2020).

### **Симуляционное обучение как элемент подготовки персонала шахт в области техники безопасности и охраны труда**

***Вавенков Михаил Валерьевич***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСис)*

На сегодняшний день срок обучения квалифицированного работника в области охраны труда составляет не менее 3–5 лет [1]. Первоначальное обучение проводится в профильных учебных комбинатах,

его длительность составляет от 3 до 6 месяцев. Следовательно, первые несколько лет работы шахтер не обладает достаточной квалификацией и опытом в области охраны труда. Поэтому, для повышения эффективности усвоения навыков целесообразно использовать симуляторы. Также, кроме уменьшения времени такие симуляторы дают новым сотрудникам большую уверенность в правильности выполнения тех или иных действий. Для обучения специалистов навыкам безопасности на шахтах необходим постоянный контакт преподавателя с обучающимся. Без применения симуляторов обучающимся доступна информация об устройстве шахты в виде чертежей, фотографий, либо при непосредственном её посещении.

Без использования симулятора обучение действиям при чрезвычайных ситуациях проходит лишь на теоретическом уровне, либо с применением натуральных моделей. При использовании симулятора обучающийся в удобное для него время получает доступ к реалистичной модели внутреннего устройства шахты, что представляет существенное преимущество для обучения в части повышения его эффективности. Так на рисунке 5 представлены различные способы усвоения материала [2].

Обучение на 3D-симуляторах относится к области имитации реальной деятельности и обладает высоким процентом усваиваемости, способностью ученика воспроизводить эти действия на практике.

Именно по этой причине ряд крупных компаний, работающих в сырьевых отраслях используют в процессе подготовки и обучения симуляционные технологии. Некоторые крупные российские угледобывающие компании ведут собственные разработки в области компьютерной визуализации шахт[3]. Кроме того, симуляционные технологии рассматриваются не только на корпоративном уровне, но и на уровне стратегий развития как отдельных регионов, так и стран в целом. Так в стратегии развития регионов, для которых сырьевая отрасль является основой экономики, делают упор на использование симуляторов-тренажеров в обучении персонала, квалификация которого является основой устойчивой работы предприятия[4]. Во многих ведущих угледобывающих странах также внедряются симуляционные технологии, в частности в Индии [5] и США[6].

#### *Литература:*

1. Интервью гендиректора «СУЭК-Кузбасса» Евгения Ютяева [Электр. ресурс] // СУЭК-Кузбасс начинает подготовку персонала с использованием 3D-тренажера «Виртуальная шахта» режим доступа Ссылка на статью – <http://www.interfax-russia.ru/Siberia/photo.asp?id=893271>, свободный, дата обращения – 15.12.19
2. JOURNAL ARTICLE, Edgar Dale: Professional. Robert W. Wagner Theory Into Practice
3. Сайт Компании Евраз [Электр. ресурс] // ЕВРАЗ запустил виртуальную шахту режим доступа Ссылка на статью – <http://rus.evraz.com/press/news/98512/>, свободный, дата обращения – 15.12.19.

4. О Стратегии социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа – Югры до 2030 года
5. Ministry of Coal, Government of India [Электр. ресурс] // Chapter 11 Annual report 2017–2018 режим доступа Ссылка на статью – [https://coal.nic.in/sites/upload\\_files/coal/files/coalupload/chap11AnnualReport1718en.pdf](https://coal.nic.in/sites/upload_files/coal/files/coalupload/chap11AnnualReport1718en.pdf), свободный, дата обращения – 16.12.19

**Проблемы автоматизации  
проектирования геометрических моделей  
шахт для симуляционного обучения технике  
безопасности в горно-добывающей промышленности**

***Бухлаева Александра Александровна***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСЦ)*

В современной промышленности значительное внимание уделяется вопросам обеспечения безопасности. В Российской Федерации охрана труда и здоровья человека, вовлеченного в рабочую деятельность на промышленных предприятиях, является актуальной проблемой. Каждый гражданин имеет право на труд в тех условиях, соответствующие действующему законодательству. Кроме того, право на труд и его безопасные условия гарантированы статьями 7 и 37 Конституции Российской Федерации[1].

В современных условиях 3D – модели потенциально опасных объектов, интегрируются в симуляторы, разрабатываемые в целях обучения персонала по различным аспектам обеспечения безопасности. Если рассматривать симуляторы горной промышленности, в такого вида симуляторах необходимо обеспечить приближение к реальным условиям, именно поэтому в симуляторе необходимо обеспечить реализацию цифровой модели реальной шахты.

Цифровое моделирование включает в себя трехмерное моделирование объектов реального мира. Цифровая модель объекта содержит координаты точек, которыми характеризуется объект. Пространственное цифровое моделирование применяется как для моделирования самих объектов, так и представления динамики этих объектов[2,3]. Основной характеристикой цифрового моделирования является измеримость. Рассматриваемый тип моделей входит в состав инструментария исследования реального мира. На данный момент цифровое моделирование также используется в науке, технике и инженерии и находит широкое применение в компьютерных играх[4]. Высокий уровень детализации такой модели позволит рассмотреть различные ситуации и определить каким именно должно быть безопасное поведение в в чрезвычайной ситуации.



Потребность в 3D-моделях реальных шахт велика, это связано с необходимостью обучения персонала, который будет работать в шахте. Таким образом, обучение с использованием конкретной шахты позволит ознакомиться с окружением, где в последующем предстоит осуществлять свою деятельность. Знакомое окружение оказывает положительное воздействие на скорость принятия решений, благодаря полученным знаниям и отработкам в виртуальном помещении. Также такие модели необходимы для наглядной демонстрации будущего места работы и ознакомления с особо опасными участками шахты студентов[5].

На данный момент инженер-проектировщик для проектирования реальной шахты значительное количество времени затрачивает на анализ чертежей и получение значений параметров, которые используются прежде всего для осуществления привязок, разработки составных частей, построение вектора шахты.

Разработка блоков шахты, которые далее будут соединены с помощью тоннелей между собой и будут образовывать конечную модель шахты, трудоемка. Разработка составных частей – трудоемкий процесс, который в свою очередь может быть выполнен неверно, что может привести к ошибкам и несоответствиям техническому заданию.

Программное обеспечение с внедрением автоматического построения 3D модели шахты по реальным координатам выработок позволит автоматизировать процесс построения модели шахты, также данное обеспечение предназначено для инженеров, занятых в горном деле для уменьшения затрат времени на разработку 3D – модели.

Программа обеспечивает возможность выполнения перечисленных ниже функций:

- построение модели шахты по координатам выработок;
- несколько режимов отображения:
- режим отображения вершин;
- режим отображения граней;
- перемещение по модели шахты, используя клавиатуру;
- поворот модели;
- экспорт полученной модели в формат obj для возможности дальнейшей интеграции.

Для разработки такого приложения используется свободная интегрированная среда разработки Netbeans IDE. Данная среда позволяет работать под управлением различных операционных системах, включая различные версии Windows и Linux. Также в NetBeans есть возможность использования компонентов библиотеки Swing для построения графического интерфейса пользователя.

#### *Литература:*

1. Гражданкин А.И., Печеркин А.С. Особенности обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации опасных производ-

- ственных объектов в современных условиях // Безопасность труда в промышленности. – 2007. – № . 4. – С. 22–26.
2. *Lobanov A.A.* Digital Simulation in the Geosciences // European researcher. Series A. – 2014. – № . 9–1. – С. 1611–1619.
  3. *Замышляев А.М.* Эволюция цифрового моделирования // Наука и технологии железных дорог. – 2017. – Т. 1. – № . 1. – С. 82–91.
  4. *Li Z., Zhu C., Gold C.* Digital terrain modeling: principles and methodology. – CRC press, 2004.

## **Разработка автоматизированной системы сбора персональных данных**

***Скрипниченко Виктор Андреевич***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСЦ)*

За последние годы базы данных стали неотъемлемой частью почти каждой информационной системы, что на сегодняшний день затронуло все аспекты человеческой жизни. Сфера услуг, строительство, социальные сети, транспортные системы, банковская сфера неразрывно связаны с базами данных, по причине того, что указанные отрасли тесно связаны с обработкой данных, которые в свою очередь продолжают увеличиваться. В связи с тем, что хранение и обработка данных являются важными задачами для многих сфер деятельности человека, возникла потребность во внедрении баз данных[1].

В настоящее время во многих сферах, для повышения эффективности работы и для выполнения новых задач, производится как частичная, так и комплексная автоматизация процессов в соответствующей деятельности. Особенно актуальной сегодня является регистрация пользователей в системе и загрузка их персональных данных. При использовании такого подхода для решения задачи автоматизированного сбора данных вся информация удобно собрана в одном месте, может быть отредактирована, отсортирована, добавлена новая информация о пользователе или вовсе удалена

Рассмотрим указанные проблемы на примере приёма иностранных студентов в магистратуру в НИТУ МИСЦ. На данный момент существует потребность в автоматизированном сборе данных при поступлении в магистратуру именно для иностранных абитуриентов, а также и дальнейшем отслеживанием их прогресса во время учебы. Связано это с различием условий поступления на русскоязычные и англоязычные магистерские программы. Для иностранных абитуриентов отличается пакет документов, требуемый для поступления в магистратуру, поэтому они не могут заполнить и отправить всю необходимую информацию через официальный сайт университета, как это делают другие абитуриенты. Как

правило, большинство иностранных студентов не имеют возможность посетить университет и получить всю необходимую информацию о поступлении лично, поэтому работа с потенциальными иностранными абитуриентами ведётся преимущественно в удалённом режиме.

В связи с рассмотренным ранее, представляется необходимым разработать сайт, на котором иностранные студенты самостоятельно получают всю необходимую информацию о перечне документов, которые требуются для поступления, загрузить их в личный кабинет и узнать информации о программе обучения, условиях поступления, занятий научной деятельностью и т.д.. Еще одной важной проблемой является связь абитуриента и представителя приёмной комиссии университета. В процессе заполнения информации у студента могут возникнуть вопросы, которые требуют оперативного ответа, что доказывает целесообразность чата для организации связи с сотрудниками приёмной комиссии[2].

Для проведения собеседования в удалённом режиме потребуется видеосвязь[3]. Практика организации собеседований показывает необходимость согласования времени собеседования абитуриентов, находящихся в разных часовых поясах, что обеспечивается на этапе записи на собеседование.

Целесообразность разработки сайта, функционал которого рассмотрен выше, обусловлен следующими факторами:

- отсутствие у университета современной системы сбора данных, ориентированной именно на иностранных абитуриентов, поступающих в магистратуру;
- значительный объём документооборота, который ведётся при поступлении:
- при каждом поиске информации сотрудник должен знать, куда сохранили все файлы, связанные с каждым абитуриентом;
- затраты времени на поиск необходимой информации о документах, которые следует отправить или уже были отправлены
- затраты времени на поиск всех документов абитуриента сотрудником, что снижает эффективность работы приёмной комиссии, а также вынуждает периодически задействовать в указанном процессе других сотрудников, которые занимаются вопросами приёмной кампании;

Всё вышеперечисленное ведёт к возникновению задержек и проблем в организации работы приёмной комиссии иностранных абитуриентов

Таким образом, представляется целесообразной разработка сайта, обеспечивающего автоматизированную организацию сбора данных и решающего задачи, связанные с загрузкой всех документов, связью с абитуриентом и также оперативный мониторинг статуса поступающего, с целью ускорения и упрощения процесса контроля поступающих в интересах экономии средств и времени.

*Литература:*

1. Системы баз данных. Полный курс. Гектор Гарсиа-Молина. 2004. 313 с.
2. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов. Дакетт Джон. 2019. 409 с.

**Особенности и целесообразность использования  
видеоконференцсвязи в процессе приема иностранных  
студентов в российские вузы**

***Ганеев Даниил Ильич***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСИС)*

Набор студентов является неотъемлемой частью функционирования любого учебного заведения. Приемные кампании в вузах проходят, как правило, один или два раза в год, однако работы по привлечению абитуриентов проводятся круглогодично, и взаимодействие между абитуриентом и учебным заведением осуществляется непрерывно.

Многие высшие учебные заведения также заинтересованы в привлечении и наборе иностранных студентов. Однако международные приемные кампании зачастую связаны с рядом трудностей. Так, например, в отличие от граждан страны, иностранные абитуриенты сильно ограничены в своих возможностях познакомиться с ВУЗом и наиболее эффективно преподнести свои преимущества перед другими кандидатами.

Для обеспечения честного и наиболее результативного процесса приема иностранных абитуриентов многие отечественные и зарубежные вузы склоняются к использованию видеоконференцсвязи для проведения онлайн-интервью с потенциальными студентами. Это неудивительно, так как видеоконференцсвязь представляет собой один из наиболее эффективных способов обратной связи, поскольку объединяет в себе высокую продуктивность прямого контакта с финансовой и временной экономичностью почтовой переписки или общения в социальных сетях.

На данный момент в большинстве образовательных учреждений используются уже готовые решения от сторонних производителей. Причинами этому, прежде всего, являются экономическая выгода и возможность быстрого внедрения. С другой стороны существующие решения зачастую не учитывают индивидуальных особенностей образовательных учреждений и являются неудобными в использовании. В связи с этим некоторым образовательным учреждениям целесообразнее разработать собственные решения по организации видеоконференцсвязи между абитуриентами и членами приемной кампании.

*Литература:*

1. Золочевская, Елена Юрьевна, Анастасия Васильевна Скидан, и Анна Михайловна Мельниченко. «Особенности привлечения иностранных студентов в российские вузы: региональный аспект.» Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС 1 (2019).

2. Money, Ryan, Mark Newman, and Jacob Hanson. «On-line interview processing» U.S. Patent Application 11/400,547, filed April 19, 2007.

## **Тензорные методы для построения измерительных устройств и систем**

***Куприянов Вячеслав Васильевич***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСЦ)*

Измерения представляют собой процесс получения данных, используемых далее для определения значений измеряемых физических величин. Эти значения и применяются для решения широкого назначения, например, делают заключения о характере наблюдаемого процесса, об эффективности параметров, используемых при управлении. По сути ищется информация о состоянии процессов, объектов. Но получение информации связано с характеристиками применяемых измерительных устройств (ИУ). Измерения являются лишь средством получения информации. Информация, а не измерения, является первичной характеристикой любого объекта, от математического до технического. Поэтому процесс измерений должен быть подчинён закону получения информации, а не наоборот.

Общую теорию ИУ и систем, состоящих из многих элементов, можно рассматривать на базе топологии. Наши представления о неизвестном состоянии, значениях неизвестных параметров всегда носят вероятностный характер. Это лишь те или иные приближения. Наноквантовый мир, определяющий своими законами все характеристики наблюдаемого макромира, определим только по вероятности. Вероятностная мера оценки ситуаций, процессов является единственной, которой в действительности мы пользуемся, сознавая это или нет, во всех наших оценках, измерениях реальности. Переходному процессу ИУ в топологической модели соответствует непрерывное преобразование. Тогда все ИУ и системы как математические объекты представляют собой группу непрерывных преобразований. Отсюда и формируется наиболее общая модель ИУ. Вводится рандомизация, сопоставляя каждому элементу в соответствие рандомизированное отображение в вероятностном пространстве, которое представлено тройкой, включающей пространство событий, заданное на нём поле и вероятностную меру. Приходим к рассмотрению рандомизированных групп Ли, представление которых задаётся алгеброй случайных процессов. При таком подходе удаётся получить определение информации как адекватное отображение полной матмодели ИУ, описываемой

рандомизированной группой Ли. В основе описания лежит аксиоматика топологической группы, использующая тензорные соотношения.

Полный ранг тензора группы Ли определяется размерностью пространства и может быть достаточно большим. Найдено, что основное условие существования и коммутативности группы Ли приводит к структурной композиции, кратной тензору второго ранга. Тензорное представление играет существенную роль в математическом моделировании ИУ, позволяя сводить обобщённое пространство к евклидову. Поэтому тензоры второго ранга являются фундаментальными тензорами. В рассматриваемых вопросах важно обеспечить при всех этих преобразованиях инвариантность фундаментального тензора. А для этого достаточно тождественного обращения символов Кристоффеля в нуль, что и было выполнено. Тензорные соотношения дают представления о структуре локальных рандомизированных групп Ли в канонических координатах. Согласно алгебре Ли получаем цепочку все усложняющихся локальных групп. Этому усложнению соответствует система тензоров всё более высокого ранга. Но, используя метод свертки тензоров, описание сложных групп можно свести к меньшему числу тензоров, в пределе к комбинациям из фундаментальных, т.е. структура группы будет кратна фундаментальному тензору. Такое представление не связано с потерей информации. Ясно, что более детальное описание, базирующееся в пределе на бесконечное дифференцирование, должно обеспечить и большее количество информации.

### **Развитие системного подхода в САПР струговых агрегатов и установок**

***Волкова Людмила Петровна***

***Панкрушин Петр Юрьевич***

***Костин Виталий Николаевич***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСИС)*

Продолжая разговор о совершенствовании оборудования для подземной выемки угля с перспективой в будущем обеспечения безлюдной выемки угля, следует подчеркнуть необходимость решать задачи автоматизации в рамках системного подхода, поскольку разработка САПР струговых агрегатов и установок велась поэтапно в течение длительного срока. В свою очередь при объединении фрагментов программного обеспечения в единую систему САПР с минимальной необходимостью их модификации также возникают проблемы,

о которых было сказано ранее. Для решения этих проблем была выбрана программная платформа .NET Framework, выпущенная компанией Microsoft в 2002 году. Платформа была разработана фирмой Microsoft именно в целях унификации программных разработок для разных устройств и сред. Важным обстоятельством при разработке САПР струговых агрегатов и установок являлось то, что на каждом этапе создавались новые версии, в которые добавлялись новые функции. Но в каждой ситуации главной задачей являлась задача объединения отдельных прикладных модулей в единую систему. В рамках системного подхода при создании САПР струговых агрегатов и установок выявляется самостоятельное направление, связанное с решением задач управления движением агрегата. Причем особые сложности связаны с движением в условиях непараллельности штреков.

В целом рассматривается область искусственного интеллекта в аспекте создания роботизированных установок для добычи угля в труднодоступных условиях. В то же время предусматривается вывод людей из зоны добычи угля, автоматизация процессов добычи угля и интеллектуализация процессов управления добычным агрегатом. В частности, рассматривается применение нейронных сетей для оценки положения агрегата относительно штреков на основе анализа сигналов эхолокации. Необходимо также следить за положением агрегата относительно штрека, чтобы поддерживать непрерывность процесса добычи угля. В связи с проблемой подземной добычи угля без постоянного присутствия людей в рабочем пространстве рассматриваются и анализируются задачи автоматизации технологических операций. В частности, для достижения большей маневренности агрегата необходимо контролировать степень изгиба его основания и угол поворота боковых сторон относительно штреков. При создании условий для безлюдной добычи угля в целом необходим информационный интеллектуальный контроль всех каналов связи объектов управления с окружающей средой. Угледобывающий комплекс на основе такого агрегата в сочетании с автоматизированным креплением позволяет роботизировать операции по добыче угля в шахте, когда они жестко объединены во времени. На этом уровне коммуникаций создаются условия для автоматизации всего процесса добычи угля. В этом случае основание базы агрегата перемещается вперед, но имеет значительную длину вдоль лавы. Поскольку основание фронтального агрегата состоит из секций, соединенных между собой, необходимо согласовывать его элементы и движение всего агрегата в плоскости угольного пласта. Система управления движением агрегата состоит из трех функциональных элементов: системы управления в плоскости пласта, системы управления пластовой гипсометрией и системы

управления мощностью. Создание таких комплексов предполагает полную автоматизацию других технологических и транспортных операций на шахте. Ситуация усложняется, если управление агрегатом должно учитывать непараллельность штреков и возникновение других нестандартных ситуаций. При моделировании такой сложной технической системы целесообразно проводить ее разложение на более простые подсистемы в соответствии с решаемой конкретной задачей управления. При этом рассмотрена возможность использования нейронных сетей в канале управления, которые используются для преобразования сигнала обратной связи от датчиков положения агрегата относительно штреков при подземной добыче угля. Кроме того, в процессе перемещения базы агрегата на забой из-за различных возмущающих воздействий происходит нарушение ее прямолинейности. Это приводит к изменению угла между базовыми секциями, что является информацией о состоянии базы, а также сигналом для восстановления ее прямолинейности. Этот сигнал специально сформирован для гидравлической системы подвижных опорных секций с целью восстановления прямолинейности основания в этой области. Подсистема управления базой агрегата в плоскости пласта в структуре агрегата является одним из функциональных элементов системы перемещения агрегата вдоль плоскости пласта и связи между базой агрегата и крепью.

Рассматривая совместно задачи проектирования и управления таким агрегатом, можно увидеть возможности дальнейшей роботизации процесса выемки угля и интеллектуализации управления этим процессом в различных режимах работы, а также при создании сложных ситуаций и опасных режимов работы.

*Литература:*

1. Волкова Л.П., Костин В.Н., Панкрушин П.Ю. Развитие САПР струговых агрегатов и установок в аспекте создания роботизированных комплексов для безлюдной выемки угля. – XVI Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М: МГППУ, 2018. ( НКП-2018, секция «Бионика и робототехника», с. 289–291).
2. Панкрушин П.Ю., Волкова Л.П., Костин В.Н. Концепция объединенного подхода в разработке программного обеспечения для САПР струговых агрегатов и установок. XVI Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М: МГППУ, 2018. ( НКП-2018, секция «Характеризационный анализ», с. 310–312).
3. Волкова Л.П., Костин В.Н., Панкрушин П.Ю. Моделирование режимов работы струговых агрегатов и установок в САПР // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГТУ, 2015, № 1. С. 251–256.



4. *Костин В.Н., Волкова Л.П.* Этапы разработки САПР струговых агрегатов и установок // XVII Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М: МГППУ, 2019. ( НКП-2019, секция «Характеризационный анализ», С. 405–407).
5. *Панкрушин П.Ю.* Особенности структуры программного обеспечения САПР струговых агрегатов и установок // XVII Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М: МГППУ, 2019. ( НКП-2019, секция «Бионика и робототехника», с. 390–392).
6. *Волкова Л.П., Панкрушин П.Ю., Тарасов А.А.* Проблемы роботизации безлюдной добычи угля // XVII Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М: МГППУ, 2019. ( НКП-2019, секция «Бионика и робототехника», С. 340–343).
7. *Панкрушин П.Ю.* Разработка программы расчета параметров при управлении фронтальным струговым агрегатом в плоскости пласта. М.:МГТУ, № 6 (отдельный выпуск), 2011. «Горный информационно-аналитический бюллетень. Информатизация и управления». 2011, № ОВ6. С.552–566.

## **Разработка программы-слайсера для гелевого 3D-принтера**

***Амнинов Олег Вячеславович***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСЦ)*

Аддитивные технологии являются востребованными и перспективными по причине многих преимуществ над традиционными методами производства (литье, фрезеровка, штамповка, резка и т.д.), таких как: быстрый производственный цикл, малое количество отходов, относительно простая кастомизация (параметризация), доступность, высокая сложность продуктов, быстрое прототипирование, разнообразие материалов. Рассмотренные ранее преимущества способствовали широкому распространению 3D-печати в различных областях народного хозяйства, таких как: архитектура, дизайн и реклама, литейное производство, образование, потребительские товары, промышленность, медицина и т.д.

Группа Self-Assembly Lab, Christophe Guberan и компании Steelcase разработали новую технологию 3D-печати – Rapid Liquid Printing, при которой сопло свободно и быстро движется в любом направлении, «присая» в гелевой массе линии разной толщины. Гель необходим, чтобы поддерживать объект, пока он не будет полностью напечатан.

В ходе данной работы разрабатывается автоматизированная система, предоставляющая возможность импортировать 3D-модели, форми-

ровать необходимую информацию для построения реального объекта по технологии Rapid Liquid Printing и визуализировать работу гелевого 3D-принтера, используя воксельное моделирование. Основная задача данной системы – формирование данных для гелевого 3D-принтера на основе импортированной модели формата .obj, таких как:

Траектория движения сопла, состоящая из функций перемещения, сформированных на основе координат импортируемой модели;

Количество материала, подаваемого через сопло также будет вычислено на основе координат импортируемой модели;

Для визуализации работы гелевого 3D-принтера будет использовано воксельное моделирование, преимуществом которого является высокая производительность при высоком уровне детализации и будут смоделированы: прозрачная ванна, полупрозрачный гель, находящийся в ванне, механизм гелевого 3D-принтера и материал, используемый 3D-принтером для построения импортированной модели.

*Литература:*

1. *Баева Л.С., Маринин А.А.* Современные технологии аддитивного изготовления объектов // Вестник Мурманского государственного технического университета. – 2014. – Т. 17. – № 1.
2. *Мальцева О.В.* Развитие мирового рынка 3D-принтеров // Российский внешнеэкономический вестник. – 2018. – № 9.
3. *Прошин А.А.* и др. Области применения 3D принтеров // Сборник: Робототехника и системный анализ. Пенза. – 2015. – С. 95–105.

### **Фотосканирующее устройство для дифференциального экспресс-контроля качества солнечных элементов**

***Маняхин Федор Иванович  
Левченко Роман Васильевич  
Мокрецова Людмила Олеговна***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСИС)*

Экспресс-контроль точечной (дифференциальной) эффективности солнечных элементов (СЭ) по их площади на стадии технологического процесса производства солнечных батарей позволяет сократить потери выхода годных изделий.

С этой целью в рамках проекта «5–100» было разработано фотосканирующее устройство на базе персонального компьютера (ПК), который служит для излучения светового пятна, создаваемое на мониторе ПК засвечивает малые области СЭ, наложенного чувствительной поверхностью на экран. Сигнал фотоответа записывается в прямоуголь-

ную матрицу, формируемую в памяти ПК. Управление процессом фотосканирования ведется контроллером Arduino Uno R3 на базе микроконтроллера ATmega328.

Характеристики:

- Микроконтроллер ATmega328;
- Напряжение питания 5В;
- Входное напряжение (рекомендуемое) 7–12В;
- Входное напряжение (предельное) 6–20В;
- Цифровой ввод-вывод 14 линии (6 поддерживают ШИМ);
- Аналоговый ввод 8 линий;
- Постоянный ток на линиях ввода-вывода 40мА;
- Постоянный ток на линии 3.3В 50мА;
- Flash-память 32KB, 2 KB из них использованы для загрузчика;
- SRAM-память 2KB;
- EEPROM-память 1KB;
- Тактовая частота 16МГц.

Подача 5 В напрямую на пин 5V. В этом случае обходится стороной входной стабилизатор и даже малейшее превышение напряжения может привести к поломке устройства.

Контроллер подключается к ПК через COM-порт кабелем USB-AB 2.0.

Управление аппаратными средствами происходит с применением программного обеспечения, которое может быть установлено на ПК с операционными системами Windows XP, Windows 7, 8 и 10. Сбор данных о локальной эффективности СЭ происходит при взаимодействии аппаратных средств с СЭ. Обработка и хранение данных происходит программно. В конце цикла тестирования СЭ дифференциальная эффективность СЭ визуализируется на мониторе в области информации.

## **Инварианты двойственных сетей**

***Петров Андрей Евгеньевич***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИИСиС)*

Двойственность является естественным свойством пространства-структуры, которое связано с понятием направления, ориентации. Если задано одно направление, то оно должно дополняться и противоположным направлением. Для двух двойственных сетей при изменении связей ветвей все измерения пространства-структуры сохраняются и остаются доступными для анализа. Увеличение числа базисных замкнутых путей в одной сети приводит к уменьшению числа базисных замкнутых путей в двойственной сети, но их сумма постоянна. При этом одновременно обратные изменения происходят с разомкнутыми путями.

Двойственные сети связывают метрику и структуру, при этом:

- Замкнутому пути в данной сети соответствует разомкнутый путь в двойственной сети;
- Разомкнутому пути в данной сети соответствует замкнутый путь в двойственной сети.

Инварианту двойственности при изменении структуры соответствует закон постоянства суммы мощностей в двойственных электрических цепях.

Пусть в сети не меняются ветви, а меняется только структура их соединения. Существуют инварианты, т.е. величины, которые остаются постоянными при любом соединении ветвей двойственных сетей:

1. постоянно и одинаково количество ветвей в каждой сети  $n = n = \text{const}$ ;
2. постоянна сумма независимых контуров в двух сетях:  $m + m = n = \text{const}$ ;
3. постоянна сумма независимых разомкнутых путей в двух сетях:  $j + j = n = \text{const}$ ;
4. постоянно полное число узлов в двух сетях:  $J + J = n + 2s = \text{const}$ ;
5. постоянна сумма модулей степеней узлов в двух сетях, которая определяет ориентацию ветвей относительно узлов.

первый инвариант показывает, что размерность полного пространства сети постоянна, т.е. число элементов-ветвей не меняется. меняется только размерность подпространств замкнутых и разомкнутых путей при разделении или соединении узлов. инварианты два и три показывают, что в двух двойственных сетях сумма размерностей подпространств замкнутых путей, и разомкнутых путей, постоянна при изменениях структуры, хотя в каждой из сетей эти размерности меняются. четвертый инвариант: в двух сетях постоянно суммарное число узлов, определяющих структуру сетей. пятый инвариант: ориентации в двойственных сетях дополняют друг друга, и каждая ветвь имеет обе своих возможных ориентации.

Наиболее важным является инвариант двойственности при изменении структуры сетей. Это фундаментальное свойство связывает метрические тензоры замкнутых и разомкнутых путей в сети и двойственной сети.

Инвариант двойственности состоит в том, что при изменениях структуры постоянна сумма метрических тензоров в двух двойственных сетях, и эта сумма равна метрическому тензору простейшей сети, состоящей из свободных ветвей. Для единичной метрики, т.е. когда веса ветвей равны единицам,  $Z = Y = I$  (здесь  $I$  – единичная матрица), инвариант двойственности имеет простое выражение/

Инвариант двойственности является свойством пространства структуры. Это отличает его от свойств непрерывного пространства, таких как однородность и изотропия. Инвариант двойственности проявляется в физике как постоянство суммы рассеиваемых мощностей в двух двойственных электрических сетях при любом изменении структуры соеди-

нения их ветвей, которая равна мощности в простейшей сети из отдельных ветвей. Он позволяет перейти от известного решения для одной структуры к решению для любой другой структуры (соединении, разъединении, разделении на части или соединении из частей целого). Инвариант двойственности связывает процессы и структуру в сетях, сетевых моделях сложных систем в их взаимодействии и взаимном изменении.

В физике данный инвариант представляет собой постоянство суммы рассеиваемых мощностей в двух двойственных сетях при изменении их структуры. Т.е. инварианту двойственности соответствует закон сохранения потока энергии.

### **Технический и человеческий фактор в проведении характеризационного анализа**

*Грacheв Михаил Иванович*

*Санкт-Петербургский университет МВД России*

Характеризационный анализ об исследуемом объекте включает в себя сбор материала с помощью технических средств (компьютера, аппаратно-программного комплекса и других устройств) и(или) при помощи использования человеческого ресурса (одного или группы людей), а также последующего анализа полученного материала для получения описательной части исследуемого объекта. Конечно же совокупность использования технических средств и человеческого ресурса имеет приоритетное значение для проведения более точного анализа по получаемым характеристикам.

Полученный материал об исследуемом объекте, как и в случае его сбора, также может анализироваться с помощью задействования технических аппаратных устройств так и с помощью отдельных людей или групп людей.

Технические средства, такие как компьютеры ускоряют процесс обработки и последующего анализа исследуемого объекта, что не мало важно, так как они помогают экономить время и в последующем перераспределять его на выполнение других задач [1,2].

Для человека в отдельности или группы людей задействованной для выполнения определенных задач необходима соответствующая квалификация или подготовка в области проводимых исследований, так как данный фактор будет иметь такой же положительный эффект при выполнении требуемых работ и также экономить время. Причем подготовка или переподготовка кадров может проводиться многоступенчато, то есть в несколько этапов, в зависимости от сложности решения задач сейчас или в последующем [3–5].

Для технической составляющей необходимо подобрать оптимальное как программное обеспечение, так и внутренние составляющие, для

более полной проводимой работы так и более быстрого нахождения необходимой информации [6,7].

Для решения описанной выше проблематики и более быстрого решения поставленных вопросов необходимо выработать правильно построенную модель адекватную ситуации, причем модель выполняющую свою функцию в поле стандартных (не отклоняющихся от стандартного протокола) данных и в поле не стандартных данных с динамически развивающимися событиями данных выходящих за стандартные протоколы и требующие принятия корректировок (регулирования) [8–10].

#### *Литература:*

1. *Burlov V., Grachev M.* Development of a mathematical model of traffic safety management with account for opportunities of web technologies. В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 97–105.
2. *Грачев М.И., Бурлов В.Г.* Аналитическо-динамическая модель управленческого решения в социально-экономических системах на примере руководителя учебного заведения высшего образования. Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2019. Т. 13. № 10. С. 27–34.
3. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Примакин А.И.* Многоуровневый подход в подготовке и переподготовке кадров в сфере безопасности информационных технологий. В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность сборник научных трудов. Санкт-Петербургское Общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления. 2017. С. 185–189.
4. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Примакин А.И.* О необходимости подготовки и переподготовки квалифицированных кадров в сфере безопасности информационных технологий. В сборнике: Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2017) Материалы конференции. 2017. С. 470–472.
5. *Воронич В.В., Грачев М.И., Локнов А.И., Примакин А.И.* Подготовка и переподготовка кадров в области информационной безопасности для правоохранительных органов. В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность Сборник трудов. Санкт-Петербургское общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления. 2016. С. 80–84.
6. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Примакин А.И.* Внедрение информационных технологий в процесс обучения как необходимость. В сборнике: Региональная информатика «РИ-2018» материалы конференции. 2018. С. 360–361.
7. *Бурлов В.Г., Грачев М.И.* Информационные технологии как необходимость в образовательных организациях высшего образования. В сборнике: Региональная информатика «РИ-2018» материалы конференции. 2018. С. 358–360.
8. *Бурлов В.Г., Андреев А.В., Гомазов Ф.А., Грачев М.И.* Модель решения руководителя отвечающего за распределение транспортных потоков с учетом web-технологий. В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2018). Материалы одиннадцатой

- международной конференции. В 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2018. С. 41–43.
9. Бурлов В.Г., Грачев М.И., Петров С.В. Управленческие решения и квалификация руководителя при управлении транспортным потоком. В сборнике: МАГИСТРАТУРА – АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ материалы III Всероссийской межвузовской конференции: в 2 частях. 2018. С. 19–23.
  10. Бурлов В.Г., Грачев М.И. Модель управления транспортными системами, учитывающей возможности инноваций. Техничко-технологические проблемы сервиса. 2017. № 4 (42). С. 34–38.

### **Построение защищенных информационно-измерительных систем для научных исследований и промышленного использования**

***Моргачев Константин Владимирович***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСЦ)*

Во многих областях деятельности внедрение новых технологий и автоматизация процессов позволили увеличить производительность и достичь новых качественных показателей. Эти процессы особенно характерны в области промышленного производства и научных исследований. При этом все большая автоматизация приводит к накоплению все большего объема данных. Их объем стал столь значительным, что их накопление осуществлялось ради накопления, так как на проведение анализа полученных результатов не хватало не материальных, не трудовых ресурсов.

Их обработка «на лету», получение результатов и их анализ в реальном времени стали новыми вызовами. В области разработки информационно-измерительных систем как в промышленном, так и научном направлениях решением этих проблем стало применение распределенных программно-аппаратных комплексов, которые не только автономно способны произвести измерение тех или иных параметров, но и осуществить их обработку, частичный анализ полученных данных и выдать на более высокий уровень не «сырые» результаты, а обработанные значения. Такие автономные модули могут также обмениваться полученными результатами друг с другом в рамках концепции промышленного интернета вещей, включая таким образом в анализ данных не только измеренные значения, но и данные полученные с иных модулей.

Другим важным требованием к подобным системам является их информационная безопасность, возможность предотвращения к ним несанкционированного доступа и защита от изменений или искажений метрологически важных результатов. Что при этом все же не исключает

возможность удаленного доступа к подобным системам как в режиме просмотра результатов измерений, так и в режиме управления.

Так же необходимо отметить необходимость сближения или даже соединения в одном модуле как чувствительного элемента, сенсора, так и устройства оцифровки полученного сигнала с целью улучшения метрологических характеристик полученного решения, а также оптимизации материальных и трудовых затрат необходимых на его производство и обслуживание.

### **Взаимодействие как фактор получения больших характеристик об объекте управления**

***Грacheв Михаил Иванович***

*Санкт-Петербургский университет МВД России*

***Бурлов Вячеслав Георгиевич***

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)*

Вопросы сбора, накопления и использования информации во все времена являлись актуальными, так как позволяют лицу принимающему решения (далее ЛПР) производить более полный характеризационный анализ объекта управления и принимать соответствующие управленческие решения по дальнейшей тактике действий [1,2].

Взаимодействие созданный на базе Санкт-Петербургского университета МВД России учебных полигонов, таких как: мониторинговый центр и ситуационный центр состоящие из программно-аппаратного комплекса и включающие в себя средства мультимедийной взаимодействия (аудио и видео связь), а также систему отображения получаемой информации (экран, дисплейные терминалы, интерактивную панель); систему сбора, анализа и хранения информации, является одним из таких нововведений использующихся в учебном процессе по выработки навыков управленческих решений в различных ситуациях на основе полученных данных посредством технических средств.

Получение, обработка и выработка правильного управленческого решения является одним из этапов многоуровневого обучения, так как развитие информационных технологий позволяет производить более тщательный сбор информации [3–8].

Использование технических возможностей ситуационного и мониторингового центров позволяет изменять систему обучения под современные требования образовательных стандартов, проводить учебные занятия по обобщению полученной информации обучающимися в соответствии с ними разработанных учебных программ и методик по дисциплинам обучения, а также смежных кафедр позволяющих комплексно решать задачи по улучшению качества практических занятий



и обучаемости студентов образовательных организаций. Дополнительно получаемая информация от аппаратно-программных комплексов позволяет корректировать управленческие решения в складывающейся обстановке и соответственно вырабатывать более правильные направления действий [9–11].

Проведение различных учений и практических занятий позволяют обучаемым получать опыт по выработке управленческих решений в соответствующей обстановке, что в последующем имеет положительный эффект в последующей практической деятельности. Выработка управленческих качеств на основе полученных характеристик от объекта управления позволяет более быстро принять правильное управленческое решение и нейтрализовать возникшую угрозу в более кратчайшие сроки. Известно, что только время является не восполняемым ресурсом [12–17].

Умение работать с большим объемом информации и отработка тактики управления в лице ЛПР позволяет тренировать управленческие качества лидера. Работа с современными инновационными техническими средствами внедряемых в повседневную деятельность человечества приводит к необходимости постоянного самосовершенствоваться [7,11,13,17].

Проведя анализ выше сказанного необходимо отметить, что умение ЛПР ориентироваться в большом объеме информационного потока получаемого путем взаимодействия (как пример указанных мониторингового и ситуационного центров) играет первостепенную роль в принятии управленческих решений по проведенному характеристизационному анализу.

#### *Литература:*

1. *Грачев М.И.* Система управления вузом как сложная социально-экономическая система. В книге: *Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов.* 2019. С. 461-А.
2. *Грачев М.И., Бурлов В.Г.* Мониторинговые центры как помощники в управлении сложными системами. В книге: *Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов.* 2019. С. 449-А.
3. *Грачев М.И.* Управленческие решения в сложных системах. В книге: *Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов.* 2019. С. 463–464.
4. *Грачев М.И., Бурлов В.Г.* Аналитическо-динамическая модель управленческого решения в социально-экономических системах на примере руководителя учебного заведения высшего образования. Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2019. Т. 13. № 10. С. 27–34.
5. *Бурлов В.Г., Грачев М.И.* Информационные технологии как необходимость в образовательных организациях высшего образования. В сборнике: *Региональная информатика «РИ-2018» материалы конференции.* 2018. С. 358–360.
6. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Примакин А.И.* Внедрение информационных технологий в процесс обучения как необходимость. В сборни-

- ке: Региональная информатика «РИ-2018» материалы конференции. 2018. С. 360–361.
7. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Петров С.В.* Управленческие решения и квалификация руководителя при управлении транспортным потоком. В сборнике: МАГИСТРАТУРА – АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ материалы III Всероссийской межвузовской конференции: в 2 частях. 2018. С. 19–23.
  8. *Бурлов В.Г., Андреев А.В., Гомазов Ф.А., Грачев М.И.* Модель решения руководителя отвечающего за распределение транспортных потоков с учетом web-технологий. В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2018). Материалы одиннадцатой международной конференции. В 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2018. С. 41–43.
  9. *Воронич В.В., Грачев М.И., Локнов А.И., Примакин А.И.* Подготовка и переподготовка кадров в области информационной безопасности для правоохранительных органов. В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность Сборник трудов. Санкт-Петербургское общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления. 2016. С. 80–84.
  10. *Бурлов В.Г., Грачев М.И.* Модель управления транспортными системами, учитывающей возможности инноваций. Техничко-технологические проблемы сервиса. 2017. № 4 (42). С. 34–38.
  11. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Петров С.В.* Web-технологии и модель принятия управленческих решений специалиста по организации и управлению дорожным движением. В сборнике: МАГИСТРАТУРА – АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ материалы II Всероссийской межвузовской конференции: в 2 частях. 2017. С. 30–34.
  12. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Примакин А.И.* Многоуровневый подход в подготовке и переподготовке кадров в сфере безопасности информационных технологий. В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность сборник научных трудов. Санкт-Петербургское Общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления. 2017. С. 185–189.
  13. *Burlov V., Grachev M.* Development of a mathematical model of traffic safety management with account for opportunities of web technologies. В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 97–105.
  14. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Примакин А.И.* О необходимости подготовки и переподготовки квалифицированных кадров в сфере безопасности информационных технологий. В сборнике: Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2017) Материалы конференции. 2017. С. 470–472.
  15. *Burlov V.G., Grachev M.I., Shlygina N.S.* Adoption of management decisions in the context of the uncertainty of the emergence of threats. В сборнике: PROCEEDINGS OF 2017 XX IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFT COMPUTING AND MEASUREMENTS (SCM) 2017. С. 107–108.
  16. *Андреев А.В., Гомазов Ф.А., Грачев М.И.* Методуправления социально-экономическими системами в условиях неопределенности. Между-

народная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2018. Т. 1. С. 405–408.

17. *Burlov V.G., Grachev M.I.* Model of making managerial decisions in the modeling of traffic flow taking into account web technologies. В сборнике: IX МОСКОВСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ОПЕРАЦИЙ (ORM2018) Труды. 2018. С. 510–512.

## **Ситуационный центр как помощник в принятии управленческих решений**

***Грачев Михаил Иванович***

***Беженцев Александр Анатольевич***

*Санкт-Петербургский университет МВД России*

***Бурлов Вячеслав Георгиевич***

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Система образования как составная часть социальной и экономической системы претерпевает изменения с внедрением инновационных технологий. В процессе обучения происходят изменения методов и способов доведения информации, путем использования достижений современной науки и техники [1,2].

Инновационные программы и аппаратные комплексы внедряются в процесс обучения как отдельно, так и комплексно включающие в себя средства мультимедийной коммуникации (конференцсвязь, видеоконференцсвязь); систему визуализации информации (экран, дисплейные терминалы, интерактивную панель); систему сбора, анализа и хранения информации, данная сложная система позволяет получать большой объем информации об исследуемом объекте, что в последующем позволяет произвести характеристизационный анализ данного объекта [3–4].

Внешне направленные возможности учебного полигона «ситуационный центр» дают возможность сформировать модель принятия управленческого решения, произвести характеристизационный анализ, научить обучаемых работать с большим объемом входящей информации, что уже создает положительный эффект многоуровневого обучения. Рассмотрение различных ситуаций и их разбор в ситуационном центре позволяет произвести характеристизационный анализ и применить свои знания в принятии управленческого решения направленного, например на устранение возникшей сложной ситуации. А так же произвести взаимодействие с мониторинговым центром для получения дополнительно необходимой информации. Подобная система обеспечивает сбор актуальной информации о состоянии общественного порядка и безопасности на территории района в режиме реального времени, ее мониторинг,

анализ и прогнозирование, упрощает подготовку аналитических материалов, моделирование сценариев событий [5].

Характеризационный анализ может служить для оценки полученной информации с юридической точки зрения. Прием сообщений, анализ обстановки на объектах оснащённый средствами коммуникаций, оперативного сбор и обработки данных, независимо от причины его возникновения и источника информации позволяет более детально разобрать возникшую ситуацию [6].

В Санкт-Петербургском университете МВД России(далее университет) создан и успешно эксплуатируется целый комплекс технических средств, аппаратно-программных комплексов, автоматизированных систем управления, предназначенных для обучения курсантов (слушателей) решению задачи обеспечения безопасности и профилактики правонарушений, предупреждения, пресечения и ликвидации кризисных ситуаций криминогенного, террористического, природного и техногенного характера, антитеррористической и против криминальной защиты, обеспечения правопорядка.

Данный ситуационный комплекс позволяет решать следующие задачи:

- осуществлять непрерывный мониторинг состояния территории;
- использованием системы видеонаблюдения;
- прогнозировать тенденции развития различных криминогенных ситуаций и разрабатывать предложения по устранению возникающих угроз безопасности;
- вырабатывать управленческие решения направленные на устранение возникающей угрозы;
- научиться использовать в повседневной жизнедеятельности инновационные программные и аппаратные комплексы;
- получить реальное представление об организации дорожного движения в условиях мегаполиса;
- приобрести навыки распределения транспортных потоков в условиях повседневной деятельности органов внутренних дел;
- научиться оперативно реагировать на поступающую информацию об авариях, катастрофах, а также факторах, угрожающих безопасности граждан;
- научиться принимать оперативные решения, направленные на максимальное обеспечение безопасности личности, организации дорожного движения в условиях крупных аварий и катастроф;
- приобрести навыки организации дорожного движения в районе/городе в условиях проведения крупных массовых мероприятий и специальных операций [7–15].

Таким образом, применение учебного полигона как ситуационный центр позволяет продолжить работу в области совершенствования навыков обучаемых по характеризационному анализу и выработки пра-

вильно построенной модели управленческого решения направленного на достижение цели управления, то есть на результат [16,17].

*Литература:*

1. *Грачев М.И.* Система управления вузом как сложная социально-экономическая система. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 461-А.
2. *Грачев М.И., Бурлов В.Г.* Аналитическо-динамическая модель управленческого решения в социально-экономических системах на примере руководителя учебного заведения высшего образования. Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2019. Т. 13. № 10. С. 27–34.
3. *Бурлов В.Г., Грачев М.И.* Информационные технологии как необходимость в образовательных организациях высшего образования. В сборнике: Региональная информатика «РИ-2018» материалы конференции. 2018. С. 358–360.
4. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Примакин А.И.* Многоуровневый подход в подготовке и переподготовке кадров в сфере безопасности информационных технологий. В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность сборник научных трудов. Санкт-Петербургское Общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления. 2017. С. 185–189.
5. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Примакин А.И.* О необходимости подготовки и переподготовки квалифицированных кадров в сфере безопасности информационных технологий. В сборнике: Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2017) Материалы конференции. 2017. С. 470–472.
6. *Воронич В.В., Грачев М.И., Локнов А.И., Примакин А.И.* Подготовка и переподготовка кадров в области информационной безопасности для правоохранительных органов. В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность Сборник трудов. Санкт-Петербургское общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления. 2016. С. 80–84.
7. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Примакин А.И.* Внедрение информационных технологий в процесс обучения как необходимость. В сборнике: Региональная информатика «РИ-2018» материалы конференции. 2018. С. 360–361.
8. *Грачев М.И., Бурлов В.Г.* Мониторинговые центры как помощники в управлении сложными системами. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 449-А.
9. *Бурлов В.Г., Грачев М.И.* Правовые аспекты обеспечения информационной безопасности в контуре управления высшим учебным заведением на основе использования аналитическо-динамической модели. В книге: Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2015) Материалы конференции. 2015. С. 62.
10. *Грачев М.И.* Управленческие решения в сложных системах. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 463–464.

11. *Бурлов В.Г., Андреев А.В., Гомазов Ф.А., Грачев М.И.* Модель решения руководителя отвечающего за распределение транспортных потоков с учетом web-технологий. В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2018). Материалы одиннадцатой международной конференции. В 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2018. С. 41–43.
12. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Петров С.В.* Управленческие решения и квалификация руководителя при управлении транспортным потоком. В сборнике: МАГИСТРАТУРА – АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ материалы III Всероссийской межвузовской конференции: в 2 частях. 2018. С. 19–23.
13. *Burlov V., Grachev M.* Development of a mathematical model of traffic safety management with account for opportunities of web technologies. В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 97–105.
14. *Бурлов В.Г., Грачев М.И.* Модель управления транспортными системами, учитывающей возможности инноваций. Технико-технологические проблемы сервиса. 2017. № 4 (42). С. 34–38.
15. *Бурлов В.Г., Грачев М.И., Петров С.В.* Web-технологии и модель принятия управленческих решений специалиста по организации и управлению дорожным движением. В сборнике: МАГИСТРАТУРА – АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ материалы II Всероссийской межвузовской конференции: в 2 частях. 2017. С. 30–34.
16. *Burlov V.G., Grachev M.I., Shlygina N.S.* Adoption of management decisions in the context of the uncertainty of the emergence of threats. В сборнике: PROCEEDINGS OF 2017 XX IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFT COMPUTING AND MEASUREMENTS (SCM) 2017. С. 107–108.
17. *Burlov V.G., Grachev M.I.* Model of making managerial decisions in the modeling of traffic flow taking into account web technologies. В сборнике: IX МОСКОВСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ОПЕРАЦИЙ (ORM2018) Труды. 2018. С. 510–512.

## **Использование сверточных нейронных сетей в задаче раскраски вершин графа**

*Калитин Денис Владимирович*

*Калитина Ольга Сергеевна*

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСЦ)*

Современные достижения в области искусственных нейронных сетей показывают большой потенциал их использования в различных прикладных задачах. Задача раскраски вершин графов известна давно. Существует большое количество разнообразных алгоритмов решения этой задачи. В данной работе рассматриваются сверточные нейронные сети, различные модели представления графов и проведена попытка характеризовать раскрашиваемость графов с помощью

таких сетей. Полученные результаты имеют практическое применение, но требуют дальнейшего исследования.

### **Краткосрочный прогноз возникновения нештатных ситуаций с СКУД системами на основе поиска ситуаций-аналогов**

***Корендяев Иван Дмитриевич  
Куприянов Вячеслав Васильевич***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСУС)*

Современные стадионы, концертные залы, театры и прочие места массового пребывания людей требуют наличие продвинутых систем контроля и управления доступом с целью автоматизации прохода посетителей. К таким системам относятся турникеты и билетные сканеры для проверки билетов. Как и любое другое сложное техническое устройство, подобное оборудование подвержено износу и имеет определённый ресурс безотказной работы. Отказы оборудования могут быть вызваны различными факторами, проанализировав которые становится возможным достаточно точно спрогнозировать возникающие неполадки.

Зачастую неисправности могут быть вызваны ошибками при производстве оборудования. Такими ошибками являются неправильная зачистка и обжим проводов, брак платы, физическое повреждение ножек плат, неправильная пайка и т.д. Данные неисправности могут быть выявлены как при первичном тестировании оборудования, так и при длительной эксплуатации, сопровождающейся вибрацией.

Кроме того, отказ оборудования может быть вызван внешними повреждениями со стороны посетителей, а также неправильной установкой оборудования. На высоконагруженных объектах массового пребывания людей часто происходит повреждение корпусов турникетов и сканеров, а также затирание стекла сканера, приводящее к затруднению чтения штрих-кодов. Также при установке оборудования могут быть повреждены разъёмы устройства и неправильно подобраны источники питания, что приводит к отключению оборудования во время посещения объекта большим количеством посетителей.

Стоит отметить, что ошибки в работе билетных сканеров возникают и при несоблюдении требований к билетам. Одним из таких требований является соответствие штрих-кода допустимым цветовым сочетаниям. Самым оптимальным для считывания является чёрно-белое исполнение штрих-кода, а такие сочетания как красный на синем, красный на зеленом и желтый на белом являются недопустимыми. Это стоит учитывать при разработке дизайна билетов. В настоящее вре-

мя некоторые стадионы отказываются от использования билетов со штрих-кодами и применяют для управления доступом RFID-метки и NFC. Это связано с ненадёжностью штрих-кодов и простотой подделки билетов, имея фотографию настоящего билета.

## **Проектирование элементов звукового оформления как часть единой интерьерной среды**

***Егорова Евгения Константиновна***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСИС)*

В современном мире человек подвержен влиянию различных стресс-факторов, что безусловно отражается на психологическом и физическом состоянии организма. Постоянный интенсивный шум городской среды медленно и необратимо влияет на человека, нарушает психоэмоциональное равновесие, приводя к множественным заболеваниям человеческого организма, таким как шумовая болезнь, болезни внутренних органов пищеварительной, нервной и сердечно-сосудистой систем [1]. Следует отметить, что одним из способов отдыха и релаксации является пребывание человека дома. Безусловно, на психофизиологическое состояние организма влияет и внутренняя среда, дом. Человек, приходя домой также может быть подвержен влиянию различных стрессоров: шумы от бытовых приборов, звуки автомобилей за окном, громкое поведение соседей и т.п. В связи с этим актуальна проблема проектирования интерьера с учётом звукового оформления. На данный момент, проектирование интерьера жилого помещения основывается на его композиционных особенностях, таких как цветовое решение, а также на предметном наполнении, включающее в себя предметы мебели, декора, различной техники и оборудования для дома [2]. Необходимость учёта звукового оформления является важной частью проектирования интерьерной среды, так как от комфортного пребывания дома зависит состояние организма человека и его готовности к дальнейшей работе. Стоит отметить, что для данной проблемы необходимо остановиться на различных инженерных инструментах для поддержки звуковых эффектов, используемого, например, в компьютерных играх. Безусловно, не все типы звуков классифицируются как благоприятные для организма человека, несмотря на эмоциональный выбор композиций к прослушиванию. Многие песни и мелодии могут ещё больше ухудшить психическое состояние человека, поэтому несомненно важен выбор определенных мелодий для восстановления организма. Наиболее эффективными звуками для оздоровления являются естественные звуки природы, мелодии на низких частотах [3], классическая музыка.



Различные приёмы применения музыкального сопровождения широко доступны для IT-разработчиков и дизайнеров, что позволяет рассматривать применение звукового решения не только для развлекательных целей, но и при комплексном проектировании интерьерной среды.

*Литература:*

1. Пуляевская О.В. Проблема влияния музыкального воздействия на здоровье человека //Современные наукоемкие технологии. – 2004. – № . 6. – С. 99–99.
2. Антончева Л.А. ОСОБЕННОСТИ КОМПОЗИЦИОННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕРЬЕРНЫХ ПРОСТРАНСТВ
3. Иванов Е.С., Гришаев А.В. Влияние звука на растения, животных и человека //Вестник РГАТУ имени. ПА Костычева. – 2012. – № . 2. – С. 13–17.

### **Фрактально-тензорная декомпозиция моделей биосемиотических систем**

**Степанян Иван Викторович**

*Институт машиноведения*

*им. А.А. Благодравова РАН (ИМАШ РАН)*

Исследование базируется на идеях алгебраической биологии, а именно алгебры гиперкомплексных систем, которая позволяет оперировать расширенными базисными наборами независимых векторов. На основе использования элементов предлагаемого подхода представлено несколько разновидностей группы методов фрактально-тензорной декомпозиции и проиллюстрировано их применение для исследования структуры генетического кода (автор ввел новый термин «генометрия»), моделирования на фенотипическом (биомеханическом) и нейрокоммуникационном уровнях (глубокое обучение). Затронуты вопросы биоакустики и эргономики. На основе проведенных исследований предложен комплекс авторских алгоритмов генеративного дизайна биоподобных объектов с неевклидовой геометрией.

### **Формирование эмоционального аппарата игрового собеседника на основе «ленивой» нейронной сети с динамическими коэффициентами**

**Цапина Екатерина Владимировна**

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Примером наиболее успешного применения нейронных сетей пока является анализ изображений, однако, нейросетевые технологии коренным образом изменили и работу с текстовыми данными. Если раньше каждый элемент текста (буква, слово или предложение) нужно было

описывать с помощью множества признаков различной природы (морфологических, синтаксических, семантических и т.д.), то теперь во многих задачах необходимость в сложных описаниях пропадает. Теоретики и практики нейросетевых технологий часто говорят об «обучении представлению» (representation learning) – в сыром тексте, разбитом только на слова и предложения, нейронная сеть способна найти зависимости и закономерности и самостоятельно составить признаковое пространство. К сожалению, в таком пространстве человек ничего не поймет – во время обучения нейронная сеть ставит каждому элементу текста в соответствие один плотный вектор, состоящих из неких чисел, представляющих обнаруженные «глубинные» взаимосвязи. Акцент при работе с текстом смещается от конструирования подмножества признаков и поиска внешних баз знаний к выбору источников данных и разметке текстов для последующего обучения нейронной сети, для которого требуется существенно больше данных по сравнению со стандартными методами. Именно из-за необходимости использовать большие объемы данных и из-за слабой интерпретируемости и непредсказуемости нейронные сети не востребованы в реальных приложениях промышленного масштаба, в отличие от других, хорошо зарекомендовавших себя алгоритмов обучения, таких как случайный лес и машины опорных векторов. Тем не менее, нейронные сети используются в целом ряде задач автоматической обработки текстов. Повышенное внимание лингвистов к нейронным сетям обусловлено несколькими причинами. Применение нейронных сетей, во-первых, существенно образом повышает качество решения некоторых стандартных задач классификации текстов и последовательностей, во-вторых, снижает трудоемкость при работе непосредственно с текстами, в-третьих, позволяет решать новые задачи (например, создавать чат-боты).

## **Цифровое развитие государственного управления**

***Свертилова Наталья Викторовна***

*Институт государственной службы и управления  
РАНХиГС при Президенте РФ (ИГСУ РАНХиГС)*

Современный этап развития общества характеризуется интенсивной цифровизацией государственного управления. Преобразования происходят невероятной скоростью: ещё вчера мы говорили о концепции «Электронное правительство», а уже сегодня осуществляется массовая подготовка к переходу к концепции «Государство как платформа».

В первую очередь, «Государство как платформа» включает в себя трансформацию правительственной информационно-технологической инфраструктуры с целью создания базовой межведомственной цифровой платформы для центрального правительства. Такой подход способ-

ствуется большему взаимодействию и совместимости между информационными системами и департаментами, которые их эксплуатируют. Важно отметить, что сегодня в России более 200000 государственных и ведомственных сайтов, которые необходимо сначала оптимизировать, а затем объединить в рамках единой техносистемы. Решение именно этих задач создаст условия для возникновения сквозных «суперсервисов», которые и будут составлять единую платформу для государства. Фактически, – это переход к управлению, основанному на данных и на анализе данных. Реализация указанных задач создаётся на базовых технологиях цифровой экономики: искусственный интеллект; блокчейн; робототехника и сенсорика; виртуальная и дополненная реальность; квантовые, нейро- и новейшие производственные технологии. Особенно хочется отметить технологию блокчейн, которая воспринимается сегодня научным и бизнес сообществами неоднозначно.

Впервые термин блокчейн появился как название полностью реплицированной распределённой базы данных, реализованной в системе биткоин. Именно из-за этого блокчейн и сейчас ассоциируется с биткоином, но важно отметить, что технология может применена в большом количестве направлений, а также успешно использована при реализации концепции «Государство как платформа».

### **Особенности и обоснование разработки личного кабинета преподавателя в образовательной платформе**

***Масланов Дмитрий Евгеньевич***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСИС)*

В современных IT-проектах большую популярность приобрели личные кабинеты. Это важный инструмент для персонализации и повышения эффективности оперативной работы с быстро изменяющимися данными. В образовательной сфере это позволяет решить большой спектр задач, таких как синхронизация работы преподавателя со студентами, отображение актуального расписания, контроль и проверка домашних заданий, доступ к учебным материалам и их обновление, сбор некоторой статистики в разрезе группы студентов[1].

Для организации личного кабинета преподавателя важным аспектом является гибкая система различных настроек для преподавателя: электронный журнал по группам студентов, хранилище файлов, видеоуроков, возможность отправлять сообщения разных форматов (текстовые, видео, аудио, прикрепление файлов). Интерфейс должен быть удобен и понятен, поскольку это не только увеличит скорость

адаптации к платформе и работы с ней, но и создаст все возможные условия, чтобы пользователям не требовалось переходить в более привычные для них социальные сети[1].

Разработка личного кабинета преподавателя позволит автоматизировать некоторые процессы приемной комиссии. Особенно эта проблема актуальна при работе с иностранными абитуриентами, поскольку в такой ситуации имеют место следующие факторы : разные часовые пояса, неудобство отправки документов (почтой), невозможность отследить статус обработки документов. С такой проблемой часто сталкиваются и российские абитуриенты. Система личных кабинетов в рамках платформы обеспечивает поддержку организации собеседований, отслеживании статуса обработки документов в реальном времени, предоставляет удобный интерфейс для отправки документов.

На данный момент на рынке существует ряд готовых решений, которые частично отвечают данным требованиям[2]. На практике существующие решения часто не ориентированы на уникальность процессов в образовательных учреждениях, поэтому придется подстраиваться под платформу. В случае ошибки при разработке платформы, техническая поддержка и устранение проблем часто занимает длительное время. В этой связи собственная платформа обеспечивает возможность разработки функционала, отвечающего специфике учебного процесса и приёмной кампании в конкретном университете.

*Литература:*

1. *Армер А.И., Киселев С.К.* Опыт внедрения личных кабинетов студентов и преподавателей в корпоративном портале вуза // пленарное заседание. – 2017. – С. 210–212.
2. *Маркизов И.А.* Выбор средства дистанционного обучения для создания личных кабинетов студентов. – 2018. – С. 50–53

## **Особенности тестирования экспертных систем**

***Карнович Елена Евгеньевна***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИИСиС)*

Экспертные системы (ЭС) – это сложные программы, которые манипулируют знаниями в целях получения эффективного решения в узкой предметной области [1]. В состав любой экспертной системы входит база знаний и программное обеспечение, включающее в себя средства поиска решения или механизм вывода, программы объяснения и обоснования ответа, средства обновления базы знаний и программы поддержки дружественного интерфейса с пользователем и инженером по знаниям. Подобно любому программному обеспечению жизненный цикл экспертной системы состоит из этапов разработки, эксплуатации и сопровождения.

При разработке экспертных систем часто используется концепция быстрого прототипа. Суть её в следующем: сначала создается не экспертная система, а её прототип, который обязан решать узкий круг задач и требовать на свою разработку незначительное время. Прототип должен продемонстрировать пригодность будущей экспертной системы для данной предметной области, проверить правильность кодировки фактов, связей и стратегий рассуждения эксперта. Он также дает возможность инженеру по знаниям привлечь эксперта к активной деятельности по разработке экспертной системы. Размер продукционной базы знаний прототипа ЭС обычно составляет несколько десятков правил.

На сегодняшний день сложилась определенная технология разработки экспертных систем, включающая 6 этапов [2]: идентификация, концептуализация, формализация, реализация, тестирование, опытная эксплуатация и внедрение.

Этап тестирования экспертной системы включается в каждую стадию прототипирования системы. Но обычно тестирование рассматривают в качестве заключительного этапа процесса разработки. Операционное прототипирование, характеризующееся возможностью изменения целей проектирования в процессе разработки, предъявляет особые требования к доказательству корректности (верификации – *verification*) и соответствия разрабатываемой системы предъявляемым требованиям (валидации – *validation*). Эти две задачи должны выполняться параллельно с процессом разработки экспертной системы.

По аналогии с технологией тестирования традиционных программных систем [3] можно интерпретировать процесс верификации (логического тестирования) как альфа-тестирование программной системы, а концептуальное тестирование – как бета-тестирование, хотя тестирование экспертных систем принципиально отличается от тестирования традиционных систем.

В то время как достаточно строгие предварительные спецификации традиционной системы позволяют программисту осуществлять эти работы (в особенности верификацию системы) самостоятельно, для тестирования экспертной системы необходимо привлекать эксперта в предметной области разрабатываемой ЭС.

Специалисты выделяют три аспекта тестирования экспертных систем:

- тестирование исходных данных;
- логическое тестирование базы знаний;
- концептуальное тестирование прикладной системы.

Тестирование исходных данных включает проверку фактографической информации, служащей основой для проведения экспертизы. Очевидно, что наборы данных, используемых при тестировании, должны покрывать область возможных ситуаций, распознаваемых экспертной системой.

Логическое тестирование базы знаний заключается в обнаружении логических ошибок в системе продукций, не зависящих от предметной области, таких, как избыточные, циклические и конфликтные правила; пропущенные и пересекающиеся правила; несогласуемые и терминальные утверждения (несогласуемые условия). Формальный характер этих ошибок позволяет автоматизировать процесс логического тестирования. Существует большое количество инструментальных средств верификации наборов правил и базы знаний в целом [4]. Однако в ряде случаев, когда цепочки правил, используемых в процессе вывода, небольшие (от 3 до 10 правил), целесообразно проводить процесс верификации вручную.

Концептуальное тестирование проводится для проверки общей структуры системы и учета в ней всех аспектов решаемой задачи. На этом этапе проведение тестирования невозможно без привлечения конечных пользователей прикладной системы.

На этапе тестирования прототип экспертной системы проверяется на удобство и адекватность интерфейсов ввода-вывода, эффективность стратегии управления, качество проверочных примеров, корректность базы знаний. Тестирование – это выявление ошибок в выбранном подходе, выявление ошибок в реализации прототипа, а также выработка рекомендаций по доводке системы до промышленного варианта.

После тестирования на этапе опытной эксплуатации проверяется пригодность экспертной системы для использования конечным пользователем. На этом этапе система выполняет решение всех возможных задач при работе с различными пользователями. Целесообразно организовать опытную эксплуатацию на рабочих местах пользователей. К опытной эксплуатации следует переходить лишь после того, как прототип системы, по мнению эксперта, будет успешно решать все требуемые задачи так, чтобы ошибки в решениях не создавали у пользователя отрицательное представление об экспертной системе. Пригодность системы для пользователя определяется в основном удобством работы с ней и ее полезностью.

#### *Литература:*

1. Джозеф Джарратано, Гари Райли. Экспертные системы: принципы разработки и программирование, 4-е издание: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007.- 1152 с.
2. Абдикеев Н.М. Проектирование интеллектуальных систем в экономике: Учебник. / Под ред. Тихомирова П.П. - М. Издательство «Экзамен», 2004. – 528 с.
3. Котляров В.П., Коликова Т.В. Основы тестирования программного обеспечения. – М.: Интернет-Университет информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 285 с.
4. Нитежук М.С. Верификация и поиск противоречий в базах знаний интеллектуальных систем [Электронный ресурс] / М.С. Нитежук // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2018. – № 2. –

## **Алгоритм автоматического рационального распределения объектов на заданной территории**

***Павлютина Германа Максимовна***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСЦ)*

Проблема рационального использования городских территорий и земель является одним из направлений государственной политики в области эффективного природопользования[1]. Сфера производства увеличивает свои масштабы и расширяется довольно быстро, помимо этого увеличивается рост численности населения и растет объем строительства. Действующая практика отвода земель и планировки территорий привели к дефициту земель производственного назначения, что является негативным фактором сдерживающим дальнейшее социально-экономическое развитие городских территорий. В связи с этим, особую значимость приобретает проблема рационального использования территорий и применение различных алгоритмов для ее решения [1].

При планировании территории дворов, застройщики учитывают требования пользователей к наличию зеленой зоны, парковки, детских площадок и зон для тихого отдыха. Имея ограничения по площади территорий, зачастую застройщикам необходимо проявить немалые усилия, чтобы уместить все желаемые объекты на имеющийся территории. Для упрощения данного процесса имеет смысл планировать размещения элементов отдельных зон с помощью математических расчетов и алгоритмов, позволяющих рассчитать наиболее рациональный способ или способы размещения. Примерами таких зон могут быть детские площадки и спортивные комплексы, которые состоят из некоторого количества малых архитектурных форм.

На современном этапе по выбранным элементам оборудования составляется предварительный макет с размерами зон. Макет составляется для того, чтобы определить количество вместимости выбранных элементов с зонами безопасности, он составляется обязательно[2]. При этом не всегда выбранный вариант планировки является наиболее эффективным, и существует способ сэкономить некоторое количество пространства. Следовательно, наличие алгоритма размещения объектов на площади упростит процесс планирования некоторых зон, состоящих из объектов.

Алгоритм автоматического распределения содержит следующие входные данные:

- общая площадь исходной территории (длина и ширина площади);
- для каждого размещаемого элемента заданы: длина, ширина занимаемой площади, включая размеры безопасной зоны.

Результатом алгоритма является совокупность координат элементов размещения и информации об их ориентации в пространстве.

Работа алгоритма производится поэтапно и имеет следующую последовательность выполнения[3]:

Определяется последовательность элементов для расстановки.

Выбирается первый элемент из последовательности и размещается в левый нижний угол площади.

Выбирается следующий элемент последовательности.

Выбирается позиция следующего элемента таким образом, чтобы минимизировать приращение свободной площади внутри прямоугольника, охватывающего размещенные элементы. При этом текущий элемент выравнивается максимально влево и вниз.

Если с учетом размеров геометрических размеров элемента и области размещения для него не удалось определить допустимую позицию, выводится сообщение о невозможности корректно разместить данные элемент. Происходит переход к шагу 7.

Переход к шагу 3, если остались не рассмотренные элементы.

Вывод готового решения.

#### *Литература:*

1. *Полиди Т.Д., Трутнев Э.К.* Разработка рекомендаций по реализации проектов развития застроенных территорий [Электронный ресурс]: Институт экономики города – режим доступа <http://www.urbanecomics.ru/research/analytics/razrabotka-rekomendaciy-po-realizacii-proektov-razvitiya-zastroennyh-territoriy>, свободный.
2. Проектирование детской площадки для придомовой территории [Электронный ресурс]: VIII Международный конкурс научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» – режим доступа <https://school-science.ru/5/7/34268>, свободный.
3. *С.А. Бушин, В.В. Курейчик.* Генетический алгоритм размещения разногабаритных элементов//Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – С. 24–25.



# НЕЙРОМАТЕМАТИКА



## **Применение тригонометрической аппроксимации и нейронных сетей для ультразвуковой термометрии (УЗТ)**

*Тархов Дмитрий Альбертович*

*Забелло Константин Константинович*

*Игнатьев Иван Александрович*

*Хоменок Евгения Александровна*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Ультразвуковая термометрия (УЗТ) эффективно применяется в терапии фокусированного ультразвука при лечении различных заболеваний [1–5]. Для повышения точности метода предлагается применение тригонометрической аппроксимации с последующим использованием нейросетевых приближений. В данной работе производится последовательное нахождение эхо-сдвига рабочего (при нагревании) и опорного (для ненагретого состояния) сигналов, при этом параметры последнего заданы. Для нахождения сдвига фазы рабочего и опорного сигналов используется тригонометрическая аппроксимация. Суть метода заключается в аппроксимации отрезка рабочего сигнала с помощью зависимости, состоящей из линейной комбинации синуса и косинуса. Сдвиг фазы для данного отрезка при этом находится как арктангенс отношения соответствующих коэффициентов. Данная процедура применяется к последовательным отрезкам рабочего сигнала, получающимся из исходного отрезка сдвигом на один отсчет.

Необходимость использования нейросетевых технологий обусловлена тем, что при указанном до этого подходе фаза сигналов испытывает резкий скачок. Для его интерполяции целесообразно применение персептрона, так как его функция активации хорошо сглаживает скачок амплитуды. Также применение нейросетей даёт возможность параллельной обработки нескольких процессов, что позволяет производить аппроксимацию по нескольким лучам одновременно. А это, в свою очередь, повышает эффективность метода УЗТ, так как даёт возможность применения сразу нескольких лучей. Тестирование метода проводилось на основе экспериментальных данных, полученных в результате работы 26 лучей. При этом с каждого луча можно было анализировать 575 измерений на различной глубине.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (код проекта 18–19–00474).

*Литература:*

1. *Khokhlova V.A., Crum L.A., ter Haar G., Aubry J.-F.* (Eds.) High Intensity Focused Ultrasound Therapy. Berlin: Springer 500 p. (2017)
2. *Zhou Y.* Noninvasive Thermometry in High-Intensity Focused Ultrasound Ablation. *Ultrasound Quarterly*. 33 (4). 253–260. (2017)
3. *Hsiao Y.-S., Deng C.X.* Calibration and Evaluation of Ultrasound Thermography using Infrared Imaging. *Ultrasound Med Biol*. 42(2). 503–517. (2016)
4. *Ebbini E.S., Simon C., Liu D.*, Real-Time Ultrasound Thermography and Thermometry *IEEE Signal Process. Mag.*, 35, 166–174 (2018)
5. *Berkovich A.E., Smirnov E.M., Yukhnev A.D., Gataulin Y.A., Sinitsyna D.E., Tarkhov D.A.* Development of ultrasound thermometry technique using tissue-mimicking phantom. *IOP Conf. Series: Journal of Physics*.

### **Адаптация приближённых нейросетевых решений краевых задач для дифференциальных уравнений под изменение данных об объекте моделирования**

***Тархов Дмитрий Альбертович***

***Васильев Александр Николаевич***

***Малыхина Галина Фёдоровна***

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Наш вариант нейросетевого подхода к решению дифференциальных уравнений оказался достаточно универсальным [1–9]. Однако, некоторые важные вопросы недостаточно изучены в отечественной и мировой литературе. Одним из таких вопросов является возможность адаптации нейросетевых моделей при изменении свойств объекта. Мы проверили возможность адаптации моделей, построенных по дифференциальным уравнениям и динамически поступающим данным о меняющемся объекте моделирования. Рассматриваются два типа нейросетевых моделей. Модели первого типа построены при фиксированных значениях параметров методами [2,3], модели второго типа включают параметры в число входных переменных [8,9].

В результате вычислительных экспериментов мы можем сделать следующие выводы:

1. Оба типа нейросетевых приближений обладают адаптивностью, при этом использование параметрических сетей делает вычислительный процесс более устойчивым.
2. Ошибка моделей первого типа (не включающих параметры задачи в число входов сети) вызвана в первую очередь её адаптационными характеристиками.
3. Для моделей второго типа (включающих параметры задачи в число входов сети) главным источником ошибок являются погрешности при исходном обучении.

Модели первого типа мы рекомендуем применять в ситуации достаточно большого числа точек измерений и невысокой скорости изменения параметров. При этом точность предварительного обучения сети не имеет особого значения.

Модели второго типа мы рекомендуем применять, когда параметры задачи могут резко изменяться или когда число точек измерений мало. При этом рекомендуется тщательно подходить к предварительному обучению, используя сети достаточного размера.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (код проекта 18–19–00474).

*Литература:*

1. *Tarkhov D., Vasilyev A.* Semi-empirical Neural Network Modeling and Digital Twins Development Academic Press, Elsevier, 2019, 288p.
2. *Tarkhov D., Vasilyev A.* New neural network technique to the numerical solution of mathematical physics problems. I: Simple problems Optical Memory and Neural Networks (Information Optics), 2005. – 14. – pp. 59–72.
3. *Tarkhov D., Vasilyev A.* New neural network technique to the numerical solution of mathematical physics problems. II: Complicated and nonstandard problems Optical Memory and Neural Networks (Information Optics), 2005. – 14. – pp. 97–122.
4. *Shemyakina T.A., Tarkhov D.A., Vasilyev A.N.* Neural Network Technique for Processes Modeling in Porous Catalyst and Chemical Reactor// Springer International Publishing Switzerland 2016 L. Cheng et al. (Eds.): ISNN 2016, LNCS 9719. 2016. – pp. 547–554
5. *Budkina E.M., Kuznetsov E.B., Lazovskaya T.V., Leonov S.S., Tarkhov D.A., Vasilyev A.N.* Neural Network Technique in Boundary Value Problems for Ordinary Differential Equations// Springer International Publishing Switzerland 2016 L. Cheng et al. (Eds.): ISNN 2016, LNCS 9719. 2016. – pp. 277–283
6. *Lozhkina O., Lozhkin V., Nevmerzhitsky N., Tarkhov D., Vasilyev A.* Motor transport related harmful PM2.5 and PM10: from onroad measurements to the modelling of air pollution by neural network approach on street and urban level // Journal of Physics: Conference Series V. 772 (2016) <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/772/1/012031>
7. *Kaverzneva T., Lazovskaya T., Tarkhov D., Vasilyev A.* Neural network modeling of air pollution in tunnels according to indirect measurements// Journal of Physics: Conference Series V. 772 (2016) <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/772/1/012035>
8. *T.V. Lazovskaya, D.A. Tarkhov and A.N. Vasilyev* Parametric Neural Network Modeling in Engineering, Recent Patents on Engineering, Volume 11, Number 1, 2017, pp. 10–15
9. *Antonov V., Tarkhov D., Vasilyev A.* Unified approach to constructing the neural network models of real objects. Part 1 // Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, 2018 Volume 41, Issue 18 Pages: 9244–9251.

## **Нейросетевое моделирование прогиба круглой мембраны (случай асимметрично расположенного груза)**

*Бортковская Мария Романовна*

*Бондарук Алёна Игоревна*

*Малых Павел Васильевич*

*Тархов Дмитрий Альбертович*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Решается задача о нахождении прогиба круглой мембраны из ткани под действием асимметрично расположенного груза. Область соприкосновения мембраны грузом считается также кругом, масса мембраны мала по сравнению с массой груза.

Для расчета прогиба решаем первую краевую задачу для уравнения Лапласа в эксцентрическом кольце (область, заключенная между краем мембраны и краем нагруженной области). Эту область отображаем на концентрическое кольцо с помощью дробно-линейного отображения, коэффициенты которого находим, зная координаты центра груза, радиусы мембраны и нагруженной области. В уравнении Лапласа делаем соответствующую замену переменных, приводящую и в новых координатах к уравнению Лапласа. Переходя к полярным координатам решение этого уравнения ищется в концентрическом кольце с нулевым граничным условием на внешней окружности (на краю мембраны), с учетом части данных, полученных экспериментально.

В первом подходе решая это уравнение, получаем его приближенное решение в виде частичной суммы ряда Фурье.

Выражая с помощью построенного ранее отображения «новые» полярные координаты через полярные координаты точек исходной области, можем с помощью найденной формулы приближенного решения рассчитывать величину прогиба в любой точке исходной области.

Коэффициенты частичной суммы ряда Фурье выбираются методом наименьших квадратов, с использованием значений прогиба, измеренных в эксперименте в нескольких точках, ближайших к грузу.

Во втором подходе [1–6] решение строится в виде полносвязной нейронной сети прямого распространения с непрерывной, гладкой функцией активации. Обучение сети производится при помощи функционала ошибки в виде интеграла Дирихле с краевыми условиями, введенными в виде штрафа. В качестве функционала ошибки можно использовать сумму квадратов значений Лапласиана, определённого в наборе точек, заключенных в области где строится решение, граничные условия вводятся так же как в первом случае.

Варьируя количество и расположение точек измерения, а также количество слагаемых в частичной сумме ряда Фурье, можно подстроить модель, построенную первым подходом для различных параметров реальной задачи (таких как радиусы мембраны и груза, расстояние между центрами мембраны и груза, масса груза, материал мембраны и т.п.). Во втором случае необходимо варьировать архитектуру сети.

Проводится анализ построенных приближений и сделаны выводы о целесообразности применения каждого подхода.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (код проекта 18–19–00474).

*Литература:*

1. *Tarkhov D., Vasilyev A.* Semi-empirical Neural Network Modeling and Digital Twins Development Academic Press, Elsevier, 2019, 288pp.
2. *Tarkhov D., Vasilyev A.* New neural network technique to the numerical solution of mathematical physics problems. I: Simple problems Optical Memory and Neural Networks (Information Optics), 2005. – 14. – pp. 59–72.
3. *Tarkhov D., Vasilyev A.* New neural network technique to the numerical solution of mathematical physics problems. II: Complicated and nonstandard problems Optical Memory and Neural Networks (Information Optics), 2005. – 14. – pp. 97–122.
4. *Budkina E.M., Kuznetsov E.B., Lazovskaya T.V., Leonov S.S., Tarkhov D.A., Vasilyev A.N.* Neural Network Technique in Boundary Value Problems for Ordinary Differential Equations// Springer International Publishing Switzerland 2016 L. Cheng et al. (Eds.): ISSN 2016, LNCS 9719. 2016. – pp. 277–283.
5. *Lazovskaya T.V., Tarkhov D.A. and Vasilyev A.N.* Parametric Neural Network Modeling in Engineering, Recent Patents on Engineering, Volume 11, Number 1, 2017, pp. 10–15.

### **Математическое моделирование в обратных задачах экологии нейросетевым приближением и методом дополнительного аргумента**

*Шемякина Татьяна Алексеевна*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

В современном мире всё актуальнее задача экологической безопасности. Возрастает загрязнение окружающей среды, что негативно сказывается на здоровье человека, на среду обитания живой и неживой природы. Для минимизации негативного влияния деятельности человека (выбросов от предприятий, загрязнение водоёмов, сельхоз. угодий и т.д.), создаются системы мониторинга. Эти системы основываются на математических моделях, описывающих распространение загрязнений: скорость ветра, температура воздуха, химический состав выбросов и т.д.

Математические модели обычно имеют вид уравнений с частными производными, для которых задаются начальные и граничные условия; или таблиц (баз данных) с результатами наблюдений (измерения интересующих параметров). В реальности, часть информации может быть неизвестна. Поэтому в данной работе рассматривается плоская задача восстановления источника загрязнений на границе области. Внутри области искомая функция удовлетворяет уравнению, которое является частным случаем системы Франкля, и начальным условиям Коши. Поставленная задача решается гибридным методом: дополнительного аргумента и нейросетевым приближением [1–5].

В тестовой задаче решение в области восстанавливалось по дискретному набору значений точек – «измерений». В случае кусочно-постоянных граничных условий, этот набор сформирован по известному аналитическому решению задачи, моделирующему действие постоянного источника загрязнений, мощность которого подлежит оценке.

Результат вычислений показал, что решение обратной задачи можно уточнить с помощью метода, сочетающего нахождение решения прямой задачи классическими численными методами с нахождением решения обратной задачи с помощью нейронных сетей.

#### *Литература:*

1. Романова А.Г., Тархов Д.А., Шемякина Т.А. О применении нейросетевых моделей в экологии // Современные информационные технологии и ИТ-образование». – 2013, – Т.1. № 8. – С.534–539.
2. Романова А.Г., Тархов Д.А., Шемякина Т.А. Нейросетевое моделирование в обратных задачах экологического мониторинга // Материалы XVIII Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВСМСПС'2013). – 2013, – С.228 –231.
3. Romanova A.G., Tarhov D.A., Shemyakina T.A. Neural Network Modeling Application to Ecologic Problems // Nonlinear phenomenology advances, book of abstracts: International Seminar. / Saint Petersburg State Polytechnic University; ed. by V.I. Antonov, D.W. Serov, – 2013, – P. 39.
4. Васильев А.Н., Тархов Д.А., Шемякина Т.А. Нейросетевой подход к задачам математической физики. – 2015. – 260с.
5. Романова А.Г., Тархов Д.А., Шемякина Т.А. Нейросетевое моделирование в экологии Нейрокомпьютеры. Разработка. Применение. – 2014, – № 2 – С. 16–21.

## **Нейросетевое моделирование прогиба однопролётной балки из конструкционного материала**

*Тархов Дмитрий Альбертович*

*Гомзина Анастасия Александровна*

*Малых Павел Васильевич*

*Марков Илья Олегович*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

В данной работе решается задача о моделировании прогиба однопролётной балки из конструкционного материала прямоугольного сечения, в геометрическом центре которой подвешен груз. Рассматривается два варианта симметричного закрепления балки на концах: заделка (широкое закрепление) и неподвижная шарнирная опора (узкое закрепление).

Для упрощения математического описания использовались допущения:

- балка считается тонкой;
- масса равномерно распределена по всей длине с постоянной плотностью (вес балки представляется как равномерно распределённая сила);
- нагрузка, создаваемая подвешенным в геометрическом центре балки грузом, рассматривается как сосредоточенная сила, действующая в направлении ускорения свободного падения;
- действующее на балку и груз ускорение свободного падения принято постоянным по величине и направлению в любой точке расчётной области (однородное поле сил тяготения);
- прогиб плоский, абсолютно упругий, симметричный относительно геометрического центра балки.

Из условия симметрии прогиба в задаче рассматривается только правая часть балки в направлении от центра к закреплению. Учитывая изгибную жесткость определение линии прогиба сводится к решению краевой задачи первого рода для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка в координатах угла наклона касательной (отсчитываемого от горизонтальной оси) и длины участка кривой.

Для решения данной задачи предлагается два подхода, в которых используются дифференциальная модель и экспериментальные данные. Данные экспериментов нужны в связи с тем, что дифференциальная модель является упрощённой и недостаточно точно описывает реальный объект.

В первом подходе полученная система уравнений интегрируется нашей модификацией явных или неявных методов решения дифференциальных уравнений [1]. В результате в получившиеся выражения входят в виде переменных координата конца участка интегрирования и коэффициенты уравнения. Таким образом, получается непрерывное аналитическое выражение, задающее приближенное решение поставленной дифференциальной задачи. В результате получается система

параметризованных непрерывных аналитических выражений, описывающая положение линии прогиба. Определение свободных параметров моделируемого процесса производится методом наименьших квадратов с использованием экспериментальных данных.

Второй подход [1–6] состоит в том, что строится полносвязная сеть прямого распространения, удовлетворяющая дифференциальному уравнению и зависящая от свободных параметров, задающих его структуру. Обучение сети производится при помощи минимизации последовательности функционалов в виде суммы квадратов ошибок удовлетворению дифференциального уравнения, граничных условий и соответствия экспериментальным данным.

В первом подходе можно подстраивать модель для различных величин нагрузок и параметров балки, варьируя методы интегрирования и количество шагов, а во втором настраивая архитектуру сети.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (код проекта 18–19–00474).

*Литература:*

1. *Tarkhov D., Vasilyev A.* Semi-empirical Neural Network Modeling and Digital Twins Development Academic Press, Elsevier, 2019, 288pp.
2. *Tarkhov D., Vasilyev A.* New neural network technique to the numerical solution of mathematical physics problems. I: Simple problems Optical Memory and Neural Networks (Information Optics), 2005. – 14. – pp. 59–72.
3. *Tarkhov D., Vasilyev A.* New neural network technique to the numerical solution of mathematical physics problems. II: Complicated and nonstandard problems Optical Memory and Neural Networks (Information Optics), 2005. – 14. – pp. 97–122.
4. Budkina E.M., Kuznetsov E.B., Lazovskaya T.V., Leonov S.S., Tarkhov D.A., Vasilyev A.N. Neural Network Technique in Boundary Value Problems for Ordinary Differential Equations// Springer International Publishing Switzerland 2016 L. Cheng et al. (Eds.): ISSN 2016, LNCS 9719. 2016. – pp. 277–283.
5. *Lazovskaya T.V., Tarkhov D.A. and Vasilyev A.N.* Parametric Neural Network Modeling in Engineering, Recent Patents on Engineering, Volume 11, Number 1, 2017, pp. 10–15.

**Функциональные нейронные сети,  
помнящие историю обучения**

***Руденко Эдуард Михайлович  
Семикина Елена Викторовна  
Бражский Дмитрий Евгеньевич***

Считается, что искусственные нейронные сети (ИНС) при переобучении на новых примерах «забывают» предыдущие этапы обучения. Они обладают однонаправленностью в сторону будущего и неспособны



«вспомнить» чему их учили ранее в прошлом. Это называется катастрофической забывчивостью (catastrophic forgetting) [1]. Исследование построения целевых функций на графах по нахождению маршрутов (замкнутых или разомкнутых) основывается на теореме об однозначности представления этой математической величины в виде слагаемых или множителей. Например, однозначность разложения целого числа на простые множители, представления числа в позиционной системе счисления (2-ичной, 3-ичной и т.д.), разложения многочленов на неприводимые множители, однозначность разложения правильной рациональной дроби отношения многочленов в сумму элементарных (простейших) многочленных дробей и т.д. [2]. При этом ребра (или вершины) кодируются слагаемыми или сомножителями представляемой математической величины. Генетический алгоритм, минимизируя целевую функцию, набирает ребра (или вершины) маршрута так, чтобы сумма слагаемых аддитивной целевой функции (или произведение множителей мультипликативной целевой функции) совпали с заданной математической величиной [3]. Это означает, что на графе ИНС можно кодировать связи между нейронами (дуги графа ИНС) или вершины, где расположены функции активации нейронов, не только числами, как это принято в классических нейронных сетях, или стандартными функциями активации в нейронах, а функциями различной природы и числа переменных. Например, на дугах –интерполяционными многочленами, которые при различных значениях аргументов воспроизводят весовые коэффициенты, полученные ими в ходе обучения на различных этапах. Кодирование дуг или вершин графов, или одновременно и тех и других, зависит от преследуемых целей в задаче. В задачах маршрутизации преимущество могут иметь коды ребер [4]. В технических задачах настройки нейроэмуляторов преимущество имеют коды параметров функций активации в вершинах, где расположены нейроны [5]. Это открывает возможность переосмыслить классические нейронные сети и перейти к новому типу нейронных сетей с функциональными связями между нейронами и более разнообразными функциями активации в нейронах для построения ИНС с возможностью выбора нужного ранее выполненного этапа обучения и не быть катастрофически забывчивой. Это уменьшает размерность ИНС и упрощает их структуру по сравнению с методом упругого закрепления весов [6]. Этот метод обучения глубоких нейронных сетей, хотя и способен приобретать новые навыки, сохраняя «память» о предыдущих задачах, но требует большой размерности ИНС. Если рассматривать метод непрерывного обучения Meta-Experience Replay (MER), созданный в IBM, то эта новая структура, хотя и сочетает мета-обучение и воспроизведение опыта с сохранением в памяти прошлого обучения, также приводит к увеличению размерности ИНС. В ИНС с функциональными связями не проис-

ходит увеличение размерности при обучении однотипным задачам, а переход от одной из них к другой объясняется изменением значений интерполяционных функций, представляющих эти веса, при изменении аргументов. Таким образом, функциональные связи делают ИНС более компактными и понятными, обеспечивают устойчивую память при обучении, максимизируют передачу информации и минимизируют логический вывод ее обработки за счет небольшого числа нейронов.

*Литература:*

1. Горбань А.Н., Дунин-Барковский В.Л., Кардин А.Н. Нейроинформатика // Отв. ред. Е.А. Новиков (Институт вычисл. моделирования СО РАН). – Новосибирск.: Наука, 1998. – 295 с.
2. Аллилуева Н.В., Руденко Э.М., Семикина Е.В. Маршрутизация на графе, теоретико-числовые целевые функции и генетический алгоритм // Журнал «Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли». 2019. Т. 11. № 6. С. 4–14. doi: 10.24411/2409–5419–2018–10290.
3. Z.-H. Zhou, Rule Extraction: Using Neural Networks or For Neural Networks // Journal of Computer Science & Technology, 19(2), 2004. – p. 249–253.
4. Руденко Э.М. Математический метод расчета целевой функции на графах и решение задач маршрутизации / Э.М. Руденко, Н.В. Аллилуева // Электронный журнал «Труды Московского авиационного института» – Выпуск № 96. – 2017. <http://trudymai.ru>.
5. Вороновский Г.К., Махотило К.В., Петрашев С.Н., Сергеев С.А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. – Харьков.: ОСНОВА, 1997. – 107 с.
6. M. Craven, Extracting Comprehensive Models from Trained Neural Networks, Ph.D. Thesis, University of Wisconsin-Madiso. – 1996. – p. 209.

# ТЕОРИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ



## Математический анализ и развитие нейронных сетей

**Михеев Игорь Михайлович**

*Московский технический университет  
связи и информатики (МТУСИ)*

**Хакимов Борис Васильевич**

*Совет Федерации Федерального  
Собрания Российской Федерации (СФ)*

Известные модели искусственных нейронов и нейросетей были предложены большей частью талантливыми инженерами, а возможности и эффективность нейросетей подтверждены многочисленными примерами успешного моделирования различных объектов и процессов. При этом известные свойства, положения и методы нейронных сетей часто не имеют ни достаточного математического обоснования, ни приемлемой интерпретации.

Эффективность нейросетей и возможности решения новых задач существенно возрастают, если в качестве входных переменных используются различные синтетические показатели, например, ряды Фурье, вейвлеты, сверточные функции. С одной стороны – известные математические методы способствуют повышению эффективности нейросетей, а с другой стороны – нейросети способствуют повышению возможностей известных математических методов, из чего следует их взаимная сопряженность и возможное подобие.

Анализ действия одного искусственного нейрона МакКалока-Питтса с позиций математики показывает, что результирующий сигнал на выходе сумматора является линейной комбинацией входных сигналов, однозначно описываемый средствами линейной алгебры и аналитической геометрии.

Его геометрическая интерпретация – плоскость в многомерном пространстве входных и выходного сигналов, наклоны которой к координатам определены значениями коэффициентов  $a_1 \div a_n$ . Линия пересечения с нулевым значением выходного сигнала (после сумматора) является прямой, разделяющей пространство входных сигналов на два подмножества с положительными и отрицательными значениями, которая в кластерном анализе называется линейной дискриминантной функцией (ЛДФ). Блок активации преобразует непрерывные значения выхода сумматора в дискретные, как правило, отрицательные – в 0, а положительные – в 1. При этом плоскость преобразуется в ступенчатую функцию, а положение ЛДФ остается прежним.

Предлагаемая интерпретация позволила доказать известное свойство нейросетей, что «введение дополнительного условно постоянного входного сигнала  $x_0=1$  или  $a_0 = 1$  повышает точность решения задач распознавания образов». Действительно, при отсутствии постоянной составляющей ( $a_0 = 0$ ) указанная плоскость и ее ЛДФ при любых значениях коэффициентов выражения (1) будет проходить через начало координат, что ограничивает возможности разделения подмножеств. Кроме того для свободы возможных положений ЛДФ и повышения точности моделирования постоянная составляющая  $a_0$  должна иметь возможность принимать любые значения, например, изменять их при самообучении как другие коэффициенты.

Таким образом, один искусственный нейрон МакКалок-Питтса математически описывается средствами линейной алгебры и аналитической геометрии, обладая соответствующими им свойствами.

Первый слой из  $n_1$  таких искусственных нейронов, имеющих одни и те же входные сигналы, образуют соответствующее количество ЛДФ, разделяющих многомерное пространство входных сигналов на  $2^{*n_1}$  пересекающихся подмножеств со значениями выходных сигналов 0 и 1. Совокупность нулей и единиц на выходе первого слоя нейросети можно рассматривать как новую синтезированную многомерную дискретную переменную. Поскольку первый слой нейронов преобразует исходное чаще всего непрерывное пространство входных сигналов в дискретное пространство, разрешающие возможности нейросети зависят, в первую очередь, от количества нейронов в первом слое и способа квантования пространства входных сигналов.

Для операций с бинарными переменными разработана и успешно используется алгебра логики (алгебра Буля). Однако, в большинстве известных нейросетей во втором и последующих слоях используются те же самые, по сути аналоговые модели искусственного нейрона, разработанные для обработки непрерывных входных сигналов.

Анализ показывает, что аналоговые модели нейронов способны реализовать лишь около 40% операций алгебры логики. Поэтому реализация других 60% логических операций возможна только за счет увеличения числа слоев, то есть увеличения размеров нейросети и усложнения ее настройки, что не всегда приводит к искомому решению. Вместе с тем, сплайн-модели нейрона способны реализовывать 80% логических операций, что тоже недостаточно.

Ограниченные возможности реализации логических операций известными моделями нейронов приводят к повышенной погрешности, прежде всего, при решении задач кластерного анализа. Например, при распознавании символов 2/3 ячеек матрицы с нулевыми значениями сигналов фактически не используются. Вместе с тем, применение

сплайн-моделей нейронов позволяет использовать все 100% ячеек матрицы, снижая погрешность в 2–3 раза.

Отсюда вытекает актуальность разработки нового типа настраиваемых нейронов, способных выполнять все возможные операции алгебры логики.

Исследование действия искусственных нейронных сетей с позиций известных математических методов позволяет теоретически обосновать их известные свойства, получить приемлемую интерпретацию результатов и выявить новые возможности повышения эффективности нейронных сетей.

Отсутствие теоретических исследований в данной сфере, сдерживающее создание «искусственного интеллекта», объясняется также тем, что теория нейронных сетей отсутствует в перечне вопросов по специальностям подготовки специалистов – математиков, научных и научно-педагогических кадров с выделением мест в аспирантуру и докторантуру.

### **Применение системного подхода при создании искусственных нейронных сетей на базе мемристоров**

*Щаников Сергей Андреевич*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*

Одними из наиболее перспективных электронных компонентов для аппаратной реализации искусственных нейронных сетей (ИНС) и нейроморфных систем являются мемристоры, что подтверждается результатами аналитических обзоров научных публикаций и мнениями авторитетных исследователей в данной области. В настоящее время во всем мире проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию органических и неорганических материалов и структур, обладающих мемристивными свойствами. В составе ИНС мемристоры выполняют роль синапсов. При этом с их помощью можно аппаратно реализовать как синапсы традиционных архитектур ИНС (многослойный персептрон, сеть Хопфилда, глубокие сети и др.), в которых входной сигнал умножается на запрограммированный заранее вес (встречаются архитектуры синапсов с двумя, четырьмя и более мемристорами), так и синапсы для спайковых ИНС, в которых мемристор проявляет механизмы синаптической пластичности (подобно живым биологическим нейронным сетям).

Как показывают результаты анализа опубликованных научно-технических исследований, теория проектирования, производства и эксплуатации ИНС на базе мемристоров (ИНСМ) находится на начальном

этапе развития [6,22]. Целью работы авторского коллектива является создание методов и алгоритмов инженерного проектирования ИНСМ, а также определение и обеспечение требуемых значений их показателей качества (точности, отказоустойчивости, надежности), регламентируемых государственными и международными стандартами.

Для достижения цели работы авторы применили ранее разработанный общий подход [23,24] к инженерному проектированию, производству, исследованию и эксплуатации ИНС, основанный на теории системного подхода и анализа [25], математического и имитационного моделирования [26], планирования экспериментов, общей теории ИНС [27], представления об информации и ее свойствах [28], позволяющий более последовательно и эффективно решать имеющийся комплекс проблем [29,30], а также в соответствии с концепцией построения перспективных ИНСМ, разработанной А.И. Галушкиным [31].

С точки зрения данного подхода ИНСМ необходимо исследовать как единые физическо-информационные объекты, реализованные аппаратно-программными обучаемыми средствами. Вышеназванные составляющие ИНСМ оказывают совместное, в общем случае зависимое влияние на все их параметры и характеристики в связи с неизбежным наличием внутренних и внешних физических и информационных дестабилизирующих работу ИНСМ факторов, а также производственных и эксплуатационных погрешностей значений параметров компонентов структуры и элементов платформы их реализации.

ИНСМ в данном случае рассматривается как система, моделируемая на разных структурно-функциональных уровнях иерархии, с учетом возможных изменений достигнутых значений показателей качества на всех этапах жизненного цикла: проектирование, производство, эксплуатация. Математическая системная формализация работы ИНСМ в соответствии с рассмотренным общим подходом может быть представлена в следующем виде:

$$\text{Ивых} = f(\text{Ивх}, \Pi(t), P(t), C(t)),$$

где Ивх и Ивых – значения параметров входной и выходной информации ИНСМ;  $\Pi(t)$  – физические и информационные параметры ИНСМ, входной информации, шумов и помех, вариации которых относительно номинальных значений (из-за внутренних или внешних дестабилизирующих факторов) влияют на Ивых;  $P(t)$  – влияние режимов работы системы;  $C(t)$  – влияние сигналов управления на разных структурно-функциональных уровнях;  $f$  – формализуемая или не формализуемая зависимость между Ивх, Ивых,  $\Pi(t)$ ,  $P(t)$  и  $C(t)$ .

Вышеописанный подход лег в основу проекта системы программно-аппаратного моделирования (ПАМ или Hardware-in-the-Loop (HIL) Simulation) ИНСМ. Система ПАМ ИНСМ состоит из двух основных ча-

стей. Аппаратная часть предназначена для подачи входных сигналов в ИНСМ и регистрации выходных сигналов. Управление имитационным циклом осуществляется с помощью ПЛИС. Программная часть [32–34] укрупненно включает в себя драйверы, необходимые для задания параметров эксперимента в ПЛИС и захвата результатов симуляции с последующей передачей их на основную пакет прикладных программ «МемриСим». Он представляет собой кроссплатформенное программное обеспечение (ПО), написанное на языке программирования Python и имеет графический пользовательский интерфейс.

Применение разработанного авторами подхода и программного обеспечения рассмотрено в докладе на примере процесса проектирования варианта аппаратной реализации ИНСМ на базе матриц мемристивных устройств в оригинальной топологии «кросс-бар»  $16 \times 16$  [35], являющейся компонентом двунаправленного адаптивного нейроинтерфейса для автоматической регистрации и стимуляции биоэлектрической активности живой нейрональной культуры, разрабатываемого в Университете Лобачевского. Создан проект ИНСМ для нейроинтерфейса с точностью распознавания паттернов сигналов биоэлектрической активности живых культур не менее 95% [36]. Проект включает в себя набор моделей разного уровня структурно-функциональной иерархии, который позволил определить номинальные значения электронных компонентов принципиальной схемы ИНСМ. В результате имитационного моделирования назначены допустимые пределы отклонения от номинальных значений. Показано, что мемристоры типа  $\text{Au/Ta/ZrO}_2(\text{Y})/\text{Ta}_2\text{O}_5/\text{TiN/Ti}$  хорошо подходят по своим электрофизическим параметрам и характеристикам для технической реализации ИНСМ, являющейся компонентом двухстороннего адаптивного нейроинтерфейса.

В настоящее время авторы продолжают работу над предложенным подходом [37–40], совершенствуют методы и средства проектирования и исследования ИНСМ, которые лежат в основе создаваемой системы для их программно-аппаратного моделирования.

# **Системный критерий отказоустойчивости искусственных нейронных сетей на базе мемристоров**

**Данилин Сергей Николаевич  
Щаников Сергей Андреевич  
Борданов Илья Александрович  
Зуев Антон Дмитриевич**

*Муромский институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Владимирский государственный университет имени Александра  
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*

## **1. Обоснование требований к критерию отказоустойчивости**

В настоящее время не существует критерия отказоустойчивости искусственных нейронных сетей (ИНС) [1]. Для оценки точности функционирования ИНС при возникновении отказов применяются известные статистические критерии: средняя абсолютная ошибка MAE (Mean Absolute Error), сумма квадратов ошибок SSE (Sum of Squared Errors), среднеквадратическая ошибка MSE (Mean Squared Error) или квадратный корень из неё RMSE (Root MSE), коэффициент детерминации R<sup>2</sup>, функция ошибки Хьюбера (Huber loss), средняя относительная погрешность MAPE (Mean Absolute Percent Error), симметричный средний процент отклонения SMAPE (Symmetric Mean Absolute Percentage Error), среднее отношение ошибок MRAE (Mean Relative Absolute Error), чувствительность S и другие [1–4].

Все перечисленные метрики обладают рядом недостатков: не сопоставимы между собой, являются косвенными метриками отказоустойчивости, не позволяют сравнивать отказоустойчивость разных ИНС, не согласованы с действующими стандартами в области надежности, не содержат в своем составе значений допусков на оцениваемые параметры и характеристики. Это не позволяет определять в какой зоне интервала допустимых значений находится оцениваемый параметр и определять по их значениям надежность ИНС.

В работе [5] авторы впервые предложили в качестве базы сравнения относительных метрик применять поле допустимых значений (допуска) параметров и характеристик ИНС и получили универсальный количественный критерий оценки отказоустойчивости U. К нему можно применять все известные методологии математической статистики, вычислительной математики и метрологии.

Анализ положений международного стандарта ISO 5725 [6] показал полное соответствие свойств относительного критерия отказоустойчивости U его требованиям. Технология применения критерия U составлена также в полном соответствии с положениями данного стандарта.



Авторы в своей работе применяли модифицированный системный вариант ранее разработанного ими относительного критерия  $U$  [7], позволяющий строить схемы надежности ИНС с последующим расчетом стандартных показателей надежности.

Изучение работ, посвященных технической реализации ИНС на базе мемристоров (ИНСМ) [8–10] и собственные исследования авторов позволили сформулировать общие требования к более совершенному варианту критерия  $U$ , реализовать критерий, соответствующий этим требованиям и разработать технологию его применения [11,12].

2. Требования к критерию отказоустойчивости

- а) Системность и количественность. Выполнение данного требования позволяет определять отказоустойчивость ИНСМ, как на физических, так и на информационных структурно-функциональных уровнях с учетом алгоритмов работы подсистем настройки, управления, контроля, активной отказоустойчивости, присутствующих в ИНСМ нынешнего поколения, взаимное влияние которых на качество их функционирования неразрывно связано [13–16].
- б) Инвариантность к типу, структуре и параметрам ИНСМ. Выполнение данного требования позволяет определять и сравнивать отказоустойчивость ИНСМ произвольных типов, структур и назначения.
- в) Согласованность со стандартами в области проектирования технических объектов. В соответствии со стандартами в области проектирования программно-технических объектов, техническая реализация ИНСМ предполагает создание проекта (модели) ИНСМ с указанием значений функциональных параметров, как всей системы, так и ее составных элементов и определением их допустимых пределов – допусков. На основании вышеизложенного, необходимо включить допуски в состав критерия отказоустойчивости ИНСМ.
- г) Согласованность со стандартами в области надежности технических объектов. Численные значения отказоустойчивости позволяют составить схемы надежности, определить и оптимизировать основные показатели надежности ИНСМ в соответствии с действующими российскими и межгосударственными стандартами.
- д) Зависимость от наработки (динамичность критерия). Выполнение данного требования позволяет определять уровень отказоустойчивости динамических ИНСМ (в том числе, нейросетевых систем автоматического управления (САУ)), а также по значениям отказоустойчивости определять все основные стандартные показатели их надежности. Наработка, согласно стандарту [17], это продолжительность или объем выполненной работы. Основные стандартные показатели надежности технических объектов зависят от наработки.

3. Новый вариант системного многомерного критерия  $U$  для возможных режимов функционирования и состояний ИНСМ, её компонентов и элементов

Системный, многомерный, динамический вариант количественного критерия ОУ ИНСМ  $U$  применимый на любом уровне структурно-функциональной иерархии (системы, подсистем, функциональных звеньев, схемных элементов, информационного, математического, методического, алгоритмического и программного обеспечения) при установленных значениях функциональных допусков, инвариантный к структуре и типу решаемых ИНСМ задач, режиму их функционирования представлен в презентации к докладу.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации МК-3927.2019.9 и гранта РФФИ № 19-07-01215.

*Литература:*

1. *Torres-Huitzil C., Girau B.* Fault and error tolerance in neural networks: A review. // IEEE Access. 2017. V. 5. P. 17322–17341.
2. *Данилин С.Н., Щанников С.А., Борданов И.А., Зуев А.Д., Пантюхин Д.В., Пантелеев С.В.* Состояние исследований в области инженерного проектирования и производства нейрокомпьютеров. Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2019. № 1 (39). С. 14–45.
3. *Yeung D.S., Cloete I., Shi D., Ng W.W.Y.* Sensitivity Analysis for Neural Networks. Heidelberg: Springer, 2010. P. 89.
4. Subana Shanmuganathan, Sandhya Samarasinghe, Editors. S Artificial Neural Network Modelling. Springer International Publishing Switzerland 2016. pp. 472.
5. *Данилин С.Н., Пантелеев С.В.* Алгоритм контроля отказоустойчивости нейронных сетей. // Информационные технологии. № 1, 2013. С. 67–70.
6. ISO 5725 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results.
7. *Danilin S.N., Shchanikov S.A., Sakulin A.E., Bordanov I.A.,* Determining the Fault Tolerance of Memristors-Based Neural Network Using Simulation and Design of Experiments // 2018 Engineering and Telecommunication (EnT-MIPT). 2018. P. 205–209.
8. Adaptive Properties of Spiking Neuromorphic Networks with Synapses Based on Memristive Elements / K.E. Nikiruy, A.V. Emelyanov, V.V. Rylkov, A.V. Sitnikov, V.A. Demin // Technical Physics Letters. 2019. V. 45. P. 386–390.
9. Towards the development of analog neuromorphic chip prototype with 2.4m integrated memristors / I. Kataeva, S. Ohtsuka, H. Nili, H. Kim, Y. Isobe, K. Yako, D. Strukov // 2019 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS). 2019. P. 1–51.
10. *Антонов И.Н., Белов А.И., Михайлов А.Н., Морозов О.А., Овчинников П.Е.* Формирование весовых коэффициентов искусственной нейронной сети на основе мемристивного эффекта в наноструктурах «металл–оксид–металл» // Радиотехника и электроника, Том 63, № 8, 2018. С. 880–888.

11. Данилин С.Н., Щаников С.А., Пантелеев С.В., Зуев А.Д. Схемотехнические решения при реализации искусственных нейронных сетей на базе мемристоров. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 207–210.
12. Данилин С.Н. Зуев А.Д. Особенности обеспечения отказоустойчивости нейронных сетей на базе мемристоров на схемотехническом структурно-функциональном уровне. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2019. № 4 (36). С. 32–43.
13. Кулик С.Д. Элементы системного анализа для студентов старших курсов университета. Естественные и технические науки. 2018. № 11 (125). С. 373–377.
14. Danilin S.N., Shchanikov S.A., Bordanov I.A., Zuev A.D. Quantitative determination of fault tolerance of memristor-based artificial neural networks (Количественное определение отказоустойчивости искусственных нейронных сетей на базе мемристоров) // Journal of Physics: Conference Series. Vol.1333. 2019. 062027. doi:10.1088/1742–6596/1333/6/062027
15. Галушкин А.И., Данилин С.Н., Щаников С.А. Нейросетевой контроль точности функционирования технических средств на основе мемристоров. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2016. № 2 (22). С. 44–51.
16. Данилин С.Н., Щаников С.А. Исследование точности функционирования нейросетевых компонентов РТС на основе мемристоров. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2015. № 1 (17). С. 39–48.
17. ГОСТ 27.002–2015 Надежность в технике. Термины и определения. Официальное издание. Москва: Стандартинформ, 2016. 28 с.

### **Системная классификация методов обеспечения отказоустойчивости искусственных нейронных сетей на базе мемристоров**

*Данилин Сергей Николаевич  
Щаников Сергей Андреевич  
Борданов Илья Александрович  
Зуев Антон Дмитриевич*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Владимирский государственный университет имени Александра  
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*

На основе положений авторского общего подхода [1], основанного на теории системного анализа [2], определения отказоустойчивости [3] и разработанного системного варианта динамического критерия [4], авторы доклада предложили классифицировать методы обеспечения отказоустойчивости (ОУ) искусственных нейронных сетей на базе мемристоров (ИНСМ) более подробно и детально, чем предложено в ряде работ [5,6]. Проведенная работа позволяет создавать и применять новые

оригинальные подходы, методы и алгоритмы реализации ОУ ИНСМ в научно-практической деятельности.

Отказоустойчивость ИНСМ можно классифицировать на пассивную и активную в зависимости от общего подхода, методов и алгоритмов, с помощью которых она достигается в системе. Система с пассивной отказоустойчивостью не реагирует каким-либо особым образом на появление отказов элементов и структур, а использует структурную, информационную и временную избыточность или схемотехнические решения для компенсации их влияния на качество функционирования, например, по мажоритарному методу.

В пассивном подходе предлагается выделять четыре основные категории, которые объединяют методы для повышения внутренних возможностей ОУ ИНСМ: а) внесение физической или информационной избыточности; б) внесение физической или информационной автокомпенсации паразитных факторов или результатов их воздействия в) применение алгоритмов отказоустойчивого обучения; г) оптимизация параметров качества по имеющимся ограничениям на проектирование.

В пассивной отказоустойчивой системе для штатного функционирования не требуется ее диагностика, дообучение или перенастройка.

Система с активной отказоустойчивостью обнаруживает возникающие отказы и управляет своими избыточными ресурсами для компенсации последствий отказов элементов и структур посредством механизмов адаптации, дообучения, перераспределения задач между компонентами или изменения своей структуры.

Активная отказоустойчивость ИНСМ требует для реализации специальных компонентов обнаружения и локализации отказов, контроля, управления, проектирование и применение которых может оказаться довольно сложным и дорогостоящим.

При активном подходе труднее достичь той же степени отказоустойчивости, что и при пассивном, главным образом потому, что не все варианты возникновения практических отказов могут быть учтены при проектировании ИНСМ. Кроме того, технические параметры и характеристики компонентов компьютерной модели, в общем случае, значительно отличаются от параметров и характеристик их физических реализаций, особенно в переходных режимах и в процессе реальной эксплуатации.

При гибридном подходе пассивная и активная ОУ будут дополнять друг друга: статическая базовая конфигурация и исходные настройки ИНСМ компенсирует одну часть отказов, в то время как диагностические ресурсы системы в режиме реального времени или плановые перерывы в работе обнаруживают и устраняют влияние другой части отказов.

Методология имитационного моделирования (ИМ), являющаяся одним из основных положений авторского общего подхода, предусматривает структурно-функциональную декомпозицию ИНСМ при

проектировании и исследовании [7]. Исследования авторов показали целесообразность классификации ОУ по структурно-функциональным уровням: – системы; – подсистемы (информационная); – технических средств (сигнальная); – элементов.

Исследования электрофизических свойств мемристоров [8], показали целесообразность классификации ОУ в различных режимах работы и состояниях мемристоров, нейронов и ИНС на их основе для выбора более эффективного решения для ИНСМ в целом как системы.

Система, подсистема, технические средства: – до обучения; – при обучении; – после обучения; – в номинальных условиях; – при дестабилизирующих воздействиях, – во время контроля, – дообучения.

Технические средства: – все вышеперечисленные, а также, в переходных режимах; – при отказах источников электропитания.

Классические элементы: – все вышеперечисленные.

Мемристоры: – дополнительная уникальная классификация ОУ для конкретных типов мемристоров, нейронов, ИНСМ их конструктивных исполнений и решаемых задач.

В статье [9] приводится вариант реализации ИНСМ на уровне технических средств с обеспечением устойчивости к заданному типу отказов на основе гибридного подхода. Влияние неявных параметрических отказов элементов и структур ИНСМ на ее параметры компенсирует авторская программа отказоустойчивого обучения и оригинальные схемотехнические решения. Контроль параметров сигналов проводится по технологии, описанной в работе [10].

Имеющиеся и возникающие катастрофические отказы элементов нейронов компенсирует система настройки, контроля и управления работой ИНСМ, в начале каждого цикла взаимодействия с сигналами контролируемого объекта.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации МК-3927.2019.9 и гранта РФФИ № 19–07–01215.

#### *Литература:*

1. Данилин С.Н., Щаников С.А., Зуев А.Д., Борданов И.А., Сакулин А.Е. Проектирование искусственных нейронных сетей на основе мемристоров с заданной отказоустойчивостью. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2019. № 2 (34). С. 41–50.
2. Кулик С.Д. Элементы системного анализа для студентов старших курсов университета. Естественные и технические науки. 2018. № 11 (125). С. 373–377.
3. Danilin S.N., Shchanikov S.A., Iventev A.A., Zuev A.D. Advanced Techniques of Artificial Networks Design for Radio Signal Detection // Journal of Physics: Conference Series. Vol.1015(3). 032168. doi: 10.1088/1742-6596/1015/3/032168
4. Данилин С.Н., Щаников С.А., Зуев А.Д. Системный критерий отказоустойчивости искусственных нейронных сетей // Нейрокомпьютеры

- и их применение XVI Всероссийская научная конференция: тезисы докладов. Москва, 2018. С. 135–137.
5. *Torres-Huitzil C., Girau B.* Fault and error tolerance in neural networks: A review. // IEEE Access. 2017. V. 5. P. 17322–17341
  6. *Yeung D.S., Cloete I., Shi D., Ng W.W.Y.* Sensitivity Analysis for Neural Networks. Heidelberg: Springer, 2010. P. 89
  7. *Данилин С.Н., Щаников С.А.* Проблемы проектирования искусственных нейронных сетей на базе мемристоров с заданной точностью функционирования. Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2016. № 1 (34). С. 3–11.
  8. *Данилин С.Н., Щаников С.А., Зуев А.Д., Сакулин А.Е.* Особенности электрофизических свойств энергонезависимых наномемристоров. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 197–199.
  9. *Данилин С.Н., Зуев А.Д.* Особенности обеспечения отказоустойчивости нейронных сетей на базе мемристоров на схемотехническом структурно-функциональном уровне. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2019. № 4 (36). С. 32–43.
  10. *Галушкин А.И., Данилин С.Н., Щаников С.А.* Нейросетевой контроль точности функционирования технических средств на основе мемристоров // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2016. № 2. С. 44–51.

## **Применение нейронных сетей для построения рекомендательных систем**

*Алехин Федор Дмитриевич*

*Иванюк Вера Алексеевна*

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Рекомендательные системы – программы, которые пытаются предсказать, какие объекты (фильмы, музыка, книги, новости, веб-сайты) будут интересны пользователю, имея определенную информацию о его профиле.

В большинстве рекомендательных систем применяется один из двух базовых подходов: коллаборативная фильтрация и контентная фильтрация.

Коллаборативная фильтрация вырабатывает рекомендации, основанные на модели предшествующего поведения пользователя. Эта модель может быть построена исключительно на основе поведения данного пользователя или – что более эффективно – с учетом поведения других пользователей со сходными характеристиками. В тех случаях, когда коллаборативная фильтрация принимает во внимание поведение других пользователей, она использует знание о группе (group knowledge) для выработки рекомендаций на основе подобия пользователей. По существу рекомендации базируются на автоматическом сотрудничестве множества пользователей и на выделении (методом фильтрации) тех пользователей, которые демонстрируют схожие предпочтения или шаблоны поведения.

Контентная фильтрация формирует рекомендацию на основе поведения пользователя. Например, этот подход может использовать ретроспективную информацию о просмотрах (какие блоги читает пользователь и характеристики этих блогов). Этот контент может быть определен в ручном режиме или извлечен автоматически на основе других методов подбора.

Одним из наиболее эффективных алгоритмов коллаборативной фильтрации является коллаборативная фильтрация с использованием ограниченной машины Больцмана и сингулярного разложения.

Есть матрица, состоящая из рейтингов, которые пользователи (строки матрицы) присвоили продуктам (столбцы матрицы). Как правило, один пользователь не сможет оценить значительную долю продуктов, и вряд ли будет много продуктов, которые готова оценить значительная доля пользователей. В результате получается сильно разреженная матрица.

В случае рекомендательных систем получается, что мы представляем каждого пользователя вектором из факторов и представляем каждый продукт вектором из  $f$  факторов, а потом, чтобы предсказать рейтинг пользователя  $i$  товару  $j$ , берём их скалярное произведение.

Введём так называемые базовые предикторы, которые складываются из базовых предикторов отдельных пользователей и базовых предикторов отдельных продуктов, а также просто общего среднего рейтинга по базе.

Ограниченная машина Больцмана(RBM) представляет собой модификацию искусственной нейронной сетимашины Больцмана, нейроны были разделены на две группы, и убраны некоторые связи, таким образом был образован второй (скрытый) слой. Для каждого пользователя имеется отдельная RBM, а в роли входных узлов сети выступают фильмы, оцененные пользователем.

Сеть состоит из стохастических нейронов принимающих значения 0 или 1 формула вероятности нейрона выглядит следующим образом.

$$p(h=1|v,W,bh)=\sigma(W \cdot v + bh) \quad p(h=1|v,W,bh)=\sigma(W \cdot v + bh)$$

где  $v$  – вход нейрона,  $W$ -вектор весов, сдвиг нейрона,  $\sigma(x)$  – экспоненциальный сигмоид

Алгоритм функционирования ограниченной машины Больцмана выглядит следующим образом.

1. устанавливаем начальные значения входного слоя  $v = x$
2. вычислить вероятности  $ph$  изменения нейронов второго слоя

$$ph:=\sigma(v \cdot W - bv)$$

где  $W$  – матрица весов,  $bv$  – вектор сдвигов первого слоя,  $\sigma$  – функция активации (сигмоид)

3. сохранить старые значения входного слоя  $v' := v$
4. определить состояние второго слоя  $h$ , присвоить нейронам состояния 0 или 1 с вероятностями  $ph$

5. вычислить вероятности  $p_v$  изменения нейронов первого слоя

$$p_v := \sigma(h \cdot W_T - b_h)$$

где  $W$  – матрица весов,  $b_h$  – вектор сдвигов второго слоя,  $\sigma$  – функция активации (сигмоид)

6. определить состояние первого слоя  $v$ , присвоить нейронам состояния 1 с вероятностями  $p_v$  (или соответственно 0 с вероятностями  $1-p_v$ )
7. если  $v \neq v'$  то повторить с п.2 иначе перейти на следующий пункт
8. выдача результата  $v$
9. конец работы

### **Реализация и исследование усовершенствованной версии алгоритма адаптивного построения иерархических нейросетевых классификаторов**

**Гаджиев Исмаил Маратович**

*Московский государственный университет  
имени М.В.Ломоносова (МГУ). физический факультет*

**Доленко Сергей Анатольевич**

*НИИ ядерной физики имени Д.В.Скобельцына  
МГУ имени М.В.Ломоносова*

В докладе рассматривается нейросетевой алгоритм, предназначенный для решения задачи многоклассовой классификации. Данный алгоритм описан в статье [1] и представляет собой адаптивно выстраиваемое дерево, в каждом узле которого находится небольшая нейронная сеть, предназначенная для классификации некоторой группы классов. Группы выделяются постепенным слиянием классов, которые сеть в родительском узле чаще всего путает. Для каждой из получившихся в результате слияния групп выделяется новый узел дерева.

Алгоритм балансирует между простыми перцептронами и деревьями решений, сочетая сравнительно небольшое количество параметров, нелинейность и достаточную гибкость. Делается ставка на уменьшение смещения решения за счет обнаружения в данных «скрытой иерархии».

Тем не менее, на практике алгоритм сталкивается с некоторыми трудностями – например, в вопросе выбора критерия слияния классов в группы. В наивной версии алгоритма для этой цели используется голосование нейронов на примерах тренировочного набора. Если большинство примеров класса  $i$  были отнесены к классу  $j$ , то класс  $i$  сливается с классом  $j$ , а новой меткой для двух классов объявляется  $j$ . Однако в случае недообучения сети такое голосование может оказаться равносильным случайному.

В работе обсуждается реализация алгоритма вместе с методами преодоления вышеозначенной проблемы. Рассматривается отсечение голосов нейронов по пороговому значению амплитуды активации, а также



методы, полученные из статистических соображений в предположении зависимости активаций в случае недообучения от начального распределения весов сети. Приводится теоретическое сравнение методов.

Приводятся результаты работы алгоритма на простой задаче распознавания гласных, исследуется поведение на более сложной модельной задаче. Результаты сравниваются с обычными нейронными сетями и другими алгоритмами машинного обучения.

Работа выполнена при поддержке финансирования НИИЯФ МГУ по госзаданию, тема 6.1 (01201255512).

*Литература:*

1. A new implementation of the algorithm of adaptive construction of hierarchical neural network classifiers / V.A.Svetlov, I.G.Persiantsev, J.S.Shugay, S.A.Dolenko // Optical Memory and Neural Networks (Information Optics). – 2015. – Vol. 24, no. 4. – P. 288–294.

### **Применение гибридных нейронных сетей в кредитном скоринге**

*Лафицкова Джулия Дмитриевна*

*Финансовый университет при Правительстве  
Российской Федерации (ФинУниверситет)*

В настоящее время кредитный скоринг считается одной из важнейших задач финансовых учреждений. С ежегодным числом роста кредитозаемщиков скоринг обеспечивает соответствующее руководство по предоставлению кредитов и принимает попытки снизить риски в финансовой сфере. Поэтому банки активно пытаются использовать новые автоматизированные решения для проблем кредитного скоринга, чтобы защитить свои финансы и потенциальных клиентов.

Кредитный скоринг состоит из оценки риска, связанного с кредитованием организации или потребителя (физического лица), который в большинстве случаев представляется как мера кредитоспособности заявителя. Такая система оценки заемщика включает в себя демографические данные (возраст, пол, семейное положение, дети, уровень образования, стаж на текущем месте работы и т.п.), данные о наличии свежей информации о займах и недавних запросов кредитной истории по субъекту, а также данные по револьверным кредитам.

В настоящее время разработаны различные алгоритмы машинного обучения и интеллектуального анализа данных для улучшения различных аспектов прогнозирования кредитных рисков. Компьютерные системы представляют собой более быстрые и дешевые инструменты прогнозирования, которые становятся все более и более точными. Кредитный скоринг является периодическим процессом, и влияние человека не может быть проигнорировано во время этого действия. Так как такие

системы созданы самим человеком, и производительность машинных систем должна тщательно контролироваться и проверяться людьми. Таким образом, машина с высокой производительностью может быть полезна для улучшения моделей оценки кредитного риска, другими словами, точная система крайне необходима для прогнозирования возможных отношений между кредиторами и их заемщиками. В последние десятилетия научные исследования были направлены на применение огромного количества методов машинного обучения, включая модели деревьев решений, логистические и многомерные регрессии, нечеткие системы и т.д.. Однако далеко не все новые технологии внедрены в российские банки. Зачастую это осложняется тем, что самые эффективные модели, такие как нейронные сети, имеют решение «черного ящика», которое невозможно определить точным образом. А значит, малейшее неверное определение входных коэффициентов в модели нейронной сети для критериев кредитования может повлечь за собой серьезные ошибки в построении скоринговой системы.

Класс моделей нейронных сетей имеет множество архитектур: сети радиально-базисных функций RBF, нейронная сеть Хопфилда, цепи Маркова, автоэнкодеры, глубокие сети доверия DBN, сверточные нейронные сети и т.д., имеющие разный принцип работы и, соответственно, свою оценку эффективности. Каждая сфера жизни человека, которая будет предполагать анализ больших накопленных данных и требовать применения интеллектуального анализа информации, имеет индивидуальные особенности, а значит универсальной эффективной модели не существует, в особенности, выбора архитектуры нейронной сети. Кредитный скоринг является одной из специфических финансовых задач, от решения которой очень сильно зависит финансовая составляющая организации, то есть ликвидность банка. Таким образом, были выделены основополагающие принципы выбора архитектуры нейронных сетей для кредитного скоринга: (1) возможность определения моделью в реальном времени классификации данных заявителя на получение кредита, (2) обработка истории данных за определенный отрезок времени, (3) наличие памяти в архитектуре: последующее состояние зависит не только от текущего, но и от всех прошлых событий, а также (4) анализ собранных больших данных с целью извлечения возможно полезных выводов.

## Многокритериальное управление робототехническими системами

*Зайцев Александр Владимирович  
Канушкин Сергей Владимирович*

Существенным ограничением на текущие параметры движения беспилотного летательного аппарата (БПЛА) является предельно допустимая скорость изменения программных углов тангажа и рыскания. Особенности и трудности управления сложными системами с нестационарными параметрами создают определенные трудности при разработке эффективных систем управления. Именно поэтому сложные задачи синтеза являются многокритериальными[1–3]. В связи с этим необходимо применение особых, оригинальных подходов к управлению, с учетом особенностей систем стабилизации беспилотных летательных аппаратов. Возможным подходом может быть теория, которая использует различные типы обратных связей, в том числе и местные глубокие.

При этом заданные условия создаются локально, в определенной части фазового пространства системы. Данный подход предполагает создание алгоритмов управления, которые позволяют осуществлять стабилизацию объектов с неопределёнными параметрами и обеспечивать высокое качество стабилизации БПЛА с разбросом основных параметров системы в широких диапазонах [1–4].

Применяется методика построения систем, оптимальных по переменному критерию. Предлагается релейно-линейный алгоритм управления, в котором на фазовой плоскости формируется область, которая соответствует математическому уравнению эллипса. Значения коэффициентов, которого выбираются таким образом, чтобы эллипс на фазовой плоскости был меньше неустойчивого предельного цикла, вызванного ограничением мощности рулевого привода. Задаются зоны действия линейного и релейного управления таким образом, чтобы релейное управление

Изменение во времени параметров объекта управления принципиально не меняет принципа управления. Проведенное моделирование в среде оказалось вне эллипса на фазовой плоскости, а линейное управление внутри эллипса[4]. MATLAB Simulink динамики канала стабилизации летательного аппарата с линейным и релейно-линейным управлением подтверждает предпочтительность последнего.

### *Литература:*

1. Аксенов А.С., Воронов Е.М., Любавский К.К., Сычев С.И. Многокритериальная параметрическая оптимизация трехканальной системы стабилизации летательного аппарата с перекрестными связями. // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Приборостроение». Выпуск № 3 (96) / 2014, С. 16–34.

2. *Зайцев А.В., Канушкин С.В.* Управление робототехническими системами в условиях неопределенности. Труды XVII Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» – М: МГППУ, 2019. – 472 с.; с.359–360.
3. *Зайцев А.В., Канушкин С.В., Волков А.В., Каменчук В.А.* Многокритериальность требований к алгоритмам управления беспилотными летательными аппаратами. Труды 36 Всероссийской НТК «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем», Серпухов, 2017. Часть 2, С. 197–202.
4. Система угловой стабилизации. Авторы Канушкин С.В., Зайцев А.В., Волков А.В., Шишкин К.В., Сачук А.П., Барыкин Д.А. Патент на полезную модель № 186492 по заявке № 2018129426/11(047405), приоритет от 10.08.2018. Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей РФ 22.01.2019.

### **Многозначность роли кодов ребер и вершин функциональных нейронных сетей**

*Руденко Эдуард Михайлович  
Семикина Елена Викторовна  
Аллилуева Наталья Владимировна  
Привалов Михаил Иванович*

Генетический алгоритм, опираясь на кодирование ребер и вершин математическими величинами различной природы (многочленами, многочленными рациональными функциями, линейно независимыми функциями, неприводимыми множителями и т.д.), позволяет строить целевые функции для определения архитектуры графов нейронных сетей [1, 2]. При этом должна соблюдаться теорема об однозначности аддитивного или мультипликативного представления выбранной математической величины. Слагаемые целевой функции должны быть (как минимум) линейно независимы, а множители – не приводимы. Если рассматривать в качестве кодов многочленные функции с коэффициентами в заданном числовом кольце или поле, например, целые, рациональные, вещественные, комплексные или их конечные расширения согласно теории Галуа [3] и т.д., то трансцендентные числа над этими полями и кольцами, как переменные  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и т.д., порождают рациональные функции  $R(x,y,z,...) = P(x,y,z,...)/Q(x,y,z,...)$ , для которых справедливы свойства независимости и неприводимости. Эти функции могут быть использованы как коды ребер (дуг для ориентированных графов) и вершин, так же как и указатели функционального преобразования числовой информации, проходящей по линиям связей между нейронами и в самих нейронах сетей. Целевые функции, набранные в виде суммы или произведения указанных независимых или неприводи-

мых функций, как коды связей нейронов и в самих нейронах, позволяют в сети формировать, например, с помощью генетического алгоритма, маршруты прохождения и преобразования информации. Это приводит к прямому варианту кодирования, основанного на путях передачи сигнала (информации) в нейронной сети [5] и позволяет распараллелить обработку информации внутри сети по различным маршрутам. Алгебраическая независимость выбранных трансцендентных чисел  $x, y, z, \dots$  над числовыми кольцами и полями [6, 7] может быть с помощью операторов языков высокого уровня (C++, Matlab, Python и т.д.) преобразована в аргументы числовых функций, например  $R(x, y, z, \dots)$ . Это позволяет придать кодам связей между нейронами свойство указателей маршрута для прохождения сигнала и одновременно также функциональную форму преобразования информации вдоль этого маршрута.

Применение функциональных кодов дуг и вершин в нейронных сетях в виде рациональных функций позволяет, с одной стороны, применить аппарат алгебраической геометрии к их исследованию, а с другой стороны, указывает на парадигму идей и принципов, объединяющих генетический алгоритм и нейронные сети в эволюционном развитии искусственного интеллекта.

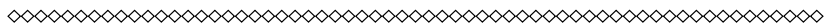
Отмеченная многозначность интерпретации кодов дуг и вершин в графах функциональных нейронных сетей позволяет явно представить преобразование входной информации в виде суперпозиции функций вдоль связей между нейронами [8].

#### *Литература:*

1. Аксенов С.В. Организация и использование нейронных сетей (методы и технологии) / С.В. Аксенов, В.Б. Новосельцев // Под общ. ред. В.Б. Новосельцева. – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. – 128 с.
2. Аллилуева Н.В., Руденко Э.М., Семикина Е.В. Маршрутизация на графе, теоретико-числовые целевые функции и генетический алгоритм // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2019. Т. 11. № 6. С. 4–14. doi: 10.24411/2409–5419–2018–10290.
3. Воскресенский В.Е. Бирациональная геометрия линейных алгебраических групп и модули Галуа. Алгебраическая геометрия – 2, Итоги науки и техн. Сер. Современ. мат. и ее прил. Темат. обз., 24, МОСКВА.: ВИНТИ, 2001. С. 5–156.
4. Борович З.И., Шафаревич И.Р. Теория чисел. Изд. 4-е. МОСКВА.: ЛЕНЕНД. 2019. 504 с.
5. Jacob W., Rehder M. Evolution of neural net architectures by a hierarchical grammar-based genetic system // Proc. of the International Joint Conference on Neural Networks and Genetic Algorithms. – 1993. – P. 72–79.
6. Гельфонд А.О. Трансцендентные и алгебраические числа. – МОСКВА.: Гостехиздат, 1952. – 221 с.

7. Манин Ю.И., Панчишкин А.А. Введение в современную теорию чисел. 2-е изд. испр. – МОСКВА.: МЦНМО, 2013.- 552 с.
8. Вороновский Г.К, Махотило К.В., Петрашев С.Н., Сергеев С.А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. – Харьков.: ОСНОВА, 1997. – 107 с.

# НЕЙРОСЕТЕВЫЕ И НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ



## **Создание самоадаптируемой к пространству и времени интеллектуальной системы массовой оценки и прогнозирования стоимости городской недвижимости**

**Ясницкий Виталий Леонидович**

**Алексеев Александр Олегович**

**Алексеева Ирина Евгеньевна**

*Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет*

**Ясницкий Леонид Нахимович**

*Пермский государственный национальный  
исследовательский университет (ПГНИУ)*

Необходимость проведения институционально-правовых преобразований в сфере имущественных отношений, нацеленных на ускорение вовлечения недвижимости в финансовый оборот и ее капитализацию является острой проблемой. Научно аргументированно что игнорирование и недооценка в рыночных условиях важнейших экономических факторов с точки зрения из стоимости и налогообместности приводит к значительному снижению экономического и финансового потенциала российской экономики, усилению региональной и социальной дифференциации. Также обосновано, что налогообложение имущества должно явиться основополагающим компонентом налоговой системы, что создает предпосылки для экономического роста и финансовой обеспеченности модернизации экономики [1].

Существенной проблемой, стоящей на пути эффективного налогового администрирования имущественного налогообложения, является необходимость построения системы комплексной объективной оценки имущества с учетом институциональных факторов экономики и информационно-методологического обеспечения развития государственного кадастра недвижимости. Актуальной задачей является устранение высокого уровня дифференциации регионов и усиление социальной функции налогообложения. Это определяет значимость исследования, целью которого является разработка интеллектуальной системы массовой оценки, учитывающей сказанное выше. Задачами исследования являются: 1) формирование теоретико-методологического подхода к интегрированной системе оценки имущества для целей налогообложения; 2) разработка методологии прогнозирования

базы налоговых поступлений в сфере имущественного налогообложения на основе мониторинга данных рыночной стоимости, социально-экономической статистики, определения ключевых показателей, влияющих на стоимостные показатели и налоговые поступления.

Сегодня не существует единой интегрированной экономико-математической модели массовой оценки недвижимости. Современные экономико-математические модели не масштабируются, то есть, разработанные для одного региона, они не могут быть применены к прочим территориям. Кроме того, они не учитывают региональные и макроэкономические факторы, что способствует потери актуальности моделей в связи с изменчивостью экономических процессов. В результате применение существующих моделей ограничено локальными регионами и периодом оценки. Поэтому имеющей научное и практическое значение задачей является разработка методики и интеллектуальной программной системы оценки рыночной стоимости объектов недвижимости, обладающей свойством масштабируемости и самоактуализации в условиях изменчивости экономической конъюнктуры.

В рамках исследования [2–6] авторами создан демонстрационный прототип нейросетевой интеллектуальной системы, учитывающий в качестве входных параметров строительно – эксплуатационные характеристики объектов оценки и ряд макроэкономические факторы: курс доллара, рыночные цены на нефть, показатели валового внутреннего продукта (ВВП) и валового регионального продукта (ВРП), объемы жилищного строительства в регионе, параметры кредитной политики государства и др. Интеллектуальная система приобрела свойство самоадаптации к меняющейся со временем экономической конъюнктуре, что обеспечило ее устойчивость. Кроме того, тестирование прототипа подтвердило способность сценарного прогнозирования рыночной стоимости в зависимости от варьирования экономических критериев.

Следующей задачей разработки является дополнение прототипа свойством пространственной самоадаптации путем объединения соответствующих обучающих баз данных нескольких регионов. Авторами решена проблема геолокации за счет применения «тепловых карт» – поверхностей, показывающих среднюю стоимость объектов оценки в зависимости от географических координат. Произведено тестирование на примере Екатеринбурга, Перми и Нижнего Новгорода.

Работа выполняется при поддержке гранта РФФИ № 19-010-00307 «Разработка интеллектуальной самоадаптируемой системы массовой оценки и сценарного прогнозирования рыночной стоимости жилой недвижимости регионов РФ».

#### *Литература:*

1. Мишустин М.В. Информационно-технологические основы администрирования имущественных налогов: монография. – Москва: ЮНИТИ – ДАНА, 2007. – 360 с.



2. Ясницкий Л.Н., Ясницкий В.Л. Методика создания комплексной экономико-математической модели массовой оценки стоимости объектов недвижимости на примере квартирного рынка города Перми // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2016. № 2(29). С. 54–69. doi: 10.17072/1994–9960–2016–2–54–69
3. Yasnitsky L.N., Yasnitsky V.L. Technique of design for integrated economic and mathematical model for mass appraisal of real estate property. Study case of Yekaterinburg housing market // Journal of Applied Economic Sciences. 2016. 11(8). Pp. 1519–1530.
4. Ясницкий Л.Н., Ясницкий В.Л. Разработка и применение комплексных нейросетевых моделей массовой оценки и прогнозирования стоимости жилых объектов на примере рынков недвижимости Екатеринбурга и Перми // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2017. № 3(186). С. 68–84
5. Ясницкий Л.Н., Алексеев А.О., Ясницкий В.Л. Интеллектуальная адаптивная система массовой оценки и сценарного прогнозирования рыночной стоимости жилого недвижимого имущества // Нейрокомпьютеры и их применение. XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 410–412.

### **Изучение качества прогнозирования состояния магнитосферы земли алгоритмами машинного обучения**

***Владимиров Роман Дмитриевич***

*Московский государственный университет  
имени М.В.Ломоносова (МГУ)*

***Широкий Владимир Романович***

***Доленко Сергей Анатольевич***

***Мяжкова Ирина Николаевна***

*Научно-исследовательский институт  
ядерной физики имени Д.В. Скобельцына МГУ*

В работе выполнено сравнение точности прогнозирования временного ряда, характеризующего состояние магнитосферы Земли (значения геомагнитного индекса Dst), различными алгоритмами машинного обучения (случайный лес, искусственные нейронные сети, градиентный бустинг), и анализ влияния параметров моделей на качество решения задачи.

Для построения моделей в качестве исходных данных брались временные ряды среднечасовых значений самой прогнозируемой величины, а также параметры солнечного ветра и межпланетного магнитного поля. Горизонт прогноза составлял от 1 до 6 часов, глубина погружения временных рядов 24 часа для всех входных признаков. Для заполнения пропусков к данным применялась линейная интерполяция по двум крайним точкам интервала, имеющего не более 12 пропущенных значений. Для

каждого алгоритма и каждого горизонта прогноза обучалось по 5 моделей. Были построены однородные комитеты на основе выходов этих моделей, как средний ответ по 5 реализациям для каждой из них.

Полученные модели применялись к соответствующим тестовым наборам, качество прогнозирования оценивалось различными метриками (среднее квадратичное отклонение, среднее абсолютное отклонение, коэффициент множественной детерминации  $R^2$  и коэффициент корреляции). Результаты сравнивались с результатами следующих тривиальных моделей:

- прогнозируемое значение принималось равным последнему известному значению
- прогнозируемое значение получалось путём линейной экстраполяции по последним двум известным точкам.

Получены зависимости качества прогнозирования от горизонта прогноза для каждого из рассматриваемых алгоритмов машинного обучения. Также проанализировано влияние параметров каждого из алгоритмов на точность прогноза, и определён оптимальный набор параметров.

### **Нейросетевая система классификации пользователей социальных сетей и экспертный способ ее создания**

*Рабчевский Андрей Николаевич*  
ООО «СЕУСЛАБ»

В связи с современными успехами телекоммуникационных технологий все большую актуальность приобретает проблема контроля распространения в социальных сетях деструктивной информации и вовлечения пользователей в социально опасные явления и процессы [1–4]. Целью настоящей работы является создание интеллектуальной системы, позволяющей определять роль, которую играют пользователи социальных сетей в формировании и распространении информации. Создание такой системы наталкивается на трудности, связанные с получением примеров поведения предметной области в объеме, достаточном для качественного обучения нейронной сети [5]. Для решения этой проблемы применяется оригинальный способ, названный экспертным. Суть этого способа состоит в том, что примеры для обучения нейронной сети создаются экспертом, который закладывает в них свои знания о предметной области. Причем, эксперт задает не отдельные числа, характеризующие поведение предметной области, а интервалы, в пределах которых они могут изменяться. Сами же значения параметров предметной области генерируются датчиком случайных чисел в пределах, заданных экспертом. Нейронная сеть, созданная таким способом, позволила графически изобразить некоторые закономерности предметной области,

заложенные экспертом в обучающее множество экспертом в виде примеров. В частности, получены распределения вероятностей принадлежности пользователей к определенным классам в зависимости от количества постов и репостов. Оценена степень влияния (значимость) параметров, характеризующих пользователя социальной сети в отношении его к определенному классу: «Лидер», «Репостер», «Связной», «Трольль», «Жертва», «Бот». Классификация пользователей по указанным классам, выполняемая нейронной сетью, может быть использована при решении задач предотвращения распространения в социальных сетях деструктивной информации и вовлечения пользователей в социально опасные явления и процессы, а также при проведении маркетинговых и социологических исследований. Развиваемый в статье экспертный способ рекомендуется применять при выполнении нейросетевых проектов в случаях, когда применение других способов формирования примеров поведения предметных областей затруднено. Кроме того, этот способ иногда полезно использовать в комбинации с классическими способами, для усиления полезных сил синаптических связей нейронных сетей.

В настоящее время предпринимаются попытки использовать созданную нейросеть для моделирования процессов распространения информации в социальных сетях в зависимости от социальных ролей пользователей.

*Литература:*

1. *Arularasan A.N., Suresh A., Seerangan K.* Identification and classification of best spreader in the domain of interest over the social networks // *Cluster Computing*. 2019. Vol. 22. Pp. 4035–4044. <https://doi.org/10.1007/s10586-018-2616-y>
2. *Doran, D.* (2015). On the Discovery of Social Roles in Large Scale Social Systems // *Social Network Analysis And Mining*. 2015. 5. 49. <https://corescholar.libraries.wright.edu/cse/375>
3. *P. H.B. Ruas, A.D. Machado, M.C. Silva, M. R.G. Meireles, A. M.P. Cardoso, L.E. Zárate, C.N. Nobre.* Identification and characterization of facebook user profiles considering interaction aspect // *Behaviour & Information Technology*. 2019. Vol. 38. No 8. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0144929X.2019.1566498?scroll=top&needAccess=true>
4. Сайт компании ООО «СЕУСЛАБ» [Электронный ресурс]. URL: <https://seuslab.ru/> (дата обращения: 29.10.2019)
5. *Ясницкий Л.Н.* Интеллектуальные системы : учебник. М.: Лаборатория знаний, 2016. 221 с.

## **Задача определения итоговой оценки по результатам текущего контроля с использованием нейронной сети**

***Рыжков Алексей Петрович  
Меркушова Кристина Анатольевна***  
*Тамбовский государственный  
технический университет (ТГТУ)*

В современных условиях, когда обучение ориентируется на развитие познавательных и творческих способностей личности, традиционные методы обучения и контроля знаний становятся не столь эффективными. Для создания условий эвристической и творческой познавательной деятельности студента необходимо использовать технологии искусственного интеллекта [1].

Данные, полученные в результате контроля обучения, могут использоваться как для изменения методики изложения материала, так и для принятия решений по управлению образовательным процессом в целом. Поэтому совершенствование интеллектуальной системы контроля является важной задачей. Для контроля образовательного процесса следует внедрять современные системы обработки информации, основанные на использовании инструментов интеллектуального анализа данных [2].

Современный уровень развития информационных технологий позволяет использовать нейронные сети при оценке качества знаний обучаемых.

Итоговая оценка уровня усвоения материала, как теоретического, так и практического, производится на основании множества показателей. В качестве таких показателей могут выступать результаты: устных опросов (собеседование, защита лабораторных работ, зачет, экзамен), письменных работ (тесты, контрольные работы, рефераты, курсовые работы, отчеты по практике, отчеты по научно-исследовательской работе), анкетирования, компьютерного тестирования, опросов преподавателей и т.д.

Задача мониторинга оценки качества знаний обучаемых по результатам текущего контроля, реализованная с помощью нейронной сети, является задачей классификации данных.

Классификация в машинном обучении относится к разделу обучения с учителем. Поэтому для обучения нейронной сети создается обучающая выборка. В нее входят объекты, для которых известны значения как независимых, так и зависимых переменных. На основании обучающей выборки строится модель определения значения зависимой переменной. Затем построенную модель применяют к анализируемым объектам с неопределенным значением независимой переменной.

В данной работе независимыми переменными являются оценки в четырехуровневой шкале полученные студентами при тестировании, на-

писании контрольных работ и устных опросов. Зависимая переменная также принимает четыре возможных значения: 2, 3, 4 и 5.

Исходные данные для формирования итоговой оценки по текущим результатам обучения были взяты из базы данных обучения студентов третьего курса ТГТУ при освоении дисциплины «Интеллектуальные методы анализа данных».

В работе, с использованием аналитической платформы Deductor Studio, разработана модель, осуществляющая мониторинг знаний студентов по результатам текущего контроля. Разработанная модель оценки знаний студентов получена на основе использования нейронной сети в виде многослойного персептрона.

Для решения рассматриваемой задачи был выбран двухслойный персептрон с пятью и тремя нейронами соответственно в первом и втором скрытых слоях.

Для обучения сети использовался алгоритм обратного распространения ошибки. Это итерационный градиентный алгоритм обучения, который используется в целях минимизации среднеквадратической ошибки отклонения текущих от требуемых выходов многослойных нейронных сетей с последовательными связями.

Использование полученной модели позволяет проводить аналогичный мониторинг оценки знаний студентов по любым другим дисциплинам и на любом этапе обучения. Кроме того, использование данной модели устраняет субъективность оценки преподавателя. Полученные результаты интеллектуальной обработки, позволяют судить о качестве учебного процесса и выдвигать гипотезы относительно способов управления его совершенствованием.

#### *Литература:*

1. Меркушова К.А., Рыжков А.П. Интеллектуальная система обучения, адаптивная к уровню подготовки студентов. В сборнике трудов XXVI международной научно-технической конференции: «Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации». 14–20 сентября 2017 г., Алушта. – М.: ИД «МЕД-ПРАКТИКА-М», 2017. С. 28–29.
2. Меркушова К.А., Рыжков А.П. Интеллектуальный анализ данных в задаче определения итоговой оценки по результатам текущего контроля. Сборник трудов XXVII международной научно-технической конференции: «Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации». 14–20 сентября 2018 г., Алушта. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. С. 116–117.

## **Нейросетевое решение многопараметрических обратных задач на основе совместного применения нескольких физических методов измерения**

**Исаев Игорь Викторович**

**Оборнев Иван Евгеньевич**

*НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцына*

*МГУ им. М.В. Ломоносова*

**Буриков Сергей Алексеевич**

**Сарманова Ольга Эдуардовна**

*Московский государственный университет*

*имени М.В. Ломоносова (МГУ)*

**Доленко Сергей Анатольевич**

*НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцына*

*МГУ им. М.В. Ломоносова*

Современный этап развития науки и техники характеризуется тем, что возможности прямого измерения интересующих исследователя величин практически исчерпаны. Поэтому, как правило, ввиду невозможности, сложности или дороговизны прямых измерений для исследования применяются методы косвенных измерений, которые сопряжены с решением обратных задач (ОЗ), т.е. определением параметров объекта исследования по значениям измеряемых величин.

При этом актуальные ОЗ характеризуются рядом особенностей, существенно осложняющих их решение: некорректность и плохая обусловленность, нелинейность, высокая размерность как по входу, так и по выходу. Вследствие этого многие методы решения оказываются недостаточно эффективными. Это касается как традиционных (матричные, оптимизационные) математических методов решения ОЗ, так и современных методов машинного обучения. Поэтому в настоящей работе в качестве способа повышения качества решения ОЗ рассматривается комплексирование физических методов, которое означает совместное применение нескольких физических методов исследования и, соответственно, измерения нескольких физических характеристик объекта для определения одних и тех же параметров объекта.

Первая задача, рассматриваемая в настоящей работе, ОЗ разведочной геофизики, заключается в определении параметров геологического разреза по измеренным на поверхности Земли значениям физических полей. В данном случае задача состояла в нахождении границ геологических слоев, которые обладают различными наборами характеристик: плотность, намагниченность, удельное сопротивление. Соответственно, определение осуществлялось посредством использования методов гравиметрии, магнитометрии и электроразведки.

Вторая задача, рассматриваемая в настоящей работе, ОЗ спектроскопии, заключается в определении характеристик объекта по его спектрам. В данном случае в качестве объекта исследования рассматривались многокомпонентные водные растворы неорганических солей, в качестве определяемых параметров – концентрации соответствующих ионов, а в качестве используемых физических методов – методы спектроскопии поглощения и спектроскопии комбинационного рассеяния света.

Для рассматриваемых задач осуществлялось нейросетевое решение с использованием данных каждого из физических методов по отдельности, а также с совместным использованием методов в различных сочетаниях. Совместное использование методов при нейросетевом решении заключалось в одновременной подаче на вход нейронной сети признаков, соответствующим различным физическим методам. В обоих случаях работа велась как в исходном признаковом пространстве, так и в пространстве сниженной размерности. Снижение размерности осуществлялось при помощи отбора признаков, а также при помощи преобразования исходного признакового пространства посредством анализа главных компонент.

Показано, что комплексирование физических методов оказывается наиболее эффективным в ситуациях, когда их применение по отдельности даёт сравнимое между собой по качеству решение искомой ОЗ. В этом случае одновременное использование данных нескольких методов позволяет получить решение, превосходящее по качеству все решения, полученные на данных каждого из комплекслируемых методов.

### **Опыт создания нейросетевой системы анализа технологического процесса изготовления стержней для литья лопаток авиационных двигателей**

*Голдобин Максим Алексеевич  
АО «ОДК-Пермские моторы»*

Важнейшими узлами авиационного и газотурбинного двигателя определяющими его срок службы и эксплуатационные характеристики, являются турбины высокого и низкого давления [1]. К основным деталям данных узлов, относятся рабочие и сопловые лопатки. Поэтому актуальной является задача обеспечения качества отливок и соответствия геометрии лопаток конструкторской документации.

В настоящее время единственным методом, который позволяет в промышленных масштабах наиболее экономично получать заготовки рабочих и сопловых лопаток турбины, не нуждающихся в последующей обработке, является метод литья по выплавляемым моделям. Несмотря на значительный прогресс в технологии и средствах производства литьих лопаток, брак в литейных цехах все еще значителен. Например, при литье охлаждаемых рабочих лопаток турбины он достигает 50%.

Типичными дефектами изготовления отливок являются: наличие пор и трещин; нарушение целостности каналов охлаждения; появление в полостях охлаждения фрагментов керамического стержня; неудовлетворительное качество кристаллизации; отклонения геометрических параметров отливки [2].

Улучшению качества литейных изделий посвящено большое количество работ, среди которых расчеты, выполненные классическим методом математического моделирования, основанным на решении краевых задач математической физики [3–7]. Однако, проблема применения этих методов состоит в том, что качество стержней зависит от большого количества факторов, определяемых как характеристиками используемых материалов, так и самими параметрами процесса их изготовления. Поэтому вопрос о том, какие сочетания этих характеристик и параметров являются приемлемыми, а какие приводят к браку, классическими детерминированными методами установить достаточно сложно.

В работе [8] для решения данной проблемы рассматривается возможность использования методов искусственного интеллекта, в частности, технологии нейросетевого моделирования, применению которой посвящена настоящая работа.

Процесс изготовления стержня имеет порядка 70 влияющих, в той или иной степени, на результат параметров начиная от состава стержневой массы и заканчивая условиями изготовления на разных этапах процесса.

В процессе изготовления можно выделить основные стадии:

1. Приготовление стержневой массы.
2. Прессование стержня.
3. Упаковка.
4. Обжиг.
5. Контроль.

Прессование заканчивается контрольной операцией, результатом которой становится отсеивание негодных заготовок по причинам растрескивания массы, сколов, либо непропрессовки. Таким образом, для решения задачи по выявлению наиболее важных параметров изготовления стержней, весь технологический процесс можно разделить на два подпроцесса: прессование и обжиг, для которых необходимо оценить влияющие параметры.

В первом подпроцессе можно выделить около 40 входных параметров, включая состав и условия выполнения операции. Выходными же параметрами являются результаты визуального контроля на наличие трещин, сколов или непропрессовки. Трещины и сколы появляются при извлечении пресованной заготовки из формы, и можно предположить, что для появления этих дефектов необходимо сочетание одних и тех же факторов, поэтому данные дефекты можно объединить.



Основными параметрами обжига являются температура и время нахождения в печи, но помимо этого имеется ряд других параметров, всего около 20, степень влияния которых поможет быть оценена с помощью нейронной сети.

Как известно, для качественного обучения сети требуется достаточный объем обучающего множества, например, в [9] предлагается формула:

$$Q > 7 \cdot N_x + 15, (1)$$

где  $Q$  – количество примеров обучающего множества,  $N_x$  – количество входных параметров.

Следуя формуле (1), в нашем случае при 40 входных параметрах для создания сети моделирующей подпроцесс прессования стержня, требуется выборка из минимум 295 примеров, а для отжига – минимум 155.

Также следует отметить, что может не получиться выявить закономерности, подразделяя дефекты по типу брака, и в этом случае, как при прессовании стержня, так и обжиге необходимо иметь достаточное количество примеров с негативным результатом процесса, т.е. полученным браком на выходе по каждому типу определенного закодированного дефекта.

В результате удалось построить приемлемую для предварительных исследований нейросетевую модель для прогнозирования результатов прессования стержня одновременно по всем видам брака: непропрессовка, трещина, скол. Из множества в 600 собранных примеров, с учетом отброшенных (заполненных частично, ошибочных) для обучения взято 200. Доля примеров с выявленными дефектами от общего количества составляет около 6,5%, при необходимых 40–50%, чего для полноценного обучения обычно недостаточно. Тем не менее, полученный и на такой малой выборке результат можно считать полезным, поскольку подтверждает существование зависимости между учтенными в модели входными параметрами прессования стержня и вероятностью возникновения брака.

С помощью обученной нейросети проведена оценка степени влияния входных параметров на результат прессования. Согласно данным предварительного моделирования, наиболее существенное влияние на образование брака при прессовании стержней оказывает температура массы перед прессованием, затем следует время выливания массы в пресс, температура пресс-формы перед прессованием, температура стакана перед прессованием и т.д. Меньше всего на выход годного оказывают температура и влажность на производственном участке.

Однако следует отметить, что распределение значимости входных параметров, в последующих вычислительных экспериментах может измениться, поскольку данный результат получен на очень грубой нейросетевой модели с погрешностью тестирования 22%.

*Литература:*

1. Испытания, обеспечение надежности и ремонт авиационных двигателей и энергетических установок: Учеб. пособие / Ю.С. Елисеев, В.В. Крымов, К.А. Малиновский, В.Г. Попов, Н.Л. Ярославцев. – М.: Изд-во МАИ, 2005. – 540 с.
2. Завалишин И.В., Финогеев А.Г. Особенности технологической подготовки производства деталей турбины газотурбинного двигателя // Труды МАИ. 2012. № 56. С. 1–11.
3. Ясницкий Л.Н. Гидродинамическое обоснование рациональных режимов получения стальных слитков. Диссертация на соиск. уч. степени к.т.н. по специальности 05.16.02 – Metallургия черных металлов. Свердловск, 1983.
4. Самойлович Ю.А., Ясницкий Л.Н. Сопряженная задача теплообмена, гидродинамики и затвердевания расплава // Инженерно-Физический журнал. 1981. Т.41. № 6. С. 1109–1118.
5. Самойлович Ю.А., Кабаков З.К., Ясницкий Л.Н. Сопряженная задача теплообмена и гидродинамики в затвердевающем расплаве // Теплофизика высоких температур. 1981. Т. 19. № 4. С. 814–820.
6. Самойлович Ю.А., Ясницкий Л.Н. Неустойчивость тепловой гравитационной конвекции в жидком ядре затвердевающей отливки // Теплофизика высоких температур. 1982. Т. 20. № 5. С. 1002–1004.
7. Самойлович Ю.А., Кабаков З.К., Ясницкий Л.Н. Термогравитационная конвекция расплава в условиях направленного затвердевания отливки // Известия Академии наук СССР. Металлы. 1985. № 2. С. 92–96.
8. Миролюбова Т.В., Голдобин М.А., Морозов А.А., Ясницкий Л.Н. Современное состояние, возможности и перспективы применения методов искусственного интеллекта для прогнозирования, управления и повышения качества отливок лопаток авиационных двигателей // Сборник: Искусственный интеллект в решении актуальных задач социальных и экономических проблем XXI века, 2019г. С. 167–172.
9. Дайтбегов Д.М. Компьютерные технологии анализа данных в экономике, 2008.

**Распознавание категорий сцен на основе  
сверточных нейронных сетей**

*Бабкина Марина Олеговна*

*Егоров Юрий Сергеевич*

*Нижегородский государственный технический  
университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)*

В настоящее время особый интерес занимают системы и технологии, связанные с обнаружением и распознаванием объектов на изображениях и видеоданных. Применение искусственного интеллекта (AI) на основе машинного обучения или компьютерного зрения (Computer Vision, CV) зачастую с дополнением поддержки принятия решений широко распространилось в различных сферах деятельности человечества, начиная с персональных smart-устройств и интернета

вещей (IoT) и переходя на более высокий уровень в области медицины, производства, экономики, науки и прочее. С появлением новых задач различного назначения возникает необходимость в разработке эффективных алгоритмов обработки данных. В рамках данной темы предлагается рассмотреть задачу о разметке видеоконтента на теги по содержанию активного плана, который можно отнести к различным категориям условно заданных сцен. Данное решение позволит ускорить поиск необходимой информации как для владельцев архива видеоданных, так и для поисково-информационных сервисов. В последние годы различные IT-команды, относящиеся к сообществу CV, демонстрируют высокие результаты в распознавании объектов, а также предлагают воспользоваться своими наработками, размещая в открытом доступе многомиллионные датасеты и обученные модели. Однако, распознавание сцен (Scene Recognition) исследовано в значительной мере меньше, так как представляет собой комплексное содержание множества образов. Чтобы определить сцену, изображенную на картинке, необходимо изучить ее контекст – присутствующие объекты и взаимодействие между ними. На сегодняшний день уже существуют подобные экспериментальные системы на примере CV API от Google и Microsoft, которые способны распознавать огромное количество категорий сцен [1]. Неизбежна проблема классификации изображенных мест при наличии схожего содержания, т.е. наличия подобных объектов. Нередко встречается необходимость более детальной классификации сцен внутри одной общей категории, например, в зависимости от сферы деятельности требуется определить различные помещения, кабинеты, отделы внутри офиса, музея, магазина и прочее.

В задачах распознавания объектов на изображении среди многочисленных программных алгоритмов и инструментов особое место занимают сверточные нейронные сети (CNN), представляющие модель глубинного обучения. Высокая точность и скорость работы CNN во многом зависят от объема и качества сформированной выборки, содержащей миллионы обучающих изображений, в том числе сгенерированных с помощью различных подходов аугментации данных. Стоит отметить требования CNN к производительности машины или сервера (CPU, GPU), на котором непосредственно выполняется обучение модели.

В задачах распознавания сцен возможно применение алгоритма, на основе сопоставления извлеченных признаков в результате обработки RGB-изображения по одной ветви и его семантической сегментации по другой. Сеть, обученная на основе семантической сегментации входного RGB-изображения, стремится сосредоточиться на репрезентативных и дискриминационных объектах сцены. Полученная информация может быть использована для управления представлениями, извлеченными из RGB-изображения, что позволяет сфокусировать их на содержании ис-

следуемой сцены. Таким образом, объединив результаты работы обеих ветвей CNN, можно получить точную модель для распознавания различных категорий сцен на изображениях.

*Литература:*

1. *Бояров А.* Scene recognition by CNN– [Электронный ресурс] / Электронная статья – Россия, 2018 – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/mailru/blog/359214>, свободный.

# НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ



## Применение метода Монте-Карло при прогнозировании содержания полезного компонента в руде

*Пронникова Софья Михайловна*  
Горный институт НИТУ МИСИС

Для решения плохо формализуемых задач во последнее время всё шире используются технологии искусственного интеллекта, одной из которых являются искусственные нейронные сети (НС). Нейронные сети способны моделировать как линейные, так и сколь угодно сложные нелинейные зависимости, поскольку сами по себе нелинейны. Они способны учиться на примерах и находить скрытые закономерности в данных – в этом их преимущество над традиционными методами моделирования. Поскольку большинство геологических процессов также являются нелинейными и плохо поддаются формальному математическому описанию, естественно предположить возможность успешного применения НС для моделирования таких объектов.

В работе рассматривается процесс добычи магнитного железа на Лебединском месторождении.

Лебединское месторождение железистых кварцитов расположено в северо-восточной части Белгородской области на востоке Губкинского административного района, в центре Старооскольского железорудного района КМА. Выполненный анализ данных геологоразведочных работ различных лет показывает, что несмотря на достаточно сложное геологическое строение Лебединского месторождения, качественные показатели рудного материала в среднем достаточно однородны. При больших объемах добычи из нескольких забоев в результате внутризабойного и межабойного усреднения можно добиться высоких показателей однородности показателей руды, поступающей на обогатительную фабрику.

Процедура расчета планового содержания полезного компонента в руде подразумевает отбор проб по предполагаемому расположению месторождения. При отборе керновых проб необходимо создать сеть из разведочных скважин и выработок достаточной плотности. Это условие обусловлено необходимостью подтверждения уровня концентрации в каждом рудном блоке месторождения, поскольку содержания в разных блоках могут существенно отличаться.

И именно по этой причине результаты опробования, состоящие из случайных проб, следует оценивать и анализировать при помощи вероятностного и статистического инструментария. Для целей опре-

деления и подсчета запасов и ресурсов, как правило, используются математические и статистико-вероятностные методы анализа распределения концентраций металла в рудных блоках. Учетной базой для статистического анализа распределений концентраций полезного компонента в руде являются данные опробования, по которым можно говорить о виде их вероятностного распределения, которые позволяют производить расчет различных статистических характеристик, таких как дисперсии, медианы, моды концентраций, их средние значения в фактической анализируемой совокупности проб.

Сокращение количества единовременно действующих точек погрузки руды или ликвидация усреднительных складов может привести к увеличению разброса среднесуточных показателей качества рудного материала, поставляемого на обогатительную фабрику, что обуславливает необходимость проведения более точного прогнозирования содержания полезного компонента в руде. Моделирование используется на всех периодах работы с месторождением. В моделировании практически на всех этапах присутствует неопределенность: это инклинометрия, скважинные кривые, структурное моделирование, осреднение скважин, литологическая, петрофизическая модели, насыщенность, подсчет запасов.

Метод Монте-Карло необходимо применять для трех этапов стоимостной оценки месторождения:

1. моделирование геологических параметров (пористости, нефте- и газонасыщенности, степени заполнения ловушки и др.), влияющих на оценку, в результате чего сама оценка является вероятностной;
2. моделирование процесса разработки предполагаемых или реальных месторождений с учетом неопределенности их параметров и параметров самой разработки;
3. моделирование экономической эффективности при варьировании динамики добычи, затрат и отпускных цен в заданных допусках.

Количественное выражение качественных характеристик изменчивости количества полезного компонента в добываемой руде на сегодняшний день задача, которая не имеет однозначного решения.

В данном докладе изложена последовательность создания математической модели одномерной пространственной переменной результата химического опробования буровзрывных скважин при выбранном критерии адекватности, и модели дисперсии случайной составляющей данных. Для моделирования были использованы метод Монте-Карло и метод с применением нейронных сетей и проведено сравнение их результатов.

Метод Монте-Карло – общее название группы численных методов, основанных на получении большого числа реализаций стохастического (случайного) процесса, который формируется таким образом, чтобы его вероятностные характеристики совпадали с аналогичными величинами решаемой задачи.

## **Применение алгоритма FED в задачах распознавания объектов нелинейных изображений нейронной сетью в центре обработки данных**

**Катин Вячеслав Викторович  
Лунанчук Владимир Юрьевич**

*Российская академия народного  
хозяйства и государственной службы  
при Президенте РФ (РАНХиГС)*

Основной тенденцией развития космических аппаратов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) на современном этапе является создание группировок спутников. Появление новых и развитие существующих группировок при увеличении производительности и сокращения интервала повторной съемки влечет за собой увеличение объемов, обрабатываемых и анализируемых данных, необходимых для принятия оперативных и эффективных решений. Активно развивается Российский проект глобальной спутниковой системы связи под названием «Сфера». В проекте планируется запуск более 600 малых спутников связи и ДЗЗ, в котором будут использованы передовые разработки в области цифровых технологий, включая суперкомпьютерные многопроцессорные системы, цифровые геоинформационные технологии и самообучающиеся нейронные сети. В условиях избыточности разнородной информации для приема, обработки и хранения больших данных требуются новые технические решения, которые позволят повысить оперативность получения информации конечным пользователем и доступа к ней.

В работе рассматривается возможность применения суперкомпьютера в качестве технического средства обработки и хранения большого объема данных, полученных при ДЗЗ.

Обработка большого количества изображений возможна при формировании соответствующей нейронной сети в центре обработки данных (ЦОД), способную фильтровать, обрабатывать, сравнивать изображения с эталонными и выбирать лучшие из полученных [1].

Сравнение изображений и обнаружение объектов реализуется сверточными нейронными сетями. Алгоритм работы сверточных нейронных сетей направлен на определение особых точек на изображении с помощью детекторов, а также определение дескрипторов (описание особых точек). Существует множество детекторов и дескрипторов функций, среди которых выделяют детекторы признаков и дескрипторы: масштабно-инвариантное преобразование признаков (SIFT scale-invariant feature transform) и ускоренные надежные функции (SURF). Перечисленные разновидности дескрипторов устойчивы к искажениям изображения, например, трансформация изображений, аффинное преобразование и увеличение или уменьшение масштаба между ними.

Существуют различные алгоритмы нахождения особых точек и дескрипторов на изображениях. Чтобы определить достоинства каждого алгоритма был проведен анализ методов ORB (Oriented and Rotated BRIEF), BRISK, AKAZE, основываясь на результатах классификатора [3, 4].

Проведенный анализ показал, что метод ORB имеет лучшую скорость в вычислении особых точек и расчета их дескрипторов, что позволяет использовать его в задачах обработки изображений в реальном времени. Одной из таких задач является слежение за движущимся объектом. Но высокая скорость работы сказывается на точности сопоставления дескрипторов. Наличие цифрового шума или размытие изображений еще больше ухудшает результат сравнения.

Алгоритм BRISK отличается от остальных методов тем, что он определяет наибольшее количество особых точек при высоком цифровом шуме. Недостатком является фильтрация ложных связей между объектами изображений, которая увеличивает время на поиск ложных особых точек[2].

Метод AKAZE является наиболее эффективным при решении задачи поиска особых точек. Но при этом, из-за особенностей его структуры, таких как поиск особых точек на нелинейной многомасштабной пирамиде и описание дескрипторов по трем параметрам, вместо одного, как у ORB и BRISK, получаем высокую точность при сопоставлении изображений и дальнейшего их распределения по группам.

В основе масштабно-инвариантного преобразования признаков изображений (SIFT) предложен алгоритм FED – Fast Explicit Diffusion, который позволяет построить нелинейную многомасштабную пирамиду признаков на пирамидальной схеме. Применение нелинейного коэффициента масштабирования позволяет увеличить скорость нахождения особой точки по сравнению с Гауссовой пирамидой. Вычисление данного коэффициента основано на изменении яркости изображений при масштабировании. Для каждой октавы в пирамиде вычисляется определитель Гессiana.

Производные второго порядка вычисляются с помощью фильтра Шарра с нормированным шагом. Фильтр позволяет учитывать ориентацию особых точек. Данный подход позволяет найти особые точки в октаве, значение фильтра которых выше заданного порога и является наибольшим из окрестности точки  $3 \times 3$  пикселей. Далее, значение каждой особой точки при сравнении с результатами соседней октавы  $i + 1$  и  $i - 1$  в окне размером  $\sigma i \times \sigma i$  позволяет выразить яркостные признаки изображений. Таким образом, расположение особой точки оценивается с субпиксельной точностью соответствующая квадратичной функции к определителю Гессiana в  $3 \times 3$  соседних пикселей для поиска максимума.



После определения дескрипторов изображения сравниваются. Если объект смещен на сцене или снят с изменением первоначального углового положения, то при трансформации и наложении множества точек одного изображения на соответствующее множество точек другого при использовании алгоритма позволяет выявить особенности, не относящиеся к общему объекту и тем самым, уменьшает количество ложно определенных связей.

Авторами предлагается внести изменение в схему работы алгоритма FED. Изменение заключается в циклическом повторении поиска матрицы трансформации между случайно определенными особыми точками на одном изображении и соответствующими точками на втором. Действующая матрица трансформации считается той, в которой достигнут минимум суммы отклонений особых точек изображений при преобразовании матрицы трансформации (количество циклов  $N \leq 2000$ ). Качество изображения, в таком случае, будет зависеть от того насколько близко циклы алгоритма FED приближаются к гауссову. Функционирование алгоритма FED и его производительность определяется множеством особых точек или числом итераций за цикл. Чем больше нужно итераций, тем хуже производительность.

В конечное множество особых точек включаются только те точки, отклонение которых не превосходит заданного порога

Рассмотрим применение критерия сходства в алгоритме FED для определения сходства между изображениями:

1. Рассматривается множество  $srcPoints'$ , если  $|srcPoints'| < 6$ , то изображения не сравниваются. Иначе выполняются следующие шаги.
2. Вычисляется шаг обхода  $step = |srcPoints'|$
3. В цикле  $n = 0 \dots 2$ : 1. Выбираются четыре особых точки  $srcPoints'_j, j = step * i + n, i = 0 \dots 3$ , в качестве вершин многоугольника  $Pn1$  и соответствующий ему  $Pn2$  из вершин  $dstPoints$ . Если  $j \geq |srcPoints'|$ , то  $j = |srcPoints'| - n - 1$ . 2. Вычисляются суммы длин сторон треугольников из которых состоят  $Pn1$  и  $Pn2$  соответственно, по четыре на каждый из многоугольников.
4.  $AverageTrDivn = \sum_{i=0}^3 tri1\ tri2\ 3\ i=0 / 4$ .
5.  $AverageDeviationn = \sum_{i=0}^3 (averageTrDivn - \sum_{i=0}^3 tri1\ tri2\ 3\ i=0) / 4$ . 4) Если  $averageDeviation = minn(averageDeviationn) < 0.2$ , то  $alikeValue = (1 - 1,5 * averageDeviation) * |srcPoints'|$ , иначе  $alikeValue = 0$ . Экспериментальным путем выделено оптимальное пороговое значение  $averageDeviation < 0,3$  мкс, если неравенство выполняется, то изображения считаются похожим по содержанию.

Данный подход достаточно точно позволяет определить сходство двух изображений при условии корректного сопоставления де-

скрипторов. Параметр *alikeValue* определяет степень сходства изображений, а также количество связей и их геометрические отклонения *averageDeviation* между изображениями.

Постоянный обновляемый поток информации, поступающей от спутниковых группировок требует выделение достаточно больших объемов компьютерной памяти для их хранения. Обработка и классификация полученной информации, распознавание объектов, сравнение изображений с эталоном в реальном времени вызывают большую сложность. Внедрение алгоритмов в ЦОД, основанных на сверточных нейронных сетях позволит повысить оперативность обработки изображений, классификации и распознавании объектов на изображении и видео.

Авторами предложен модифицированный алгоритм работы FED в сверточных нейронных сетях, который позволяет повысить качество определения особых точек и дескрипторов на изображениях путём циклического повторения поиска матрицы трансформации для случайно выбранных особых точек изображений.

*Литература:*

1. Романчук В.А., Ручкин В.Н., Колмыков М.В. Возможности программного комплекса NM Model для разработки и отладки программ обработки изображений // Вестник РГРТУ. – Рязань: РГРТУ, 2008. – № 2. – Вып. 24. – С.83–85.
2. Патин М.В. Выпускная квалификационная работа бакалавра «Сравнительный анализ дескрипторов особых точек изображений с внедрением алгоритмов под операционной системой «Android».
3. Stefan Leutenegger, Margarita Chli, Roland Siegwart: «BRISK: Binary Robust Invariant Scalable Keypoints». Computer Vision (ICCV), pp. 2548–2555, 2011
4. S. Grewenig, J. Weickert, C. Schroers, A. Bruhn: «Cyclic Schemes for PDEBased Image Analysis», In International Journal of Computer Vision, 2013.

## **Отладка параметров насосного оборудования в составе поверочного проливочного стенда с использованием интеллектуальных методов**

***Жернаков Сергей Владимирович***

*Уфимский государственный авиационный  
технический университет (УГАТУ)*

Тестовые проливные установки предназначены для проверки, градуировки, калибровки и испытаний расходомеров-счетчиков объемного и массового расхода газа, жидкости, преобразователей расхода теплосчетчиков, ротаметров, сопел, диафрагм и других элементов и компонент гидромеханических систем. Системы управления такими установками базируются на имитации расхода специальными воздушными или водяными насосами, которые, как правило, управляются частотными преобразователями на базе современных промышленных контроллеров, на основе специального программного обеспечения (ПО). В процессе эксплуатации гидромеханического оборудования данное ПО не в полной мере удовлетворяет точности управления, отдельно рассматриваемого насоса проливной установки, например, поддержания точного расхода воздуха на определенном режиме работы, значение которого варьируется в узком диапазоне. Поэтому, для обеспечения более точного и качественного управления такими устройствами предлагается использовать интеллектуальные методы управления на базе нейронных сетей (НС).

В качестве основных параметров для отладки проливной установки были выбраны следующие: 1) давление  $P$  в (Кпа); 2) температура  $t$  в ( $^{\circ}\text{C}$ ); 3) значение установленного расхода воздуха  $Q_{\text{уст}}$ , ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ); 4) значение рабочего расхода воздуха  $Q_{\text{раб.}}$ , ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ); 5) расхода воздуха, приведенного к нормальным условиям  $Q_{\text{н.у.}}$ , ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ); 6) объем воздуха в минуту  $V_{\text{н.у.}}$ , ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ); 7) длительность пролива (с); 8) соответствующее рабочему расходу, требуемая частота для процесса управления насосом  $F$  (Гц).

В процессе экспериментальных исследований на проливочном стенде в режиме эмуляции был проведен сравнительный анализ нескольких моделей нейронных сетей (НС): модульная НС; RBF – НС; НС Ворда; с классическими методами (метод наименьших квадратов и группового учета аргумента). Эксперимент проводился при наличии ( $M=0$ ,  $\delta = \pm 0,01\%$ ) и отсутствии аддитивной составляющей помехи. Результаты проведенного эксперимента показали высокую эффективность нейросетевых моделей по отношению к методу наименьших квадратов при решении задачи идентификации. Погрешность классического метода в 4,5 раза выше нейросетевого, а в условиях аддитивной составляющей помехи погрешность метода наименьших квадратов увеличивается до 7,25%, в то время как у нейросетевых методов она менее 1%. Метод

группового учета аргумента, как и нейросетевые также показал высокую эффективность при решении подобных задач и может использоваться на практике как альтернативный.

*Литература:*

1. *Васильев С.Н.* Проблемы управления сложными динамическими объектами авиационной и космической техники (монография) // С.Н. Васильев, В.И. Васильев В.И., С.В. Жернаков С.В. и др. – М.: Машиностроение, 2015–519 с.
2. *Васильев В.И.* Интеллектуальные системы. Теория и практика: учебное пособие // В.И. Васильев, Б.Г. Ильясов. – М.: Радиотехника, 2009. – 392 с.
3. *Жернаков С.В.* Алгоритмы контроля и диагностики авиационного газотурбинного двигателя на базе нейронечетких сетей // С.В. Жернаков, А.Р. Гильманшин Нейрокомпьютер: разработка, применение. – М.: Радиотехника, № 9, 2015. – С.4–9.

**Комплексная система обнаружения вредоносных программ в операционной системе для мобильных устройств с применением интеллектуальных методов**

***Жернаков Сергей Владимирович  
Гаврилов Григорий Николаевич***

*Уфимский государственный авиационный  
технический университет (УГАТУ)*

В настоящее время мобильные устройства являются неотъемлемой частью повседневной жизни. Они используются для выполнения многочисленных операций и хранения личной информации. По статистике Википедии, ОС Android работает на 64 % устройств. Существенные функциональные возможности и наличие личной информации служат причиной, по которой злоумышленники заинтересованы получить неправомерный доступ к мобильному устройству с целью получения выгоды. Данная ОС обладает хорошо организованными защитными механизмами, но имеет ряд уязвимостей, что позволяет вредоносным программам получить несанкционированный доступ к мобильному устройству. По данным статистики «Лаборатории Касперского», число вредоносных программ в ОС Android превысило 19 миллионов в 2018 году, что более чем в 15 раз выше, чем в 2012 году. Такой рост числа вредоносных программ обусловлен ростом популярности, функциональных возможностей и объема личной информации в процессе использования мобильной ОС. Антивирусные программы работают на основе хорошо изученных признаков вредоносных программ – сигнатур, которые хранятся в базе антивирусных сигнатур как эталоны и с которыми в дальнейшем осуществляется сравнение для последующего обнаружения вредоносных программ. Если в текущий момент времени сигнатура той

или иной вредоносной программы отсутствует в антивирусной базе, то антивирусная программа ее не обнаружит, и вредоносная программа может длительное время существовать в мобильной ОС. Процедура получения сигнатуры вредоносной программы требует определенных затрат времени и тщательного её анализа с целью выявления основных признаков вредоносной программы, а также последующего добавления этой сигнатуры в вирусную базу и тиражирования её на все подобные устройства. Сегодня с развитием сети Интернет скорость распространения различной информации и программного обеспечения значительно увеличилась, следовательно, новые или модифицированные вредоносные программы могут распространиться за небольшое количество времени на множество мобильных ОС и нанести огромный ущерб. В связи с этим в диссертационной работе была поставлена задача повысить эффективность обнаружения вредоносных программ в ОС для мобильных устройств Android на основе интеллектуальных технологий путем разработки соответствующей системы обнаружения вредоносных программ. Основная цель данной работы – повышение эффективности обнаружения вредоносных программ в ОС для мобильных устройств (на примере Android) путем разработки моделей и алгоритмов на основе интеллектуальных технологий. Предложена и обоснована экспериментальная выборка, на основе комплексного анализа параметров ОС Android, позволяющая описать поведенческий характер потенциальной вредоносной программы и на основе исследования множества прикладных программ классифицировать их, отличающаяся полнотой представления, а также качественными и количественными характеристиками. Разработаны системные модели процесса функционирования программного комплекса обнаружения вредоносных программ для ОС Android на основе SADT-методологии и IDEF-технологий, позволяющие интегрировать систему обнаружения вредоносных программ с компонентами внутренних и внешних механизмов защиты ОС Android, отличающиеся полнотой представления комплексных процессов защиты информации для ОС Android, с учетом факторов неопределенности. Разработан комплекс алгоритмов обнаружения вредоносных программ для ОС Android на основе гибридных интеллектуальных технологий, позволяющий с высокой точностью выполнять обнаружение вредоносных программ, отличающийся от классического сигнатурного метода динамическим анализом поведения вредоносной программы с использованием нейро-нечетких алгоритмов. Предложена архитектура системы обнаружения вредоносных программ, на основе разработанных алгоритмических и программных средств, которая позволила идентифицировать как известные, так и модифицированные и новые вредоносные программы для ОС Android, отличающаяся оперативностью и качеством принимаемых решений по обнаружению вредоносных программ.

В работе выполнен обзор современного состояния защищенности в мобильных средствах связи. Выявлены существующие в настоящее время угрозы и уязвимости, такие как вредоносные программы, система разрешений, человеческий фактор, модифицированная мобильная ОС. Рассмотрены встроенные средства защиты, такие как песочница, система разрешений, межпроцессное взаимодействие, подпись кода и платформы ключей, а также структура программ и архитектура мобильной ОС Android. В результате выполненной работы сделан вывод о том, что мобильная ОС Android содержит в своем арсенале надежные средства защиты, однако имеется перечень уязвимостей, в частности вредоносные программы, против которых они малоэффективны. В связи с этим мотивацией дальнейшего исследования в данной области является повышение эффективности обнаружения вредоносных программ в мобильной ОС Android. Ставятся цели и задачи исследования. Разработана функциональная модель IDEF0, которая выделяет и обосновывает основные функции системы обнаружения вредоносных программ. Система обнаружения вредоносных программ в ОС для мобильных устройств представляет собой решение, реализованное в виде программы (на уровне ОС), функционирующей по определенным правилам, инструкциям и требованиям. Основными компонентами программы являются файлы `androidmanifest.xml`, `classes.dex`, а также информация о системных вызовах. В процессе функционирования мобильное устройство может взаимодействовать с облачными сервисами (облачные вычисления), средой виртуализации и прочими современными сервисами, так как в нем реализован широкий спектр услуг и множество современных функциональных возможностей. Облачный сервис выступает в качестве источника распространения прикладных программ, хранения информации и т.д. В рамках данной работы разрабатываемая методика нацелена на обнаружение вредоносных программ в ОС Android. Она может быть реализована как на других уровнях относительно виртуальной машины и облачного сервиса, так и в других альтернативных ОС для мобильных устройств. Выполнен анализ исходного кода множества вредоносных программ, перечня разрешений. В рамках данной работы разрабатываемая методика нацелена на обнаружение вредоносных программ в ОС Android. Она может быть реализована как на других уровнях относительно виртуальной машины и облачного сервиса, так и в других альтернативных ОС для мобильных устройств. Выполнен анализ исходного кода множества вредоносных программ, перечня разрешений. В процессе анализа исходного кода были выявлены свойства, присущие поведению вредоносных программ, что позволило выделить экспериментальные данные, а также рассмотреть список существующих разрешений. В работе описаны все 152 разрешения. Путем анализа критичности и значимости каждому разрешению присвоено значение 0 – приемлемо

(безопасно), 1 – опасно, то есть, при предоставлении доступа на данное разрешение, могут быть задействованы программно-аппаратные ресурсы, которые вследствие управления ими вредоносной программой могут нанести ущерб. Разработана скрытая марковская модель процесса работы мобильной ОС с учетом воздействия вредоносных программ. Она позволила перейти от качественных оценок динамики процесса работы мобильной ОС к количественным характеристикам. По результатам работы модели сделан вывод, что система находится в рабочем состоянии 68,7 % времени, остальное время – под воздействием вредоносных программ. Следовательно, достаточно большой процент времени система находится в нерабочем состоянии, что свидетельствует о том, что 31,3 % ресурсов мобильных ОС расходует неэффективно. С целью выбора лучшего метода классификации для решения поставленной задачи был проведен эксперимент, в результате которого выбран наиболее оптимальный метод, который реализует поставленную задачу с меньшим количеством ошибок первого и второго рода. Ошибочно выполнена классификация 5 типов программ, процент правильно классифицированных составил 72,3 %. Количество ошибок I рода – 0 %, ошибок II рода – 27,7 %. В классе *virus* классификация была выполнена безошибочно. Следовательно, машина опорных векторов выполняет классификацию предложенной выборки с меньшим количеством ошибок. Данный метод был взят за основу для разработки общей методики. В основе данного метода реализована машина опорных векторов. В качестве корректирующего инструмента процесса классификации используется нечеткая логика, позволяющая выполнять правильную классификацию, а также дополнять результат работы машины опорных векторов с учетом внешних или внутренних помех.

### **Интеллектуализация систем защиты информации от несанкционированного доступа**

***Штефан Денис Владимирович  
Лепешкин Олег Михайлович***

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Широкое применение компьютерных технологий в автоматизированных системах обработки информации и управления привело к обострению проблемы защиты информации, циркулирующей в компьютерных системах, от несанкционированного доступа (НСД). Известно очень большое число угроз информации, которые могут быть реализованы как со стороны внешних нарушителей, так и со стороны внутренних нарушителей.

Ко всем данным, с которыми работает информационная вычислительная система, в обязательном порядке предъявляется требование со-

хранности, аутентичности и целостности. Обеспечение этих требований является первостепенным в задачах обеспечения информационной [1], безопасности. В связи с этим одной из важнейших задач обеспечения информационной безопасности является задача максимально возможного снижения угрозы несанкционированного доступа.

Проблемы, возникающие с безопасностью передачи информации при работе в компьютерных сетях, можно разделить на три основных типа:

1. Перехват информации
2. Модификация
3. Подмена авторства информации

В защите информации от НСД можно выделить три основных направления:

- ориентируется на недопущение нарушителя к вычислительной среде и основывается на специальных технических средствах опознавания пользователя;
- связано с защитой вычислительной среды и основывается на создании специального [2], программного обеспечения;
- связано с использованием специальных средств защиты информации компьютеров от несанкционированного доступа.

Следует иметь в виду, что для решения каждой из задач применяются как различные технологии, так и различные средства. Одним из подходов является интеллектуализация систем защиты.

Обеспечение безопасности информации в различных организациях и в автономно работающих ПЭВМ [3], достигается большим согласованным комплексом организационных, организационно-технических, технических и программных мер.

Использование систем защиты зарубежного производства (в основном США) не может обеспечить надежную защиту, поскольку поступающие на рынок России продукты этого типа не соответствуют требованиям надежности и безопасности. Другим аспектом, имеющим первостепенное значение, является то, что продукция такого типа должна пройти установленную процедуру сертифицирования в уполномоченных на проведение таких работ организациях. Сертификаты иностранных фирм и организаций, никак не могут быть заменой отечественным. Сам факт использования зарубежного системного и прикладного программного обеспечения создаёт повышенную потенциальную угрозу информационным ресурсам.

Применение иностранных средств защиты без должного анализа соответствия выполняемым функциям и уровня обеспечиваемой защиты может многократно усложнить ситуацию [4,5], защиты различных систем от несанкционированного доступа. Однако отдельные государственные органы могут создать условия для формирования рынка качественных средств защиты (технических и программных), подготовки



достаточного количества специалистов и овладения основами криптографии и защиты информации Российского производства.

*Литература:*

1. *Лепешкин О.М., Митрофанов М.В., Ракицкий С.Н., Разиков В.Н.* Научно-исследовательская работа Санкт-Петербург, 2015.
2. *Митрофанов М.В., Новиков П.А.* // Инжиниринг трафика в транспортных сетях интеллектуальных систем. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение XVI Всероссийская научная конференция: тезисы докладов. 2018. С 109–113.
3. *Корсунский А.С., Лепешкин О.М.* Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т. 3. № 1. С. 75–82.
4. *Архипкин А.С., Баландин А.Е., Бикеев С.И., Будко П.А., Бурлака А.И., Дуков И.А., Емелин Н.М., Жарков И.Д., Зайцев А.В., Захаров Е.Н., Карпов В.В., Князев В.В., Козлов М.С., Лепешкин О.М., Павловский И.С., Пирогов М.В., Радько С.А., Рожнов А.В., Савицкий А.С., Семенов А.В. и др.* Язык схем радикалов: методы и алгоритмы Под ред. А.В. Чечкина и А.В. Рожнова. Москва, 2008. Сер. Библиотека журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение»
5. *Карпов А.В., Лепешкин О.М., Новиков П.А., Шостак Р.К.* Способ сетевого мониторинга объектов и систем связи В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 442–445.

### **Разработка мобильного приложения для чтения ценников в супермаркетах с применением технологии обнаружении объекта на фотографии**

*Попова Марина Сергеевна  
Ильин Валерий Сергеевич  
Терехов Валерий Игоревич*

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Согласно всемирной организации здоровья на 2017 год [1] около 2,2 млрд человек в мире живут с той или иной формой нарушения зрения. Они ежедневно сталкиваются с проблемами различной сложности. Чтение информации с ценника при походе в магазин одна из таких проблем, так как не все ценники выпускаются в дополнительных вариантах для незрячих людей и, следовательно, не могут быть ими прочитаны без дополнительных средств. В качестве таких дополнительных средств люди с ограниченными возможностями здоровья по зрению используют, обычно, сильную увеличительную лупу или другие устройства, которые вынуждены постоянно носить с собой, что не всегда удобно.

Разработанная система решает эту проблему, она является мобильной и реализована в виде приложения на смартфон. Конечной реализацией предлагаемого решения является приложение на мобильный телефон под операционную систему iOS, которое способно распознать ценник и его элементы, а также озвучить пользователю стоимость и наименование товара.

Основу мобильного приложения составляет модель свёрточной нейронной сети на базе архитектуры YOLO-Darknet [2]. Для обучения использовалась предобученная на датасете Microsoft COCO модель [3]. Для распознавания требуемых элементов (ценник, наименование товара и цена) на фотографии размечались соответствующие объекты на 350 изображениях с ценниками сети супермаркетов «ВкусВилл», после чего полученный датасет использовался для дообучения модели. Результат распознавания элементов – координаты объекта цены и наименования товара на фотографии. Общая средняя точность (mAP) распознавания элементов составила 0,98 при IoU (Jaccard index) от 50% (1500 итераций обучения модели), что дало достаточно высокую точность распознавания элементов на фотографии.

Далее исходная фотография обрезалась по координатам областей распознанных объектов, после чего изображения объектов выпрямлялись и распознавались при помощи OCR Tesseract [4]. Результат распознавания – текст, который озвучивался стандартными средствами операционной системы.

Таким образом, удалось разработать мобильное приложение для чтения ценников в супермаркете «ВкусВилл». Дальнейшее улучшение приложения будет связано с увеличением точности модели, а также с разработкой адаптивного интерфейса для лиц с ограничениями по зрению.

#### *Литература:*

1. *Bourne R.R. A. et al.* Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis //The Lancet Global Health. – 2017. – Т. 5. – №. 9. – С. e888-e897.
2. *Redmon J. et al.* You only look once: Unified, real-time object detection // Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2016. – С. 779–788.
3. *Lin T.Y. et al.* Microsoft coco: Common objects in context //European conference on computer vision. – Springer, Cham, 2014. – С. 740–755.
4. *Smith R.* An overview of the Tesseract OCR engine //Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2007). – IEEE, 2007. – Т. 2. – С. 629–633.

## Реализация математической модели путевого подогревателя на основе нейронной сети

**Жернаков Сергей Владимирович**

*Уфимский государственный авиационный  
технический университет (УГАТУ)*

В работе рассматривается путь подогреватель ПП-4В, полная мощность которого 4 МВт, соответствующая мощности на различных режимах, с учетом КПД его работы. Допустим, что по технологии обслуживания подогревателя необходимо обеспечить температуру на его выходе 50 °С. Зону нечувствительности зададим в пределах 0,5 °С. На вход подогревателя поступает нефть, с обводненностью 15% и температурой 30 °С. Расход нагреваемого продукта 200 т/ч. Процесс моделирования осуществлялся в среде Matlab. В процессе моделирования была получена зависимость температуры от режима работы подогревателя в штатных условиях его эксплуатации. Анализ данной зависимости показывает, что в самом начале наблюдается плавный нагрев теплоносителя и соответственно продукта. Так как теплоноситель, как правило, вода и чаще всего из местных водоемов, а большинство запусков подогревателя осуществляется в зимнее время, или поздней осенью, то температура теплоносителя весьма низкая. Поэтому для процесса моделирования в качестве начальной точки была задана температура равная 0 °С. Как показывает анализ зависимости, на выходе подогревателя, на установившемся режиме его работы наблюдается слабый дрейф температуры:  $\pm 0,5$  °С от требуемого номинального значения. Учитывая то обстоятельство, что со временем дебет скважины увеличивают, и, как правило, в этих условиях обводненность нефти также увеличивается.

В этих условиях подогреватель уже не может выйти на заданную уставку, так как требуется значительно больше мощности (для этих условий 4,25 МВт). В данном случае система «слабо» реагирует на данную ситуацию и продолжает постоянно работать в режиме полной мощности. В этих условиях его эксплуатации на объекте может нарушиться технология подготовки нефти, что может привести к экономическим потерям. Выходом из данной ситуации является: запуск резервных подогревателей, либо «зацикливание нефти» на подогревателе, чтобы она нагревалась в несколько этапов. При решении обратной задачи, когда дебет скважины падает и расход уменьшается работа подогревателя осуществляется в штатном режиме, но в этом случае кратковременно включается режим большого горения, что может привести к сокращению срока службы обратного клапана, если основные параметры превысят номинальные значения. Автоматический контроль и диагностика технического состояния подогревателя была реализована на одной из моделей нейронных сетей (трехслойный

персептрон), показавших адекватную реакцию на изменения входных данных, имитирующих одну из ситуаций: падение температуры на выходе подогревателя, в качестве причин при этом рассматривались падение давления перед горелочным устройством;

### **Кибернетические воздействия на нейронные сети**

*Атнагуллов Тимур Нагимович  
Никитин Валерий Валерьевич*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Появление новейших проводных, беспроводных сетевых технологий и нейронных сетей привело к созданию глобальной международной инфокоммуникационной системы, которая используется совместно государством, корпорациями, террористическими и преступными группировками. Результатом функционирования международной инфокоммуникационной системы является общемировое киберпространство.

Доклад посвящен проблематике кибернетических воздействий на нейронные сети использующих ресурсы киберпространства. Серьезной угрозой для государств, инфраструктура которых основана на современных инфокоммуникационных технологиях, являются боевые действия в киберпространстве (кибервойна). Кибервойна – это намеренное выведение из строя (или искажение) информации, информационных систем и информационных процессов противника для завоевания информационного превосходства на театре военных действий, в зоне проведения операции или на поле боя. Конечной целью является решение своих политико-стратегических, военно-стратегических, оперативных или тактических задач без применения традиционных военных средств или путем их дополнения. Благодаря всемирной сети, кибератака может осуществляться из любого места на Земле. Поэтому ее значительно труднее отследить и идентифицировать в качестве внешней угрозы.

При проведении кибератак успешно используются ботнеты, вредоносное программное обеспечение, внедряется оборудование с программными закладками, а также применяются методы нарушения работы или выведения инфокоммуникационных технологий из строя. Преимуществами для нападающего является дешевизна средств, небольшая вероятность быть обнаруженным, а также независимость от места и времени расположения объекта кибератаки. Объекты нападения могут быть атакованы в течение очень короткого периода времени, при этом степень физического повреждения цели может быть ограничена с целью возможной последующей эксплуатации цели.

*Литература:*

1. *Вершенник Е.В., Закалкин П.В., Стародубцев Ю.И.* Кибернетические воздействия на информационно-телекоммуникационные сети связи // В сборнике: Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях. Труды III Межвузовской научно-практической конференции. 2018. С. 210–213.
2. *Нижегородов А.В., Закалкин П.В., Стародубцев П.Ю., Кабанов А.С.* Роль мониторинга в системе обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак // Промышленные АСУ и контроллеры. 2013. № 7. С. 67–71.
3. *Стародубцев Ю.И., Бречко А.А.* Способ определения времени квазистационарного состояния процесса в целях повышения интеллектуализации принимаемых управленческих решений // Нейрокомпьютеры и их применение XVI Всероссийская научная конференция: тезисы докладов. 2018. С. 109-А.
4. *Груздев Д.А., Закалкин П.В., Кузнецов С.И., Тесля С.П.* Мониторинг информационно-телекоммуникационных сетей // Труды учебных заведений связи. 2016. Т. 2. № 4. С. 46–50.
5. *Безуглый Ю.А., Вершенник А.В., Вершенник Е.В., Стародубцев Ю.И.* Обеспечение безопасности государственных информационных систем // В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 41–43.

**Автоматизированная система обнаружения и  
распознавания транспортного средства и его  
государственного регистрационного знака**

***Желанкина Анна Сергеевна  
Терехов Валерий Игоревич***

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Системы распознавания автотранспортных средств (АТС) и их государственных регистрационных знаков (ГРЗ) начали появляться в 70-х годах прошлого века. У водителей такие системы ассоциируются лишь с штрафами от Государственной инспекции безопасности дорожного движения и автоматическими радарными хотя круг их применения значительно шире. К примеру, на автомобильных парковках такие системы могут определять длительность пребывания АТС в платной зоне и автоматически проверить факт оплаты на выезде. При въезде на огороженную территорию они автоматически открывают шлагбаумы АТС, номера которых есть в базе данных владельцев данной территории. Таким образом, различные автоматизированные системы распознавания АТС и ГРЗ представляют интерес в различных областях, связанных с транспортными средствами.

Автоматизированная система распознавания АТС и его ГРЗ представляет собой аппаратно-программный комплекс, который состоит из фо-

токамеры, компьютера и программного обеспечения (ПО). Важнейшим элементом такой системы является ПО, а точнее, основной интеллектуальный модуль, анализирующий поступающие с камеры изображения.

Реализацию предлагаемой автоматизированной системы предлагается осуществить на основе следующей методики. Сначала с помощью нейронной сети архитектуры Single Shot MultiBox Detector (SSD) выполняется локализация транспортных средств на фотографии на видеокадре. Отличительной особенностью SSD-сети [1] является различение объектов за один прогон с помощью заданной сетки, состоящей из якорных окон, на пирамиде изображений. Пирамида изображений закодирована в свёрточных тензорах при последовательных операциях свёртки и пулинга [2]. Операция свёртки позволяет умножить каждый фрагмент изображения на ядро свёртки (которое является матрицей), поэлементно. Затем результат суммируется, и записывается в аналогичную позицию выходного изображения [2]. Операция пулинга позволяет уменьшить размеры выходных представлений изображения. Так определяются большие и маленькие объекты за один прогон сети. На вход SSD-сети подаются изображения с фотокамеры, на ее выходе формируются вырезанные изображения найденных автомобилей, которые имеют уменьшенный в несколько раз размер по сравнению с исходным. Обнаруженные изображения автомобилей, которые содержат ГРЗ, подаются на вход каскада методов обработки изображений из библиотеки OpenCV. Таким образом, выделяются номера автомобилей, которые затем вырезаются и подаются на вход следующей нейросети, решающей задачу оптического распознавания символов (OCR). На полученном номере каждая зона сегментируется, то есть происходит его нарезка на предполагаемые символы. После сегментации каждая выделенная часть классифицируется, т.е. соотносится с одним из набора символов, использующихся при составлении номера, или классифицируется как «не символ». В конце работает алгоритм составления номера из распознанных символов.

Часто, при анализе изображений могут возникать ошибки из-за плохого освещения, различных погодных условий, положения ГРЗ относительно автомобиля, загрязненности и прочего. Поэтому вероятность распознавания АТС и его ГРЗ никогда не бывает равной 100%, из-за неправильного распознавания или в случае, когда SSD-сеть не может найти АТС.

Как полагают авторы, при проведении дальнейших исследованиях именно такая методика, лежащая в основе предлагаемой автоматизированной системы обнаружения и распознавания автотранспортных средств и его государственного регистрационного знака позволит добиться высокой скорости и высокой точности работы всего аппаратно-программного комплекса.

*Литература:*

1. SSD: Single Shot MultiBox Detector [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – URL: <https://arxiv.org/abs/1512.02325> (дата обращения: 06.02.2020)
2. *Николенко С.* Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей / Николенко С., Архангельская Е., Кадурын А. – Питер, 2018 г. – 480 с.

**Обработка результатов мониторинга  
состояния элементов распределенной  
системы и условия ее функционирования**

***Кузмич Александр Александрович***

***Сорокин Михаил Александрович***

***Курило Андрей Александрович***

*Петербургский государственный  
университет путей сообщения*

Несмотря на развитие рынка средств защиты информации, совершенствования систем управления инцидентами и событиями информационной безопасности – проблема защиты автоматизированных систем управления на основе нейронных сетей и нейрокомпьютеров остается актуальной. Зависимость данных систем от киберпространства растет с каждым днем, а вместе с этим увеличиваются потенциальные возможности нарушений реализованной политики безопасности. С учетом современного развития киберпространства и возможностей нарушителей, статические (неизменные) системы защиты информации (СЗИ) становятся малоэффективными [1–3].

Возникает необходимость создания динамической системы защиты информации позволяющей оперативно подстраиваться под быстроизменяющиеся условия функционирования объекта защиты. При этом необходимым условием реализации динамических систем защиты является наличие эффективной системы мониторинга, которая: предоставляет информацию о возможностях нарушителя и реализуемые им стратегии действий; фиксирует источники, время и место реализации, тип и средства деструктивного воздействия; выявляет объективные демаскирующие признаки автоматизированной системы управления на основе нейронных сетей и оценивает их информативность, время и место проявления, и среднее время существования.

В докладе рассматриваются подходы, расширяющие арсенал средств динамической системы мониторинга автоматизированных систем управления на основе нейронных сетей, позволяющие оперативно реагировать под быстроизменяющиеся условия функционирования объекта защиты и тем самым повышать автоматизированных систем управления [1–5].

*Литература:*

1. *Стародубцев Ю.И., Гречишников Е.В., Комолов Д.В.* Способ обеспечения устойчивости сетей связи в условиях внешних деструктивных воздействий // патент на изобретение *RUS 2379753* 21.04.2008.
2. *Бегаев А.Н., Добрышин М.М., Закалкин П.В., Реформат А.Н., Рауткин Ю.В.* Комплексный алгоритм мониторинга защищенности узлов VPN от компьютерной разведки и DDOS-атак // *Электросвязь*. 2018. № 7. С. 46–52.
3. *Груздев Д.А., Закалкин П.В., Кузнецов С.И., Тесля С.П.* Мониторинг информационно-телекоммуникационных сетей // *Труды учебных заведений связи*. 2016. Т. 2. № 4. С. 46–50.
4. *Стародубцев Ю.И., Бречко А.А.* Способ определения времени квазистационарного состояния процесса в целях повышения интеллектуализации принимаемых управленческих решений // *Нейрокомпьютеры и их применение XVI Всероссийская научная конференция: тезисы докладов*. 2018. С. 109-А.
5. *Митрофанов М.В., Ракицкий С.Н., Чиков Д.В.* Обеспечение безопасности телекоммуникационных сетей на основе выбора защищенных интервалов связи от радиоподавления // В сборнике: *Региональная информатика и информационная безопасность*. 2017. С. 134–135.

## **Моделирование нейронных сетей**

***Сорокин Михаил Александрович***

*Петербургский государственный  
университет путей сообщения*

***Никитин Валерий Валерьевич***

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Развитие технического прогресса ведет к увеличению объема и разнообразия информационных потоков, передаваемых по нейронным сетям. В результате непрерывно расширяются существующие сети, а по мере появления новых видов информации, новых технологий передачи информации создаются новые. При этом необходимо отметить, что если раньше Единая сеть электросвязи сети связи общего пользования Российской Федерации проектировалась и строилась по единому замыслу, который был заложен в долгосрочную программу формирования системы связи страны, то сейчас на рынок вышло огромное количество операторов связи, каждый из которых в процессе эксплуатации сети связи модернизирует и преобразовывает существующую структуру [1–5].

Необходимость обеспечения экономической эффективности использования Сети связи общего пользования, ее организационные потребности и технические возможности предопределили возникновение различного вида неоднородностей на всем множестве характеристик и свойств сети.



В докладе рассматривается способ, позволяющий моделировать фрагменты нейронных сетей с учетом различного вида неоднородностей (топологических, структурных, потоковых), сформировавшихся в процессе функционирования и развития информационно-телекоммуникационной системы, что позволяет повысить адекватность моделей сетей [4–5].

*Литература:*

1. *Беликова И.С., Закалкин П.В., Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В.* Моделирование сетей связи с учетом топологических и структурных неоднородностей // Информационные системы и технологии. 2017. № 2 (100). С. 93–101.
2. *Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В., Закалкин П.В.* Способ управления потоками данных распределенных информационных систем // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2015. № 3 (11). С. 73–78.
3. *Данилова Е.И., Лаута О.С., Митрофанов М.В., Ракицкий С.Н.* Компьютерные атаки и их характеристики // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018). VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 297–301.
4. *Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В., Закалкин П.В., Стекольников Г.А.* Способ адаптивного повышения адекватности модели информационно-телекоммуникационной системы // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2015. № 2 (10). С. 94–100.
5. *Алисевиц Е.А., Синев С.Г., Стародубцев П.Ю., Сухорукова Е.В., Чукариков А.Г., Шаронов А.Н.* Способ моделирования сетей связи. Патент на изобретение RU 2546318 C1, 10.04.2015.

## **Применение сверточных нейронных сетей в задаче синтеза речи**

***Кротов Юрий Николаевич***

***Коробко Дмитрий Олегович***

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Существуют ситуации, когда синтез речи необходим. Например, в системах оповещения или людям с нарушениями зрения. В зависимости от решаемых задач, системы синтеза речи могут значительно варьироваться от примитивных, таких как системы голосовых оповещений в метро, до невероятно сложных, способных не только читать абсолютно любой текст, но и придавать ему выразительность, интонационный окрас и прочие качества, свойственные естественному языку. И «естественная» искусственная речь, становится всё более востребованной среди потребителей.

Передовые системы машинного перевода и синтеза речи, в настоящее время работают на рекуррентных искусственных нейронных сетях. Рекуррентные нейронные сети отлично подходят для задач обработки естественного языка в силу того, что у них есть явным образом заложенная в архитектуру память, используемая в процессе работы. У этой особенности архитектуры есть очевидные достоинства, но также и неразрывно связанные с ними недостатки: так как мы используем память для работы с данными, мы можем обрабатывать их только в конкретной последовательности. Как следствие этого, полная обработка данных занимает много времени.

Новая технология Transformer описанная в статье «Attention Is All You Need» предназначалась для систем машинного перевода. В отличие от классического подхода, авторы архитектуры Transformer предложили использовать на входных данных механизм self-attention («внимание на себя») – новый и набирающий всё большую популярность приём. Идея в том, что каждое слово параллельно проходит через слои нейросети, некоторые из них – это стандартные fully-connected layers, некоторые – shortcut connections как в ResNet. Но новшество в этих слоях – это Multi-head attention – специальный новый слой, который дает возможность каждому входному вектору взаимодействовать с другими словами через attention mechanism, вместо передачи hidden state как в RNN или соседних слов как в CNN. Это дает возможность сети обращать внимание на несколько аспектов слов и на соседние слова, если они важны.

## **Нейронные сети в задачах распределения трафика компьютерных сетей**

***Колотовкин Игорь Сергеевич***

*Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)*

Сегодня скорость интернета в домах достаточно велика для удовлетворения любых бытовых потребностей, а цена не заставляет мучиться выбором, когда пользоваться интернетом, а когда экономить. Но такая ситуация далеко не везде, несмотря на развитие технологии.

В коммерческой среде ширина канала очень ограничена и стоимость трафика ощутима, особенно для малого и среднего бизнеса. В то же время в отличие от домашнего подключения, в компаниях обычно подключается к интернету сразу большое количество пользователей, что вызывает определенные проблемы связанные с ограничениями на пропускную способность внешнего подключения.

Данная проблема появилась уже достаточно давно, еще на заре появления интернета, когда даже деньгами решить вопрос было невозможно, ввиду технических ограничений того времени. Сегодня для решения данной проблемы существует QoS (англ. quality of service «качество об-

служивания») – технология предоставления различным классам трафика различных приоритетов в обслуживании. Суть технологии заключается в том, что бы разделить трафик по типу и указать в ручном режиме, какой тип имеет приоритет над другим.

Но у такого подхода есть очевидные нюансы. Дело в том, что в разное время различный трафик может быть приоритетным. Например с 9 до 12 часов важен почтовый и веб трафик, с 12 до 13 – веб и видео трафик, с 13 до 18 – снова почтовый и веб трафик, а после 18 – трафик отложенных загрузок.

Исходя из примера можно подумать, что задача легко решается простым добавлением графика. Но это не так ввиду того, что зачастую заранее не известно, в какое время какой трафик имеет приоритет. При этом принимать решения на основе личного мнения, во-первых, займет достаточно много времени, а во-вторых, оно может быть ошибочным, так как человек физически не способен обработать большой пласт статистики использования трафика. Дополнительно отмечу, что при изменении привычного графика, например при той же смене времени, когда люди уходят на обеденный перерыв, работу человека строящего график придется переделать.

Для поставленной задачи вполне достаточно нейронной сети прямого распространения обучающуюся с учителем. Сама по себе задача, которую должна решить нейронная сеть весьма тривиальна – нужно на основе оценок пользователей принять решение, в какое время какой трафик имеет наивысший приоритет. Что является классическим примером применения нейронных сетей. Главное в процессе обучения сети случайно не переобучить её. Иначе можем получить ситуацию, когда смещение привычных действий на пол часика может сделать использование интернета весьма затруднительным.

Но как реализовать подобную систему? Есть 3 части, на которые можно разделить процесс создания подобной системы.

Первая – получение данных о текущем проходящем трафике и внесение данных о требуемых приоритетах. Современные виртуальные роутеры имеют возможность добавление модулей в свою систему, поэтому получить данные и установить свои параметры приоритетов не составит большой проблемы.

Вторая – это создание самой нейронной сети.

Третья – это поиск учителя, который будет сообщать нейронной сети, когда пользователей устраивает график, а когда нет.

Если с первыми двумя частями задачи все уже понятно, то вот про учителя стоит сказать подробнее. Главным мерилем правильности работы системы является субъективное ощущение довольства пользователей качеством работы интернета. Так как параметр сам по себе не является

метрикой и не измерим числами, а компьютер понимает только язык чисел, то необходимо решить задачу адекватной системы измерения.

Самым оптимальным путем решения, я считаю, является использование клиентского приложения – опросника, которое будет периодически опрашивать пользователя доволен ли он качеством текущего соединения. Так же должна иметься возможность в любой момент сообщить системе о том, что конкретно сейчас уровень связи не устраивает. Ответы должны собираться в лог файл, который в конце рабочего дня или недели послужит в качестве данных для обучения нейронной сети.

### **Выявление недеklarированных возможностей в исходных текстах программного обеспечения используемого в нейронных сетях**

*Кузнецов Сергей Иванович*

*Тесля Сергей Петрович*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Обеспечение безопасности информации, которая хранится и обрабатывается в автоматизированных системах управления на основе нейронных сетей, подразумевает использование совокупности программно-технических и организационных средств и мер защиты. Важная роль при этом отводится средствам поиска дефектов (недостатков) программного кода, недеklarированных спецификацией разработчика и не выявленных на этапе тестирования.

Известные системы контроля отсутствия недеklarированных возможностей в программном обеспечении [1–3] обладают рядом недостатков, среди которых: отсутствие процедуры фиксации исходного состояния исследуемого программного обеспечения; отсутствие механизма проверки избыточности исходных текстов на уровне файлов; отсутствие механизма извлечения и анализа контекстной информации.

Перечисленные недостатки не позволяют сопоставить результаты исследований с контрольным экземпляром (версией) одного и того же программного обеспечения, что приводит к высоким временным затратам (за счет полного цикла проверок файлов исходных текстов различных версий программного обеспечения), а также к снижению доверия к результатам исследований.

Доклад посвящен рассмотрению подхода к выявлению недеklarированных возможностей в исходных текстах программного обеспечения программного обеспечения используемого в нейронных сетях. Предложенный подход позволяет повысить достоверность результатов анализа программного обеспечения на отсутствие недеklarированных возможностей. Помимо этого, данное предложение возможно использовать при

проведении сертификационных испытаний программного обеспечения на отсутствие недеklarированных возможностей [1–5].

*Литература:*

1. Закалкин П.В., Мельников П.В., Горюнов М.Н., Борзов Р.В. Подход к разработке анализатора исходных текстов программ на основе использования LLVM // Программная инженерия. 2019. Т. 10. № 1. С. 14–19.
2. Стародубцев Ю.И., Бухарин В.В., Семенов С.С. Техносферная война // Информационные системы и технологии. 2011. № 1 (63) С.80–85.
3. Закалкин П.В., Мельников П.В. Система анализа программного обеспечения на предмет отсутствия недеklarированных возможностей // Программная инженерия. 2018. Т. 9. № 2. С. 69–75.
4. Васюков Д.Ю., Смыгин А.М., Митрофанов М.В. Подход к противодействию компьютерным атакам на критически важных информационных сегментах сети специального назначения // Региональная информатика и информационная безопасность. 2017. С. 61–63.
5. Гречишников Е.В., Добрышин М.М. Оценка эффективности деструктивных программных воздействий на сети связи // Системы управления, связи и безопасности. 2015. № 2. С. 135–146.

### **Повышение защищенности территориально распределенных автоматизированных систем управления**

*Кузмич Александр Александрович  
Курило Андрей Александрович  
Петербургский государственный  
университет путей сообщения*

Современные автоматизированные системы управления на основе нейронных сетей, используемые территориально распределенными корпорациями, функционируют посредством киберпространства. Кроме этого, интегрированные информационные среды предприятий распространяются на все большие территории, что придает информационной системе распределенный характер.

Распределенные системы характеризуются тем, что к ним применим такой вид атак, как «удаленные атаки», поскольку их компоненты используют открытые каналы передачи данных, и нарушитель может не только проводить пассивное «прослушивание» передаваемой информации, но и модифицировать, задерживать, дублировать, удалять передаваемые сообщения, неправомерно использовать их реквизиты, т.е. осуществлять активное воздействие. Любой атаке предшествует стадия разведки (рекогносцировки), которая направлена на сбор информации, необходимой для выбора методов и средств дальнейшей реализации атаки [1–3].

Таким образом, задача разработки способов, расширяющих арсенал средств и устройств защиты информации в автоматизированных систе-

мах управления и нейронных сетях на этапе разведки (рекогносцировки) является актуальной.

В докладе рассматриваются основные подходы к повышению защищенности территориально распределенных автоматизированных систем управления на основе нейронных сетей. Предлагается подход, суть которого заключается в предотвращении (существенном затруднении) определения существующих информационных потоков между элементами системы, выявления ее структуры, что позволит повысить защищенность элементов от удаленных атак [1–5].

#### *Литература:*

1. Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В., Яблоков Д.Ю. Способ повышения защищенности элементов территориально распределенных информационно-телекоммуникационных систем // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2015. № 1 (9). С. 95–100.
2. Митрофанов М.В., Ракицкий С.Н., Чиков Д.В. Обеспечение безопасности телекоммуникационных сетей на основе выбора защищенных интервалов связи от радиоподавления // В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность. 2017. С. 134–135.
3. Стародубцев Ю.И., Бречко А.А. Способ определения времени квазистационарного состояния процесса в целях повышения интеллектуализации принимаемых управленческих решений // Нейрокомпьютеры и их применение XVI Всероссийская научная конференция: тезисы докладов. 2018. С. 109–А.
4. Закалкин П.В., Добрышин М.М. Способ мониторинга защищенности информационно-телекоммуникационных сетей от информационно технических воздействий // Информационные системы и технологии. 2018. № 5 (109). С. 74–82.
5. Бегаев А.Н., Добрышин М.М., Закалкин П.В., Реформат А.Н., Рауткин Ю.В. Комплексный алгоритм мониторинга защищенности узлов VPN от компьютерной разведки и DDOS-атак // Электросвязь. 2018. № 7. С. 46–52.

### **Особенности применения избирательных нейросетевых ансамблей для решения задач классификации**

***Микрюков Андрей Александрович  
Мазуров Михаил Ефимович***

*Российский экономический университет  
им. Г.В.Плеханова (РЭУ)*

При решении сложных задач классификации зачастую ни один из используемых алгоритмов классификации не обеспечивает требуемой точности и достоверности. В таких случаях строят композиции алгоритмов, в которых ошибки отдельных алгоритмов взаимно компенсируются [1–3]. Для получения более эффективного решения задачи класси-

фикации рассмотрены существующие коллективные методы решения задач классификации на основе нейросетевых ансамблей. Для построения нейросетевого ансамбля предложен новый класс нейросетей, так называемых избирательных нейросетей [4,5]. В основе архитектуры избирательных нейросетей лежат искусственные нейроны, получившие название избирательных и отличающиеся от классических нейронов более эффективным способом обработки входной информации, благодаря которому он приближен к биологическому нейрону.

Научная новизна работы заключается в повышении качества функционирования нейросетевого ансамбля за счет использования избирательных нейронов, которые в силу особенностей своего построения, обучения и функционирования обеспечивают возможность получения более эффективных решений. Показано, что избирательный нейросетевой ансамбль позволяет существенно повысить качество (точность и достоверность) решения задач классификации.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения разработанного подхода при решении задач классификации, в частности, в подсистемах поддержки принятия решений ситуационного центра.

Избирательные нейросети лишены одного из недостатков, присущих классическим нейросетям, – использования весовых коэффициентов синаптических связей, что, в свою очередь, связано с неустойчивостью к переобучению. Обучение избирательной нейросети осуществляется не за счет изменения весовых коэффициентов синаптических связей, а за счет изменения количества и качества тормозных и возбуждающих дендритов (передатчиков сигналов), на основе которых строятся избирательные нейроны [6].

Отличительной особенностью избирательного нейрона является наличие кластера, который формируется из совокупности внутренних каналов связи -дендритов. Формирование кластера осуществляется с учетом входных сигналов и в соответствии с их специфическими свойствами. Кластер дендритов связан с сумматором, в котором производится нелинейное пороговое преобразование сигнала, используемое как выходной сигнал.

Результатом формирования кластера является блокирование неинформативных дендритов, а также наличие дендритов, возбуждающих и тормозящих входные сигналы. В однослойном избирательном перцептроне в каждом избирательном нейроне формируются кластеры дендритов, настроенные на соответствующие характеристические векторы входных сигналов. Таким образом, в избирательной нейросети после обучения каждый нейрон имеет кластер с индивидуальной передаточной характеристикой.

Благодаря особенностям своего построения и функционирования избирательные нейросети обеспечивают:

- избирательное распознавание входных сигналов без использования взвешивания их синаптических связей;
- возможность кодирования входного сигнала определенного типа номером канала или номером регистрирующего нейрона;
- сжатие входной информации, благодаря сохранению только той информации об объектах, которая попадает в заданный канал или регистрирующий нейрон;
- повышение быстродействия функционирования;
- повышение надежности распознавания объектов при их достаточно большом количестве;
- значительно большую степень адекватности избирательного нейрона биологическому нейрону.

Проведенные исследования показали, что применение нового класса нейросетей, основанных на избирательных нейронах, для построения нейросетевых ансамблей в подсистемах поддержки принятия решений информационно-аналитических систем позволяет существенно повысить качество (точность и достоверность) принятия решений ансамблем нейросетей. Показано, что избирательный нейросетевой ансамбль является более эффективным средством классификации по сравнению с классическим нейросетевым ансамблем. Применение избирательных нейросетевых классификаторов в составе нейросетевого ансамбля позволяет повысить быстродействие, а также надежность функционирования.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты № 18–07–00918А, 19–07–01137, 20–07–00926А.

#### *Литература:*

1. Терехов С.А. Гениальные комитеты умных машин // Научная сессия МИФИ-2007. IX Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2007»: Лекции по нейроинформатике. Часть 2. – М.: МИФИ, 2007. – С. 11–42.
2. Kuncheva L.I. Combining Pattern Classifiers: Methods and algorithms. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2004.
3. Zhou Z.-H. Ensemble Methods: Foundations and algorithms. Chapman & Hall/Crc Machine Learning & Pattern Recognition. 2012. 236 p.
4. Мазуров М.Е. Нейрон, моделирующий свойства реального нейрона. Патент на изобретение № 2597495. 22.08.2016.
5. Мазуров М.Е. Однослойный перцептрон на основе избирательных нейронов. Патент на изобретение № 2597497. 22.08.2016.
6. Мазуров М.Е. Избирательные нейронные сети для распознавания сложных объектов. В: Математическая биология и биоинформатика: труды VI Международная конф. – МАКС Пресс. 2016. – С.82–84.



## **Проблема разработки анализаторов исходных текстов программного обеспечения используемого в нейронных сетях**

*Кузнецов Сергей Иванович*

*Никитин Валерий Валерьевич*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Простейший подход к выявлению дефектов и уязвимостей кода основан на использовании сигнатурного анализа, который не требует предварительного преобразования исходных текстов программного обеспечения. Основным недостатком сигнатурного анализа является значительное число ложных срабатываний, что чрезмерно загружает отчёты, создавая определённые неудобства при их анализе.

Наиболее эффективными средствами обнаружения дефектов и уязвимостей являются инструментальные средства, реализующие функции статического и динамического анализа, ядром которых является лексический анализатор исходного кода. При этом, как правило, лексические анализаторы разрабатываются в виде решений, реализованных в отрыве от инфраструктуры компилятора или командного интерпретатора [1]. Это обстоятельство вынуждает экспертов испытательных лабораторий использовать набор различных инструментальных механизмов анализа и заниматься разработкой собственного инструментария для автоматизации проверок на отсутствие недеklarированных возможностей [2–3].

В докладе представлены, выделенные на основе анализа существующих решений, требования к анализатору исходных текстов программного обеспечения: обеспечение корректного разбора файлов исходных текстов на отдельные составляющие (с учётом их структуры и взаимосвязей), что позволит избежать ошибок вставки датчиков, и предоставить эффективный механизм реализации алгоритмов поиска дефектов и уязвимостей; высокая оперативность тематических исследований посредством автоматизации ряда рутинных процедур; высокая достоверность тематических исследований с использованием совокупности отчётов поддержки принятия решения о соответствии исходных текстов программного обеспечения требованиям определённого уровня контроля отсутствия недеklarированных возможностей; отсутствие ложных срабатываний сигнатурного анализа, за счёт обработки параметров функциональных объектов на уровне внутреннего представления исходного кода [1–5].

*Литература:*

1. *Закалкин П.В., Мельников П.В., Горюнов М.Н., Борзов Р.В.* Подход к разработке анализатора исходных текстов программ на основе использования LLVM // Программная инженерия. 2019. Т. 10. № 1. С. 14–19.

2. *Стародубцев Ю.И., Гречишников Е.В., Комолов Д.В.* Способ обеспечения устойчивости сетей связи в условиях внешних деструктивных воздействий // Патент на изобретение RUS 2379753 от 21.04.2008 г.
3. *Бегаев А.Н., Добрышин М.М., Закалкин П.В., Реформат А.Н., Рауткин Ю.В.* Комплексный алгоритм мониторинга защищенности узлов VPN от компьютерной разведки и DDOS-атак // *Электросвязь*. 2018. № 7. С. 46–52.
4. *Закалкин П.В., Мельников П.В.* Система анализа программного обеспечения на предмет отсутствия недеklarированных возможностей // *Программная инженерия*. 2018. Т. 9. № 2. С. 69–75.
5. *Стародубцев Ю.И., Бухарин В.В., Семенов С.С.* Техносферная война // *Информационные системы и технологии*. 2011. № 1 (63) С.80–85.

### **Использование нейрокompьютера для сокращения времени предстартовой готовности беспилотного летательного аппарата**

*Великий Павел Геннадьевич*

Использование нейрокompьютера для сокращения времени предстартовой готовности беспилотного летательного аппарата (БЛА), при определении азимута базового направления в режиме инерциально-спутникового управления БЛА независимо от динамики его полёта в ходе обработки сигнала с высокоточным навигационным позиционным определением в каждой точке траектории, доставляемого помехоустойчивой бортовой навигационной аппаратурой потребителя (БНАП). Выставка ИИБ, как и траекторная автономная калибровка будет проводится только на участках траектории с практическим отсутствием кажущегося ускорения.

### **Особенности управления нелинейными робототехническими системами**

*Зайцев Александр Владимирович  
Канушкин Сергей Владимирович*

Все реальные технические системы нелинейные. Динамические свойства нелинейных систем зависят от величины внешних воздействий и от величины начальных отклонений от значений соответствующих состоянию покоя, поэтому оценивают устойчивость того или иного движения, а не устойчивость нелинейной системы в целом[1,2,3].

Система стабилизации всегда содержит нелинейность типа зоны ограничения (насыщения) скоростной характеристики рулевого привода. Насыщение характеризует ограничение мощности рулевого привода и присутствует в любом реально существующем приводе. Нелиней-

ности данного типа играют основную роль в устойчивости движения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и приводит к возникновению неустойчивого предельного цикла. Изолированную замкнутую фазовую траекторию называют предельным циклом. Неустойчивый предельный цикл обладает свойством, что соседние траектории как с внутренней, так и с наружной стороны сходятся к этому предельному циклу. Практически, неустойчивый предельный цикл ограничивает область начальных условий, в пределах которой движение системы устойчиво. Здесь важно отметить, что, динамические процессы нелинейных систем существенно зависят от начальных условий.

Характеристики неустойчивого предельного цикла определяются, прежде всего, динамическими особенностями объекта управления, мощностью рулевого привода и во многом зависят от структуры и параметров алгоритмов управления, что показано на примере сравнения линейного и релейно-линейного управления [4,5]. Проведенное моделирование в среде MATLAB Simulink динамики канала стабилизации БПЛА с линейным и релейно-линейным управлением подтверждает предпочтительность последнего, у которого неустойчивый предельный цикл почти на треть больше. Схема исследования включает в себя: интегрирующий рулевой привод с жесткой обратной связью и нелинейностью типа зоны ограничения скоростной характеристики рулевого привода, объект управления, линейный или релейно-линейный алгоритм управления.

#### *Литература:*

1. Методы современного классической теории автоматического управления. Учебник в 5-ти томах. Том 5 Методы современной теории автоматического управления /Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова – М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2004. – 784с.; ил.
2. Зайцев А.В., Канушкин С.В. Особенности бинарного управления беспилотным летательным аппаратом. Труды XVI Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» – М: МГППУ, 2018. – 408 с.; с.62–63.
3. Зайцев А.В., Канушкин С.В. Возможности управления многосвязными динамическими робототехническими системами. Труды XVI Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» – М: МГППУ, 2018. – 408 с.; с.61–62.
4. Канушкин С.В., Зайцев А.В. Особенности оптимизации нелинейных систем управления летательными аппаратами Сборник трудов 38 Всероссийской НТК часть 4, Филиал Военной академии РВСН имени Петра Великого в г. Серпухове, 2019. С.214 -217.
5. Система угловой стабилизации. Авторы Канушкин С.В., Зайцев А.В., Волков А.В., Шишкин К.В., Сачук А.П., Барыкин Д.А. Патент на полезную модель № 186492 по заявке № 2018129426/11(047405), приоритет от 10.08.2018. Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей РФ 22.01.2019.

## **Оценка защищенности конфиденциальной информации от утечки по ВОЛС на основе среды радикалов**

*Манаков Кирилл Олегович  
Штаненко Василий Иванович  
Штаненко Александр Васильевич  
Медведев Дмитрий Владимирович*

В работы многих организаций и предприятий генерируется информация ограниченного распространения (конфиденциальная информация), которая тщательно оберегается от конкурентов и составляет коммерческую тайну. Возникает задача защиты конфиденциальной информации, связанной с деятельностью организации, что определяет необходимость разработки и внедрения методов и средств технической защиты информации.

Существуют различные способы добывания конфиденциальной информации посредством различных каналов утечки [1]. При появлении новых способов добывания конфиденциальной информации необходимо разработать соответствующие способы её защиты при хранении на различных носителях, а также при передаче по различным каналам связи.

В последнее десятилетие развитие волоконно-оптических технологий, в частности удешевление их реализации и значительное повышение производительности, позволило реализовать доведение различных услуг связи до конечных пользователей по средствам оптических направляющих систем. Это привело к тому, что предприятия и организации создают свои компьютерные сети на основе волоконно-оптических линий связи и подключение их к внешним сетям. Таким образом практически в каждом помещении предприятия и организации, в том числе где происходит обработка и обсуждение конфиденциальной информации, произведён монтаж оптического волокна и пассивных оптических элементов.

Оптическое волокно и другие оптические пассивные элементы [2,3] могут быть использованы в качестве виброакустических модуляторов, поэтому широкое распространение волоконно-оптических телекоммуникационных систем является причиной внедрения виброакустического канала утечки конфиденциальной (защищаемой) информации [4–7]. Свойство этого канала утечки информации на сегодняшний день не полностью исследованы, поэтому необходимо проведение работ по изучению вопросов оценки защищённости и защиты конфиденциальной информации от утечки по волоконно-оптическим системам. В докладе рассмотрен подход оценки защищенности конфиденциальной информации от утечки по ВОЛС на основе среды радикалов.

*Литература:*

1. *Груздев Д.А., Закалкин П.В., Кузнецов С.И., Тесля С.П.* Мониторинг информационно-телекоммуникационных сетей // Труды учебных заведений связи. 2016. Т. 2. № 4. С. 46–50.
2. *Васюков Д.Ю., Смыгин А.М., Митрофанов М.В.* Подход к противодействию компьютерным атакам на критически важных информационных сегментах сети специального назначения В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность. 2017. С. 61–63.
3. *Иванов Н.А., Иванов С.А., Краснов В.А., Стародубцев П.Ю., Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В.* Способ измерения разборчивости речи. Патент на изобретение RU 2620569, 26.05.2017. Заявка № 2016119183 от 17.05.2016.
4. *Шостак Р.К., Лепешкин О.М.* Актуальность развития сетевого контроля защищенности информационных систем В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность 2017. С. 190–192.
5. *Корсунский А.С., Лепешкин О.М.* Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т. 3. № 1. С. 75–82.
6. *Лепешкин О.М., Харечкин П.В.* Анализ моделей разграничения доступа, реализованных в современных социотехнических системах Инфокоммуникационные технологии. 2008. Т. 6. № 2. С. 91–93.
7. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М., Кириллова Т.В.* Методологический подход к оценке безопасности функционирования социальной и экономической системы управления региона Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 2 (2). С. 99–103.

## **Искусственные нейронные сети в обеспечении информационной безопасности**

*Колесников Владимир Анатольевич*

В настоящее время всё большую актуальность обретает направление по разработке новых способов и методов защиты информации. Одновременно с развитием технологии защиты, также получают аналогичное развитие технологии взлома и получение доступа к защищенным данным. Особую ценность представляют методы интеллектуальной защиты. Рассмотрим реализацию нейронной сети для увеличения оперативности обнаружения угроз от несанкционированного проникновения в защищенные данные. Урегулировать задачу удастся, разбив ее на множество подзадач обучения нейронов с малым числом входов. При обучении каждого нейрона следует стремиться сжать распределения наблюдаемых классов распределений и одновременно раздвинуть их центры по отношению друг к другу. В принципе можно было бы все линейные нейроны сети слить в один нейрон и попытаться обучить его. При этом справиться с такой задачей не удастся ввиду ее декомпозиции. Данных оказывается слишком много, и они имеют низкое качество.

## Выбор метода выявления целенаправленных атак на основе нейронных сетей

*Евглевская Наталья Валерьевна*

На сегодняшний день вопросам, связанным с защитой информации как в масштабах государства, так и в масштабах отдельного предприятия уделяется огромное внимание, однако число потенциальных угроз постоянно растет. Перечень атак, реализуемых нарушителями, пополняется новыми изощренными целенаправленными атаками, так называемыми АРТ (advanced persistent threats) атаками [1].

Для обеспечения необходимого уровня защиты информации следует сначала выявить угрозы нарушения информационной безопасности (ИБ) на конкретном объекте информатизации для возможности построения адекватной модели противодействия атакам нарушителя.

Эффективность систем обнаружения вторжений (СОВ) в большой степени зависит от используемых методов анализа получаемой информации. Известны различные СОВ, основанные на таких методах, как сигнатурный, статистический, метод экспертных систем и других. Существующие СОВ, как правило, ориентированы на поиск известных сигнатур, в тоже время перед новыми типами атак, таких как АРТ, они становятся бессильны [2, 3].

В настоящее время к статистическому методу анализа, методу экспертных систем добавился метод обнаружения вторжений на основе искусственных нейронных сетей, базирующийся на идентификации нормального поведения системы по функции распределения получения пакетов данных, обучении искусственной нейронной сети и сравнительного анализа событий по обучающей выборке.

Аномальное отклонение обнаруживается тогда, когда степень доверия искусственной нейронной сети своему решению лежит ниже заданного порога. Применению модели искусственной нейронной сетей для реализации механизмов защиты информации от вторжений, реализуемых нарушителями, предшествует обучение этой сети по заданным алгоритмам нормального функционирования [3, 4].

У нейронных сетей много важных свойств, но ключевыми из них являются способность к обучению и возможность распараллеливания огромного числа простых процессоров с множеством связей, способствующая сверхвысокому быстродействию нейронной сети [5].

Следует отметить, что применение метода искусственных нейронных сетей сопряжено с решением задач получения репрезентативной статистики, ее нормализации, объединения вычислительных ресурсов.

*Литература:*

1. *Евглевская Н.В.* К вопросу о моделировании процесса воздействия злоумышленника на телекоммуникационную сеть [Текст] / Н.В.Ев-

- глевская, А.П.Вандич. – Калуга.: Труды XVII Российской научно-технической конференции «Новые информационные технологии в системах связи и управления». ООО «Ноосфера», 2018. – с. 254–256.
2. *Архипкин А.С., Баландин А.Е., Бикеев С.И., Будко П.А., Бурлака А.И., Дуков И.А., Емелин Н.М., Жарков И.Д., Зайцев А.В., Захаров Е.Н., Карпов В.В., Князев В.В., Козлов М.С., Лепешкин О.М., Павловский И.С., Пирогов М.В., Радько С.А., Рожнов А.В., Савицкий А.С., Семенов А.В. и др.* Язык схем радикалов: методы и алгоритмы Под ред. А.В. Чечкина и А.В. Рожнова. Москва, 2008. Сер. Библиотека журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение»
  3. Экспресс-информация по зарубежной электронной технике. – М.: АО «ЦНИИ «Электроника», 2017. – Вып. 22 (6645). – 42 с.
  4. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М., Кириллова Т.В.* Методологический подход к оценке безопасности функционирования социальной и экономической системы управления региона Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 2 (2). С. 99–103.
  5. *Корсунский А.С., Лепешкин О.М.* Подход к формализации автоматизированной информационной системы для оценки функциональной безопасности Вопросы радиоэлектроники. 2012. Т. 3. № 1. С. 75-82.

## **Интеграция информационно-телекоммуникационных сетей обеспечения автоматизированных систем управления в международное киберпространство**

*Закалкин Павел Владимирович  
Иванов Сергей Александрович  
Иванов Николай Александрович*

В целях обеспечения эффективного функционирования автоматизированных систем управления различного назначения необходима их интеграция с информационно-телекоммуникационной системой для обеспечения полноценного взаимодействия с целевыми информационными системами [1].

Современный этап развития Единой сети электросвязи характеризуется рассредоточением информационных ресурсов на значительной территории, а также повышенной потребностью органов управления в применении автоматизированных систем управления и поддержки принятия решений, актуальной, достоверной, своевременной и всесторонней информации, необходимой для качественного решения задач управления [2].

Анализ состояния унаследованных систем управления различного назначения показывает, что они до сих пор имеет выраженную «стволовую» структуру [3]. Развитие их автоматизированных, большая часть которых существовала изолированно и, в некоторых случаях, в единичных экземплярах, осуществлялось несогласованно, без единого замысла. Работы по созданию и модернизации средств автоматизации зачастую дублировали друг друга, телекоммуникационная инфраструктура создавалась под конкретные автоматизированные системы [4].

В ходе решения задач оптимизации автоматизированных систем управления сформировались разнесенные центры обработки данных с телекоммуникационным ядром которых является Единой сети электросвязи РФ [5]. Интеграция автоматизированных систем управления и информационных центров, в том числе с обработкой данных на основе нейросетевых технологий, Единой сети электросвязи и множества потребителей информационных услуг привела к формированию российского сегмента международного киберпространства.

*Литература:*

1. *Гречишников Е.В., Дыбко Л.К., Ерышов В.Г., Жуков А.В., Стародубцев Ю.И.* Способ обеспечения устойчивого функционирования системы связи. Патент на изобретение *RUS 2405184* 12.05.2009.
2. *Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В., Яблоков Д.Ю.* Способ повышения защищенности элементов территориально распределенных информационно-телекоммуникационных систем // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2015. № 1 (9). С. 95–100.
3. *Вершенник Е.В., Вершенник А.В., Львова Н.В., Стародубцев Ю.И.* Предложения по повышению эффективности функционирования комплексов мониторинга // Неделя науки СПбПУ материалы научной конференции с международным участием. 2017. С. 423–426.
4. *Гречишников Е.В., Белов А.С., Скубьев А.В., Недвигин Г.Г.* Предложения по мониторингу распределенной сети связи // Телекоммуникации. 2016. С. 19–23.
5. *М.И. Носов, В.В. Карганов.* Концептуальные подходы моделирования Единого информационного пространства подсистем специального назначения // Военная Мысль. 2019. № 1. С. 120–128.

**Способы поиска мест повреждения полностью  
дизлектрических оптических кабелей**

*Иванов Николай Александрович  
Смирнов Иван Юрьевич  
Шевчук Антон Леонидович*

В настоящее время, при моделировании, проектировании и построении проводных линий связи в основном используется оптические кабели, в том числе не содержащие металлических компонентов [1]. При возникновении повреждения кабелей данного типа оперативный поиск места повреждения осложнен в связи с отсутствием в них металлических элементов. существенной сложностью является определения данного места. Данная задача так же осложняется: большой протяженностью оптических трасс; несоответствием оптического пути сигналов линейной длине кабелей, обусловленным особенностями распространения сигналов в волокне [2], спиральной укладкой оптических волокон в кабеле [3]; отклонениями кабельных трасс от их топографической привязки, смещением грунтов и т.д.



Основные способы поиска полностью диэлектрических кабельных трасс и мест их повреждения основаны на их топографической привязке, применении рефлектометрии, установке пассивных маркеров и визуальном обнаружении [4]. Данные способы требуют привлечения больших затрат ресурсов и не гарантируют оперативный поиск трасс и мест повреждения полностью диэлектрических оптических кабелей, поэтому необходимо искать новые технические пути для решения данной задачи.

Предлагается применение фазочувствительных методов обработки оптических сигналов позволяющих с высокой чувствительностью реагировать на виброакустическое воздействие на оптический кабель. Данные методы позволяют осуществлять оперативный односторонний удаленный виброакустический мониторинг оптических направляющих систем на десятки километров [5]. Этот подход, в сочетании с автоматизацией процессов обработки оптических сигналов на основе нейронных сетей, прошел успешную апробацию на действующих линиях связи и позволил с высокой точностью и оперативностью обнаружить трассы закладки полностью диэлектрических оптических кабелей и места их повреждения.

#### *Литература:*

1. *Беликова И.С., Закалкин П.В., Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В.* Моделирование сетей связи с учетом топологических и структурных неоднородностей. Информационные системы и технологии. 2017. № 2(100). С. 93–101.
2. *Иванов С.А., Иванов Н.А., Лапшин Б.А., Политыкин Р.В., Смирнов И.Ю.* Способ моделирования линии связи с распределенными параметрами. Патент на изобретение RU 2583740 С1, 10.05.2016. Заявка № 2015100724/08 от 12.01.2015.
3. *Иванов Н.А., Иванов С.А., Стахеев И.Г.* Современные специализированные оптические волокна. В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сборник научных статей в 2 томах. под. ред. С.В. Бачевского, сост. А.Г. Владыко, Е.А. Аникевич, Л.М. Минаков. 2015. С. 1228–1232.
4. *Портнов Э.Л., Сенявский А.Л., Хромой Б.П.* Метрология в оптических телекоммуникационных системах. Учебное пособие для вузов. – М: Горячая линия – Телеком, 2019. – 272 с: ил.
5. *Трешиков В.Н., Марченко К.В., Горбуленко В.В., Леонов А.В.* Волоконно-оптическая система мониторинга «Дунай». Научно-технический журнал «Фотон-Экспресс» № 5(117). 2014 г. С. 12–15.

## **Проблема функционирования критической информационной инфраструктуры использующей ресурсы киберпространства**

*Закалкин Павел Владимирович  
Иванов Сергей Александрович*

В докладе дается краткий обзор проблематики обеспечения устойчивого и бесперебойного функционирования критической информационной инфраструктуры (в том числе системы автоматизации на основе нейронных сетей) Российской Федерации и Единой сети электросвязи Российской Федерации.

В первую очередь актуальность данной проблематики определяется глубокой интеграцией всех сфер деятельности любого государства в киберпространство, что привело к тому, что в той или иной мере системы автоматизации на основе нейронных сетей, современные производственные технологии, интегрирующие физические и информационные процессы, а также обеспечивающих автономное от человека функционирование, промышленные системы, автоматизированные системы управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды вынуждены функционировать посредством мирового киберпространства.

Во-вторых, многие государства и частные структуры имеют специализированные структуры – кибервойска, основной задачей которых является целенаправленное уничтожение и (или) искажение, информации, информационных систем и информационных процессов противостоящей стороны для завоевания превосходства в киберпространстве в заданное время на определенной территории или элементах. Конечной целью кибервойск является решение своих политико-стратегических, военно-стратегических, оперативных или тактических задач без применения традиционных военных средств или с их дополнением

Для решения данной проблематики необходимо разработать методический аппарат, позволяющий проводить исследование в предметной области и прогнозировать развитие различных проблемных ситуаций при использовании киберпространства.

### *Литература:*

1. *Гречишников Е.В., Горелик С.П., Добрышин М.М.* Способ обеспечения требуемой защищенности сети связи от внешних деструктивных воздействий // Телекоммуникации. 2015. № 6. С. 32–37.
2. *Стародубцев Ю.И., Бухарин В.В., Семенов С.С.* Техносферная война // Информационные системы и технологии. 2011. № 1 (63) С.80–85.
3. *Стародубцев Ю.И., Сухорукова Е.В., Чукариков А.Г.* Методика выявления критически важных элементов информационно-телекомму-

- никационных систем // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2014. № 1 (5). С. 95–101.
4. Бегаев А.Н., Гречишников Е.В., Добрышин М.М., Закалкин П.В. Предложение по оценке способности узла компьютерной сети функционировать в условиях информационно-технических воздействий // Вопросы кибербезопасности 2018. № 3 (27). С. 2–8..
  5. Тесля С.П., Мартынюк И.А., Федорова С.В., Чоп А.А. Подход к обоснованию требований к средствам защиты информационно-телекоммуникационной сети // Региональная информатика и информационная безопасность. 2017. С. 172–173.

# НЕЙРОФИЛОСОФИЯ



## Десять тезисов о проекте нейрофилософии

**Кузнецов Валерий Григорьевич**

*Московский государственный университет  
имени М.В.Ломоносова (МГУ)*

1. Человеческий мозг формирует человеческое сознание (consciousness). Системно организованная деятельность нейронов мозга является основой рассуждений, принятия решений, всех когнитивных способностей человека.
2. Из положения 1. следует, что дуализм тела (физического) и сознания (нефизического) в любой его форме в нейрофилософском проекте полностью исключается. Декартовская версия дуализма, предполагающая независимое от тела существование сознания и его полностью автономную деятельность, не соответствует данным современной нейробиологии и когнитивной науки.
3. Чистых, независимых от телесности отчетов сознательной деятельности в практике принятия решений, рассуждений, рекомендаций существует ограниченное количество. Практически огромное большинство решений эмоционально окрашено или обусловлено телесными предпосылками (страх, эмоции, страсть, влечения разного типа и пр.). Такое воплощенное познание и сознание сопровождается и формируется мозгом. В деятельность такого рода могут быть включены бессознательные факторы.
4. Концепция причинно-следственной зависимости сознания от мозга является редукционистской. Редукционизм в науке является одним из мощных приемов прогрессивного развития научного знания и в качестве следствия его последующего применения. Принцип редукционизма является критерием демаркации нейрофилософского и метафизического обоснования сознания.
5. Психофизический параллелизм, утверждающий корреляцию между последовательностями психических и телесных явлений без констатации причинно-следственных связей между ними, из нейрофилософского проекта исключается. Причины появления ранних версий психофизического параллелизма связаны с исторически объяснимой неразвитостью биологии, отсутствием технологической базы и в значительной степени социокультурным контекстом. Современные версии связаны с непониманием роли нейронауки в когнитивной психологии. Корреляция, связанная с объяснением причинно-следственных механизмов, является одной из главных проблем
6. Тезис функционализма в версии компьютерной метафоры, предлагающей считать деятельность мозга аналогом вычислительного

устройства, в которое вложено независимое программное обеспечение, в нейрофилософии считается замаскированной версией современного дуализма. Патриция Смит Черчленд замечает: «На место нефизической ментальной субстанции Декарта, функционализм подставляет ‘программное обеспечение’» (Churchland P.S. *Brain-Wise. Studies in Neurophilosophy*. A Bradford Book The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England. 2002, p. 26)

7. Проблемы и предметная область когнитивной психологии становятся проблемами нейронауки, а методы и технологии нейронауки используются в когнитивной психологии. Эти направления исследований являются взаимосвязанными и взаимодополнительными. В настоящее время возникла когнитивная нейронаука. Как отмечали в 2010 г. Б.Баарс и Н.Гейдж, «в последние несколько десятилетий мы наблюдаем заключение союза между когнитивной наукой и наукой о мозге, который строится на взаимовыгодных исходных преимуществах каждой из них. Когнитивные механизмы и механизм восприятия, излучавшиеся на уровне поведения, в настоящее время могут наблюдаться непосредственно на уровне работы самого мозга благодаря использованию новейших методов визуализации мозговых процессов. Впервые в реальном времени мы можем наблюдать деятельность живого мозга, которая формировалась более сотни миллионов лет.» (Баас Б., Гейдж Н. Мозг. Познание, Разум. Введение в когнитивные нейронауки. В 2-х т. – М., «БИНОМ Лаборатория знаний. 2014. Т. 1, с. 15) Данное положение свидетельствует о том, что парадигма дуализма преодолена в современной когнитивной нейронауке, нейрофилософии и остается в метафизических нередукционистских рассуждениях.
8. Одним из самых важных вопросов нейрофилософии является вопрос о том, как понимать сознание. Дать ответ на этот вопрос означает – объяснить с нейробиологических позиций специфику формирования и сопровождения мозгом сознания-доступа, т.е. осознания самого себя и своего мезокосмоса, экологической среды, осознание восприятий, воплощенного познания, памяти, принятия решений, использование языковых ресурсов и пр. Искать ответ на вопрос о сущности сознания следует не до постановки экспериментов и разработки теорий, а в качестве подведения итогов. Предварительное определение будет выглядеть как совокупность отрицательных высказываний: не находиться в коме, в глубоком сне, не быть под наркозом. П.С. Черчленд предлагала повременить с устранением неопределенности термина «сознание», а сначала попытаться объяснить, что означает «сознание» с точки зрения нейронауки: «В некоторых предшествующих экспериментах были свидетельства о соотношении нейронной деятельности с сознательной осведомленностью. Тем не менее, я высказала предостережение относительно того, что такие корреляционные доказательства

означают. Об основной причине уже говорилось: установление связи между нейронной деятельностью и перцептивной осведомленностью субъекта коммуникации согласуется с любым из следующих положений: (1) нейронная активность является фоновым состоянием для восприятия, осознания, (2) нейронная активность является частью причины, (3) нейронная активность является частью последствия осознания, (4) нейронная активность параллельна, но не играет непосредственную роль в перцептивной осведомленности, и (5) нейронную активность, можно идентифицировать с осознанием восприятия. В конечном счете, если мы хотим быть в состоянии объяснить природу сознания в нейронных терминах, мы стремимся к выявлению некоторого отношения нейронной активности с осознанностью восприятия. То есть, мы хотим, чтобы наши данные были обоснованными для интерпретации.» (Cherchland P.S. Brain-Wise. Studies in Neurophilosophy. 2002, p. 153)

9. Нейрофилософия как специфический проект возникла в США примерно в конце 70-х годов прошлого века по инициативе супругов Пола и Патриции Черчленд. В настоящее время этот проект превратился в подробно разработанную программу научных исследований и с самого начала был внедрен в систему университетского образования.
10. Нейрофилософия не занимается обоснованием нейронауки. Ее нельзя путать с философией нейронауки. Она также не является междисциплинарным (как часто у нас любят говорить) образованием. Ее основной задачей является решение традиционных философских проблем из области практической философии при помощи средств современной когнитивной нейронауки. Конкретно Патриции Черчленд принадлежит заслуга возвращения проблематики сознания в современную науку.

## **О проверке нормативных научных моделей на правомерность их применимости**

*Артеменков Сергей Львович*

*Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)*

В современном мире научные концепции и представления играют важную роль в социальной практике и жизнедеятельности людей. Научные знания и модели выступают в качестве международных образовательных стандартов и имеют большое значение в межкультурной коммуникации и образовании. Фактически, они часто объективируют межкультурные истины, которые связаны с созданием универсальных объяснительных моделей, которые позволяют прогнозировать явления и экспериментальные результаты, проводить сравнительные исследования и в результате интегрировать межкультурную социальную и образовательную среду. В то же время научное развитие связано как с поиском новых моделей, так и с переосмыслением существующих знаний.

В связи с этим, раскрытие и понимание существующих консервативных тенденций является предметом особого научного интереса и рассматривается здесь на примере проблематики моделирования восприятия.

Нормативное знание часто воплощается в относительно простых, в частности, математических теориях и моделях. Математические знания носят универсальный характер и часто могут быть реализованы в различных науках и областях практики. В связи с этим, математические модели в еще большей степени становятся нормативными. Например, модель расчета вероятности совместных случайных событий (или модель объединения вероятностей) часто используется для расчета случайных шансов и фактически стала нормой для оценки различных причинных ситуаций, связанных с неопределенностью их появления. Эта модель широко используется в современном образовании и рассматривается как универсальное объяснительное средство для определения шансов совместных случайных событий практически независимо от сложности их природы.

В то же время известно, что в целом эвристические решения людей в реальных условиях не соответствуют модели теории вероятностей, что часто рассматривается как ошибочное поведение [4]. Например, полагаясь при принятии решений на эвристики, связанные с репрезентативностью или доступностью событий, люди, скорее всего, ошибаются, поскольку тот факт, что что-то является более репрезентативным или доступным в памяти, не делает его более вероятным. Таким образом, эвристики репрезентативности и доступности в процессе принятия решений человеком могут приводить к так называемой «ошибке объединения», которая нарушает правило объединения вероятностей случайных событий и представляет собой ложное убеждение, что два события имеют большую вероятность совместного возникновения, чем любое одно из событий само по себе. Это явление было продемонстрировано в самых разных контекстах [4].

При этом неясно почему такое неадекватное поведение людей носит систематический характер? Распространенным ответом на этот вопрос является противопоставление эвристик и интуитивных умозаключений конкретным умственным логическим операциям и, в частности, законам вероятности. Можно видеть, что эти законы используются в качестве объективной меры перцептивных и когнитивных процессов без специального анализа исходных посылок и особенностей их использования в конкретной ситуации. Ошибка возникает, когда исследователи фиксируют разницу в результатах экспериментального психологического процесса и регулярного моделирования процесса на основе предполагаемых закономерностей в предположительно одинаковых условиях. При ближайшем рассмотрении можно заметить, что контекстные ситуации для перцептивных интуитивных решений и логических умственных операций очень различны и имеют очень разную природу. Таким образом, простая модель сравнительного суждения вряд ли применима в этом случае [2].

Важно также заметить, что позитивистское научное мышление делает абстрактную истину более конкретной или реальной, превращая ее в закон объективной реальности, а затем связывает с ней конкретные события или явления. Тогда все, что соответствует закону, обычно объясняется само собой, а то, что не соответствует, является ошибкой и требует разъяснения. В то же время, часто проблемой является выбор причин для законных объяснений. Во многих случаях этот выбор определяется исходными теоретическими основаниями, которые не обязательно способствуют адекватному решению проблемы.

Например, историческая постановка проблемы постоянства зрительного восприятия, следуя Р. Декарту, обычно решается на основе рассмотрения световой проекции изображений объектов на сетчатке глаза. Согласно законам оптики, величина проекции уменьшается с удалением объекта восприятия от субъекта, что объясняет явление непостоянного характера восприятия зрительного размера объекта, находящегося на разных расстояниях от наблюдателя. При этом явление константности восприятия размеров объектов требует специального научного объяснения.

С другой стороны, известно, что в древней Греции процесс зрительного восприятия в школе греческого философа Демокрита объяснялся с помощью учения об эйдолах, своего рода эманациях, постоянно истекающих из вещей в виде их тонких копий, которые и определяют результаты зрения. Конечно, эта точка зрения не адекватна современному уровню знаний, но интересно проиллюстрировать на ее основе влияние первоначальной позиции ученого на постановку научной проблемы. Исходя из этого взгляда, величина образа восприятия вещи естественным образом соответствует самой величине самой вещи, поскольку эйдолы являются копиями вещей. Таким образом, свойство постоянства размера в зрительном восприятии здесь не требует дополнительного объяснения. Однако, тогда требуется объяснить, почему происходит уменьшение размера объектов при их удалении от субъекта наблюдения.

Примеры идей Демокрита и Декарта показывают, что в науке исходная основа знания во многом определяет постановку проблем и дальнейший способ мышления исследователя. В принципе, явления константности и аконстантности восприятия одинаково требуют объяснения, не основанного на каких-либо свойствах объектов или продуктов восприятия. Более того, согласно трансцендентальному подходу, механизмы восприятия, рассматриваемого как процесс формопорождения, можно считать адиафорными, т.е. независимыми от свойств продуктов восприятия [1]. Этот подход предоставляет собой новый взгляд и позволяет предсказывать определенные экспериментальные результаты до начала эксперимента. В качестве примера рассмотрим эксперименты П. Колерса по восприятию «видимого движения», представляющего видение изменения, которого на самом деле нет. Явление «видимого движения» возникает, когда цветное пятно определенной формы на короткое время появляется на контрастирующем фоне,



а после интервала от 10 до 45 миллисекунд происходит появление подобного цветового пятна этой же или другой формы на коротком расстоянии от первого [3]. Колерс решил использовать фигуры разных форм вместо пятен и изучить их видимое превращение друг в друга. Задача исследователя состояла в том, чтобы отыскать эмпирически обоснованную меру или, по крайней мере, общий сравнительный тест для психологического подобия различных преобразующихся форм по какому-либо важному их признаку [3]. Обнаружение в этом эксперименте особенностей преобразования отдельных форм, по мысли П. Колерса, позволило бы сделать вывод о том, что эти формы или их признаки находятся в основе процесса восприятия, т.е. связаны с механизмами его осуществления.

Можно видеть, что эти рассуждения основываются на предположении о том, что свойства формы объектов могут служить объяснением или мерой процесса восприятия, в котором они формируются, что не может быть в случае адиафорного порождающего характера процесса восприятия [1]. В связи с этим отрицательный результат эксперимента П. Колерса вполне предсказуем в рамках подхода трансцендентальной психологии восприятия. Перцептивные свойства форм, как продуктов восприятия, в принципе не могут быть мерой подобия этих форм. Таким образом, рамках трансцендентального подхода эксперимент П. Колерса не имеет смысла, а его отрицательный результат может быть предсказан заранее.

Приведенный пример показывает критическую важность анализа нормативных основ используемых научных моделей, которые определяются до начала исследований и должны быть показаны и обоснованы в процессе обучения научным методам. В частности, процессы восприятия включают в себя сосуществование различных альтернатив, обеспечивающих гибкость, необходимую для любой многофункциональной системы восприятия и познания [1]. Это предполагает, что природа перцептивного познания более сложна и сильно отличается от обычной логики вероятности. В соответствии с реальностью восприятия для любого объекта более надежно иметь много определенных и связанных признаков, а не отдельные особенности. Процессы восприятия показывают, что объект с множеством сопредставленных и связанных с ним особенностей, на самом деле, является более действительным и актуальным, чем абстрактный объект с несколькими случайными характеристиками.

Этот подход дает возможность сформулировать вероятностную модель, подходящую для объяснения поведения человека в условиях неопределенности. Показано, что если в обычных примерах расчета вероятности заменить, например, монету на медальон, а кубическую кость на фигуру в виде ромбокубооктаэдра, то, не изменяя правила теории вероятностей, можно реализовать связанную с сопредставленностью неоднозначность и показать, что шансы объединения двух событий вполне могут быть больше или равны вероятности появления только одного из возможных событий [2].

*Литература:*

1. *Артеменков С.Л.* Субъектно-объектное моделирование чувственной основы психики и трансцендентальное формопорождение // Психология восприятия сегодня: парадигмы, теория, эмпирика: сб. научн. Ст. / по ред. Г.В. Шуковой, В.И. Панова. М.: Акрополь, 2019. С. 223–257.
2. *Артеменков С.Л.* Модель сопредставленности для оценки вероятности объединения событий // Моделирование и анализ данных. 2014. № 1. С.43–54.
3. *Гудмен Н.* Способы создания миров. М.: Идея-Пресс, Логос, Практис, 2001. С. 188–205.
4. *Канеман Д., Словик П., Тверски А.* Принятие решений в неопределенности: Правила и предубеждения. Харьков: Гуманитарный центр, 2005. 632 с.

**От истории новой метафизики  
к философии и нейрофилософии**

***Волкова Людмила Петровна***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСИС)*

Если рассматривать основания новой метафизики в историческом и информационно-реляционном аспектах, то можно увидеть и проанализировать связь этих вопросов с физикой взаимодействия элементарных частиц. Можно также выявить на основе этого анализа аналогию некоторых понятий в физике и информатике. Результаты мысленного эксперимента по построению структуры переключения информационных потоков в физико-математических исследованиях позволили сделать вывод о правомерности перехода от новой метафизики к основам фундаментальной физики.

История новой метафизики изложена в серии книг «Метафизика и фундаментальная физика» Ю.С. Владимирова. Она основывается на подробном анализе метафизических идей, возникавших в различных философских и религиозных учениях, а также в физических теориях, от древности до современности. В книгах отражена мысль о принципе триединства во всех учениях, включая не только догмат Святой Троицы в христианстве, но и древнекитайское философско-религиозное учение – даосизм. На основе этого анализа выведено соответствие между тремя физическими миропониманиями и видами философских мировоззрений, а затем изложены основные понятия с позиций трех метафизических парадигм.

Что касается автора данной статьи, то наиболее интересным представляется тезис, озвученный на семинаре физфака МГУ: «Единственное, что проявляется при взаимодействии частиц – это перераспределение их простейших квантовых чисел». Это соответствует и неко-

торым мыслям, высказанным нами на основании информационного подхода. В рамках реляционной парадигмы этот подход справедливо может быть назван информационно-реляционным, поскольку он подтверждает гипотезу об информационной основе мироздания и всеобщей связи в мироздании. Именно так: новая структура рождается в результате самоорганизации новой информации, полученной каждой частицей при взаимодействии.

Далее, можно проследить внешнюю структуру путей переключения информационных потоков по ключевым словам, пользуясь общедоступными источниками информации. Если положить, что при взаимодействии частиц происходит обмен информацией между ними, то именно в результате этого обмена и происходит «перераспределение квантовых чисел». Причем при взаимодействии передача информации происходит в обоих направлениях. Это характеризует двойственность канала взаимодействия. Двойственность свойственна многим, если не всем, явлениям макромира, но в микромире она проявляется по-другому. Поэтому можно предположить, что именно здесь, при взаимодействии частиц, проявляется квантовый эффект. Анализируя диаграммы взаимодействия частиц, мы видим то, что незримо присутствует во всех рассуждениях, а именно – троичность. Ту же троичность находим, обращаясь к нашим лекциям по информатике,

Заметим, что когда мы говорим об информации, то всегда имеем совокупность из 3-х элементов, если говорим о восьми их состояниях. Где же здесь третий элемент в аналогии с частицами? А это именно тот «переход» между двумя состояниями частиц, о котором неоднократно упоминал Ю.С. Владимиров, когда говорил в своих книгах по метафизике о бинарной геометрофизике.

В наших последних статьях прослеживаются три основных направления мыслей. Во всяком случае, ниже следующие идеи были их основой. Первое направление посвящено важности возвращения, будем так говорить, «доброго имени» понятию «Метафизика», как «первой философии» в терминологии Аристотеля, или естественнонаучной философии в современном представлении. Поэтому в наших статьях подчёркивалось значение работ Ю.С. Владимирова, именно по метафизике. Именно эти работы не только повышают современный статус метафизики, в перспективе до того уровня значимости в естественнонаучной философии и физике нашего времени, который она имела для формирования мировоззрения ученых во времена Аристотеля. Это позволяет систематизировать на основе понятия «метафизическая парадигма» разные направления исследований, как в физике, так и в математике, дисциплинируя попытки захватить первенство какой-либо новой теорией.

Второе из указанных выше трех направлений посвящено главному процессу, который идёт в мире непрерывно – процессу преобразования

ноосферы. Этот процесс преобразования невидимого пространства, в котором происходят все другие процессы, как в Космосе, так и в каждом человеке, во всем мире, назван нами Пространством Мёбиуса условно. Связано это название с тем же важнейшим свойством информации, которому мы придаем решающее значение в процессе преобразования ноосферы. Это свойство самоорганизации.

Третье направление, которое обозначилось недавно, это противостояние человечества угрозе возникновения его цифрового двойника. В этом случае можно говорить «о противостоянии двух философских концепций»: философии искусственного интеллекта и метафизики. как естественнонаучной философии. Существуют некоторые работы, которые поддерживают высокий статус искусственного интеллекта. В этих работах обсуждается развиваемый метод имитации человеческого поведения. Именно, не выполнять полезные функции в помощь человеку, а создавать иллюзию присутствия человека. В этой связи возникают мысли о необходимости защиты творческой индивидуальности человеческой личности и повышения статуса «человеческой» философии, с которой мы и соотносим название «нейрофилософия». Возьмем на себя смелость утверждать, что только человеческие чувства позволяют «сохранить человеческое в человеке», поднимая статус «живого интеллекта» над «искусственным». Именно с человеческим интеллектом, на наш взгляд, соотносима способность к философии вообще. Поэтому термин «нейрофилософия», наверное, может только подчеркивать необходимость интерпретации этого понятия в условиях конвергенции цифрового и физического миров.

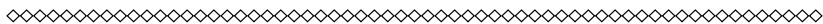
*Литература:*

1. *Владимиров Ю.С.* Метафизика и фундаментальная физика. Книга 1. От древности до XX века. Изд.3-е. – М.: ЛЕНАНД, 2017. – 216 с.
2. *Владимиров Ю.С.* Метафизика и фундаментальная физика. Книга 2. Три дуалистические парадигмы XX века. Изд.3-е. – М.: ЛЕНАНД, 2017. – 256 с.
3. *Мионов В.В.* Становление и смысл философии как метафизики. Альманах «Метафизика. Век XXI». Вып. 2. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007, с. 18–40.
4. *Волкова Л.П.* Метафизика как основание философии естествознания. Ж. Метафизика, № 2 (32), 2019 г., с. 19–25.
5. *Владимиров Ю.С.* Метафизика и фундаментальная физика. Книга 3. Реляционные основания искомой парадигмы. – М.: ЛЕНАНД, 2018. – 248 с.
6. *Волкова Л.П.* Об основаниях метафизики. Ж. Метафизика, № 1 (27), 2018 г., с.99–106.
7. *Волкова Л.П.* Сохранение человеческого в человеке как основная мотивация в конвергенции физического и цифрового миров и модернизации России. Россия: тенденции и перспективы развития. Еже-

годник. Вып. 13/ РАН. ИНИОН. М., 2018.–Ч. 1, с. 616–621. Режим доступа: <https://www.academia.edu/36509309>

8. *Волкова Л.П.* О реляционном подходе в традиционной науке Китая. Ж. Метафизика, № 3 (33), 2019 г., с. 118–133.
9. *Волкова Л.П.* Метафизика социальных процессов. Ж. Метафизика, № 2 (24), 2017 г., с. 28–41.

# ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ



## **Модель динамической классификации поточковых данных на основе самоорганизующихся нейронных графов**

*Яковенко Антон Александрович*

*Антропов Александр Алексеевич*

*Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Проблема обеспечения процесса настройки нейросетевых моделей с использованием многомерных потоковых данных (ПД) [1], поступающих в реальном времени, представляет особенный интерес и к настоящему моменту обращает на себя всё большее внимание со стороны специалистов. Стандартные нейросетевые модели обладают рядом недостатков, существенно ограничивающих их функционал и область применения. К ним можно отнести необходимость в репрезентативной обучающей выборке данных большого объема и статичность результирующих моделей, полученных на их основе.

Например, при увеличении количества категорий в задаче распознавания, невозможно использовать тот же классификатор. В общем случае требуется вернуться к стадии обучения, учитывая новые категории данных наравне со старыми, что также может потребовать внесения изменений в архитектуру искусственной нейронной сети (ИНС). Изучение данного вопроса позволит осуществлять дообучение ИНС-модели для расширения контекста решаемой задачи, выявлять аномалии в ПД, а также улучшать результирующую точность за счет использования новых данных в ходе эксплуатации.

Интеллектуальная обработка и анализ ПД, представляющих временные последовательности измерений величин изучаемого процесса, обеспечивается методами динамического обучения ИНС. Алгоритм распознавания при этом должен динамически адаптироваться к новым входным образам, характеризующимися особыми изменениями в потоке, и сохранять их в памяти. Однако при этом возникает т.н. проблема стабильности-пластичности, для преодоления которой были разработаны методы добавочного обучения.

На сегодняшний день классификация ПД, которые могут приходить из разных источников является одной из актуальных проблем в машинном обучении. Изменение структуры ПД с течением времени принято называть дрейфом концепции (ДК) [2]. Алгоритмы, применяемые в подобных условиях, должны учитывать особенности ДК и использовать новую актуальную информацию в процессе обучения. В свою очередь,

обучаемые на стационарных данных модели не предназначены для работы в условиях ДК, что привело к развитию новых подходов, лишенных данного недостатка. Существующие методы добавочного обучения в подавляющем большинстве являются узкоспециализированными и подходят лишь для отдельных разновидностей ДК. Поэтому задача разработки методов динамического обучения ИНС-моделей в реальном времени на многомерных ПД для решения задач распознавания в условиях ДК сохраняет свою актуальность.

Современные методы, способные работать в условиях ДК, по принципу работы можно разделить на активные и пассивные. Активные методы добавочного обучения представлены гибридными системами, состоящими из классификатора и специального механизма, предназначенного для детектирования ДК [3]. При обнаружении существенных изменений в распределении входных данных существующая ИНС-модель адаптируется под новое распределение путём наращивания нейронов или же в дополнение к ней строится новая модель с аналогичной архитектурой, что в результате формирует каскад бинарных классификаторов. Пассивные методы динамического обучения не предназначены для детектирования специфических изменений в структуре ПД, поэтому параметры модели адаптируются под новые распределения данных по мере их возникновения.

Предлагаемый в работе подход к проблеме динамического обучения в задаче классификации ПД нельзя в полной мере отнести ни к одной из вышеописанных разновидностей, поскольку он комбинирует в себе основные техники обеих групп. Подобно пассивным методам настройка модели осуществляется посредством адаптации параметров в ходе поступления данных, но при этом также применяется механизм обнаружения ДК в потоке. Процесс обучения включает два этапа: построение графа данных и классификация. Для построения графа данных выполняется кластерный анализ ПД с применением метода динамических нейронных карт самоорганизации [4]. Его преимущество в сравнении с самоорганизующимися нейронными картами Кохонена [5] в том, что процесс функционирования представляет собой конечный автомат, способный находиться попеременно в одном из двух состояний – упорядочения и сходимости. Адаптивные параметры вычисляются на основе текущего распределения ПД и используются для построения нейронной карты на основе актуальной информации о его структуре, которая контролируется механизмом обнаружения ДК [6]. Адаптация и обнаружение изменений в структуре потока происходят в рамках окна анализа, размер которого фиксирован и задается в качестве параметра. В момент обнаружения ДК происходит сохранение полученной нейронной карты в памяти и процесс упорядочения-сходимости повторяется.

Нейронная карта представлена двумерной сеткой вычислительных узлов с гексагональной топологией связей, что позволяет рассматривать её как граф Делоне и представить многомерные случайные величины каждого объекта классификации в форме отдельной графической модели без потери информации [7]. Работоспособность данного подхода полагается на гипотезу о том, что объекты классификации характеризуются потоками данных различной структуры и различаются типом дрейфа концепции. Классификация ПД выполняется путем сравнения текущего графа данных с ранее сохраненными. Если совпадение отсутствует, граф данных сохраняется в памяти в качестве представителя новой категории, что реализует концепцию добавочного обучения. В противном случае информация о текущем ПД передается в соответствующую модель, что приводит к адаптации её параметров и более точному описанию соответствующего класса. Поскольку сравнение графов имеет комбинаторную природу, одной из основных задач был выбор метода сравнения графов. В представленной работе с этой целью использовался математический аппарат спектрального анализа графов [8]. Спектр графа является множеством собственных значений матрицы смежности, что позволяет получить информацию о вершине по инцидентным ей ребрам и в результате дает более полное описание структуры данных.

Основное преимущество предложенного подхода состоит в универсальности разработанного метода добавочного обучения, способного работать в условиях ДК различного вида. Такой подход можно рассматривать, как реализацию развивающейся концепции активного обучения [9]. Однако анализу подвергаются данные только в рамках фиксированного окна. Выбор размера окна на начальном этапе обучения является критичным, поскольку характер и скорость изменений в структуре ПД может быть различной. Эти особенности могут негативно повлиять на время реакции алгоритма на дрейф концепции, поэтому в перспективе необходима доработка метода таким образом, чтобы размер окна анализа автоматически изменялся в зависимости от поступающих данных.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18–31–00304.

*Литература:*

1. *Gama J.* Knowledge Discovery from Data Streams. Chapman & Hall/Crc Data Mining and Knowledge Discovery. Taylor & Francis Group, 2010.
2. *Elwell R., Polikar R.* Incremental learning of concept drift in nonstationary environments, IEEE Transactions on Neural Networks, vol. 22(10), pp. 1517–1531, 2011.
3. *Brzezinski D., Stefanowski J.* Reacting to different types of concept drift: The accuracy updated ensemble algorithm, IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, vol. 25(1), pp. 81–94, 2014.



4. *Silva B., Marques N.C.* The ubiquitous self-organizing map for non-stationary data streams // *Journal of Big Data*, pp. 1–22, 2015.
5. *Яковенко А.А.* Самоорганизующиеся нейронные карты в задачах исследовательского анализа многомерных данных // XVI Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М.: ФГБОУ ВО МГППУ, 2018. – стр. 263–265.
6. *Яковенко А.А., Антропов А.А.* Методы нейросетевого анализа многомерных потоковых данных с применением динамического обучения эмерджентных самоорганизующихся карт // XX Международная научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2018»: Сборник научных трудов. – М.: НИЯУ МИФИ, 2018. – Ч. 1. – стр. 126–136.
7. *Yakovenko A., Sidorenko E., Malykhina G.* Semi-Supervised Classifying of Modelled Auditory Nerve Patterns for Vowel Stimuli with Additive Noise // *Studies in Computational Intelligence*. – Springer, Cham, – Vol. 799, pp. 234–240, 2019.
8. *Юлин С.С., Паламарь И.Н.* Метод классификации сигналов на основе спектрального анализа графа кластерного разбиения // Информационно-управляющие системы. – 2015. – № 2. – стр. 27–33.
9. *Ksieniewicz, P., Woźniak, M., Cyganek, et al.* Data stream classification using active learned neural networks // *Neurocomputing*, vol. 353, pp. 74–82, 2019.

### **Исследование нейросетевого решения обратной задачи спектроскопии при добавлении шумов с использованием методов анализа формы для предобработки данных**

**Трифонов Никита Дмитриевич**

*Московский государственный университет  
имени М.В.Ломоносова (МГУ)*

**Ефиторов Александр Олегович**

*Научно-исследовательский институт  
ядерной физики имени Д.В. Скобельцына МГУ*

**Доленко Татьяна Альдефонсовна**

*Московский государственный университет  
имени М.В.Ломоносова (МГУ)*

**Лаптинский Кирилл Андреевич**

**Доленко Сергей Анатольевич**  
*Научно-исследовательский институт  
ядерной физики имени Д.В. Скобельцына МГУ*

В данной работе проводилось исследование различных методов предобработки данных при решении обратной задачи спектроскопии комбинационного рассеяния водных растворов неорганических солей на данных с различным уровнем и характером шума. Актуальность данного исследования продиктована практикой работы – при проведении

цикла измерений новых образцов или в новых условиях результаты измерений отличаются достаточно, чтобы исказить работу регрессионной модели (нейронной сети архитектуры многослойный персептрон), обученной на спектрах, полученных в лабораторных условиях ранее. Для моделирования «новых условий измерений» в работе применялись следующие техники аугментации исходных спектров: добавление аддитивного и мультипликативного случайного шума, общее изменение базовой линии спектра, низкочастотный дрейф базовой линии спектра.

Для борьбы с этими явлениями использовались различные методы предобработки спектров: агрегация соседних каналов, метод главных компонент, метод частичных наименьших квадратов, переход в пространство форм (Букстейна, Кендалла; переход в тангенсное пространство). Работа посвящена исследованию зависимости погрешности решения обратной задачи спектроскопии при применении указанных методов предобработки спектров-КР от уровня и природы шума

Показано, что переход в пространство форм позволяет снизить погрешность нейросетевого решения рассматриваемой обратной задачи и повысить его устойчивость к шуму.

### **Использование технологий дополненной реальности в рамках современной системы образования**

***Симомян Анна Борисовна***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСИС)*

Современный уровень развития технологий позволяет использовать программные реализации различного уровня практически во всех сферах жизни.

Человек не в силах представить свое существование без повсеместного использования технического оборудования. Автоматизация затронула практически каждый аспект человеческого бытия. Техническое оснащение постигло бытовое окружение, рабочую обстановку, сферу развлечений. Возрастные рамки практически не представляют ограничений – использование техники доступно человеку с малых лет. Классическое образование несопоставимо с предъявляемыми требованиями современного человека. Необходимость усовершенствования программы образования подтверждали в своих работах Корнилов Ю.В и Попов А.А. [1–2].

Сегодня в образовательных учреждениях производится регулярное обращение к цифровым источникам информации – фото, видео, аудиозаписи различной тематики. Воспроизведение содержимого производится на оборудовании соответствующего уровня – при помощи проекторов и интерактивных досок с поддержкой профессиональной аудиосистемы. Уровень технической обеспеченности варьируется

между минимальным оснащением аудитории и высокопрофессиональным оборудованием для проведения занятий. К последнему относится перспектива преобразования программы обучения посредством дополненной реальности.

Изучению возможности внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности посвятили свои работы Blascovich, J., Loomis, J., Beall, A. C., Swinth, K. R., Hoyt, C. L., & Bailenson, J. N. и Вешнева И.В., Сингагулин Р.А. [3–4].

В виду стремительного технического развития предоставляется возможность усовершенствовать современную образовательную программу посредством AR-технологий. Повышение иммерсивности способствует росту интереса обучаемой аудитории, что, в свою очередь, подтверждает актуальность проводимого исследования.

В результате проведенного исследования были оценены перспективы развития AR-проекта в образовательных целях, изучены существующие примеры реализаций программ обучения посредством дополненной реальности, сформированы модели с перспективой дальнейшей проектной реализации.

#### *Литература:*

1. *Корнилов Ю.В., Попов А.А.* Дополненная реальность: применение AR-технологий в обучении // Научный электронный журнал Меридиан. 2018. № 4 (15). С. 264–266.
2. *Корнилов Ю.В.* Иммерсивный подход в образовании // АНИ: педагогика и психология. 2019. № 1 (26). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/immersivnyy-podhod-v-obrazovanii> (дата обращения: 10.12.19)
3. *Blascovich, J., Loomis, J., Beall, A. C., Swinth, K. R., Hoyt, C. L., & Bailenson, J. N.* (2002). Immersive virtual environment technology as a methodological tool for social psychology. *Psychological Inquiry*, 13(2), 103–124. doi:10.1207/S15327965PLI1302\_01
4. *Вешнева И.В., Сингагулин Р.А.* Виртуальные технологии – новые перспективы в системе обучения // В сборнике: Информационные технологии в образовании. Саратовский государственный университет. 2015. С. 382–387.

### **Построение программно-аппаратного комплекса для движения внутри помещений**

***Карфидов Алексей Олегович***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСУС)*

Развитие элементной базы в области робототехники и снижающаяся стоимость компонентов позволяет создавать комплексы технических средств, успешно заменяющих человека низкой квалификации, созда-

вая при этом новые более высокотехнологичные рабочие места и позволяющие сделать такую замену экономически оправданной и выгодной.

Но в ходе реализации таких разработок на первый план выходят совсем иные требования и особенности, чем ожидается изначально. Например, в ряде случаев основой для формирования габаритов комплексов будут не размеры человека и не привычные антропометрические данные, а такие параметры, как высота стола, ширина прохода, расстояние между торговыми рядами, возможность механически чувствовать препятствие, угол наклона пандуса или высота ступеньки и многое другое.

### **Разработка системы голосовой идентификации на основе данных операторов связи**

*Чекушев Андрей Алексеевич*

*Зув Андрей Борисович*

*Нижегородский государственный технический  
университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)*

Информационные технологии оказывают огромное постоянно растущее влияние на развитие современного общества. По этой причине одним из приоритетных направлений национальной политики РФ становится контроль за информационными ресурсами с целью обеспечения государственной и общественной безопасности.

Согласно федеральному закону № 374-ФЗ от 6 июля 2016 г. «О внесении изменений в Федеральный закон «О противодействии терроризму» и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части установления дополнительных мер противодействия терроризму и обеспечения общественной безопасности» операторы сотовой связи и операторы распространения информации (ОРИ) в Интернете обязаны хранить звонки, текстовые и голосовые сообщения абонентов в полном объеме в течение 6 месяцев, а также информацию о фактах приема и передачи, доставки и обработки звонков и сообщений – до 3-х лет. Таким образом, операторы связи и ОРИ имеют центры хранения и обработки данных, накапливающие большие объемы информации.

Современные методы интеллектуального анализа данных позволяют эффективно обрабатывать такие массивы информации для выявления новых, достоверных и практических полезных знаний. В связи с этим предлагается реализовать систему идентификации говорящего по аудиозаписям голосовых вызовов, хранящихся у операторов сотовой связи, с целью формирования аннотированной базы данных.

Проведение голосовой идентификации включает в себя исследование и применение набора математических методов, в том числе методов машинного обучения, охватывающих этапы, начиная с предобработки голосовой записи и заканчивая ее классификацией, обеспечивающих надежность и достоверность идентификации личности.

Разработанные алгоритмы могут быть внедрены и предназначены для системы технических средств для обеспечения функций оперативно-разыскных мероприятий.

Реализация системы голосовой идентификации может существенно снизить нагрузку и увеличить производительность таких систем, что позволит значительно улучшить деятельность правоохранительных органов и повысить уровень безопасности государства.

*Литература:*

1. *Е.К. Брагина, С.С. Соколов.* Современные методы биометрической аутентификации: обзор, анализ и определение перспектив развития. // Вестник АГТУ. – 2016. – № 61. – ISSN 1812–9498
2. Федеральный закон от 06.07.2016 № 374-ФЗ [Электронный ресурс]: – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_201078/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_201078/) (Дата обращения: 10.11.2019г.)

### **Применение углублённого анализа нейросетевых процессов в задаче семантической сегментации изображений**

***Игонин Дмитрий Михайлович  
Тюменцев Юрий Владимирович***

*Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)»*

Проблема понимания изображений привлекает в настоящее время значительное внимание исследователей, поскольку ее решение является критически важным для значительного числа прикладных задач. К числу важнейших составных частей данной проблемы относится семантическая сегментация изображений, которая обеспечивает классификацию объектов, имеющих на изображении, на пиксельном уровне.

Среди различных видов изображений, которые используются при решении задач понимания изображений, следует отметить изображения, полученные при дистанционном зондировании земной поверхности с использованием спутниковой фотосъемки или аэрофотосъемки.

Методы компьютерного зрения активно развиваются в последнее десятилетие. В том числе значительное внимание уделяется методам понимания изображений, основанным на использовании глубокого обучения и глубоких нейронных сетей, в частности, свёрточных нейронных сетей [1–6].

Для решения задач семантической сегментации изображений предложено значительное число разнообразных вариантов нейроархитектур на основе свёрточных нейронных сетей. Однако по различным причинам не

все из них пригодны для работы с изображениями земной поверхности, полученными с использованием дистанционного зондирования.

Как показывает опыт решения задач семантической сегментации изображений, наилучшие результаты в этой области, демонстрируют такие нейроархитектуры, как U-Net [7], SegNet [8], MultiNet [9]. Имеются попытки использования для семантической сегментации и других сетей, в частности, DenseNet [10], DeepLab [11], ICNet [12], а также ряд других. Эти сети, однако, по ряду причин не отвечают требованиям, возникающим при работе с изображениями, полученными методами дистанционного зондирования.

Исходя из этого были выбраны нейроархитектуры, позволяющие работать с цветным изображением и возвращающие в качестве выхода изображение того же размера. Каждому пикселу выходного изображения приписана степень (вероятность) соответствия одному из предписанных классов. К таким нейроархитектурам можно отнести U-Net [7], SegNet [8] и MultiNet [9]. Эти сети получили широкое распространение в задачах медицины и анализа дорожной обстановки.

В качестве источника для получения обучающих данных была использована галерея мультиспектральных изображений, полученных спутником WorldView-3 [13]. Эта база данных содержит размеченные изображения земной поверхности, которые можно использовать для обнаружения на них объектов различных типов.

Все изображения в галерее представлены в формате GeoTiff в трех- и 16-диапазонном формате. Из изображений в 16-диапазонном формате были получены 25 цветных (RGB) изображений с разрешением 3396 x 3349 пикселей. Каждое из полученных изображений разделено на сектора размером 128x128 пикселей.

По результату обучения и по качеству сегментации тестового набора произведена оценка выбранных нейроархитектур, применительно к решаемой задаче семантической сегментации изображений аэрофотосъемки.

Полезным инструментом при анализе различных нейроархитектур является визуализация процессов, происходящих внутри сети при обработке изображения, поступившего на ее вход. Такая визуализация, ориентированная на улучшение понимания этих процессов, состоит в том, чтобы показать и проанализировать, как видоизменяется паттерн, проходя от слоя к слою в рассматриваемой нейронной сети.

При анализе нейросетевых процессов был выбран подход, показывающий прохождение паттерна, описанный в [14].

Анализ полученной последовательности паттернов позволяет выявить неадекватные значения гиперпараметров сети (в частности, недостаточное или избыточное число настраиваемых параметров слоя сети), недостаточное или избыточное число итераций в процессе обучения, порождающее эффекты недообученности или переобученности сети и т.п.

По результатам анализа прохождения паттерна через обученные нейроархитектуры были выявлены «проблемные» места, которые объясняются спецификой решаемой задачи сегментации и требованиями, при которых создавались нейроархитектуры.

После оценки «проблемных» мест были предложены несколько модернизированных нейроархитектур, в которых исключены «проблемные» части. Модернизированные нейроархитектуры были обучены и продемонстрировали прирост качества сегментации на тестовом наборе, а также уменьшение размеров самой нейроархитектуры.

*Литература:*

1. *Finn A, Scheding S.* Developments and challenges for autonomous unmanned vehicles, Springer, 2010.
2. *Goodfellow I., Bengio Y., Courville A.* Deep learning, The MIT Press, 2017.
3. *Zhao Z.-Q. et al.*, Object detection with deep learning: A review. – arXiv: 1807.05511v2 [cs.CV], 2019
4. *Chen L.-C. et al.*, DeepLab: Semantic image segmentation with deep convolutional nets, Atrous convolution, and fully connected CRFs. – arXiv: 1606.00915v2 [cs.CV], 2017.
5. *Hu R. et al.* Learning to segment every thing. – arXiv: 1711.10370v2 [cs.CV], 2017.
6. *Gu J. et al.* Recent advances in convolutional neural networks. – arXiv: 1512.07108v6 [cs.CV], 2017.
7. *Roimeberger O. Fischer P., Brox T.* U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. – arXiv: 1505.04597v1 [cs.CV], 2015.
8. *Badrinarayanan V. Kendall A., Cipolla R.* SegNet: A deep convolutional encoder-decoder architecture for image segmentation. – arXiv: 1511.00561v3 [cs.CV], 2016.
9. *Teichinann M. et al.* MultiNet: Real-time joint semantic reasoning for autonomous driving. – arXiv: 1612.07695v2 [cs.CV], 2018.
10. *Cheng G., Han J., Lu X.* Remote sensing image scene classification: Benchmark and state of the art Proceedings of the IEEE, 2017. vol.105, No.10.
11. *Chen L.-C. et al.* DeepLab: Semantic image segmentation with deep convolutional nets, Atrous convolution, and fully connected CRFs. – arXiv: 1606.00915v2 [cs.CV], 2017.
12. *Yang Y., Newsam S.* Bag-of-visual-words and spatial extensions for land-use classification. ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems (ACM GIS). 2010.
13. WorldView-3 Satellite Imagery, igitalGlobe, Inc., 2017, <https://www.digitalglobe.com/products/satellite-imagery>
14. The brain from the inside (visualization of the pattern passing through the model of artificial neural network), 2019. <https://habr.com/ru/post/438972/F>.

## **Применение глубоких нейронных сетей для решения задач по детектированию книг**

**Калинина Мария Олеговна  
Николаев Павел Леонидович**

*Московский авиационный институт (национальный  
исследовательский университет) (НИУ МАИ)*

В настоящее время глубокие нейронные сети получили достаточно широкое распространение в различных сферах человеческой деятельности, став своеобразным «помощником» в решении многих задач, таких, как например, детектирование объектов на изображении. В рамках данной работы рассмотрена сверточная нейронная сеть, предназначенная для детектирования книг на книжных полках.

Отличительной особенностью сетей данной архитектуры является наличие сверточных слоев, основной задачей которых является поэлементное умножение каждого фрагмента подаваемого изображения на ядро свертки, представляющее собой небольшую матрицу. Затем выполняется суммирование результатов вычислений, а итог соотносится с соответствующим регионом выходного изображения.

В стандартном виде структура сверточной нейронной сети представляет собой комплекс последовательно чередующихся сверточных слоев и слоев пулинга (подвыборки или субдискретизации). Операция пулинга, заключающаяся в «сжатии» группы пикселей до одного в соответствии с пикселем, имеющим максимальное значение, способствует формированию уплотненной карты признаков. После прохождения через эти слои полученные карты признаков, отличающиеся высоким уровнем абстракции, поступают в систему полносвязных слоев, где происходит определение класса объекта на изображении.

В основе нейронной сети для детектирования книг лежит сверточная сеть YOLOv3 [1], являющаяся на данный момент последней версией модели YOLO, основной целью которой является детектирование предметов в режиме реального времени. При значениях точности полученных результатов, сопоставимых с точностью результатов в случае использования других моделей сетей, сети YOLO отличаются достаточно высокой скоростью.

В процессе детектирования входное изображение делится на определенное количество ячеек, каждая из которых отвечает за детектирование объекта, чей центр попадает внутрь этой ячейки. Затем в каждой ячейке производится предсказание нескольких ограничивающих прямоугольников («рамки» вокруг книжных корешков), при котором рассматриваются такие параметры, как координаты центра «рамки», ее ширина и высота, а также вероятностные оценки по классам, отображающие вероятность присутствия объекта искомого класса на изображении. Первые 4 параметра при этом нормализуются.



В ходе создания глубокой нейронной сети для детектирования книг по книжным корешкам был выполнен сбор изображений с книжными полками и их разметка с целью создания собственного набора данных, на котором в дальнейшем производилось обучение созданной модели нейронной сети, основанной на YOLOv3. На тестовой выборке из наших данных удалось достичь показателя AP (Average Precision), равного 94.95%.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что созданная сеть функционирует достаточно эффективно для того, чтобы в дальнейшем ее можно было бы использовать в качестве базы для проектирования более сложных приложений и систем глубокого обучения.

*Литература:*

1. Redmon J., Farhadi A. YOLOv3: An Incremental Improvement [Электронный ресурс] – URL: <https://arxiv.org/pdf/1804.02767.pdf> (дата обращения 09.02.2020)

### **Разработка программного обеспечения для станков с числовым программным управлением на основе технологии анализа изображения**

*Дубов Максим Сергеевич*

*Нижегородский государственный технический  
университет им. П.Е. Алексеева (НГТУ)*

На сегодняшний день промышленные производства испытывают необходимость в автоматизации процессов и их переводе из разряда ручных операций в машинные. Станки с числовым программным управлением позволяют выполнять большинство ручных операций быстрее, точнее и дешевле. Внедрение станков на предприятиях – это тренд современности, обусловленный активным переходом в фазу роста шестого технологического уклада.

Современные станки с ЧПУ в большинстве своем требуют участия оператора, задачи которого сводятся к размещению заготовки на поле станка, ее выравниванию и установке нулевых координат на станке. Поскольку заготовку как правило размещают в случайной области поля станка то координаты всегда разные. Тратить большое количество времени на точное позиционирование заготовки не целесообразно. Гораздо проще изменить точку нуля заготовки в станке. Однако от оператора требуется позиционирование заготовки точно параллельно оси станка, которое занимает большую часть времени в цикле размещения заготовки. В процессе работы станка оператор наблюдает за безопасностью траектории и режима работы инструмента.

Разрабатываемые алгоритмические решения позволяют автоматизировать процесс поиска базовой точки нуля на заготовке, а также изменить угол ее размещения, тем самым освобождая оператора от необхо-

димости каждый раз выставлять заготовку на поле станка. Таким образом существенно сократится время простоя станка между выполнением операций на заготовках, снизятся трудозатраты оператора, уменьшится человеческий фактор и процент брака.

Автоматический поиск нуля заготовки и угла ее поворота реализован по средствам библиотеки машинного зрения *openCV*. Для работы алгоритма требуется установка камеры на станке таким образом, чтобы в зоне обзора камеры была точка нуля рабочего инструмента. Технически это легко реализуемая задача. Поскольку допускает установки камеры даже рядом со станком на штативе. После установки программный модуль сможет анализировать изображение с камеры и выполнять поиск границы заготовки, а также угла ее размещения. Впоследствии эти данные передаются в управляющую систему станка. Способ передачи может быть выбран из двух типов взаимодействия: 1. непосредственная подача исполняющей команды на станок по средствам интерфейса управления системы либо промежуточного API интерфейса, 2. изменение файла с управляющей программой который впоследствии будет загружен в систему управления станка. Второй способ позволяет не вмешиваться в систему управления станком что в некоторых случаях критически важно.

Алгоритм на выходе формирует координаты нуля заготовки, а также угол ее поворота относительно осей станка. Стоит отметить тот факт, что на зарубежном оборудовании встречается функция определения границ прямоугольных заготовок, однако этот функционал по-прежнему требует от оператора размещения заготовки параллельно оси станка, что является трудозатратной и времязатратной ручной операцией.

Разрабатываемый алгоритм был опробован на реальном оборудовании предприятия в реальных условиях и показал повышение эффективности работы в связи с уменьшением простоев, связанных с необходимостью позиционирования листа параллельно оси станка.

Проект выполняется за счет средств гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор № 13939ГУ/2019 от 25 апреля 2019 г..).

#### *Литература:*

1. Устройство числового программного управления NC-201: Руководство по эксплуатации. – СПб., 2005. – 80 с.: ил.
2. Андреев, Г.И. Работа на токарных станках с ЧПУ с системой ЧПУ FANUC / Г.И. Андреев. – СПб, 2005. – 42 с.: ил.
3. Агафонов В.В. Повышение качества обрабатываемых деталей на основе прогнозирования распределения жесткости в рабочей зоне станка. Диссертация . доктора технических наук. Брянск, 2006
4. Бжозовский Б.М., Мартынов В.В. Управление станочными комплексами. Саратов: Из-во Саратовского гос.техн.ун-та, 2004. – 44 с.

5. *Гречишников В.А., Колесов К.Н.* Использование компьютерных математических систем в инструментальном производстве // Вестник МГТУ «Станкин». М.: МГТУ «Станкин». 2008. № 4 (4), с. 11–15.

## **Внедрение современных алгоритмических решений для станков с числовым программным управлением**

*Дубов Максим Сергеевич*

*Метельков Никита Александрович*

*Егоров Юрий Сергеевич*

*Нижегородский государственный технический  
университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)*

В настоящее время наблюдается тенденция промышленной автоматизации. Станки с числовым программным управлением начинают появляться на малых и средних предприятиях переводя ручные операции в машинные. В связи с этим наблюдается рост требований к расширению функционала станков в процессе развития предприятия. Однако использование систем с закрытым исходным кодом не предполагает доработки и накладывает ограничения на возможности оборудования ограничивая из теми что существовали на момент покупки оборудования. Разработка собственной системы управления как самостоятельной системы управления станком, так и отдельного программного модуля расширяющего возможности станка является востребованным направлением развития области станкостроения.

Применение современных алгоритмических решений в области управления станками позволит перейти на качественно иной уровень производства, когда скорость станка задается на основе обратной связи, а не усредненных табличных данных становится возможным уменьшить время и повысить качество обработки. Обратная связь возможна по средствам датчиков, однозначно не определяющих картину целиком, а лишь только несущих информацию о характере протекания процесса обработки. Наиболее перспективным подходом к обработке данных является анализ по средствам нейронных сетей. Однако для их обучения требуются дата сеты с различных станков выполняющих типичные операции. Наиболее простым способом сбора информации является способ с установкой видеокамер. Габариты, степень защищенности, и качество современных камер позволяют применять их для получения данных обратной связи о протекании процесса обработки от станка.

Рассмотрим процесс автоматизации позиционирования листа металла на поле станка лазерной резки. Оператор помещает лист строго параллельно оси станка. В большинстве случаев вспомогательные упоры отсутствуют и процесс выполняется по линейке с точностью около. Автоматизировать данный процесс можно установив на инструмент видеокамеры, и разработав алгоритм, анализирующий изображение с

камер и управляющий команды станку на перемещение инструмента. Для анализа наиболее целесообразно применить библиотеку компьютерного зрения OpenCV. Алгоритм должен определить границу и угол поворота листа и затем передать эти данные системе управления станка. Применение разработанного алгоритма позволяет в автоматическом режиме находить границы заготовки лежащей на поле станка ЧПУ портального типа, перемещать рабочий инструмент в точку нуля заготовки.

Рассматриваемый алгоритм выполняется за счет средств гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор № 13939ГУ/2019 от 25 апреля 2019 г.) и был успешно опробован в условиях реального производства на станке ЧПУ лазерной резки портального типа 4x2 метра. Алгоритм позволил определить базовую точку заготовки и угол ее поворота относительно координатного стола, а интеграция с программным обеспечением станка сделала возможным удобное и простое управление алгоритмом. Написанный программный модуль, реализующий алгоритм запускался по нажатию кнопки «Поиск нуля» после завершения работы алгоритма выдавал подтверждение с данными о позиции заготовки и ее угле поворота относительно осей станка. Информация выводилась с целью отладки. Таким образом время простоя станка на позиционирование заготовки существенно сократилось. В первую очередь из-за автоматического определения угла поворота заготовки, позволяющего оператору не тратить время выравнивание заготовки относительно оси станка, и во вторую из-за автоматического определения нуля заготовки, время выставления которого не является существенным, однако и этот показатель сократился.

Применение умных алгоритмов в станках с ЧПУ на данный момент является областью, которая только начала свое развитие, однако с популяризацией станков ЧПУ это направление станет популярным и востребованным, поскольку оно позволит производить операции быстрее, точнее и качественнее за счет внедрения новой петли обратной связи, роль которой в данный момент выполняет оператор станка.

#### *Литература:*

1. *Пестов, С.П.* Проектирование технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ / С.П. Пестов. – Челябинск, 2002. – 66 с.
2. *Кряжев, Д.Ю.* Фрезерная обработка на станках с ЧПУ с системой ЧПУ FANUC / Д.Ю. Кряжев. – СПб, 2005. – 41 с.: ил.
3. *Базров Б.М.* Модульная технология в машиностроении.- М.: Машиностроение, 2001. 368 с.
4. *Гречишников В.А., Колесов К.Н.* Использование компьютерных математических систем в инструментальном производстве // Вестник МГТУ «Станкин». М.: МГТУ «Станкин». 2008. № 4 (4), с. 11–15.

## **Требования к программно-математическому обеспечению выдачи информации на наблюдательные пункты**

*Шарлай Дмитрий Викторович*

Автоматизация процессов сбора, обработки и представления измерительной информации в ходе проведения испытательных работ в условиях реального времени должна решить множество задач, влияющих на ход проведения испытательных работ.

Для решения задач, связанных с передачей измерительной информации на наблюдательные пункты в ходе проведения испытательных работ необходимо создание автоматизированного рабочего места выдачи измерительной информации на наблюдательные пункты в реальном масштабе времени (АРМ ВИНП РМВ).

Увеличение объема испытательных работ, возрастающие требования к сбору, обработке и представлению измерительной информации в реальном масштабе времени требуют создания принципиально нового кроссплатформенного перспективного комплекса реального времени [2], который должен быть разработан с учетом накопленного опыта, с устранением ошибок и недостатков своего предшественника.

Автоматизированное рабочее место выдачи измерительной информации на наблюдательные пункты в реальном масштабе времени предназначено для обеспечения решения современных требований к проведению испытательных работ. Автоматизированное рабочее место ВИНП РМВ является составной частью АССОИ РМВ (автоматизированной системы сбора и обработки информации в реальном масштабе времени).

В процессе опытной эксплуатации АРМ ВИНП РМВ должен решать следующие задачи:

- управление межмодемным соединением через последовательные порты (RS-232), подстройку модемов ZyXEL U-336S для работы на выделенных 4-х проводных линиях связи (возможность выбора межмодемного протокола связи, параметров компрессии, уровней передачи, приема и т.д.), контроль состояния связи, отображение трафика, циркулирующего по линиям связи;
- прием информационных кадров (ВТИ, ТМИ, БНАП и т.д.) [1] по ЛВС от функциональных модулей СПО СОИ РМВ, отображение статистики принятых и переданных кадров, их упаковку и передачу на наблюдательные пункты;
- контроль исправности межмодемного соединения между центром сбора и наблюдательными пунктами в отсутствии передачи измерительной информации путем обмена диагностированными служебными кадрами;
- возможность смены режима выдачи измерительной информации (первичной ВТИ, обработанной ВТИ, ВТИ + ТМИ, только ТМИ и т.д.);

- прием и отправку сообщений, ведение истории принятых сообщений;
- возможность контроля операторами центра сбора качества работы и выдачи первичной измерительной информации измерительными средствами, задействованными в работе;
- возможность формирования исходных данных и их коррекции как в предпусковой, так и в пусковой периоды проведения натурных экспериментов.

При разработке программного обеспечения для АРМ необходимо учитывать требования, предъявляемые к его функциональным характеристикам. Технологически программное обеспечение должно состоять из общесистемного и специального (прикладного) программного обеспечения. В качестве специального (прикладного) ПО на должно использоваться СПО СОИ РМВ (системы обработки информации) и СПО ФИД РМВ (формирование исходных данных) из состава АССОИ РМВ. В этом контексте общесистемное ПО должно содержать [3]:

- программные средства среды функционирования прикладных программ (операционные системы, их расширения, драйвера и т.д.);
- проблемно-ориентированные программные средства общего назначения и вспомогательные программные средства (архиваторы, оптимизаторы системы, средства тестирования ЛВС и обслуживания ОС и т.д.);
- программные средства администрирования системы (разграничение прав доступа, администрирование служб и ресурсов и т.д.).

Детализируя вышесказанное общесистемное и СПО должно содержать [4], [5]:

- Astra Linux Special Edition x86\_64 последней версии в стандартной поставке;
- драйвера на все аппаратные средства АРМ, используемых для работы СПО СОИ РМВ, включая проприетарные драйвера видеокарты NVIDIA;
- среду Mono с поддержкой WinForms и .Net 4.0;
- офисный пакет LibreOffice;
- архиватор WinRar с графическим интерфейсом пользователя;
- файловый менеджер Midnight Commander.

Эффективность работы СПО, входящего в состав АРМ ВИНП РМВ, напрямую зависит от производительности аппаратных средств, на которых работает СПО.

Результаты проведённых исследований показали, что комплектование материнских плат АПК необходимо производить с учётом следующих характеристик:

для стационарных АРМ – процессор Intel Core i7–4960X, видеокарта NVIDIA GTX-780 TI;

для возимых (мобильных) АРМ – процессор Intel Core i7–4700QM, видеокарта NVIDIA GT740M.

При этом СПО АРМ ВИКНП РМВ рекомендуется разрабатывать в среде программирования С# под WinForms, что сделает его более унифицированным и позволит обеспечить работоспособность комплекса в ОС MS-Windows, Linux и MacOS.

*Литература:*

1. ГОСТ 34.003–90 Автоматизированные системы. Термины и определения.
2. ГОСТ 34.601–90 Автоматизированные системы стадии создания.
3. ГОСТ РВ 51987–2002. Типовые требования и показатели качества функционирования информационных систем.
4. *Хетагуров Я.А.* Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления. Москва; Высшая школа, 2006.
5. *М.Ю. Екимов, Тесленко Е.А., Шарлай Д.В.* Особенности методики обработки данных, полученных при проведении натурных испытаний, в автоматизированных информационно-управляющих системах // Тезисы доклада / II Всероссийская научно-практическая конференция/ Проблемы повышения эффективности научной работы в оборонно-промышленном комплексе России. 11–12 апреля 2019г. Знаменск, с.56–62.
6. *М.Ю. Екимов, Е.А. Тесленко, Шарлай Д.В.* Автоматизированное рабочее место отображения информации коллективного пользования // Известия Тульского государственного университета / Технические науки / Тула; № 7, 2019г, с. 200–206.

**Перспективы развития управления и наведения  
антенного поста измерительного средства  
при проведении испытаний летательных аппаратов**

*Волков Владислав Викторович*

Для решения задач по проведению траекторных и сигнальных измерений при испытаниях ракетных комплексов и их элементов, боевого оснащения, ракетно-космических комплексов, средств противовоздушной обороны межвидового применения должна быть создана эффективная система наведения и управления антенной радиолокационной станции (РЛС) «КАМА-Н», обеспечивающая полноту и качество получения измерительной информации.

РЛС «Кама-Н» в режиме реального времени производит регистрацию параметров траектории летательного аппарата (ЛА), таких как наклонная дальность, азимут и угол места, а так же передачу измерительной информации в линию связи для дальнейшей обработки.

Для регистрации параметров траектории ЛА необходимо его автоматическое сопровождение (АС), а для АС необходимо механически навести антенну в ту точку пространства, где находится ЛА.

До настоящего времени наведение антенного поста РЛС «Кама-Н» производилось в режимах ручного наведения с пульта управления и автоматического сопровождения ЛА.

При рассмотрении ручного управления выявлены следующие недостатки:

- необходимо 2 оператора;
- при работе одним оператором в наведении антенного поста по 2 углам возникает сложность в управлении антенной;
- ошибка оператора.

Данные недостатки были устранены благодаря разработке программного обеспечения, но как показывает практика, возникает проблема, связанная с поиском ЛА в случае несовпадения целеуказаний с реальным движением ЛА. Для решения данной проблемы предлагается реализовать управление антенной по пересчитанным целеуказаниям от других измерительных средств через интерфейс RS-232 в режиме реального времени, имеющих достоверную информацию о местоположении ЛА.

### **Современные методические подходы к обработке и комплексному анализу измерительных данных**

*Галаган Сергей Владимирович*

Совершенствование методических подходов к обработке и комплексному анализу измерительной информации рассматривается с позиций:

- возможностей практического применения в широких диапазонах условий функционирования систем, сопровождаемых априорной неопределённостью параметров информационной обстановки;
- применения методов повышения помехозащищённости измерительных данных;
- достижения приемлемых вычислительных и временных затрат на обработку, комплексирование и комплексный анализ измерительных данных.

Решение первой группы задач предполагает реализацию стохастических моделей состояний и измерений с учётом проявления неопределённости в описании параметров действующих возмущений, что приводит к необходимости реализации адаптивного подхода на основе методов динамической фильтрации скалярных и векторных последовательностей.

Решение задач повышения помехозащищённости измерительных данных предполагает реализацию методов их структурно-алгоритмических преобразований (САП) и соответствующих этим преобразованиям моделей измерений, что позволяет применять методы адаптивной фильтрации к измерительным данным, подверженным таким преобразованиям.

Снижение вычислительных и временных затрат на обработку и комплексный анализ измерительных данных основывается на реализации параллельных процессов обработки, а также применении методического



подхода к комплексированию измерительных данных, не требующего их преобразований. Такое комплексирование приводит к тому, что измерительные данные представляются векторами переменной размерности, что требует применения соответствующих алгоритмов фильтрации.

### **Алгоритм для комплекса методик пространственно-углового определения координат летательных аппаратов**

*Потоцкий Сергей Васильевич*

Разработанный алгоритм представлен тремя блоками, но подчеркивает комплексность методик, предполагает ввод исходных данных, проведение, в отличие от существующих алгоритмов, расчетов пространственного угла отдельно для каждой методики, получать выходные данные в виде оценок исходных параметров траекторий. Для конкретизации представленного алгоритма через порядок действий разработан комплекс методик пространственно-углового определения координат объектов лётных испытаний широкоугольными оптическими средствами, включающий в себя методики:

- методику пространственно-углового определения параметров внутреннего ориентирования оптических измерительных средств;
- методику пространственно-углового определения взаимного положения объектов на стартовом участке;
- методику пространственно-углового определения координат объектов испытаний с использованием опорных ориентиров на конечном участке.

Математическая модель пространственно-углового определения взаимного положения объектов на стартовом участке, позволяющая определять, в отличие от существующих методик зависимость, через определение пространственного угла картинных координат объекта и параметров траектории.

Математическая модель пространственно-углового определения координат объектов на конечном участке в отличии от существующих методик, через определение пространственного угла позволяет определить зависимость картинных координат объекта и пространственных координат.

Научная новизна заключается в следующем: разработанная математическая модель и ее представления для определения параметров внутреннего ориентирования, параметров траектории на стартовом и конечном участках заключается в том, что обоснованно описание пространственного угла связывающего координаты объекта в пространстве и картинной плоскости, достигаемое за счет прямого преобразования картинных координат непосредственно в пространственные координаты объекта, без промежуточных угловых преобразований.

Математическая модель для комплекса методик пространственно-углового определения координат объектов летных испытаний широкоугольными оптическими средствами получила свою реализацию в виде обобщенного алгоритма.

Алгоритм использует новые вычисления пространственных углов для комплекса методик, а также позволяет определить оценки параметров внутреннего ориентирования оптического средства, оценки параметров траектории объектов на стартовом участке и оценки координат объектов на конечном участке траектории.

Обладает следующими свойствами, такими как дискретность, определенность, завершаемость, универсальность и результативность.

# БИОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА



## **Модель организации процесса сестринского ухода за пациентами и способы ее автоматизации на современном этапе развития здравоохранения в РФ**

***Катышева Светлана Юрьевна***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСИС)*

В современном мире важное место занимает здоровье человека, которое поддерживается отраслью здравоохранения. Если рассмотреть рейтинг стран мира по уровню медицины на 2018 год, составленный аналитиками агентства Bloomberg[1], то Россия занимает 53 место из 56 с эффективностью 31,3%. Эффективность при составлении рейтинга включала в себя три показателя, такие, как средняя ожидаемая продолжительность жизни, государственные затраты на здравоохранение(% от ВВП на душу населения) и стоимость медицинских услуг на душу населения. Таким образом, на данном этапе Россия находится далеко не на первом месте по качеству обеспечения медицинской помощи. Следовательно, уровень здравоохранения в России относительно низкий, и следует уделить как можно больше внимания развитию и обеспечению данной области, что уже было обозначено Президентом РФ в его послании Федеральному собранию[2].

В лечебном процессе значительную роль играет средний медицинский персонал, обеспечивающий качественное оказание помощи и социального здоровья в условиях окружающей их среды[3]. Под качеством понимают соответствие между ожиданиями пациента и восприятием им процесса и результата оказания помощи[4].

Стоит отметить, что в 2019 году, по сравнению с 2018 годом, численность среднего медицинского персонала уменьшилась на 9 процентов по данным Росстата[5]. Кроме того, в России количество персонала, заинтересованного в получении работы в должности медицинской сестры с каждым годом становится все меньше. Следовательно, медицинские сестры как составляющая медицинского персонала, требуют к себе особого внимания, поскольку их профессиональная деятельность является важной составляющей системы здравоохранения.

Сестринский процесс представляет собой деятельность, позволяющую медицинским работникам осуществлять уход и поддерживать здоровье пациента на достаточно высоком уровне в соответствии с обеспечением достойного качества жизни[6]. Кроме того, в сестринском процессе существует ряд трудностей, связанных не только

с дефицитом среднего персонала, но и большим объемом бумажного документооборота, вследствие чего, на практике, возможность индивидуального ухода, помимо регулирования принятия лекарств или выполнения назначений врача, затруднены.

Рассмотрим модель процесса организации сестринского ухода за пациентом. При декомпозиции представим его в виде пяти подпроцессов: провести первичную оценку, интерпретировать полученные данные, составить план сестринского ухода, выполнить план ухода и оценить результат перечисленных этапов. Каждый из этапов, осуществляется в соответствии с законодательством и предусматривает документирование (формы бланков ухода за пациентом). Рассмотрим каждый из них подробнее и выявим их недостатки и способы повышения эффективности.

При поступлении пациента в больницу первым делом производится первичная оценка состояния его здоровья. Данные могут быть получены, используя субъективное обследование(беседа с пациентом или его родственниками) или субъективное(осмотр пациента, наблюдение за дыханием, измерение пульса и т.д., используя оборудование и расходный материал). После чего собранные результаты обследования фиксируются в «Листе сестринской оценки состояния здоровья».

Следующим подпроцессом является интерпретация полученных данных. На данном этапе сестра обобщает их, анализирует и делает определённые выводы, которые влияют на план сестринского ухода. Кроме того, не стоит исключать ситуацию, когда пациенту не требуется стационарная медицинская помощь. В таком случае будет выписан из больницы. Также следует отметить статью 30 «Основ законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан», в соответствии с которой пациент имеет право на активное участие в обслуживании самого себя. Проблемы, выявленные на данном этапе записывают в план сестринского ухода, который одобряет врач и ставит свою подпись.

Следующий подпроцесс – составление плана сестринского ухода. На данном этапе происходит документирование сестринских вмешательств в соответствии с планом ухода. Под вмешательствами понимают действия сестры, направленные на решение проблем пациента, учитывая при этом его пожелания и пожелания родственников, а также возможности и ресурсы сестры в целом.

После документирования плана сестринского ухода, его необходимо реализовать. Данный этап подразумевает выполнение действий, направленных на достижение целей, связанных с решением проблем и оказания помощи, а также документирование всех манипуляций. Медсестра выступает в роли координатора действий с другими сотрудниками(например, врачом), так как чаще других общается с пациентом. Также не следует забывать про родственников, которые способны во многих процедурах помочь медсестре, тем самым облегчив работу.

Следует отметить, что все сестринские вмешательства записываются в протокол к плану ухода, где также записывается время и реакция пациента, если это необходимо.

После выполнения плана ухода, переходят к оценке результатов.

Эффективность ухода определяется, в первую очередь, установлением, достигнуты ли цели для каждой проблемы. Как правило, это делает медицинская сестра вместе с пациентом и родственниками, учитывая их мнение. Для этого используют лист сестринской оценки состояния пациента. Если поставленная цель достигнута, то это отмечают в листе состояния пациента, если нет, то в итоговых результатах необходимо записать реакцию. План по уходу будет являться целесообразным, если он будет подвергаться коррекции и пересматриваться в случае необходимости. Таким образом, анализируя все этапы организации ухода за пациентом, сделаем вывод, что только подпроцесс, относящийся к реализации плана по уходу, целесообразно автоматизировать и усовершенствовать. Одним из путей автоматизации является разработка специальных приложений, обеспечивающих поддержку сестринского процесса.

Например, часто медсестра не успевает следить за выполнением всех назначений, а родственники забывают про точное время выполнения процедуры, приёма лекарств и т.п., тогда с помощью автоматических уведомлений (обеспечиваемых специальным приложением) все манипуляции будут выполняться в срок. Также рассматриваемое приложение позволит обеспечить заполнение электронного листа сестринского ухода. В то время, как выполнение остальных подпроцессов зависит во многом именно от человеческого фактора и не подлежат автоматизации.

#### *Литература:*

1. Рейтинг стран мира по уровню здравоохранения [Электронный ресурс] // NoNews, 2019. URL: <https://nonews.co/directory/lists/countries/health> (<https://www.bloomberg.com/>) (дата обращения: 17.12.2019)
2. Урумбекова Г.Э. Здравоохранение России: 2018–2024 гг. Что надо делать? //ОРГЗДРАВ: Новости. Мнения. Обучение. Вестник ВШОУЗ. – 2018. – № . 1 (11). [https://www.rosminzdrav.ru/regional\\_news/10731-finsirovanie-zdravooohraneniya-regiona-na-2019-god-suschestvenno-velichitsya](https://www.rosminzdrav.ru/regional_news/10731-finsirovanie-zdravooohraneniya-regiona-na-2019-god-suschestvenno-velichitsya)(дата обращения: 13.12.2019)
3. Борисов Ю.Ю. Теория сестринского дела //Учебник для студентов, обучающихся по направлению подготовки. – 2014. – Т. 34. – № . 01.
4. Сопина З.Е., Фомушкина И.А. Управление качеством сестринской помощи. – 2006.
5. Численность медицинских кадров [Электронный ресурс] //Здравоохранение, 2019. URL: <https://www.gks.ru/folder/13721> (дата обращения: 17.12.2019)

## **Моделирование робота для проведения спасательных работ**

**Головкина Валерия Борисовна**

*Национальный исследовательский технологический  
университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»)*

**Иванов Игорь Александрович**

*ГБОУ школа № 2114*

**Рязанова Валерия Руслановна**

*Национальный исследовательский технологический  
университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»)*

Современный мир практически ежедневно содрогается от новостей о техногенных авариях, природных катаклизмах и террористических актах, которые происходят по всей Земле. Такие катастрофы приводят к человеческим жертвам, наносят урон окружающей среде, влияют на здоровье людей и влекут за собой огромный экономический ущерб.

Только за последние двадцать лет мир столкнулся с такими масштабными катаклизмами и катастрофами, как цунами в Юго-восточной Азии (2004), землетрясение в Китае, землетрясение на Гаити (2010), взрыв на нефтяной платформе Deepwater Horizon в Мексиканском заливе (2010), авария на атомной электростанции Фукусима-1 в Японии (2011). Этот список можно продолжать, но ясно одно: к сожалению, подобные трагические ситуации могут повториться, и люди всегда должны быть готовы к ликвидации их последствий.

В большинстве стран мира задачи по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций возложены на спасательные службы. В Российской Федерации подобными вопросами занимается министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС). Сотрудники подконтрольных этому министерству служб отличаются ответственностью, стрессовой и эмоциональной устойчивостью и адекватным отношением к риску. При возникновении чрезвычайных ситуаций профессиональные спасатели первыми выдвигаются для проведения аварийно-спасательных работ, направленных на сохранение жизней пострадавшим, стабилизацию экологической ситуации и снижение размеров материального ущерба.

Стоит отметить, что быстрое развитие технологий позволяет разрабатывать и запускать в эксплуатацию новое оборудование и оснащение, которое позволяет не только сделать спасательные работы более быстрыми и эффективными, но также и защитить спасателей. В частности, непрерывно растет интерес к созданию и совершенствованию робототехнических комплексов, способных встать на службу человеку при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

К числу ключевых задач, возложенных на роботов, относятся разведка маршрутов движения и участков работ, расчистка проходов и проездов в завалах, локализация и тушение пожаров, розыск и спасение пострадавших, вскрытие заваленных защитных сооружений, извлечение людей, оказание первой медицинской помощи пострадавшим и эвакуация их в лечебные учреждения [1].

Существует достаточно много положительных примеров взаимодействия человека и машин, направленного на сохранение и спасение жизней. Например, в компании Remotec Andros EOD эксплуатируется робот для обезвреживания взрывных устройств. Компания Toshiba после событий на АЭС Фокусима-1 представила робота, устойчивого к воздействию радиации [2]. Другой робот, Tmsuk T-52, имеет общий вес 6 тонн, а каждая из его конечностей весит 500 килограммов. Он может поднимать и передвигать обломки зданий и находить людей под завалами. Змееподобный робот Snakebot способен проникать в здания сквозь узкие проходы и снимать обстановку в режиме реального времени [3].

В нашей стране первые спасательные роботы были применены при аварии на Чернобыльской АЭС. В кратчайшие сроки были сконструированы робот разведчик РР-Г1, выполняющий визуальный осмотр территории и оценку радиационной обстановки, а также мобильный робот Мобот-Ч-ХВ, предназначенный для расчистки территории. Последний являлся опытным образцом кафедры МГТУ имени Н.Э. Баумана.

Сегодня в России ведется активная работа по моделированию роботов-спасателей. В публикации [4] описывается антропоморфный робот андроидного типа, способный работать в агрессивной среде, копируя действия человека. Робот может работать на большом расстоянии от оператора, вплоть до «нескольких тысяч километров». В статье [5] рассматривается робототехнический комплекс «Анаконда», предназначенный для проведения спасательных работ в горной местности. Комплекс состоит из нескольких беспилотных летательных аппаратов, самоходной платформы для перемещения раненых, модуля управления.

Помимо технической составляющей робота, не менее важным фактором является его визуализация. Прежде чем робот появится в виде материального изделия, необходимо создать его трехмерный прототип.

Именно эта идея легла в основу данного проекта. Его цель заключается в разработке трехмерной модели робота-спасателя в программе «Компас-3D». Объектом исследования являются роботизированные механизмы для проведения поисково-спасательных мероприятий, а предметом – трехмерные модели роботизированных механизмов. Среди основных задач проекта стоит выделить: анализ информационных источников, выбор и освоение программного обеспечения, классификацию современных роботизированных механизмов для участия в ликви-

дации последствий ЧС, создание трехмерных деталей прототипа робота и сборку трехмерной модели из отдельных деталей.

После анализа информационных источников было принято решение создать модель на основе биодизайна, заложив в её разработку форму реального мира. В природе существует паук-муравей, который относится к паукообразным, при этом искусно мимикрирует под муравья. Данный тип пауков, относящийся к классу членистоногих, успешно объединяет в себе особенности членистоногого (паука) и насекомого (муравья). Корпус робота напоминает тело муравья, который достаточно подвижен в отличие от паука. Устройство имеет захват, при помощи которого производится перемещение обломков, появившихся в результате чрезвычайной ситуации.

Также в состав робота входят несколько типов датчиков и устройств. Датчики тепла и звука необходимы для обнаружения пострадавших из-за плохой видимости или какого-либо препятствия. Осветительные приборы – для лучшей видимости в темное время суток. Динамики – для подачи звуковых сигналов, призванных помочь пострадавшим определить местонахождение робота. Также используется большое количество камер по периметру робота, что позволяет ему увеличить обзор.

Движение робота осуществляется за счет конечностей, подобных лапам насекомых, что позволяет ему иметь большую проходимость и маневренность, в сравнении с другими способами перемещения.

Корпус робота изготовлен из огнеупорного ударопрочного пластика, а также для большей надежности используется металлический каркас, выполненный из нержавеющей стали. Такая конструкция позволяет существенно уменьшить массу робота, не теряя при этом в прочности, по сравнению с цельнометаллическим вариантом изготовления робота.

Энергопитание робота может осуществляться двумя способами: либо с помощью аккумулятора, расположенного в хвостовой части робота, либо через подключение к внешнему источнику питания.

В завершении следует отметить, что цель проекта достигнута. Созданная трехмерная модель робота в программе «КОМПАС-3D» является качественным прототипом реального изделия.

#### *Литература:*

1. Применение робототехники в локализации последствий ЧС [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-robototekhniki-v-lokalizatsii-posledstviy-chs/viewer> Загл. с экрана. – (Дата обращения 17.11.2019)
2. Робот-спасатель [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.popmech.ru/technologies/13321-robot-spasatel/> Загл. с экрана. – (Дата обращения 22.11.2019)
3. Спасая наши жизни. Роботы спасатели в помощь людям [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://robotics.ua> <https://robotics.ua/> Загл. с экрана. – (Дата обращения 22.11.2019)



4. <https://cont.ws/@jivoy/89056>
5. Киберфизическая помощь: группы роботов спасут людей в горах [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://iz.ru/952246/mariia-nediuk/kiberfizicheskaia-pomoshch-gruppy-robotov-spasut-liudei-v-gorakh> Загл. с экрана. – (Дата обращения 20.01.2020)

## **Моделирование роботизированного почтальона в САД «Компас-3D» как практическая реализация творческого замысла**

**Головкина Валерия Борисовна**

*Национальный исследовательский технологический  
университет МИСЦ (НИТУ «МИСЦ»)*

**Лазаренко Максим Николаевич**

*ГБОУ школа № 507*

**Рязанова Валерия Руслановна**

*Национальный исследовательский технологический  
университет МИСЦ (НИТУ «МИСЦ»)*

Почтовый оператор «Почта России» осуществляет прием, отправку и доставку почтовых отправлений, как на территории Российской Федерации, так и за ее пределами.

В настоящее время, вопрос, касающийся деятельности компании «Почта России» по-прежнему остается актуальным. С одной стороны, масса отрицательных отзывов, а именно, долгое ожидание в очереди, неаккуратное обращение с посылками, пренебрежительное общение с клиентами и т.д. сформировали в медиапространстве негативное отношение населения к почтовой службе. С другой – среди основных внутренних проблем стоит выделить низкую заработную плату сотрудников почты, слабую подготовку персонала в плане применения на практике цифровых технологий, ухудшение здоровья, связанное с постоянными физическими нагрузками и переработками. Ситуацию усугубляет активное развитие интернет-торговли, приводящее, порой, к настоящим почтовым коллапсам.

По данным источника [1], сегодня в сфере «Почта России» трудится 500000 сотрудников по всей стране, обрабатывая 1,5 миллиарда писем, более 50 миллионов посылок и 5 миллионов экспресс-отправлений в год. Отмечается, что при такой колоссальной нагрузке наблюдается постоянная текучесть кадров, связанная с вышеперечисленными проблемами. Очевидно, что для изменения сложившейся ситуации требуется модернизация всей почтовой системы.

Сегодня, во многих областях человеческой деятельности, на помощь людям приходят роботы. Они трудятся в сфере обороны, в медицине, в космосе, на производстве и в быту, решая сложные задачи. В тоже

время, на роботизированных помощников, порой возлагается и повседневная тяжелая рутинная работа.

Анализ информационных источников свидетельствует о том, что в Швеции, например, уже курсирует робот, доставляющий посылки [2]. С лета 2017 года Государственная почтовая компания Эстонии отправила на улицы Таллинна роботов-почтальонов, напоминающих капсулу на колесах [3]. В США в продажу поступил человекоподобный робот-курьер, доставляющий клиентам посылки до 18 кг [4]. Надо признать, что в России, на сегодняшний день, еще нет роботизированных почтовых помощников, которые смогли бы облегчить работу сотрудников, взяв на себя часть их обязанностей. В тоже время, очевидно, что почтовой службе они необходимы.

Последовательность разработки робота такова, что вслед за эскизными набросками следует трехмерное компьютерное моделирование его отдельных частей и последующая их сборка. Реализацию проектного замысла разработчик осуществляет при помощи систем автоматизированного компьютерного моделирования (в частности, двух- и трехмерного), таких как AutoCAD, Компас-3D, Solid Works и др.

Цель проекта заключается в создании трехмерного прототипа робота-почтальона в САПР «Компас-3D». Объектом исследования являются роботизированные механизмы для перемещения предметов в пространстве, а предметом – трехмерные модели роботизированных механизмов.

Устройство имеет высоту 190 см и вес около 100 кг. Условно, на уровне грудной клетки, расположены два «саппорта», напоминающие полозья лыж, и грузовой отсек, для поддержания груза. На концах «саппортов» предусмотрены подвижные барьеры, которые обеспечивают дополнительную устойчивость грузу. В свою очередь, полозья оснащены резиновыми покрытиями для лучшего сцепления с грузом. Барьеры срезаны на конце, для упрощения процесса погрузки. Так же робот оснащен телескопическим механизмом, который позволяет менять уровень грузового отсека и упрощать погрузку. Робот способен вращать грузовой отсек вправо и влево. Для увеличения устойчивости устройство перемещается при помощи гусеничного механизма.

В своей конструкции роботизированный почтальон имеет приборы для взаимодействия с посетителями. Робот оснащён сенсорным экраном для аутентификации личности и выбора посылки. Ниже экрана установлен сканер штрих-кода. Он позволяет ускорить получение посылки. В устройстве размещен кардридер для карт, которые выдаются людям с ограниченными возможностями, что будет делать услуги почты более доступными.

Робот работает на аккумуляторе, расположенном в нижнем блоке. Устройство оснащено беспроводной зарядкой.

В функционал робота входит приём и выдача посылок, консультация посетителей, вызов персонала. Консультация и вызов персонала

производятся с бортового компьютера, который вмонтирован в корпус. Так же с этого компьютера можно получить посылку. После аутентификации личности и выбора посылки, робот отправляется в складское помещение. Там же он сверяет уникальный для каждой посылки номер с номером, который находится в базе данных, тем самым индексируя нужный груз. После чего робот с помощью «саппортов» погружает посылку в специальный отсек и доставляет посетителю.

В зависимости от особенностей конструкции, характеристики материалов и пр. стоимость робота колеблется в пределах от 100 тыс. рублей до 200 тыс. рублей. Ввиду сложности изготовления роботизированных устройств, финальный продукт кажется довольно дорогим, однако, этот робот поможет решить много проблем за счет оптимизации рабочего процесса.

Подводя итоги, стоит отметить, что цель проекта достигнута. Созданная трехмерная модель робота в программе «КОМПАС-3D» является качественным прототипом реального изделия. В зависимости от конфигурации, можно говорить о наличии роботизированного комплекса, способного решать задачи почтовых служб.

*Литература:*

1. Почта России. Что изменилось. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://ru-open.livejournal.com/112760.html> Загл. с экрана. – (Дата обращения 20.11.2019)
2. Почта Швейцарии начала доставлять посылки роботами [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://hightech.fm/2016/08/29/swiss\\_post\\_robots](https://hightech.fm/2016/08/29/swiss_post_robots) Загл. с экрана. – (Дата обращения 12.01.2020)
3. Роботов-почтальонов выпустили на улицы Таллина [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://cfts.org.ua/> Загл. с экрана. – (Дата обращения 12.01.2020)
4. Шагающий робот-доставщик Digit поступил в продажу [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://habr.com/ru/news/t/483150/> Загл. с экрана. – (Дата обращения 12.01.2020)

## **К вопросу о компьютерном моделировании распространения инфекционных заболеваний**

***Ионова Алена Кирилловна***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСЦ)*

Проблема инфекционных заболеваний населения является одной из приоритетных проблем здравоохранения, так как тесно связана с демографической обстановкой в стране и ее экономическими показателями. Эпидемии приносят большой экономический ущерб государству, так по данным информационного агентства «РИА новости» только эпидемии гриппа обходятся расходами до 167 миллионов долларов ежегодно.

История насчитывает десятки пандемий, печально известных как человеческими, так и экономическими потерями. В 1957 году эпидемия под названием «Азиатский грипп» и «Гонконгский грипп» 1968 года унесли более полутора миллиона человек, а экономический ущерб составил 32 миллиарда долларов [1].

Показатель заболеваемости населения также влияет на его работоспособность, тем самым оказывая воздействие на устойчивость объектов экономики в целом. Так по данным Роспотребнадзора последствия эпидемии гриппа ведут к невыполнению планов в срок и спаду производства, которое может быть компенсировано только за счет повышения расходов, в том числе расходов на временную замену отсутствующих сотрудников и оплату сверхурочных часов здоровому персоналу [2]. По данным статьи о влиянии заболеваемости на экономику бизнес-структур в России в большинстве случаев все запланированные работы выполняются в полном объеме даже с учетом невыхода работников в связи с болезнями, однако это требует дополнительных затрат на компенсацию труда заболевшего персонала [3].

Согласно 32 статье Федерального закона N 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» в ряде случаев должны быть применены ограничительные мероприятия (карантины) для противостояния распространению различных инфекционных заболеваний (например, оспа) [4]. Карантины на предприятиях ведут к простоем оборудования и производства в целом, негативно влияя на экономику государства.

Как правило массовая заболеваемость персонала характерна для инфекционных заболеваний органов дыхания, при которых происходит заражение сотрудниками предприятий друг от друга. Болезни органов дыхания являются наиболее распространенными именно в силу беспрепятственной передачи возбудителя воздушно-капельным или контактным путем. При заболеваниях дыхательной системы вирусы и бактерии локализуются в слизи, которая выводится из организма посредством кашля или чихания, представляя опасность заражения.

Основной мерой по контролю за распространением инфекций является создание зон карантина. Данный способ позволит снизить риск передачи болезнетворных бактерий как воздушно-капельным путем, так и контактным. Выбор зоны карантина должен быть осуществлен с учетом как естественных потребностей человека (например, посещение столовой), так и выполнения рабочих обязанностей. Моделирование распространения инфекционных заболеваний среди сотрудников предприятия позволит прогнозировать вероятные перемещения сотрудников, тем самым выявить безопасное место для расположения зоны карантина с учетом перемещений заболевших сотрудников за его пределы.

Моделирование распространения инфекции рассматривается в рамках прикладного инструментария для осуществления технической под-

держки предприятий в плане контроля за данным процессом, конкретные модели распространения инфекции адаптированы для пользователей, не имеющих специального математического, медицинского или инженерного образования.

*Литература:*

1. Вирусные эпидемии в мире и их экономические последствия [Электронный ресурс]: информационное агентство РИА новости – электронный текст – режим доступа: <https://ria.ru/20090427/169343119.html>
2. Предупредить грипп – снизить экономический ущерб от гриппа [Электронный ресурс]: Роспотребнадзор – электронный текст – режим доступа: <http://23.rosпотребнадзор.ru/content/428/13557/>
3. Влияние заболеваемости на экономику бизнес-структур в России [Электронный ресурс]: Менеджер здравоохранения – электронный журнал – режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-zabolevaemosti-na-ekonomiku-biznes-struktur-v-rossii/viewer>
4. Федеральный закон от 30.03.1999 N 52-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» // СЗ РФ. – 1999 – ст. 31.

**Система анализа видеоизображений  
для контроля движения агрегата**

**Волкова Людмила Петровна  
Панкрусин Петр Юрьевич**

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСЦ)*

Направление развития безлюдной добычи – применение автоматизированных систем добычи, которые позволяют вести её в автоматическом режиме по данным систем наблюдения и анализа данных о состоянии работ в забое [1]. Так как к настоящему времени одним из наиболее совершенных и перспективных очистных фронтальных струговых агрегатов является Ф-1, целесообразно сделать описание работы струговых установок на примере данного устройства [2]. Комплекс даёт возможность механизировать технологические операции по выемке угля в очистном забое при их жёстком совмещении во времени и при таком уровне связи, когда возникают условия для автоматизации процесса работы и поточной безлюдной выемки угля. Движение агрегата в плоскости пласта реализует подачу исполнительного органа на забой. В связи с тем, что агрегат движется на забой фронтально, имеет значительную протяженность по длине лавы и состоит из связанных меж собой элементов с индивидуальными приводами, необходимо управлять его движением в плоскости пласта.

Система контроля движения агрегата представляет собой три функциональных элемента: система управления в плоскости пласта, система управления по гипсометрии пласта и система управления по мощности. Они являются обособленными подсистемами и являются в очистном агрегате связями между функциональными машинами агрегата. Связь всех элементов осуществляется через базу агрегата.

Для управления струговым агрегатом было предложено в качестве варианта решения спроектировать систему анализа видеоизображений с датчиков, которые должны располагаться на крайних секциях крепи. На основе анализа этого видеосигнала должно приниматься решение об автоматической настройке положения агрегата относительно штрека. Были определены также требования к устройствам, на основе работы которых будет осуществляться анализ видеосигналов. Исходя из этих требований, был сделан вывод о том, что наиболее подходящим прибором является сонар, на основе которого в дальнейшем была спроектирована система анализа видеоизображения в струговом агрегате при непараллельности штреков.

Наиболее перспективным подходом к классификации и распознаванию видеосигналов являются нейронные сети. Данный подход имитирует процесс распознавания образов в биологических системах, а не использует вспомогательные функции. Поэтому была предложена концепция системы, которая осуществляет анализ видеоизображения, полученного при помощи эхолотов, расположенных на крайних секциях агрегата. Для анализа видеоизображения в режиме реального времени выбрана архитектура нейронной сети.

В процессе проектирования системы анализа видеосигналов для работы стругового агрегата предложены варианты устройств (эхолот и контроллер), которые подходят для решения поставленной задачи. Сонары будут отвечать за генерацию/получение звуковых сигналов, а также за формирование видеоизображения, которое будет в дальнейшем обрабатываться программным обеспечением для получения оценки текущего положения штреков относительно базы агрегата. Каждый кадр видеоизображения является входным параметром нейронной сети. На основе обработки изображения получается массив сегментов сигналов. Каждый полученный сегмент соответствует набору чисел, который характеризует спектры сигнала. Для того чтобы вычислить выходной сигнал нейронной сети, необходимо записать все наборы чисел в матрицу. Число входных и выходных нейронов в сети известно. Каждый из входных нейронов соответствует одному значению из одного набора чисел, а на выходном слое находится нейрон, выход которого и соответствует желаемому значению распознавания сигнала. Если текущее положение базы агрегата корректно относительно штреков, что отслеживается при помощи линии параллельности штреков, нейронная сеть не должна передавать сигнал

контроллеру о повороте секций агрегата. При развороте крайней секции на некоторый угол положение базы агрегата будет скорректировано. Для обучения нейронной сети необходимо составить набор примеров, на основе которых будет осуществляться корректная работа системы.

*Литература:*

1. Безлюдная выемка [Электр. ресурс] // Davis Derby – Безлюдная выемка – Статьи – Горная энциклопедия – режим <http://www.mining-enc.ru/b/bezlyudnaya-vyemka/>
2. Панкрушин П.Ю. Разработка программы расчета параметров при управлении фронтальным струговым агрегатом в плоскости пласта // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2011, № ОВ6. С. 631–644.
3. Волкова Л.П., Панкрушин П.Ю. Особенности управления струговым агрегатом в условиях непараллельности штреков // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2013, № 6. С. 169–170.
4. Волкова Л.П., Костин В.Н., Панкрушин П.Ю. Моделирование режимов работы струговых агрегатов и установок в САПР – М.: Горный информационно-аналитический бюллетень, 2015 – С. 251–252.
5. Кантович Л.И., Пастов И.Л. Проблема управляемости автоматизированных агрегатов и комплексов при работе на пологих пластах без присутствия людей в забое. М.: Труды научного симпозиума «Неделя горняка-2010», 2010 – С. 410–411.
6. Кузнецов М.К. Методы цифровой обработки видеосигналов – Таганрог: Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2013 – С. 79–81.
7. Лукьяница А.А., Шишкин А.Г. Цифровая обработка видеоизображений – М.: Ай-Эс-Эс Пресс, 2009 – С. 15–21.

### **Метод проектирования сетевой модели оптимального размещения газовых извещателей для раннего обнаружения пожара**

***Петров Андрей Евгеньевич***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСИС)*

При функционировании технических систем возникают отклонения процессов от нормативного состояния, которые могут создавать опасные изменения в структуре и значениях физических параметров. Например, возникновение избыточного нагрева может создавать опасность пожара. При изменении структуры происходят изменения процессов. Кроме того, при протекании физических процессов в сложных технических системах, могут возникать новые связи между элементами, что приводит, например, к повышению температуры.

При установке в защищаемом помещении систем газового контроля можно по изменению состава атмосферы в помещении зафиксировать появление газов, характерных для термического разложения органических материалов, включая изоляцию кабелей, упаковки, древесины, ткани и т.д.

В качестве критериев эффективности функционирования извещателей используются:

- время срабатывания газового извещателя;
- концентрация газообразных продуктов горения в воздушной среде контролируемого помещения, при которой происходит срабатывание газового извещателя;
- величина массы горючего материала, при сгорании которой срабатывает газовый извещатель.

Задача состоит в определении возникшего факта наличия выброса газа, появлении молекул опасного вещества. По этой причине можно пренебречь явлениями, связанными с конвекцией, циркуляцией потоков газа в помещении, когда нагретый газ поднимается вверх, распространяется по верхним слоям, охлаждается, а затем опускается, создавая перемешивание воздуха и газов.

Облако газа при распространении двигается вверх, принимая форму раструба. Случайные факторы (конвекция, турбулентность, и др.) придают облаку газа трудно предсказуемую конфигурацию. С высокой степенью достоверности, которой достаточно для решения поставленной задачи, будем считать, что облако газа имеет форму конуса. В процессе движения конус занимает все новые слои с вершиной в точке выброса.

Если основание конуса плоское, то при достижении потолка помещения облако газа будет иметь форму круга. Начнется движение переднего фронта газа по потолку во всех направлениях. Далее облако газа будет распространяться по потолку, увеличивая занимаемую площадь, и попадет в зону действия сети датчиков.

Сетевые модели позволяют проводить расчеты и анализ поведения систем при изменении связей, разделении на подсистемы или объединении частей в целое. Это касается сетей с потоками энергии и сетей с потоками информации. Для сетей разработаны алгоритмы расчета по частям, с изменением соединений, которые могут применяться для систем с переменной структурой в различных предметных областях без существенных изменений.

Передний фронт облака газа пойдет по потолку концентрическими кругами с возрастающим радиусом. При равномерном распределении плотности газа по облаку выброса, увеличение радиуса круга с течением времени соответствует скорости движения газа. Передний фронт облака газа на потолке достигнет одного или нескольких датчиков, которые подадут сигнал о наличии газа в помещении. По координатам по-



давших сигнал датчиков (газовых извещателей) можно решить обратную задачу, чтобы определить область расположения источника газа на полу. Таким образом, объемная задача сводится к двумерной задаче – надо заполнить потолок сетью датчиков так, чтобы их коснулась граница круга распространения газа определенного диаметра.

При равной плотности газа в облаке выброса, скорость распространения изменяется пропорционально корню кубическому из времени, прошедшего с начала возникновения источника. При такой зависимости скорость распространения газа быстро снижается по мере удаления от источника.

Показано применение сетевых моделей в области проектирования расположения датчиков газа в производственных помещениях. Для определения вариантов поведения датчиков при различных воздействиях была разработана сетевая модель системы контроля опасных газов. Данные модели обеспечивают представление структуры связей элементов и процессов в системе. Это позволяет рассчитать необходимые действия для контроля потенциально опасных ситуаций.

### **Применение современных компьютерных симуляционных технологий в процессе обучения среднего медицинского персонала**

***Романова Ирина Дмитриевна***

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСИС)*

Ежегодно за получением медицинской и медико-профилактической помощи в учреждения здравоохранения обращаются миллионы людей [1]. Предоставление качественной медицинской помощи является одной из главных задач любого государства. Качественная медицинская помощь напрямую зависит от квалификации медицинского персонала. Огромную роль в процессе предоставления медицинских услуг играет медицинская сестра. Квалифицированная медицинская сестра должна не только выполнять основные медицинские манипуляции, но и должна владеть основами психологии, чтобы обеспечить комфортное пребывание пациента в медучреждении и положительно влиять на процесс выздоровления [2].

Подготовка медицинского персонала производится в соответствии с современными образовательными стандартами [3]. Процесс обучения включает в себя не только стандартные методы получения знаний, но использование современных технологий [4]. Большую часть навыков студенты медицинского образовательных учреждений отрабатывают на натуральных симуляторах. Несмотря на преимущества их использования, они владеют рядом недостатков, среди которых дорогостоящее оборудование [5,6].

Поэтому на смену натурным моделям и фантомам приходят компьютерные симуляторы. К преимуществам их использования следует отнести вовлечение студентов в процесс обучения, безопасность использования, возможность получения оценки выполненной работы и перечня ошибок [7,8]. Компьютерные симуляторы предоставляют следующие возможности: наблюдение за клиентами; введение лекарственных препаратов; обработку ран; сложные манипуляции и процедуры, включая катетеризацию, ЭКГ, и др. [9].

*Литература:*

1. Сайт Министерства здравоохранения [Электр. ресурс] // Статистический сборник за 2018 год <https://www.gosminzdrav.ru>, дата обращения: 20.10.19.
2. Краснов А.Ф., Галкин Р.А., Двойников С.И. Сестринское дело. – 2004.
3. Сайт Федеральных образовательных стандартов [Электр.ресурс] // ФГОС по направлению Сестринское дело <https://fgos.ru>, дата обращения 02.11.19.
4. Справочная правовая система КонсультантПлюс [Электр. ресурс] // Федеральный закон № 273-ФЗ <http://www.consultant.ru>, дата обращения 05.11. 19.
5. Сайт поставщика медицинского оборудования [Электр. ресурс] // Каталог продуктов <http://eidos-medicine.com>, дата обращения 12.12.19.
6. Сайт поставщика медицинского оборудования [Электр. ресурс]// Каталог продуктов <https://www.3bscientific.ru>, дата обращения 12.12.19.
7. Honey M.A., Hilton M. Learning science through computer games and simulations //National Academies Press. – 2011.
8. Горшков М.Д., Свистунов А.А. Симуляционное обучение в медицине // Под ред. АА Свистунова. М: Изд-во Первого МГМУ им. ИМ Сеченова. – 2013. – Т. 288.
9. Сайт австралийского 3D симулятора [Электр.ресурс] // 3D Симулятор медицинской сестры <https://nursesim.com.au>, дата обращения 15.10.19.

### **Моделирование проводящих структур нервной системы квазиклеточными сетями**

*Аристов Антон Олегович  
НИТУ МИСиС*

Основу строения и функционирования нервной системы составляют проводящие пути и рефлекторные дуги. Обычно под термином «проводящие пути» понимают нервные волокна, соединяющие функционально однородные участки серого вещества (в т.ч. ядра) в центральной нервной системе. По сути проводящие пути представляют собой пути прохождения нервного импульса между различными отделами нервной системы[1].

Считаем, что в проводящие структуры по аналогии с рефлекторной дугой входит три элемента:

- чувствительный нейрон, волокна которого считывают сигнал от источника, внешнего раздражителя и т.п.
- вставочный нейрон, осуществляющий «обработку» поступающего сигнала.
- двигательный нейрон, волокна которого проводят сигнал к исполнительному органу.

Проводящие пути обеспечивают связь между различными центрами нервной системы (ядрами) с сенсорами или исполнительными органами, соответственно речь идёт о чувствительных и двигательных проводящих путях. В рефлекторной дуге рассматривается три звена, описанные выше. По сути, в проводящих структурах имеет место сенсор, считывающий сигнал; контроллер, осуществляющий обработку сигнала и актуатор, являющийся исполнительным органом[1,2].

В современных моделях нейронных сетей по сути рассматривается только система контроллеров, обеспечивающих передачу сигнала и последовательность передачи сигнала между ними. Однако, в живых системах важную роль играет и распространения сигнала в нервном волокне. Именно при поражении нервных волокон нарушается передача сигнала, что является основой возникновения патологий нервной системы.

Для моделирования указанной ситуации представляется целесообразным рассмотрение моделей, построенных на принципах передачи сигнала в относительно малых областях пространства, где представляется возможным более точное отслеживание импульса. К таким классам моделей относятся квазиклеточные сети, представленные в ряде работ[3,4] и предполагающие моделирование потоковых систем.

Рассматривая нервные импульсы как поток, распространяемый в сети, получаем, что при моделировании квазиклеточными сетями предусмотрена дискретизация пространства вдоль путей прохождения нервных импульсов. Тогда простая клетка квазиклеточной сети представляется как участок нервного волокна. После прохождения импульса к нервному центру, осуществляется обратная реакция, предполагающая передачу импульса от нервного центра (контроллера) к исполнительному органу (актуатору). Тогда на выходе рассматривается поток другого сорта, который по сути будет соответствовать импульсу, передаваемому по двигательному проводящему пути. Таким образом, контроллер рассматривается как клетка-трансформатор в квазиклеточной сети. Кроме того, для такой клетки характерна некоторая задержка, поэтому рассматриваемая клетка также является клеткой задержки[4].

Таким образом, моделирование проводящих структур квазиклеточными сетями позволяет получить информацию о прохождении нервных импульсов на микроуровне (уровне локальных участков проводящих волокон).

*Литература:*

1. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. Анатомия человека. – М.: Медицина, 1985–672с.
2. Пирс Э. Анатомия и физиология для медсестер. – Минск: БелАДИ («Черепашка»), 1996–416с.
3. Аристов А.О. Теория квазиклеточных сетей : научная монография – М: МИСиС, 2014. – 188с. ISBN 978–5–600–00320–0
4. Аристов А.О. Об элементах квазиклеточных сетей // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining Informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). – М.: Издательство «Горная книга». – 2013. – № 11. – С.322–332

**Алгоритм переноса движений реального  
танцора-тренера на 3D-персонажа**

*Астаева Тереза Олеговна*

*Московский институт стали и сплавов (национальный  
исследовательский технологический университет)  
(НИТУ МИСИС)*

Современные информационные технологии широко применяются, не только в области науки и техники, но и в области искусства. Особое внимание следует уделить обучению в сфере искусства, в частности танцевального. Данное направление в искусстве как в мире, так и, в частности, в Российской Федерации, ежегодно становится все более популярным. Оно выступает одним из наиболее эффективных способов гармоничного развития личности, в частности её креативных способностей – воображения и фантазии[1].

Наряду с занятиями хореографией непосредственно с инструктором, в последнее время стали широко применяться специализированные учебники по хореографии, а также танцевальные интернет-курсы. С развитием интернета стало возможным изучение танцевальных элементов, где посредником между учеником и учителем выступает видео, снятое на камеру. Обычная камера, которая снимает видео в 2D не может адекватно передать все особенности выполнения того или иного движения. Пособия также являются неэффективными, так как иллюстрации одного или несколько ракурсов не дают возможности полного понимания представляемого телодвижения. В частности, нет возможности выполнения элемента с разных сторон. В подобных аналогичных ситуациях в других видах спорта целесообразно применение трехмерных моделей, на которых представлены различные движения спортсменов. Например, работа по применению имитационного и геометрического моделирования в обучении горнолыжному спорту[2].

Говоря о стандартной анимации, следует учесть, что ее использование не дает возможности учета всех деталей при «оживлении» 3D-персонажа. Разработка сложной анимации, которая рассматривается в слу-

чае с хореографией, практически невозможна без использования более совершенной технологии, ведь в первом случае предстоит воспроизведение анатомических движений человека математически. Чтобы улучшить возможность обучения off-line, целесообразно использование такой технологии как Motion capture.

Следовательно, считается целесообразным разработать модель 3D-персонажа, выполняющего действия, которые являются аналогичными действиям реального тренера-хореографа.

Алгоритм разработки данной модели предусматривает пять этапов.

Разработка 3D-манекена.

Данный этап предусматривает разработку модели персонажа в программе 3Ds Max 2019. Персонаж должен представлять фигуру человека в танцевальном костюме, описанном ранее. Далее этот персонаж будет использован во втором этапе[3].

Наложение системы костей на 3D-манекена.

Данный этап предусматривает разработку системы костей, описанную ранее. Такая система костей позволит добиться нужной детализации и проверив ее правильную работу, наложить на нее конкретные движения на пятом этапе[4].

Видеосъемка.

Для данного этапа потребуется физическое присутствие хореографа-учителя, который знает движения танца. Множество движений фиксируются четырьмя камерами, расставленными на одном расстоянии от хореографа-преподавателя по окружности с разницей в 90 градусов. Хореограф выполняет движения в специальном черном облегающем костюме с множеством белых меток (маркеров). Далее данные видеоролики используются в четвертом этапе.

Калибровка маркеров.

Данный этап предусматривает установку определенных координат в пространстве белым меткам собранным на третьем этапе. Данное действие производится с помощью специальной программы для калибровки меток Movimento. Далее собираются координаты с четырех камер в одну систему. Система движений разных частей тела используется на пятом этапе.

Разработка анимированного 3D-персонажа.

Данный этап предусматривает соединение персонажа с системой костей, созданного на втором этапе, и движения, полученного калибровкой меток с костюма хореографа-преподавателя. Итогом будет полноценный 3D-персонаж, выполняющий движения хореографа-преподавателя.

*Литература:*

1. *Алтабасова Е.В.* Хореографическое искусство как средство духовно-нравственного воспитания личности. 2013. С. 1.

2. *Ворончагина К.В.* Имитационного и геометрическое моделирование в обучении горнолыжному спорту. 2013. С. 361–362.
3. *Калитин Д.В., Аристов А.О.* Компьютерная графика в САПР. 2010. – С. 159.
4. *Аристов А.О.* Информационный образовательный ресурс локального доступа «Видеокурс «Компьютерная графика»». Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 15263 от 27.01.2010. Инв.номер ВНТИЦ № 50201000248 от 19.02.2010.

## **Модели распространения инфекции**

*Скворцов Максим Алексеевич*

*ГБОУ школа № 1368*

В настоящее время проблема распространения вирусов достаточно важна. Вирусные инфекции распространяются достаточно быстро, и способствуют остановке работы крупных предприятий, учебных заведений, транспортных систем и т.д.. Для оценки ситуаций, связанных с распространением вирусных инфекций, применяют компьютерное моделирование.

Существующие модели распространения инфекции построены на основе статистических данных, с применением клеточных автоматов, агентном подходе[1–3]. Как правило такие модели реализованы в рамках сложных и дорогостоящих систем моделирования. Часто подобные системы не адаптированы под моделирование конкретных заболеваний и путей распространения инфекций. В такой ситуации представляется целесообразным разработать симулятор распространения инфекции, построенный на специально адаптированных моделях.

Предложенная модель построена на базе агентного подхода, где в качестве агента рассматривается человек и его поведение (движение в пространстве). При этом, для каждого человека определяется состояние, а именно является ли он заражённым, или нет. Распространение инфекции зависит от расстояния до заражённого человека от рассматриваемого. При этом строится зависимость вероятности заражения от указанного расстояния. Модель рассматривается с течением дискретного времени. Каждый момент времени проверяется расстояние между заражёнными и не заражёнными людьми и с определённой вероятностью меняются их состояния (заражён/не заражён).

Программная реализация осуществляется на основе объектно-ориентированного подхода[4]. Разработаны классы «Человек» и «Группа людей». Течение модельного времени обеспечивается с применением программного таймера.

Область применения построенных моделей – оценка времени распространения инфекции в группе людей, находящихся в замкнутом помещении.

*Литература:*

1. *Плавинский С.Л.* Математическое моделирование распространения инфекций, передающихся половым путем. Значение для общественного здравоохранения // Медицина. – 2013. – Т. 1. – № . 2. – С. 29–37.

2. *Кондратьев М.А.* Разработка модели распространения инфекционных заболеваний на основе агентного подхода // URL: <http://netess.ru/3informatika/288479-1-razrabotka-modeli-rasprostraneniya-infekcionnihzabolevaniy-osnove-agentnogo-podhoda.php>. (Дата обращения: 18.01. 2014). – 2012.
3. *Улыбин А.В.* Математическая модель распространения инфекции // Вестник российских университетов. Математика. – 2011. – Т. 16. – № 1.
4. *Колесов Ю.Б.* Моделирование систем. Объектно-ориентированный подход. – БХВ-Петербург, 2006.

## **Параметрическая идентификация в информационно-измерительных системах беспилотного летательного аппарата**

*Колоколов Александр Витальевич  
Зайцев Евгений Михайлович*

В отличие от многих других технологий современные беспилотники применяются в самых разных сферах деятельности. Коммерческие беспилотные летательные аппараты (БПЛА) все в большей мере переходят от стадии проектов к реальному применению и быстро растущему рынку. БПЛА оказались устройствами весьма широкого применения – от сельского хозяйства и строительства до доставки товаров и сбора данных самого разного рода.

Важным вопросом в сфере применения БПЛА остается принятие положений, регламентирующих законодательную базу в части предотвращения использования беспилотных воздушных судов в противоправных целях [1].

Отечественные научно-исследовательские организации ведут активную деятельность для совершения научного и производственного скачка в области создания и применения БПЛА, которые активно могут использоваться в телекоммуникационной, строительной, военной и нефтегазовой отраслях [2].

Основными структурными особенностями любого БПЛА являются информационно-измерительные системы, которые применяются на борту летательного аппарата. В состав общего оборудования входят: пилотажный комплекс (система автоматического управления, блок датчиков, исполнительные механизмы), система электроснабжения, бортовая часть радиолинии управления и передачи целевой информации, навигационный блок, система сбора и передачи телеметрической информации (пилотажные, навигационные параметры, контрольные параметры состояния бортовых систем).

К общему оборудованию БПЛА относится система обеспечения, которая может включать в свой состав оборудование опознавания государ-

ственной принадлежности, противопожарное, противообледенительное оборудование, систему защиты и др. Для повышения эффективности работы перечисленное оборудование БПЛА оснащается специальными вычислительными средствами на базе микропроцессорной техники.

Для достижения необходимых точностных показателей функционирования и расширения возможностей, системы и средства могут объединяться в единый комплекс. Возможность комплексирования информационно-измерительных систем позволяет получить текущее пространственное положение с минимальной погрешностью при условии применения методов оптимального оценивания текущей информации.

Подходы к комплексированию удобно представлять в виде структурных схем, которые могут различаться типом данных, используемых от одной и другой системы. Например, информацию от приемников спутниковых сигналов можно использовать для удержания точности бесплатформенной инерциальной навигационной системы.

Сущность инерциальной системы состоит в определении ускорения объекта и его угловых скоростей с помощью установленных на движущемся объекте информационно-измерительных приборов и устройств, далее определяется текущее местоположение (координаты) объекта, его курс, скорость, пройденный путь. Реализация инерциальными информационно-измерительными устройствами (акселерометры, гироскопические устройства) на борту БПЛА, позволяет определять углы поворота и наклона объекта, используемые для его стабилизации и управления движением.

Существуют платформенные и бесплатформенные инерциальные системы. Ввиду сложности конструкции и производства, высоких массогабаритных показателей и стоимости платформенных систем в большинстве случаев на летательный аппарат устанавливают бесплатформенные системы.

В бесплатформенных системах акселерометры устанавливаются непосредственно на корпусе подвижного объекта. Перед началом движения ориентация входных осей акселерометров измеряется специальными системами начальной выставки. В движении изменение угловой ориентации входных осей акселерометров измеряется гироскопическими датчиками угловой скорости. Далее представлены основные особенности применения спутниковых систем в составе бортовой аппаратуры БПЛА.

Современная спутниковая навигация (позиционная навигация) основывается на беззапросных измерениях расстояний между приемником, расположенным на борту БПЛА, координаты которого необходимо получить, и спутником.

Принцип позиционных систем заключается в измерении времени распространения и стабильности скорости радиоволны. Для осуществления возможности измерения времени распространяемого радиосигнала каждый спутник навигационной системы излучает сигналы точного времени.



При работе спутникового приёмника его часы синхронизируются с системным временем, что позволяет вычислить задержку, между временем излучения, содержащимся в самом сигнале, и временем приёма сигнала. Располагая этой информацией, приёмник БПЛА формирует навигационный вектор состояния: координаты БПЛА; составляющие вектора скорости БПЛА; углы курса, тангажа и крена; текущее время.

Оценивание текущего состояния комплексированных информационно-измерительных систем может осуществляться путем применения различных фильтров, например Калмана. Классический фильтр Калмана является линейной системой и формируется в терминах пространства состояний, т.е. алгоритм фильтрации представляет собой систему дифференциальных уравнений представленных в форме Коши. Составной частью фильтра Калмана является динамическая модель системы, которая описывается системой линейных дифференциальных уравнений.

Задача фильтрации рассматривается следующим образом: используя наблюдения и априорную информацию об информативном процессе необходимо сформировать оценку информативных параметров для текущего момента времени. Вектор информативных параметров представляют, как часть многомерного марковского процесса [3].

Применительно в рассматриваемой задаче фильтрации могут быть получены рекуррентные алгоритмы. При этом случайная последовательность задается посредством формирующего фильтра: вектор состояния в  $i$ -й момент времени; матрица состояния; матрица входных воздействий; центрированный белый шум с корреляционной функцией; матрица ковариации.

Проведённые на борту БПЛА измерения можно свести к оцениванию по набору зашумленных показаний от информационно-измерительных устройств. Вектор состояния содержит множество элементов, зависящий от содержащего множества элементов вектора измерений: матрица наблюдений; центрированный белый шум с ковариационной матрицей.

При построении оптимального рекуррентного фильтра задачи оценивания текущего положения БПЛА по результатам измерений от информационно-измерительных устройств, учитывая статистические свойства последовательности на текущем шаге вычисляется:

- вычисляется текущая матрица ковариации от информационно-измерительных устройств (последнее измерение);
- проводится оценка на предыдущем шаге;
- вычисляется текущая оценка по вектору ошибок матрицы ковариации.

Одним из важнейших вопросов, возникающих в процессе анализа динамики подвижных технических систем, является математическое описание состояний изучаемых объектов и измерений их выходных параметров в процессе функционирования. Такое изучение заключается в установлении соответствующих математических моделей состояний,

оценивания состояний и параметрической идентификации динамических систем на выбранных математических моделях по результатам измерений, получаемых в процессе экспериментов.

Необходимо выбрать пространство, в котором функционирует мобильный объект при описании состояний, например, фазовое пространство [4]. В целях решения задач оценивания состояний динамических систем необходимо, прежде всего, решить принципиальный вопрос о возможности адекватного описания реальных динамических систем математическими моделями конечной размерности.

Модель состояний за счет включения медленно меняющейся марковской составляющей формирующего шума, компенсирующие допускаемые погрешности формализации с одной стороны, позволяет адекватно описать реальную динамическую систему моделью конечной размерности, и обеспечивает ее инвариантность при изменениях условий функционирования с другой. Последнее является важным в том смысле, что контролю могут подвергаться различные по классификации подвижные объекты в широких диапазонах режимов функционирования и реализуемых траектории движения [5].

Связь фазовых координат модели состояний с полученными результатами измерений можно записать в виде линейной модели уравнений измерений в дискретные моменты времени, адекватную реальному процессу измерений на векторе параметров и состояний конечной размерности.

*Литература:*

1. <http://duma.gov.ru/news/46465/> (дата обращения: 01.12.2019 г.).
2. [https://www.kommersant.ru/doc/4178421?utm\\_source=facebook.com&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=amplifr\\_social](https://www.kommersant.ru/doc/4178421?utm_source=facebook.com&utm_medium=social&utm_campaign=amplifr_social) (дата обращения: 01.12.2019г.).
3. *Шолохов А.В.* Основы теории оценивания навигационной информации. Учебное пособие. – Серпухов: ФВА РВСН им. Петра Великого, 2016. – 122 с.
4. *Арнольд В.И.* Обыкновенные дифференциальные уравнения. – Новое издание, исправл. – М.: МЦНМО, 2012. – 344 с.
5. *Кузнецов В.И.* Статистическая идентификация. Модели состояний и измерений. Научно-технический журнал «Промышленные АСУ и контроллеры. Серия «Математическое обеспечение» – М.: 2014. № 3. – с. 45–51.

# ОБУЧАЕМЫЕ СТРУКТУРЫ В ПСИХОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ



## Проблемы психологической методологии моделей используемых при проектировании нейросетей распознавания эмоций

*Артамонова Яна Николаевна  
Артамонов Игорь Михайлович  
Лаборатория ИИ ООО «Нейрокорпус»*

Некоторые вещи, которые человек делает легко и незаметно для себя каждый день, оказываются чрезвычайно сложными для обучения машин, к примеру, к таким задачам относится – распознавание эмоций [1]. Однако, технологии компьютерного зрения осваивают все новые области и на сегодня уже стало возможным распознавание эмоциональных состояний, проводится ежегодный конкурс на распознавание эмоций EmotioNet Challenge. Лучший результат конкурса 2018 года – 0,7553 (final score), 0,9446 (mean accuracy), 0,5659 (F1 [там же, 1]. Однако, развивая технологическую составляющую проектирования и программирования алгоритмов на базе нейронных сетей, важно обращать внимание на психологическую методологию и ее направленность, на которой формируются обучающие корпуса для моделей нейронных сетей.

Психология и нейрофизиология эмоций, несмотря на многочисленные исследования, до сих пор остаются «terra incognita» для системной психологической науки.

Е.Д. Хомская(1929–2004), доктор психологических наук, профессор МГУ, нейропсихолог – свою книгу «Мозг и эмоции» [2] начала с главы: «Нерешенные проблемы психологии эмоций». Ключевые проблемы, поднятые Е.Д.Хомской, начинаются на уровне базовых понятий и до сих пор не имеют решения.

Во-первых, в современной психологии нет четкого определения предмета исследования, то есть не существует полного описания того, что входит в понятие «эмоции, эмоциональное явление». К примеру, в российской психологической научной школе существуют определения эмоций по П.К.Анохину[3], по С.Л.Рубинштейну [4], по А.Н.Леонтьеву [5], по П.В. Симонову [6] и другие.

Во-вторых, существует множество квалификаций эмоциональных состояний. Условно модели представлены в следующих категориях:

- А. Непрерывных состояний;
- Б. Дифференцированных эмоций;
- В. Тип психологической защиты;
- Г. На основе лицевой экспрессии.

К примеру, различают различные классификации и списки базовых эмоций. Опубликованных в различных научных изданиях квалификаций эмоций более 30-ти.

Модели непрерывных состояний. Р.Вудворте предложил рассматривать эмоции в непрерывном континууме переходящих в друг друга состояний, Г.Шлосберг[7] усовершенствовал эту шкалу на основе критериев «удовольствие – неудовольствие», «принятие – отталкивание» и «сон-напряжение» и на их основе предложил 10 базовых состояний: любовь, веселье, радость; удивление; страх, страдание; гнев, решимость; отвращение; презрение. В современной школе психофизиологии А.В. Варганов[8,9] рассматривает 4-х факторную сферическую модель эмоций с непрерывными шкалами.

Модели дифференцированных эмоций. Д.Изард[10] в теории дифференциальных эмоций различает 10 фундаментальных эмоций: интерес, радость, удивление, печаль, гнев, отвращение, презрение, страх, стыд, вина.

Модели по типу психологической защиты. Р.Плутчик[11] в зависимости от типа психологической защиты предлагается 8 базовых эмоций: принятие, отвращение, гнев, радость, страх, горе, удивление, интерес.

Модели на основе лицевой экспрессии. П.Экман [12] на основе лицевой экспрессии классифицирует 6(7) базовых эмоций: радость, удивление, печаль, гнев, отвращение/ презрение, страх.

В-третьих, те определения, которые существуют, как правило, отражают некоторые аспекты и не обращают внимания на другие. К примеру, большинство современных теорий эмоций не отражает их связь с бессознательными мотивационными процессами, не рассматривает особенности их функционирования и взаимосвязи с другими процессами. В отдельных исследованиях изучение эмоций происходит вне связи с другими явлениями и процессами. К примеру, знаменитое исследование мимических движений П.Экмана рассматривает исключительно выразительную их часть, не изучая механизмы генезиса или функциональное значение эмоций, в то время как Р.Плутчик выстраивает связи эмоциональных реакций от типа психологической защиты.

Одним из критериев использования модели для формирования и разработки обучающих корпусов является возможность визуальной верификации получаемых данных, наличие в модели объективного критерия проверки качества модели.

В этом смысле, не смотря на огромное разнообразие моделей и подходов, критерию визуальной верификации отвечает ориентированная на внешнее проявление эмоций модель П.Экмана, которая используется в большинстве обучающих корпусов и предлагается на конкурсе лучших алгоритмов на распознавание эмоций EmotioNet Challenge.

Метод распознавания эмоций, предложенный П.Экманом, строится на основании описательной системы кодирования лицевых движений (Facial Action Coding System (FACS)) и имеет опубликованные атласы мимических движений базовых эмоций. Благодаря FACS существуют изображения лиц людей, которые могут быть использованы как исходные данные для подготовки обучающих корпусов для тестирования и обучения систем машинного обучения на основе нейросетей.

Используемая для обучения нейросетей модель П.Экмана определяет не сами эмоции, а выразительные движения коммуникативного языка эмоций. Отсюда, некоторые ограничения использования модели.

К примеру, нейросетевые алгоритмы, обученные на модели FACS:

- А. Определяют те эмоции, которые человек в данный момент предьявляет выразительными движениями, а не то, что он чувствует. В некоторых случаях, безусловно, чувство и выражение эмоций могут совпадать.
- Б. В случае коммуникации человека с другим человеком: достаточно хорошо различают выразительные движения мимики, однако в случае отсутствия реципиента эмоционального сигнала отсутствует и выражение, а значит затруднено распознавание эмоциональных состояний.
- В. Модель FACS является точечной моделью описывающая 6(7) базовых состояний, в то время как эмоциональные состояния человека в силу его физиологии являются непрерывным процессом и сложной совокупностью, в том числе и амбивалентных состояний. Соответственно, промежуточные или сложносочиненные эмоции недоступны для определения и снижают показатели точности для других состояний.

Вывод: используемый на текущей момент подход и психологическая модель определения эмоций людей, используемых при проектировании нейросетей распознавания эмоций, при использовании имеет методологические ограничения.

#### *Литература:*

1. EmotioNet Challenge: Recognition of facial expressions of emotion in the wild C. Fabian Benitez-Quiroz, Ramprakash Srinivasan, Qianli Feng, Yan Wang, Aleix M. Martinez // ArXiv:1703.01210v1 [cs.CV] 3 Mar 2017/ – <https://arxiv.org/pdf/1703.01210.pdf>
2. Хомская Е.Д., Батова Н.Я. Мозг и эмоции (нейропсихологическое исследование). – М.: Изд-во МГУ, 1992. – С.6–67
3. Анохин П.К. Эмоции. // Психология эмоций. Тексты. / Под ред. В.К.Вилюнаса, Ю.Б.Гиппенрейтер. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – С. 172–177.
4. Рубинштейн С.Л. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ПСИХОЛОГИИ. Гл. XVII Эмоции. Сост., авторы комм. А.В.Брушлинский, К.А.Абульханова-Славская. – СПб: Издательство «Питер», 2002. – 720с.
5. Леонтьев А.Н. Потребности, мотивы и эмоции. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. – 40с.
6. Симонов П.В. Эмоциональный мозг. – М.:Наука,1981. – 216 с.

7. Рейковский Я. Экспериментальная психология эмоций. – М., 1979. – С. 133–151 - <http://flogiston.ru/library/reic2>
8. Вартамов А.В. «Антропоморфный метод распознавания эмоций в звучащей речи» // Национальный психологический журнал № 2(10)/2013, С.69–79
9. Эмоциональные характеристики звучащего слова / Н.М. Виденева, О.О. Хлудова, А.В. Вартамов // Журнал высшей нервной деятельности. – 2000. – Т. 50. – Вып. 1. – С. 29–43
10. Izard E.C. Basic Emotions, Relations Among Emotions, and Emotion-Cognition Relations Psychological Review, V.99,N3.-1992-p.561–565 [http://www.communicationcache.com/uploads/1/0/8/8/10887248/basic\\_emotions\\_relations\\_among\\_emotions\\_and\\_emotion-cognition\\_relations.pdf](http://www.communicationcache.com/uploads/1/0/8/8/10887248/basic_emotions_relations_among_emotions_and_emotion-cognition_relations.pdf)
11. Ortony, A., & Turner, T.J. What's basic about basic emotions? Psychological Review, V.97,N3.-1990-p.315–331
12. Экман, П. Психология эмоций / Пер. с англ. В. Кузин. – СПб.: Питер, 2010. – 336с. [http://moodle.uws.ac.uk/pluginfile.php/109934/mod\\_resource/content/1/Week%202%20Ortony%20and%20Turner%20%281990%29.pdf](http://moodle.uws.ac.uk/pluginfile.php/109934/mod_resource/content/1/Week%202%20Ortony%20and%20Turner%20%281990%29.pdf)
13. What the face reveals : basic and applied studies of spontaneous expression using the facial action coding system (FACS) / edited by Paul Ekman & Erika L. Rosenberg. – 2nd ed. p. cm. – (Series in affective science) Includes bibliographical references and index. ISBN-13 978–0–19–517964–4 ISBN 0–19–517964–11. Facial expression. 2. Body language. I. Ekman, Paul. II. Rosenberg, Erika L. III. Series. BF592.F33W43 2005. <https://www.aqualide.com/upload/texte/text98.pdf>

### **Концепция «интеллектуальной паутины» субъекта и ее влияние на принятие решений**

***Прокопчук Юрий Александрович***

*Приднепровская государственная  
академия строительства и архитектуры*

В 1998 году философы Энди Кларк и Дэвид Чалмерс предложили «Теорию расширенного познания». Наше ближайшее окружение (семья, друзья, коллеги), блокноты и калькуляторы, переводчики, смартфоны, ИИ-ассистенты и интернет (augmented reality and wearable cognitive assistance; The Internet of Bodies; Internet of Nerves) – все это мы используем как внешние инструменты мозговых процессов при решении задач и работе с памятью. Другими словами, часть функций Разума мы отдаем на аутсорс во внешнюю среду. Таким образом, эти ресурсы / инструменты, можно рассматривать как продолжение нашего когнитивного аппарата. Предположительно, расширенное познание – это эволюционный ответ на несообразные мозгу задачи. Проблема существенно обострилась в эпоху «информационного взрыва» (цифровой экономики).

Этологи предполагают, что использование внешних ресурсов мозгом достаточно широко распространено в природе. Например,

паук и его паутина предположительно работают совместно как единая когнитивная система.

Метафорически изобразим внешние когнитивные ресурсы человека, агента в виде «интеллектуальной паутины Агента» (И-паутина агента; Agent's Intellectual Web). Предполагается, что человек/агент и ресурсы его «И-паутины» работают совместно как единая когнитивная система. «И-паутина агента» реализует макропознание (macrocognition is «the way we think in complex situations»). Ясно, что одни и те же ресурсы, включая самих агентов, могут принадлежать разным «И-паутинам». «И-паутина агента» является, по сути, новым возникающим типом субъекта и, следовательно, «потерянным субъектом» экономических отношений.

Кларк (1989) дает эволюционное объяснение того, почему обработка информации часто опирается на внешние структуры, основываясь на том, что он назвал «принципом 007»: «В целом, развитые существа не будут ни хранить, ни обрабатывать информацию дорогостоящим образом, если они могут использовать структуру среды и свои операции в качестве удобной замены для соответствующих операций обработки информации. То есть, знайте столько, сколько вам нужно знать, чтобы выполнить работу».

Конкретизацией философской концепции «расширенный Разум» является концепция «Мышление Другим Разумом» (“Thinking Through Other Minds” – TTOM) [1]. Авторы описывают создание людьми социальных ниш, которые предоставляют эпистемологические ресурсы. Для людей информация об ожиданиях других людей (добавим – из «паутины») составляет основную область статистических закономерностей, которые люди используют для прогнозирования и организации поведения. Следовательно, в дополнение к наблюдаемым статистическим закономерностям во внешних состояниях мира, поведение человека основывается на ожиданиях того, что другие люди также ожидают от мира. Именно эту область ожиданий о значимости и процесс использования этих ожиданий авторы называют «Размышление через другие умы». Отметим, что особенно это проявляется в рамках «паутины» каждого субъекта. Человеческие ниши по сути своей являются социальными и культурными. Они модулируют внимание, направляют действия и влекут за собой изучение шаблонных моделей поведения. Сетевая оценка значимости играет важную роль и в рамках парадигмы предельных обобщений [2].

ТТОМ дополняет и развивает концепция «социальной физиологии» (“Social Physiology») [3]. В последнее время социальная нейробиология действительно стала интерактивной, признавая влияние межличностной социальной динамики на внутриличностную нейроповеденческую динамику и подчеркивая определяющую роль межличностной динамики в индивидуальном познании (Multiscale Neuroscience: from Biological

networks to Social interaction). Это более глубокий уровень взаимодействия, чем тот, что предлагается ТТОМ, и он в большей мере отвечает концепции «И-паутины агента».

Ясно, что внешние ресурсы какого-либо агента являются размытыми, текучими, кроме того, они постоянно изменяются, что затрудняет их верификацию и описание. Так возникает проблема когнитивного вздутия или слишком сильного расширения пределов нашей обычной концепции познания (problem of ‘cognitive bloat’; The extended mind: a problematic boundary). Ясно также, что агент стремится стабилизировать, а часто и расширить свою «И-паутину».

Концепт «И-паутина» дополняют и развивают концепты «Социальный мозг», социально-когнитивные способности (Social Brain, social-cognitive capacities, Social Brain Connectome, «Social Connectome»; The Structure of the Space of Possible Minds), которые опосредуют различные социальные явления и характеризуются мета-аналитическим моделированием связности.

Social Connectome – это комплексная карта социального взаимодействия (a comprehensive map of social interaction; Topology & Dynamics of communication [4]) или запутывание эгоцентрических ресурсно-задачных сетей (egocentric net), включая нарастающую киборгизацию (сращивание биологических и вычислительных систем; Artificial neural networks now able to help reveal a brain’s structure). Данный концепт масштабирует биологический Connectome.

Важной задачей является изучение топологических портретов (сетей топологических набросков) многомасштабной координационной динамики. Такие многомасштабные топологические портреты подчеркивают коллективные аспекты моделей координации, которые не сводятся к свойствам отдельных частей (Multiscale structures and their topological portraits). Один из вопросов исследования: Как мозги соединяются друг с другом (the Social Virtual Brain approach; Nonlinear coupling within and between brains, minds, bodies and worlds)?

Авторы проекта на ResearchGate ‘VisCoSo’ (Chiara Bassetti, Roberta Ferrario и др.) поставили цель построить всеобъемлющую онтологическую модель функционирования того, что они назвали визуально-когнитивно-социальным процессом запутывания в социально-материальных системах (the visual-cognitive-social entangling process in socio-material systems). В частности, они намерены проанализировать роль этого сложного процесса, характеризуемого взаимным влиянием видения, познания и социальных практик, в распознавании критических ситуаций.

Концепция «Интеллектуальной паутины Агента» поднимает новые вопросы моделирования и понимания механизма запутывания «И-паутин» разных агентов в процессе формирования команд, организаций: возникает новый вид Разума, основанный на развитии общего смысла,



который постоянно трансформируется в процессе взаимодействия, диалога. Концепт «Agent's intellectual web» вероятно может рассматриваться в качестве одного из базовых концептов «Space of Possible Mind» («The Structure of the Space of Possible Minds»), что предполагает новую точку зрения на «Интеллект» как на быстро развивающийся фундаментальный ресурс Экономики и Универсума в целом. Концепты «Agent's intellectual web», «Artificial general intelligence», «Global brain», «Abstract Intelligence», «Mindplex» (a set of collaborating units each of which is itself a mind; Ben Goertzel) являются частью описания такого пространства. Построение эффективной И-паутины Агента предполагает «Building intellectual structure of knowledge sharing (KS)».

Что касается моделирования И-паутины, то следует перейти от чисто «нейронных» моделей (мозга) к расширенным «нейро-радикальным» моделям, где радикалы – это произвольные активности, которые могут находиться в двух состояниях «активно/неактивно» [5]. «Запутывание паутин» является масштабированием на социум принципов обобщенного (когнитивного) запутывания ментальной сферы субъекта. Подготовлена монография.

*Литература:*

1. *Veissiere S., Ramstead M., Friston K., Kirmayer L., Constant A.* (2019). Thinking Through Other Minds: A Variational Approach to Cognition and Culture. Behavioral and Brain Sciences. 10.1017/S0140525X19001213.
2. *Прокончук Ю.А.* набросок формальной теории творчества. Монография. – Днепр : ГБУЗ «ПГАСА», 2017. – 452 с.
3. *Dumas G., Gozé T., Micoulaud F., J.-A.* (2019). «Social Physiology» for Psychiatric Semiology: How TTOM can initiate an interactive turn for Computational Psychiatry?. Preprint. 10.31234/osf.io/ht6er.
4. Social Connectome: <https://sites.google.com/site/socialconnectome/>
5. *Чечкин А.В.* Радикалы и системокванты интеллектуальных систем // Моделирование функциональных систем. – М. : ЗАО «РИТ-Экспресс», 2000. – С. 73–94.

### **Сетевое моделирование конструкта продуктивности интеллектуальной деятельности: решение задачи классификации**

***Сиповская Яна Ивановна***

*Московский государственный психолого-педагогический  
университет (МГППУ), институт психологии  
Российской академии наук (ИП РАН)*

Анализ измеряемых данных в психологических исследованиях до сих пор остается актуальной как научной, так и практической проблемой ввиду того, что большинство изучаемых явлений в психологических исследованиях не имеет международных эталонов измерения. Так,

например, оценка личностных черт, когнитивных стилей, стратегий совладания с трудными жизненными ситуациями субъекта деятельности производится на описательном уровне, где пока не достигнута согласованность в систематизации получаемых данных среди членов научного сообщества, а наиболее распространенным методом анализа психологических характеристик выступает качественный анализ изучаемых явлений. Кроме того, на практике часты такие ситуации, когда не представляется возможным учесть все факторы, непосредственно содействующие решению той или иной конкретной задачи, когда для полноценного качественного анализа использование ныне действующих математических методов считается недостаточным.

В этой связи отдельно внимание стоит уделить рассмотрению разных типов практических задач, с решением которых сталкивается человек в ходе практической жизнедеятельности (с позиции нейроинформационных технологий), а именно:

1. задачи, требующие точных, ясных ответов, не поддающиеся двусмысленным понятиям, где решение опирается на конкретные условия с определенным алгоритмом.
2. задачи, где невозможно учесть все условия, влияющие на решения задачи, и поэтому учитывается только приблизительный комплекс самых важных условий. В связи с тем, что некоторая часть условий не учитывается, ответ задачи имеет приблизительный, неточный характер, и алгоритм решения задачи не может быть точно определен.

Несмотря на приблизительность и неточность исходных данных, представленных во второй группе задач, возникшие трудности можно преодолеть, используя интеллектуальный метод («data mining») – метод нейронных сетей. Данный метод выявляет скрытые закономерности, которые невозможно обнаружить с помощью других (в том числе статистических) методов. Механизм работы нейронных сетей можно сравнить с математической моделью мозга, с процессом интуиции.

В представленном эмпирическом исследовании изучалась сетевая структура конструкта «интеллектуальная компетентность», в качестве компонентов которой рассматривались проявления семантического (способность к образованию семантических признаков сенсорного типа и дифференцированной степени участия сенсорно-семантического опыта в интеллектуальной деятельности) как структур, которые отвечают за формирование семантических сетей и оперирование содержанием словесных знаков и концептуального опыта личности, которые лежат в основе процесса порождения новых ментальных содержаний (интерпретаций, обоснований, предположений и т.д.). Указанные переменные определились в ходе корреляционного анализа:  $R_s = 0,418$ ;  $p = 0,01$ ;  $df = 99$ ,  $R_s = 0,246$ ;  $p = 0,05$ ;  $df = 99$  и  $R_s = 0,422$ ;  $p = 0,01$ ;  $df = 99$ , соответственно. Значимые корреляционные связи показателей продук-

тивности интеллектуальной деятельности и концептуальных способностей аргументируются функциональной нагрузкой данного компонента понятийного опыта ввиду его иницирующей, порождающей и регуляторной составляющей, тогда как семантические способности регулируют первичные процессы взаимодействия человека с поступающей информацией как из внешнего, так и из внутреннего мира, тем более, что выделенные компоненты относятся к сенсорной чувствительности.

Методики исследования:

- «Понятийный синтез», Холодная, 2012;
- «Сочинение», Сиповская, 2016;
- «Понятийное обобщение», Холодная, 2012;
- «Визуальная семантика», Артемьева, 1980.

Участники исследования: 99 девятиклассника старшего подросткового возраста (53 девушек и 46 юношей).

В ходе изучения того, как распределены данные в пространстве, был построен категоризированный график, т.е. категоризованная диаграмма рассеяния с перекрытием, где переменными выступили проявления продуктивности интеллектуальной деятельности, концептуальные и семантические способности (способность к образованию семантических признаков сенсорного типа). Полученное распределение классов в пространстве продемонстрировало тот факт, что высокие и средние показатели продуктивности интеллектуальной деятельности характеризуются высокими или выше среднего показателями семантических и концептуальных способностей (не обязательно согласованных), при этом роль концептуальных способностей более значима, по сравнению с семантическими. В целом, выделенные классы весьма неоднородны, что отразилось в результатах дальнейшего анализа.

В ходе построения нейросетевых моделей показателей продуктивности интеллектуальной деятельности было выделено 12 моделей (автоматизированный подбор с затуханием), которые подверглись обучению с помощью радиальных базисных функций с интерактивным обучением. Результаты проделанной работы продемонстрировали большую ошибку обучения, для коррекции которой были построены многократные подвыборки, используя радиальные базисные функции и увеличение числа скрытых нейронов с 5-ти до 20-ти штук. В итоговой таблице было выделено только 2 модели. Из которых по показателю производительности (правильной классификации) была выбрана одна: RBF 3–20–5, производительность обучения которой составила 76,05634, а тестовая производительность – 71,05634, алгоритм обучения – RBFT, функция ошибки – энтропия, функция активации скрытых нейронов – гаусовская, а функция активации выходных нейронов – софтмакс. Как можно видеть из полученных результатов построения нейросетевой модели показателей продуктивности интеллектуальной деятельности,

точность полученной модели невысока, допуская в процентном соотношении 23,94366 ошибки правильной идентификации, что неприемлемо для доверия наиболее точной модели представленного исследования.

При рассмотрении анализа чувствительности, т.е. анализа важности переменных был установлен такой значимый факт, что первое место по значимости в построенной модели занимает именно дифференцированная степень участия сенсорно-семантического опыта в интеллектуальной деятельности (1,888991), второе место принадлежит концептуальным способностям (1,880856), и только третье, а соответственно, и менее значимое – семантическим способностям к порождению признаков сенсорного типа (0,734496). Следовательно, был сделан вывод о том, что, вероятно, изначальный арсенал переменных, который был взят для анализа, повлиял на столь низкую надежность полученной нейросетевой модели. Так, с одной стороны, низкие корреляционные связи переменной «дифференцированная степень участия сенсорно-семантического опыта в интеллектуальной деятельности» с показателями продуктивности интеллектуальной деятельности могут послужить причиной для изъятия этой характеристики из дальнейшего анализа. А с другой стороны, результаты проведенного нейросетевого анализа продемонстрировали наименьшую значимость переменной «способности к порождению семантических признаков сенсорного типа». Указанное противоречие заслуживает дальнейших исследований темы.

Таким образом, в ходе нейросетевого моделирования продуктивности интеллектуальной деятельности в виде решения задачи классификации была выделена 1 модель, которая с точностью 76% (76, 05634) описывает/ предсказывает переменные исследования, а именно: показатели продуктивности интеллектуальной деятельности в старшем подростковом возрасте, где предикторами выступают концептуальные и семантические способности.

### **Благодарности**

Исследование выполнено за счет гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект 19–013–00294).

### *Литература:*

1. *Артемьева Е.Ю.* (1980). Психология субъективной семантики. Москва: Издательство Московского университета.
2. *Сиповская Я.И.* (2016). Понятийные, метакогнитивные и интенциональные способности в структуре интеллектуальной компетентности: Дисс... канд. психол. наук. Москва.
3. *Холодная М.А.* (2012). Психология понятийного мышления: от концептуальных структур к понятийным способностям. Москва: Институт психологии РАН, 2012. – 288 с.
4. *Чуприкова Н.И.* (1997). Психология умственного развития: принцип дифференциации. Москва: Столетие.

## **Программные средства нейросетевой реализации в хирургии**

***Соломаха Анатолий Анатольевич  
Горбаченко Владимир Иванович***

*Пензенский государственный университет (ПГУ)*

Последние десятилетия характеризуются использованием нейросетевых методов в медицине. Применение и тем более разработка нейросетевых технологий для практических задач хирургии, осуществляется значительно реже. Наиболее активно разрабатываются нейросетевые медицинские информационные системы в течение последних 25 лет в Пензенском государственном университете. Разработанные на кафедрах «Хирургия» и «Компьютерные технологии» программные продукты, их клиническая реализация, публикации, посвящены диагностике и прогнозированию осложнений в абдоминальной, торакальной, общей хирургии. В настоящее время в Пензенском государственном университете завершены работы по разработке информационного и программного обеспечения медицинских информационных систем для диагностики осложнений в хирургии с применением теории глубокого обучения нейронных сетей прямого распространения. Результаты этих исследований и планируется представить на предстоящей конференции.

## **Мобильное приложение DiaPsy для улучшения самоконтроля диабета и психологической поддержки людей с сахарным диабетом 1 типа**

***Мосин Игорь Сергеевич***

*Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)*

Сахарный диабет 1 типа – хроническое неизлечимое заболевание, характеризующееся повышенным содержанием сахара в крови, которое возникает в результате разрушения клеток поджелудочной железы, синтезирующих инсулин [3]. В России на начало 2018 года по данным Федерального регистра сахарного диабета насчитывается 4,5 млн. пациентов с диабетом, из них около 256 тыс. – с сахарным диабетом 1 типа (Далее – СД 1 типа), а детей и подростков – около 33 тыс. [1]. Лечение СД 1 типа предполагает эффективный самоконтроль пациента и правильный подбор инсулина. При нерегулярном самоконтроле и низкой приверженности к лечению возникают серьезные осложнения, которые снижают качество жизни и влияют на ее продолжительность [4]. Немаловажно и психологическое состояние человека, которое может быть нестабильным в процессе принятия болезни и при длительном стаже диабета. Подростку и его семье необходима психологическая поддерж-

ка для адаптации к новым условиям жизни с диабетом и постепенного выхода из кризисной ситуации [2]. Молодые люди являются активными пользователями мобильных приложений в своей повседневной жизни. Поэтому идея создания приложения, призванного улучшать эмоциональное состояние и поддерживать молодых людей с сахарным диабетом 1 типа на жизненном пути, крайне актуальна.

В связи с вышеобозначенной проблемой была выбрана цель проекта: разработка мобильного приложения «DiaPsy» для улучшения самоконтроля диабета и психологической поддержки людей с сахарным диабетом 1 типа. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Изучить литературу по теме проекта;
- Проанализировать существующие мобильные приложения для людей с СД 1 типа и выделить их основные функции;
- Разработать концепцию будущего приложения, с включением новых возможностей;
- Изучить среду разработки Android Studio, язык Java, структуру баз данных SQLite, процесс создания пользовательского интерфейса Android;
- Создать действующее мобильное приложение «DiaPsy».

Методы, применяемые в работе, включают в себя: поиск и анализ информации по теме проекта, тестирование существующих мобильных приложений для людей с сахарным диабетом 1 типа. Критерием отбора актуальных функций приложения выступали повседневные потребности людей с СД 1 типа. Проектирование мобильного приложения осуществлялось в программе Android Studio 3.0.1. Тестирование мобильного приложения было произведено с помощью нескольких мобильных устройств. 1 декабря 2018 года приложение представлено целевой аудитории на базе АНО поддержки людей с сахарным диабетом «ДиаСоюз», где участники апробировали приложение и дали экспертную оценку методом анкетирования. Планируется доработка приложения с учетом отзывов и предложений людей с сахарным диабетом 1 типа с последующей загрузкой приложения на Google Play для бесплатного скачивания.

В результате работы над проектом была достигнута поставленная цель – создано действующее мобильное приложение «DiaPsy» для улучшения самоконтроля и психологической поддержки людей с сахарным диабетом. С помощью приложения можно вносить, просматривать и хранить данные замеров сахара крови в дневнике самоконтроля, анализировать текущую статистику за счет создания и наложения гликемических профилей (графиков) за три дня. Приложение «DiaPsy» поможет посчитать хлебные единицы в порции еды, сохранит новые блюда в базе данных, покажет меню нескольких сетевых ресторанов с количеством ХЕ в порции, что позволит молодому человеку с СД 1 типа быть

автономным и свободным в планировании перекусов вне дома. Раздел «Психология» это статьи – ответы психолога на актуальные вопросы, часто задаваемые молодыми людьми с СД 1 типа. Также пользователь сможет онлайн задать свой вопрос специалисту и получить ответ.

Мобильное приложение «DiaPsy» оказывает психологическую поддержку, способствует принятию диабета, помогает улучшить компенсацию и повысить приверженность к лечению, опосредованно повышая качество жизни молодых людей с сахарным диабетом. Размещение приложения на Google Play сделало его доступным и безопасным для пользователя. На 1 февраля 2020 года приложение установлено более чем 1500 раз. Перспективные области для дальнейшей разработки и усовершенствования мобильного приложения лежат в информационной и управленческой привязке мобильного устройства непосредственно к глюкометру и инсулиновой помпе. Для родителей детей, а также людей, имеющих пожилых родственников с диабетом, актуальна функция синхронизации и трансляции данных компенсации в режиме реального времени. Данная функция требует постоянного вложения средств для аренды и обслуживания серверов. Если найдутся спонсоры благотворительного проекта, то в перспективе данная функция может быть реализована.

#### *Литература:*

1. Детский диабет: методы лечения и психологическая поддержка [Электронный ресурс] // РИА Новости. Материал подготовлен на основе информации РИА Новости и открытых источников. – URL: [https://ria.ru/sn\\_health/20171111/1508542935.html](https://ria.ru/sn_health/20171111/1508542935.html). (Дата обращения: 13.08.2018).
2. Кудрявцева С.В. Отношение к болезни и социально-психологическая адаптация у лиц, страдающих инсулинозависимым сахарным диабетом / С.В. Кудрявцева, С.К. Ершова // Сборник научных статей. Актуальные проблемы психосоматики в общемедицинской практике, Санкт-Петербург, ноябрь, 2014 г. – Вып. XIV. / Под общей редакцией акад. РАН Мазурова В.И. – СПб.: изд-во «Альта Астра» – 2014. (Программа «Психосоматическая медицина»).- С. 106–109.
3. Шапошникова Т.Д. Диабет: Вы и Ваш ребенок / Т.Д. Шапошникова, Э.А. Войчик, С.Б. Гнедова, Е.А. Одул и др.. – М.: Арт-Бизнес-Центр, 2003. – 109 с. и прил.11 с.
4. Шишкова Ю.А. Качество жизни больных сахарным диабетом 1 типа молодого возраста / Ю. А.Шишкова, Е. В.Суркова, О.Г. Мотовилин, А.Ю. Майоров и др. // Сахарный диабет. 2010. № 4. С. 43–47.

## **Возможности применения искусственных нейронных сетей для обнаружения аномального поведения в компьютерных сетях**

*Шевченко Александр Андреевич*

*Кулик Сергей Дмитриевич*

*Московский государственный психолого-  
педагогический университет (МГППУ)*

Примерно десять лет назад, в начале 2010-х годов, в машинном обучении началась революция, которая привела к возрождению моделей искусственных нейронных сетей. Теперь в самых разнообразных предметных областях, включая обработку естественного языка, лучшие результаты, как правило, получаются именно с помощью подобных моделей. В современных реалиях очень актуальной задачей является разработка и реализация математических моделей для распознавания и детектирования некорректной деятельности пользователей компьютерных сетей с возможностью дальнейшего прогнозирования потенциальных угроз. При этом отслеживание поведения пользователей в системе является достаточно сложной задачей, которая требует учета многих разных типов сущностей и их отношений, таких как, собственно, поведение пользователей, их навыки и тактики атаки. В рамках такой постановки задачи, например, использование единственной фиксированной байесовской сети для охвата всех экземпляров проблем неосуществимо. Данный недостаток устраняет многопользовательская байесовская сеть, но для данной модели тоже необходимы качественные экспертные оценки, которые достаточно сложно получить на практике. Древесные методы, в свою очередь, очень чувствительны к любым изменениям исходной выборки. Этот недостаток возможно устранить, если использовать случайный лес, но в таком случае остается актуальной проблема наличия размеченной обучающей выборки, которая чаще всего отсутствует на практике, особенно если рассматривать ситуацию с «молодыми» предприятиями. Среди методов обучения без учителя достаточно часто применяется метод K-средних, который, правда, обладает достаточно серьезным недостатком, таким как неспособность справиться с задачей, когда объект принадлежит к разным кластерам в равной степени или не принадлежит ни одному. Для преодоления многих недостатков описанных выше, предлагается изучить возможность применения LSTM Автокодировщика для детектирования нестандартного поведения, который позволил бы анализировать последовательности действий пользователей компьютерных сетей и не требовал бы при этом размеченных исходных данных для обучения модели.



## **Психофизическое исследование восприятия объектов, изменяющихся в размере**

*Сальников Тимофей Дмитриевич*

*Артеменков Сергей Львович*

*Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)*

Классические исследования непосредственно-чувственного восприятия различных объектов рассматривают его первично как процесс извлечения некоторых свойств или признаков, которые позволяют осуществить затем идентификацию этих объектов, являющихся результатом интеграции соответствующих признаков. В частности, первую ступень зрительного восприятия тогда можно описать как извлечение признаков из пучка падающего света. На последующих ступенях происходит идентификация объекта и его окружения. В этой модели свойства продуктов восприятия являются основополагающими единицами для понимания механизмов формирования этих продуктов. Такой подход к пониманию механизмов восприятия можно считать продуктным, поскольку известные свойства продуктов восприятия используются для формирования процессов непосредственно-чувственного восприятия объектов.

В неклассическом подходе трансцендентальной психологии восприятия продуктный подход отвергается и механизмы процессов непосредственно-чувственного восприятия считаются адиафорными по отношению к формируемым продуктам, т.е. определяются такими закономерностями, которые являются независимыми от порождаемых ими продуктов [1]. При этом в качестве исходных механизмов процессов принимаются природные принципы, связанные с механизмами образования отношений [4, 5].

В качестве одного из таких важных гипотетических механизмов предложено использовать образование пространственно-временных, в частности, образование симметрично-двуединых отношений. На основе указанных механизмов ранее была предложена модель формирования глобальных симметричных отношений и сформулирована гипотеза о феноменологии восприятия симметричных объектов, которые меняют свой размер (увеличиваются или уменьшаются) с достаточно большой скоростью, которая соответствует выходу за границу функционального диапазона восприятия движения объектов [2, 3].

Задача проведенного психофизического экспериментального исследования заключалась в проверке гипотетической модели образования симметрических отношений в процессе восприятия форм простых контурных объектов, быстро изменяющихся в размере. При кратковременном предъявлении субъекту изменяющегося в размере объекта существует тенденция фиксировать конечное положение объекта в про-

странстве лучше, чем начальное положение. Вместе с тем, рассматриваемая модель позволяет утверждать, что при уменьшении фигуры на достаточно большой скорости (на границе функционального диапазона воспринимаемых человеком скоростей движения) начальное положение объекта может быть четче видно, чем конечное [3].

В качестве стимульного материала в каждом из опытов восприятия было использовано динамическое изображение черного контурного шестиугольника на нейтральном сером фоне. Шестиугольник изменялся в размере в диапазоне от 3,2 до 7,2 угловых градуса с заданной скоростью 15 или 30 град/сек. Изменение размера многоугольника происходило покадрово, чтобы сохранить плавность увеличения или уменьшения размера фигуры. Толщина линии фигуры при этом изменялась в зависимости от скорости изменения фигуры так, чтобы между границами изображений смежных во времени кадров не возникало зазоров между линиями фигур. В начале эксперимента испытуемому была представлена подробная инструкция, информирующая о ходе эксперимента и о необходимых действиях с его стороны по ответу на вопрос о том, какой размер фигуры ему было лучше видно (большой или маленький). Общее количество повторений опытов равнялось 100 (25 с увеличением фигуры и 25 с ее уменьшением для двух скоростей изменения). Скорость и тип изменения фигуры от опыта к опыту задавались случайно.

Программирование эксперимента было осуществлено с помощью программы PsychoPy, разработанной для проведения психологических экспериментов с использованием языка программирования Python [6]. PsychoPy предоставляет широкие возможности для проектирования экспериментов посредством использования графического интерфейса, а также позволяет вносить некоторые правки и программировать дополнительные функции посредством языка программирования Python. Изменение размера стимулов во времени производилось покадрово с использованием формулы изменения размера. Для представления данных в удобном табличном виде и сохранения их в файл Excel использовалась библиотека Pandas языка программирования Python.

Статистический анализ данных, полученных в результате однократного проведения эксперимента, был осуществлен для данных таблиц сопряжения с помощью точного критерия Фишера в языке R. При этом ответы тестируемого на статистически значимом уровне зависят от скорости изменения размера фигуры и типа её изменения (увеличение или уменьшение размера). Ответы испытуемого на статистически значимом уровне ( $p$ -значение 0,019) зависят от типа изменения фигуры для скорости 30 град/сек. Для скорости 15 град/сек эта зависимость еще более выражена ( $p$ -значение  $7,18 \times 10^{-9}$ ). Вместе с тем варьирование скорости изменения фигуры приводит к очень значимым результатам для случая уменьшения фигуры ( $p$ -значение  $3,98 \times 10^{-8}$ ), что согласуется с исходной

моделью. Для случая увеличения фигуры, скорость изменения фигуры не имеет такого большого значения ( $p$ -значение 0,0072).

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что при большой скорости изменения малый размер фигуры виден лучше, в то время как при меньшей скорости лучше был виден больший размер. В тоже время, парадоксальным образом, в отличие от исходной гипотезы при уменьшении фигуры ее начальное положение видно лучше для меньшей скорости изменения, а большая скорость приводит к тому, что наоборот лучше видно конечное положение объекта. Это позволяет заключить, что исходная гипотеза исследования в проведенном эксперименте в целом не подтверждается. Более значимые выводы можно будет сделать после проведения эксперимента на достаточно большой выборке испытуемых.

#### *Литература:*

1. *Артеменков С.Л.* Аспекты моделирования и особые свойства сложных систем // Моделирование и анализ данных. 2016. № 1. С. 47–59.
2. *Артеменков С.Л.* Реконструкция модели «перцептрона» Миракяна // Моделирование и анализ данных. 2013. № 1. С. 49–60.
3. *Артеменков С.Л.* Метод экспериментальной проверки гипотетической модели образования симметрично-двуединых отношений в процессе зрительного восприятия. Экспериментальная психология в России: Традиции и перспективы. М.: «Институт психологии РАН», 2010. С. 205–210.
4. *Артеменков С.Л.* Психология восприятия и разработка новых телекоммуникационных интерфейсов / ТелеМультиМедиа. 2004. № 4(26). С. 15–19.
5. *Миракян А.И.* Контурные трансцендентальной психологии (книга 2). – М.: Изд. Институт психологии РАН, 2004. 383 с.
6. *Peirce, J. W., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M. R., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., Lindeløv, J.* PsychoPy2: experiments in behavior made easy. Behavior Research Methods. 2019. 10.3758/s13428–018–01193-y.

### **Применение методов многомерного шкалирования для анализа показателей посещаемости вуза**

*Думин Павел Николаевич*

*Романюк Александр Сергеевич*

*Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)*

Посещаемость учебных предметов в вузе – один из самых важных факторов эффективности образовательного процесса. Фиксация показателей посещаемости на протяжении периода обучения позволяет использовать накопленные данные для анализа и принятия управленческих решений. В докладе рассмотрена возможность применения

методов многомерного шкалирования для анализа и визуализации закономерностей посещения учебных занятий студентами за несколько лет обучения. Входными данными представленной процедуры являются таблицы учета посещаемости каждого занятия и учебной дисциплины. На следующем этапе к нормированным по числу обучающихся таблицам посещения применяется классический алгоритм многомерного шкалирования, позволяющий расположить исследуемые объекты в пространстве меньшей размерности с максимальным сохранением попарных расстояний между ними. Полученные результаты подлежат визуализации. Также в работе приведены ограничения предлагаемого подхода и возможные перспективы развития.

### **Система психологического тестирования для выявления склонности к суициду**

***Щекочихин Владислав Олегович  
Панина Алина Андреевна***

*Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)*

Разработана система психологического тестирования на предмет раннего выявления склонности к суициду среди школьников. Особенностями данной системы является простой, интуитивно понятный интерфейс, лишенный отвлекающих от процесса тестирования элементов, возможность ограничить количество тестирований у конкретного психолога, а также, максимальное обезличивание данных испытуемого. Кроме того, система обладает свойством автоматически подстраиваться под каждого психолога в режиме реального времени, основываясь на его действиях.

Разработанная система позволяет в кратчайшие сроки протестировать большое количество обучающихся, обработать полученные данные, результаты экспортировать в электронную таблицу или вывести на печать. Система предоставляет возможность просмотреть статистику по всем испытуемым, испытуемым конкретного психолога или выбранного класса.

### **Адаптивный контроллер для людей с тремором**

***Левонич Никита Ильич***

*Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)*

С каждым годом жизнь человека становится все более зависимой от компьютерных технологий, но вопрос о том, как сделать более удобной и доступной эксплуатацию компьютерной техники для людей с ограниченными возможностями здоровья остается открытым. Разработка адаптивного контроллера, способного заменить для больных тремором компьютер-

ную мышь, относится к изобретениям в области информационных технологий, а именно к разновидностям контроллеров общего назначения.

Целью данной работы является разработка и изготовление контроллера в виде перчатки.

Подобные изобретения существуют в различных областях, таких как геймеровская область, области виртуальной и дополненной реальности. Но отличием моего изобретения от других является возможность регулирования чувствительности, позволяющая гасить непроизвольные движения, которая реализована на базе обучаемых структур.

Задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели: разработка модели устройства, создание математической модели, разработка и реализация алгоритма, создание принципиальной схемы устройства.

По проекту устройство изготовлено из общедоступных компонентов, таких как гироскопы, акселерометры, магнитометры и др. Кнопки сделаны на базе датчиков Холла, но возможно использование и других компонентов.

В качестве вычислительного ядра устройства используется микроконтроллер Espressif ESP 32[3], на котором производятся расчеты. Результаты вычислений преобразуются в движения мыши и передаются на компьютер по HID [4] протоколу.

Данное устройство является обучаемой конструкцией. Управление объектами на экране осуществляется исходя из данных с гироскопа и акселерометра использующих информацию датчиков движения.

Устройство может стать полноценной заменой электронной мышки для людей с треморами, так как будет гасить непроизвольные движения.

Изобретение актуально и востребовано, т.к. тремор проявляется при различных заболеваниях, которыми страдает более 0.5% людей [1–2].

#### *Литература:*

1. *А.С. Сасанова.* Лечение и профилактика гиперкинетической формы детского церебрального паралича // Вестник КазНМУ Режим доступа: <https://kaznmu.kz/press/2011/10/05/%D0%BB%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B8-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0-%D0%B3%D0%B8%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87/> (дата обращения 03.02.20)
2. *Раздорская В.В.* Распространённость болезни паркинсона и возможности улучшения диагностики на амбулаторно-поликлиническом этапе оказания специализированной помощи // Режим доступа: [http://sgmu.ru/sci/dissov/notice/ar/ar\\_0000000586.pdf](http://sgmu.ru/sci/dissov/notice/ar/ar_0000000586.pdf)
3. *ESP32 Technical Reference Manual* // Режим доступа: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_technical\\_reference\\_manual\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_technical_reference_manual_en.pdf) (дата обращения 04.02.20)

4. Human Interface Devices (HID) Information | USB-IF // Режим доступа:  
<https://www.usb.org/hid> (дата обращения 04.02.20)

### **Цикл явлений в мобилизации процесса обучения**

***Лавров Никанор Васильевич***

*Санкт-Петербургский государственный  
педиатрический медицинский университет*

***Лавров Василий Васильевич***

*Центр научно-практической  
медиации «Согласие»*

***Лаврова Нина Михайловна***

*Общероссийская профессиональная  
психотерапевтическая лига*

Разработка искусственного интеллекта, способного к обучению, происходит в условиях, когда наука не пришла к пониманию деятельности реального интеллекта, и поэтому в качестве ориентира используются известные функции реального интеллекта, лишь частично характеризующие его природу. Исследования реального интеллекта и развитие искусственного интеллекта обусловлены общей теоретической платформой. Проблема построения брэйньпьютера [2], воспроизводящего алгоритмы действий интеллекта при обучении, может быть сформулирована только тогда, когда прояснится организация и целеполагание действий реального интеллекта. Задача данной работы – рассмотреть мотивации, определяющие вовлечение интеллекта в обучение. Наблюдали за поведением детей в дошкольном образовательном учреждении во время игровых занятий, в ходе которых дети обучались находить выход из неопределенных и противоречивых ситуаций, сохраняя согласие с окружающими людьми и животными. Подробно методы изложены в специальной публикации [3]. Детям предлагалось решить проблемы, взятые из сказок или из бытовых ситуаций. По просьбе воспитателя дети рассказывали о своих интересах и ожиданиях, побуждавших к поиску самостоятельного решения или усвоения наставлений. Результаты наблюдений анализировались с учетом преобладающего типа обучения, а также ведущих мотиваций, побуждавших к обучению и овладению социальными навыками.

Обучение представляет собой процесс отбора и регистрации в памяти информации, распределяемой в базе знаний и в базе данных. В отличие от базы данных, характеризующих свойства объектов, база знаний формируется за счет образов, которые отражают решения проблем, возникающих из-за неопределенности и противоречивости жизненных обстоятельств. Эти образы облегчают выход из ситуаций с по-

вторением проблем, а также из ситуаций с новыми проблемами, связанными с решенными [2]. В результате интеграции образов, находящихся в базе данных и базе знаний, возникает модель внутренних и внешних обстоятельств. Модель находится в оперативной памяти, поскольку служит базисной конструкцией поведения, позволяя преодолевать недостаток знаний о реальном мире. Три момента важны для понимания организации памяти – во-первых, информация дискретна, причем, во-вторых, информационные фрагменты обладают изменяющимися весовыми параметрами и, в-третьих, в образной психологии [2] обозначен основополагающий принцип – информация в памяти мозга сохраняется в форме образов. Одни и те же фрагменты памяти могут включаться в состав ряда образов, если отражают общий признак воспринимаемых объектов. Именно общность используемого фрагмента определяет ассоциативность объектов в памяти. Надежность каналов, связывающих нервные клетки, представляет особую проблему коммуникации, недооцениваемую по сложности [2]. Дело в том, что передаваемые сигналы кодируются не только частотно-временными параметрами импульсных потоков, но и химизмом медиатора в сочетании с биологически активными веществами, а также пространственной локализацией сигнала на теле нейрона и, кроме того, сигналы передаются по внесинаптическим каналам. Формирование образов, их ассоциативность и консолидация информационных фрагментов, распределенных в пространстве мозга, происходит под контролем неспецифических систем мозга. Они, как показано модельными экспериментами [2], имеют своих представителей в нейронных модулях коры больших полушарий мозга. Противовесом нейрофизиологии, не готовой в настоящее время объяснить природу интеллекта, выступают так называемые «нейронауки» с представлениями о «сетях сетей нейронов», которые якобы служат субстратом психических функций. Появление противовеса обусловлено особым свойством человеческой психики, стремящейся к преодолению неопределенности и создающей мифические образы, когда недостаточно информации для познания реальной природы объекта.

Вопрос относительно принципов обучения в течение ряда тысячелетий занимает внимание педагогов, которые признают нераздельную связь обучения с воспитанием в рамках становления личности. Ответ на вопрос опирается на сведения о типологии обучения. Впервые выделение типов обучения произошло в древнем мире. Китайский мыслитель Конфуций [1] полагал, что есть три пути, которые ведут к знанию: путь размышлений, самый благородный, путь подражания, самый легкий, и путь опыта, самый горький. В настоящее время свой вклад в типологию обучения вносят специалисты в области искусственного интеллекта, подтвердив наличие комплекса методов «глубинного обучения» (deep learning). Во-первых, классифицируется обучение с наставником

(supervised learning), во-вторых, обучение с накоплением личного опыта в процессе «проб и ошибок» (reinforcement learning), когда правильный выбор решения награждается, а неверный наказывается, и, в-третьих – на основе индивидуального познания (problem based learning). По всей видимости, следует учесть, в-четвертых, еще один тип обучения «запечатлевание», имея в виду, что последний тип позволяет ускорять получение информации, потому что информация заносится в память мозга без критической оценки, а в аппарат искусственного интеллекта вводится при включении дополнительного функционального блока. Запуск обучения обусловлен предварительным формированием программы действий. Такая программа, по сути, есть не что иное, как мотивация на добывание и усвоение определенного комплекса информации с последующим использованием в поведении. Именно проблема мотивации обучения и воспитания является наиболее острой в теории и практике педагогики, поэтому проблема активно изучается. С одной стороны, образная психология отметила [2], что в основе мотиваций лежит триада потребностей самовыражения, самосохранения и продолжения рода. Мотивации – это наследственно закрепленные и отработанные обучением программы удовлетворения потребностей. То есть, запуск обучения начинается с актуализации потребности, которая провоцирует мотивацию и последующее включение процесса восприятия информации. Но с другой стороны, требуется учесть причину актуализации потребности. Причина известна – нарушение равновесия в состоянии организма и психики. Психическое состояние зависит от баланса модели мира, в рамках которой формируются потребности. По всей видимости, именно построение модели мира является главной предпосылкой становления личности с объединением обучения и воспитания. Модель мира выстраивается из набора образов, отражающих реальные объекты, процессы и явления. Проведенные ранее исследования [2] отметили принципы формирования образов в условиях недостатка и противоречивости доступной информации и обозначили три стратегии принятия решения при построении образа – конретизированную, поисковую и креативную.

При проверке изложенных выше представлений в данной работе, прежде всего, отметили плодотворное совмещение типов обучения. В игровой обстановке дети моделировали проблемы и получали личный опыт, когда окружающие реагировали на их поступки. Наставления воспитателя воспринимались лучше, если предварительно ребенок формулировал вопрос. Размышления ребенка по поводу возникавших проблем позволяли найти правильное решение. Одновременно была прослежена последовательность вовлечения детей в обучение и обозначен цикл явлений при обучении. Целеполагание обучения определялось мотивациями, которые отражали актуальные потребности самовыражения. Дети в беседе с воспитателем сообщали о причинах, побуждавших

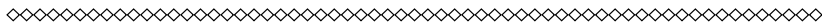


к участию в образовательных занятиях, Потребности формировались вследствие рассогласования составных элементов модели мира, которая выстраивалась в процессе обучения и воспитания. В заключение еще раз подчеркивается, что мобилизация интеллекта при обучении характеризовалась циклом явлений: 1) способность к обучению поддерживалась воздействием мотивации, 2) мотивация задавалась потребностью, 3) потребность провоцировалась рассогласованием образов в рамках модели мира, 4) модель мира формировалась обучением, которое мотивировано программой удовлетворения потребностей. Если педагогика энергично действует в одном пункте цикла, это не гарантирует эффективности всего цикла. Подобно педагогике, успех в создании искусственного интеллекта с заданием готовности к обучению обусловлен циклом программных явлений.

*Литература:*

1. *Конфуций*. Суждения и беседы. М.: АСТ. 2018. 416 с.
2. *Лавров В.В.* Между мозгом и психикой. Saarbrücken: OSPG. 2016. – 171 с.
3. *Лаврова Н.М., Лавров Н.В.* Зезюлинская И.А. и др. Служба системной дошкольной медиации. Симферополь: Таврида. 2019. 100 с.

# БИОМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ



## **Задача повышения эффективности идентификации человека при помощи криминалистического исследования волос**

***Никонец Денис Артурович***  
*ООО «МРФК»*

***Кулик Сергей Дмитриевич***  
*Национальный исследовательский  
ядерный университет «МИФИ»*

***Сучкова Елена Владимировна***  
*Экспертно-криминалистический центр МВД России*

Волосы человека являются одним из объектов, которые являются предметом исследования судебно-биологической экспертизы. По имеющимся сведениям, количество биологических следов, изымаемых при осмотре места происшествия (ОМП) растет. Типично за год в России изымаются более 200 тыс. биологических следов, что составляет примерно 22.0% от всех изымаемых следов. Отметим, что, прежде всего, это связано с развитием исследования ДНК. Волосы входят в состав исследуемых биологических следов. Однако следователями волосы человека направляются на анализ ДНК значительно реже других объектов, численность молекулярно-генетических экспертиз волос человека составляет до 5% от общей численности объектов, исследуемых этим методом. Связано это, прежде всего с тем, что волосам, как объекту для исследования ДНК, присущи определенные недостатки. Прежде всего, в среднем только около 5% волос, найденных подходят для идентификации человека при помощи анализа ДНК. Также существенной проблемой является возможность того, что образцы волос, найденные при ОМП, «загрязнены» другой ДНК (например, следы крови другого человека на волосах). Смешанный характер ДНК (т.е. случай, когда исследуется генетический профиль, произошедший от трех и более лиц) затрудняет применение стандартных экспертных методик и не позволяет достоверно интерпретировать полученный результат. Всего до 10% волос в исследуемых образцах содержат следы ДНК, происходящие из нескольких источников. В силу этого, для повышения эффективности криминалистического исследования волос, необходимо выполнять предварительный отбор образцов волос, наиболее подходящих для исследования ДНК. Такой отбор можно выполнить при помощи морфологического исследования волос.

В ходе данной работы особое внимание уделялось повышению эффективности выполнения морфологического исследования волос. Для

этого была сформирована и исследована экспериментальная выборка образцов волос (22 500 волос головы от 450 человек). Также была разработана система микроморфологических признаков волос (86 микроморфологических признаков волос). Для оценки вероятности появления морфологического профиля волос была разработана соответствующая математическая модель и были выполнены исследования профилей образцов волос из экспериментальной выборки.

В результате выполненной работы можно сделать вывод, что в большинстве случаев оценка вероятности появления морфологических профилей волос не достигает значений, которые позволяют сделать категорический вывод об идентификации человека по волосам. Но такой вывод можно сделать в случаях, когда число подозреваемых ограничено (например, если подозревается житель небольшого поселка). Однако морфологическое исследование волос научно обосновано и его результаты хорошо согласуются с результатами ДНК анализа, особенно если в ходе морфологического анализа сделан категорический отрицательный вывод.

Несмотря на то, что анализ ядерной ДНК больше подходит для идентификации человека, чем морфологический анализ волос, следует отметить, что в 2/3 случаев вероятность случайного совпадения генетического профиля находится, примерно, в том же диапазоне значений, что и вероятность случайного совпадения морфологического профиля волос. И только в 1/3 случаев эта вероятность имеет значения, которые сложно достигнуть при морфологическом анализе волос. Более того, довольно часто возможны случаи, когда выполнить анализ ядерной ДНК невозможно, но при этом морфологический анализ волос выполняется без ограничений.

### **Интеллектуальная информационная система для телемедицины**

***Кондаков Алексей Алексеевич***

*Московский инженерно-физический институт (национальный  
исследовательский ядерный университет) (НИЯУ МИФИ)*

Интеллектуальная система была разработана для Российской сети клиник с большим опытом в лечении псориаза в разных регионах страны. Идея возникла в связи с тем, что с приходом новых технологий стало возможно расширять сеть клиник, которые могут находиться в самых отдаленных частях страны и предлагать пациентам такое же эффективное лечение как то, которые они могут получить в ведущих центрах, в которых работают уникальные специалисты, обладающие необходимым опытом и современными знаниями. Первоначальная задача состояла в том, чтобы разработать необходимое клиент-серверное программное обеспечение, которое позволяло бы передавать изобра-

жения с кожными заболеваниями для того, чтобы реализовать оперативное взаимодействие (коммуникацию) между удаленными друг от друга врачами: «доктор – доктор». Связь «доктор-доктор» реализует особую концепцию в телемедицине, когда один квалифицированный специалист (врач) консультирует другого врача, который занимается непосредственно лечением пациента и сопровождает его на протяжении всего лечения. На практике это позволяет улучшить качество и эффективность лечения, сделав его более дешевым и доступным для пациента. Затем по мере поступления все новых и новых больных база данных изображений и фактографических данных стала наполняться. Стала вырисовываться подсистема с медицинской историей, которая позволяла изучать болезнь каждого пациента в динамике. Система начала обрастать интеллектуальными помощниками.

С подключением новых клиник функционал стал расширяться. В архитектуре появилась центральная клиника, в которую стали поступать запросы из филиалов. Врачи центральной клиники стали помогать коллегам со всей страны, что позволило повысить качество оказываемых услуг.

В настоящий момент накопилась достаточно большая база данных с различными случаями, с подробным описанием истории болезней, применяемым лечением и поясняющими изображениями. В данный момент работа ведется над новой подсистемой, которая предназначена для помощи удаленному врачу в постановке диагноза пациенту на основе накопленного опыта. Этот автоматизированный модуль, содержащий необходимую нейронную сеть, реализует алгоритм, который опирается на историю предыдущих болезней и помогает врачу сформировать верное решение. Система является вспомогательной, она всего лишь собирает необходимые данные и делает предположение, при этом окончательное решение по диагнозу и назначению лечения остается за специалистом. Это является заделом для дальнейших исследований.

По результатам работы в настоящий момент разработана рабочая версия программного комплекса для сети клиник. Система прошла проверку специалистами и применяется в экспериментальном режиме в нескольких филиалах. С этими филиалами имеется обратная связь, выявлены задачи, необходимые для выполнения следующего этапа. Успешно получены необходимые охранные документы РОСПАТЕНТа, например [1].

#### *Литература:*

1. Кондаков А.А., Мошин М.В., Данилькевич М.А., Кулик С.Д. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018617763 Medical Diagnosis Bus System v.1.0 (#MeD-B-S) /Правообладатель ООО «Медицинский центр «Компания Александр» (Россия). – Заявка № 2018615046; Заяв. 18.05.2018; Зарегистр. 02.07.2018; Бюл. № 7. – (РОСПАТЕНТ).

## Экспериментальные исследования нейросетевого алгоритма YOLO для обнаружения объектов

*Штанько Александр Николаевич*

*Кулик Сергей Дмитриевич*

*Московский инженерно-физический институт (национальный исследовательский ядерный университет) (НИЯУ МИФИ)*

Нейронные сети представляют собой современные средства обработки изображений. Алгоритмы, основанные на нейронных сетях, в особенности сверточных нейронных сетях, показывают высокие результаты на задачах обнаружения объектов, классификации объектов на изображениях, а также других задачах распознавания шаблонов.

Такие алгоритмы могут быть полезны для биометрических систем, например, для определения положения лица субъекта в видеопотоке или нахождения биометрических признаков.

Существуют различные алгоритмы сверточных нейронных сетей. Так, например, для обнаружения объектов могут быть использованы алгоритмы R-CNN [1] или SSD [2]. Одним из современных алгоритмов обнаружения объектов является YOLO [3]. Основным преимуществом данного алгоритма обнаружения является скорость работы.

Алгоритм YOLO имеет различные параметры конфигурации, такие как размер входного изображения, количество фильтров слоев и значения якорей. Для успешного применения алгоритма к заданным наборам объектов необходимо правильно выбрать параметры алгоритма и оценить точность обученного алгоритма. В данной работе были проведены эксперименты с различными параметрами алгоритма YOLO на подготовленной выборке данных и представлены экспериментальные результаты.

*Литература:*

1. *He, K. Mask R-CNN / K. He, G. Gkioxari, P. Dollar, R. Girshick // 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). – 2017. – P.2980–2988.*
2. *Liu, W. SSD: Single shot multibox detector / W. Liu, D. Anguelov, D. Erhan [et al.] // European Conference on Computer Vision 2016: Computer Vision – ECCV 2016; Lecture Notes in Computer Science. – 2016. – V. 9905. – P.21-37.*
3. *Redmon, J. Yolov3: An incremental improvement / J. Redmon, A. Farhadi // arXiv preprint arXiv:1804.02767. – 2018.*

## **Алгоритм формирования требований информационно-системной надежности для баз знаний интеллектуальных систем**

*Сидняев Николай Иванович*

*Бутенко Юлия Ивановна*

*Болотова Елизавета Евгеньевна*

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

С развитием систем искусственного интеллекта появилась потребность в представлении знаний о различных предметных областях с целью эффективной обработки этих знаний с помощью ЭВМ.

Потребовались информационные системы и базы знаний для описания различных предметных областей. База знаний является важнейшей составляющей любой интеллектуальной системы, т.к. содержит совокупность знаний, требуемых для принятия системой тех или иных решений [1,2]. В работе решается проблема проектирования надежных баз знаний для построения систем искусственного интеллекта. Сам процесс построения баз знаний достаточно сложен и плохо структурирован [3].

Важную роль здесь играет поддержание логической и физической целостности базы знаний в процессе ее проектирования и эксплуатации, т.е. обеспечение надежной работы системы в условиях возможных сбоев технических и программных средств компьютера, ошибок пользователей.

В результате проведенного анализа критериев системной надежности баз знаний были выделены и описаны основные требования по обеспечению надежного поведения и работоспособности информационных систем. Это такие критерии как: надежность, управляемость, наблюдаемость и идентифицируемость системы. Одним из самых важных критериев является надежность [5]. Если система понимается нами как единое целое своих элементов и связей между этими элементами, то под этим понимается надежность, как самих элементов, так и связей между ними. Таким образом, надежность — это свойство, характеризующее способность системы удерживать в условиях возмущений свое состояние, близкое к невозмущенному.

Следующим важным критерием обеспечения надежности баз знаний является управляемость. Это свойство системы, характеризующее принципиальную возможность перехода ее из начального состояния в заданное. В общем случае система как объект управления должна однозначно реагировать на управляющие воздействия, и эта реакция должна однозначно наблюдаться, поэтому следующим важным свойством является наблюдаемость системы. Это свойство системы, характеризующее принципиальную возможность определения состояния системы по ее выходным параметрам. Для реализации свойства требуется однозначное

соответствие между параметрами системы и выходными параметрами. Следует отметить, что главной особенностью всех известных методов анализа свойств систем является допущение, что модель системы известна достаточно полно, т.е. решена задача идентификации системы. Под идентифицируемостью системы понимают возможность построения процедуры идентификации, обеспечивающей единственность представления данного системного описания в рамках выбранной структуры модели, т.е. обеспечение обратимости отображения вход - выход. Основной задачей идентификации является задача построения оптимальной, в некотором смысле классической модели объекта по результатам эксперимента.

В работе показано, что наилучшая информационно-системная надежность достигается также путем применения автоматизированных систем мониторинга для постоянного наблюдения и периодического анализа объектов системы с отслеживанием динамики происходящих изменений.

Анализ показал, что наиболее приемлемым является ситуационный подход, который предполагает осуществление непрерывного наблюдения за объектом управления, который рассматривается неотрывно от окружающей его и взаимодействующий с ним проблемной области. Своевременное обнаружение проблемных ситуаций позволяет избежать их дальнейшего развития и способствует оперативному реагированию системы управления на происходящие изменения.

#### *Литература:*

1. Сидняев Н.И., Бутенко Ю.И., Болотова Е.Е. Экспертная система продукционного типа для создания базы знаний и конструкциях летательных аппаратов/ Авиакосмическое приборостроение, 2019, № 6, С. 38–52.
2. Сидняев Н.И., Бутенко Ю.И., Болотова Е.Е. Экспертная система для создания базы знаний о летательных аппаратах/ Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста : II Всероссийская научно-практическая конференция (Москва, 23 апреля 2019 г.) : материалы конференции / Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет). – Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. – С. 24–29.
3. Джаррантано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование. – 4-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2007. – 1152 с.: ил. – Парал. тит. англ.
4. Балан В.П., Душкин А.В., Новосельцев В.И., Сумин В.И. Введение в системное проектирование интеллектуальных баз знаний / Под ред. В.И. Новосельцева – М.: Горячая линия – Телеком, 2016. – 107 с.

**XVIII Всероссийская научная конференция  
«Нейрокомпьютеры и их применение»  
Тезисы докладов**

Подписано в печать: 11.03.2020.  
Формат: 60\*90/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура Times. Печать цифровая.  
Усл. печ. п. 25,4. Усл.-изд. л. 27,0.  
Тираж 140 экз.